

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE
CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS
CLIMÁTICOS: Integração de Tecnologias Imersivas e
Cultura Maker no Ensino de Ciências**

RODRIGO DOS SANTOS

Orientadora: Dra. Anubis Graciela de Moraes Rossetto

**Passo Fundo
2025**

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS CLIMÁTICOS: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências

Rodrigo dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Câmpus* Pelotas Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação.

**Passo Fundo
2025**

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE
CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA
EDUCAÇÃO

**EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS
CLIMÁTICOS: Integração de Tecnologias
Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências**

Rodrigo dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Campus* Pelotas Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias.

Orientadora: Prof. Dra. Anubis Graciela de Moraes Rossetto

Membros da Banca:

Prof. Dra. Anubis Graciela de Moraes Rossetto
(Orientadora - Passo Fundo/IFSul)

Prof. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira
(CaVG/IFSul)

Prof. Dr. Jucelino Cortez
(Passo Fundo/IFSul)

Prof. Dr. Marco Antonio Sandini Trentin
(Universidade de Passo Fundo)

Passo Fundo - RS
2025

S237

Santos, Rodrigo dos

Explorando os impactos dos eventos climáticos: integração de tecnologias imersivas e cultura Maker/ Rodrigo dos Santos. – 2025.
181 f.: il.

Orientadora: Dra. Anubis Graciela de Moraes Rossetto.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia Sul-rio-grandense. Câmpus Pelotas - Visconde da Graça. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação. Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação. 2025.

1. Educação Ambiental. 2. Construtivismo. 3. Realidade Virtual.
4. Realidade Aumentada. 5. Cultura Maker. I. Rossetto, Anubis Graciela de Moraes. II. Título.

CDU: 37:004

Catálogo na publicação:

Bibliotecária: Mariele Luzzi – CRB 10/2055

Biblioteca IFSul - Câmpus Passo Fundo

RESUMO

A presente dissertação de Mestrado Profissional, intitulada *"Explorando os Impactos dos Eventos Climáticos: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências"*, desenvolveu, aplicou e avaliou uma sequência didática, alinhada à urgência do enfrentamento da crise climática de 2024 no Rio Grande do Sul, buscando enriquecer o ensino de Ciências sobre eventos climáticos e contribuir para a formação crítica dos estudantes diante dos desafios ambientais contemporâneos. A questão de pesquisa foi: de que maneira uma sequência didática, fundamentada no construtivismo de Piaget e no construcionismo de Papert, que integra tecnologias digitais imersivas e a Cultura Maker, pode contribuir para o ensino de Ciências sobre eventos climáticos, potencializando o envolvimento e a formação crítica dos estudantes? O projeto se assentou na base do construtivismo de Piaget, que entende o conhecimento como uma construção ativa do sujeito, e do construcionismo de Papert, que preconiza que a aprendizagem ocorre de forma mais potente na construção de um produto externo e com sentido. A metodologia de pesquisa adotada foi de abordagem qualitativa, exploratória e aplicada, sendo implementada com estudantes do 8º ano na EMEF Senador Pasqualini, em Passo Fundo/RS. A análise dos resultados seguiu a orientação de Minayo, que compreende a categorização como um processo interpretativo de organização e sistematização dos sentidos presentes nos dados qualitativos. A metodologia de ensino empregada fundamentou-se nas metodologias ativas, com o uso de gamificação e a incorporação de recursos de Cultura Maker (CM), Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). A análise dos resultados evidencia que a proposta contribuiu de maneira relevante para responder à questão de pesquisa. A articulação entre gamificação, tecnologias imersivas e CM favoreceu o envolvimento dos estudantes e criou condições para experiências de aprendizagem mais ativas. A construção das maquetes apoiou a compreensão de relações entre relevo e risco geográfico, enquanto o uso de RA e RV ampliou as formas de visualizar os fenômenos estudados. De modo geral, a sequência didática demonstrou potencial para contribuir para a formação científica e crítica dos estudantes, ampliando sua capacidade de compreender os eventos climáticos e refletir sobre os desafios ambientais contemporâneos.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Construtivismo; Realidade virtual. Realidade aumentada. Cultura Maker. Sequência didática.

ABSTRACT

This Professional Master's dissertation, entitled "*Exploring the Impacts of Climate Events: Integration of Immersive Technologies and Maker Culture in Science Education*," developed, implemented, and evaluated a didactic sequence aligned with the urgency of addressing the 2024 climate crisis in Rio Grande do Sul. It sought to enrich Science teaching on climate events and to contribute to the critical formation of students in the face of contemporary environmental challenges. The research question was: in what ways can a didactic sequence, grounded in Piaget's constructivism and Papert's constructionism, which integrates immersive digital technologies and Maker Culture, contribute to Science education on climate events by enhancing student engagement and critical development? The project was grounded in Piaget's constructivism, which understands knowledge as an active construction by the learner, and in Papert's constructionism, which posits that learning occurs more powerfully through the creation of an external, meaningful product. The research methodology adopted a qualitative, exploratory, and applied approach, implemented with eighth-grade students at EMEF Senador Pasqualini, in Passo Fundo, Rio Grande do Sul. The analysis of results followed Minayo's framework, which conceives categorization as an interpretive process for organizing and systematizing the meanings present in qualitative data. The teaching methodology was based on active learning approaches, employing gamification and incorporating resources from Maker Culture (MC), Virtual Reality (VR), and Augmented Reality (AR). The analysis of the results indicates that the proposal made a relevant contribution to addressing the research question. The integration of gamification, immersive technologies, and Maker Culture fostered student engagement and created conditions for more active learning experiences. The construction of physical models supported the understanding of relationships between topography and geographic risk, while the use of AR and VR expanded the ways in which the studied phenomena could be visualized. Overall, the didactic sequence demonstrated potential to contribute to students' scientific and critical education, enhancing their capacity to understand climate events and to reflect on contemporary environmental challenges.

Keywords: Environmental Education; Constructivism; Virtual Reality; Augmented Reality; Maker Culture; Didactic Sequence.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho, fruto de uma jornada de aprendizado e constante aperfeiçoamento, ao Grande Arquiteto do Universo, fonte inesgotável de luz, sabedoria e ordem. Que a sua providência sustente a busca incessante pelo conhecimento e pela verdade, e que este esforço acadêmico reflita o zelo e a retidão necessários na edificação da obra em prol do progresso da humanidade.

À minha esposa, Rejane, por ser o alicerce de minha vida, meu porto seguro e fonte de amor, apoio e companheirismo incondicionais.

Aos meus amados filhos, Eduardo e Gabriele, razão maior de minha vida e motivação diária para buscar uma educação pública, gratuita e de qualidade.

À Prof.^a Dra. Anubis Graciela de Moraes Rossetto, pela sua orientação, dedicação, paciência e rigor científico, essenciais ao longo da jornada do Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED) do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), que me possibilitou essa experiência de formação e que reflete os mais altos ideais de equidade, inclusão e excelência educacional.

Aos demais docentes do PPGCITED, como a Prof.^a Dra. Maria Isabel Giusti Moreira pertencente ao PPGCITED - Pelotas – RS, Prof. Dr. Jucelino Cortez vinculado ao IFSul - Passo Fundo – RS, assim como o Prof. Dr. Marco Antonio Sandini Trentin, muito digno representante da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo – RS, pelo conhecimento compartilhado.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação, pela amizade, troca de experiências e apoio mútuo durante essa caminhada.

E, finalmente, aos estudantes do 8º ano da EMEF Senador Pasqualini, em Passo Fundo/RS, por terem sido os protagonistas desta pesquisa e por terem validado a Sequência Didática (SD) com tanto engajamento e reflexão crítica, classificando a experiência como "Muito especial e importante para nossas vidas".

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Óculos de Realidade Virtual.....	93
Figura 2: Aplicação de Realidade Aumentada.....	93
Figura 3: Imagem Topográfica Real da cidade de Encantado - RS.....	94
Figura 4: Imagem do Canal.....	97
Figura 5: Imagem do Site LandscapAR Augmented Reality.....	100
Figura 6: Imagem do Canal Seymour e Lerhn.....	100
Figura 7: Imagem do Site Seymour e Lerhn.....	101
Figura 8: Imagem do Site Topographic Map.....	103
Figura 9: Estudantes realizando um estudo exploratório.....	105
Figura 10: Vídeo Educativo.....	109
Figura 11: Aplicativo Mentimeter, no formato de nuvem de palavras.....	110
Figura 12: Tabuleiros (Modelo A e B).....	111
Figura 13: Estudantes interagindo no jogo.....	112
Figura 14: Professor interagindo com estudante neurodivergente.....	113
Figura 15: Professor e estudante utilizando óculos de RV.....	116
Figura 16: Estudante neurodivergente e monitora (Uso de RV).....	117
Figura 17: Estudantes utilizando o App de RA.....	117
Figura 18: Utilização do Smartphone (App de RA).....	118
Figura 19: Uso do site (Mapas Topográficos).....	122
Figura 20: Estudantes desenvolvendo as maquetes topográficas.....	124
Figura 21: Maquetes topográficas em construção.....	128
Figura 22: Estudantes finalizando as maquetes topográficas.....	128
Figura 23: Estudantes respondendo o questionário.....	129
Figura 24: Capa do Produto Educacional.....	140
Figura 25: Sumário do Produto Educacional.....	141
Figura 26: Jogo de Tabuleiro.....	165
Figura 27: Cartas Desafios.....	166
Figura 28: Cartas Charadas.....	167

Figura 29: Cartas Eventos Climáticos.....	168
Figura 30: Modelo de Dado.....	169

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Primeira busca de trabalhos.....	29
Quadro 2: Segunda busca de trabalhos.....	30
Quadro 3: Terceira busca de trabalhos.....	30
Quadro 4: Trabalhos selecionados para revisão de estudos.....	32
Quadro 5: Desenvolvimento Cognitivo - Jean Piaget.....	41
Quadro 6: Diálogo entre o Construtivismo e Construcionismo.....	52
Quadro 7: Os momentos da sequência didática.....	94
Quadro 8: Introdução ao tema dos Eventos Climáticos extremos.....	95
Quadro 9: Jogo Didático - Contexto sobre os Eventos Climáticos Extremos.....	98
Quadro 10: Uso de Tecnologias Imersivas.....	99
Quadro 11: Mapas Topográficos e Sustentabilidade.....	101
Quadro 12: Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker.....	104
Quadro 13: Avaliação.....	106
Quadro 14: Resultados.....	120
Quadro 15: Dados Científicos sobre os Eventos no Rio Grande do Sul.....	127
Quadro 16: Fenômenos Ambientais e Tecnologias Imersivas.....	161
Quadro 17: Avaliação da Experiência Geral com o Jogo de Tabuleiro (N = 22).....	174
Quadro 18: Respostas da questão “O que você mais gostou no jogo?” (N = 21)...	174
Quadro 19: Respostas à questão “O que achou da experiência com as tecnologias imersivas?” (N = 20).....	176
Quadro 20: Respostas à questão “O que você aprendeu durante a construção da maquete?” (N = 21).....	177
Quadro 21: Elementos Favoritos da Sequência Didática.....	178
Quadro 22: Respostas à pergunta “O que você mudaria ou melhoraria nessa sequência de aulas?”.....	178

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA-1: Aprendizagem Ativa
AA-2: Aprendizagem Ativa
ABProj: Aprendizagem Baseada em Projetos
AEC: Educação Ambiental Crítica
BNCC: Base Nacional Comum Curricular
CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CO₂: Dióxido de Carbono
COVID-19: *Corona Vírus Disease*
CM: Cultura Maker
CREDUC: Crédito Educativo Federal
DiWO: *Do It With Others*
DIY: *Do it Yourself*
EDS: Ensino para o Desenvolvimento Sustentável
EF: Ensino Fundamental
EF -1: Eficácia das Ferramentas Digitais
EF -2: Eficácia das Ferramentas Digitais
EMEF: Escola Municipal de Ensino Fundamental
ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio
GEOS: Grupo de Estudos Geocêntricos
IC -1: Integração Interdisciplinar
IC -2: Integração Interdisciplinar
IFRS: Instituto Federal, Ciência e Tecnologia - Rio Grande do Sul
IFSul: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Sul-rio-grandense
IPCC: Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas
MIT: *Massachusetts Institute of Technology*
MA: Metodologias Ativas
MAs: Metodologias Ativas de Aprendizagem
MDF: *Medium Density Fiberboard*
ODS: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU: Organização das Nações Unidas
PE: Produto Educacional
PBL: *Problem-Based Learning*

PPGCITED: Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação

REAs: Recursos Educacionais Abertos

RS: Rio Grande do Sul

RV - VR: Realidade Virtual (*Virtual Reality*)

RA - AR: Realidade Aumentada (*Augmented Reality*)

RM: Realidade Mista

SAI: Sala de Aula Invertida

SEI: Sequência de Ensino Investigativo

SD: Sequência Didática

SDI: Sequência Didática Investigativa

STEAM: *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*

TBL: *Team-Based Learning*

TDIs: Tecnologias Digitais da Informação

TDS: Tecnologia do Desenvolvimento Sustentável

TICs: Tecnologia da Informação e Comunicação

TDICs: Tecnologia da Informação e Comunicação

TCC: Trabalho de Conclusão de Curso

UFScar: Universidade Federal de São Carlos - SP

UFPEl: Universidade Federal de Pelotas - RS

UPF: Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. ESTUDOS RELACIONADOS.....	29
2.1 Convergências Estruturais e Metodológicas.....	33
2.2 Diferenças e Recortes Temáticos Específicos.....	34
2.3 Temáticas Socioambientais.....	35
O tema ambiental permeia a maioria dos trabalhos, mas com objetivos distintos:..	
35	
2.4 Desenhos Metodológicos e Análise de Dados.....	35
2.5 Similaridades e Alinhamentos.....	36
2.6 Diferenças e Inovações.....	37
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	40
3.1 O Construtivismo de Jean Piaget.....	40
3.2 A Distinção Epistemológica: Do Construtivismo Cognitivo ao Construcionismo do Fazer.....	47
3.3 Da Teoria à Prática: Implicações do Construtivismo e do Construcionismo na Transformação do Ensino.....	50
4. PERSPECTIVAS PEDAGÓGICAS CONTEMPORÂNEAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	55
4.1 Metodologias Ativas.....	55
4.1.1 Estratégias e Tipos de Metodologias Ativas.....	58
4.1.2 Benefícios e Desafios na Implementação.....	61
4.2 As Tecnologias Digitais Imersivas na Educação.....	62
4.3 Cultura Maker: O Aprendizado Mãos na Massa.....	67
4.4 Educação para a Sustentabilidade e Formação de Competências Socioambientais.....	74
5. PERCURSO METODOLÓGICO.....	78
ETAPA 1 – DIAGNÓSTICO E LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES.....	78
ETAPA 2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	79
ETAPA 3 – CONCEPÇÃO E ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL...	79

ETAPA 4 – APLICAÇÃO E OBSERVAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	80
ETAPA 5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA PROPOSTA.....	81
5.1 Contexto e Participantes da Pesquisa.....	83
6. METODOLOGIA DE ENSINO.....	84
6.1 A Sequência Didática (SD) como Instrumento Estrutural.....	85
7. PROPOSTA DIDÁTICA.....	88
7.1 Concepções Teóricas para Construção da Sequência Didática.....	90
7.2 Organização da Sequência Didática.....	92
7.3 Detalhamento dos Momentos da Sequência Didática.....	95
8. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	108
9. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	130
10. PRODUTO EDUCACIONAL.....	139
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
13. APÊNDICES.....	156

TRAJETÓRIA ACADÊMICA E PROFISSIONAL

Sou professor de Ciências Biológicas com 26 anos de atuação na rede particular de ensino e, mais recentemente, também na rede pública municipal. Atualmente, leciono na Universidade de Passo Fundo (UPF), no Centro de Ensino Médio Integrado, e no Medischool Pré-Vestibular e ENEM, além de exercer minhas atividades docentes na Escola Municipal de Ensino Fundamental Senador Pasqualini, onde estou lotado como professor da rede pública municipal de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul.

Minha formação inicial deu-se na Universidade de Passo Fundo, onde concluí o curso de Ciências Biológicas, nas habilitações de Licenciatura e Bacharelado, com o apoio do Crédito Educativo Federal (Antigo CREDUC), instrumento essencial que me possibilitou acesso e permanência no ensino superior. Na sequência, busquei ampliar minha qualificação, realizando uma especialização em Teorias e Metodologias da Educação pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – Câmpus Sertão.

Realizei o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação, no Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul) – turma do Câmpus Passo Fundo, experiência que representa não apenas a continuidade da minha formação, mas também o compromisso com uma educação pública, gratuita e de qualidade. Sinto-me profundamente orgulhoso de ter percorrido esse percurso nos Institutos Federais, instituições que refletem os mais altos ideais de equidade, inclusão e excelência educacional.

Antes de ingressar na área educacional, atuei como policial militar na Brigada Militar do Rio Grande do Sul, na qual permaneci por aproximadamente 13 anos como soldado, entre vários pelotões, me destaquei na 5ª Companhia de Policiamento Ambiental, onde consegui aplicar alguns conhecimentos na área da Ecologia Ambiental. Essa experiência contribuiu significativamente para a construção do meu senso ético, disciplina, responsabilidade social e sensibilidade diante das vulnerabilidades que afetam grande parte da população, especialmente nas periferias urbanas. No entanto, impulsionado pela convicção de que a educação constitui a mais potente ferramenta de transformação social, decidi redirecionar

minha trajetória profissional para o campo da docência, onde reencontrei sentido e vocação.

Desde então, construí uma carreira sólida e diversificada na educação, atuando em cursos preparatórios para vestibulares e ENEM, bem como em diversas escolas privadas nos municípios de Passo Fundo, Erechim, Lagoa Vermelha, Soledade, Nova Prata, Tapejara, Palmeira das Missões, Santo Ângelo, Santa Maria, Rosário do Sul, Sarandi, entre outros. Minha atuação tem sido marcada pelo compromisso com a aprendizagem com contexto, o respeito à diversidade e o uso de metodologias inovadoras voltadas à formação integral dos estudantes.

Além da prática docente em sala de aula, sou criador do canal educacional "Estudar é Muito Bom", na plataforma *YouTube*, no qual desenvolvo videoaulas e conteúdos didáticos com o objetivo de democratizar o acesso ao conhecimento científico e oferecer suporte ao processo de aprendizagem de estudantes da educação básica. Acredito no potencial das tecnologias digitais como aliadas na construção de ambientes formativos mais interativos, acessíveis e conectados com a realidade dos jovens.

Na rede pública municipal foi desenvolvido e aplicado uma sequência didática como produto educacional vinculado à pesquisa de mestrado, cuja proposta articula tecnologias imersivas e cultura maker no ensino de Ciências, com foco nos eventos climáticos extremos. A aplicação ocorreu na Escola Municipal Senador Pasqualini, localizada na periferia de Passo Fundo – instituição que acolhe estudantes em situação de vulnerabilidade social e que representa um território fértil para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras, críticas e engajadas.

Em síntese, minha trajetória é marcada por um profundo comprometimento com a educação pública e com a construção de um ensino de Ciências que seja contextualizado, transformador e socialmente relevante. Acredito que o professor deve ser um agente de mudança, capaz de articular saberes acadêmicos e vivências pessoais na busca por uma sociedade mais justa, crítica e sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A educação em Ciências enfrenta desafios históricos que impactam tanto as abordagens pedagógicas quanto a relevância dos conteúdos trabalhados em sala de aula. De acordo com Moreira (2006), observa-se um modelo tradicional de ensino centrado no professor, no qual a aprendizagem ocorre de forma mecânica, baseada na memorização de conceitos que, muitas vezes, encontram-se desatualizados e descontextualizados.

Esse modelo, amplamente criticado, sustenta-se em práticas pedagógicas voltadas para a testagem de conhecimento, reforçando o conceito de "educação bancária" descrito por Freire (1987), em que os estudantes são posicionados como receptores passivos de informações, sem participação ativa no processo de construção do conhecimento. Como consequência, o ensino de Ciências, tal como praticado em muitas instituições, ainda encontra dificuldades para se desvincular de metodologias tradicionais que não promovem a reflexão crítica e o protagonismo dos estudantes.

Para Zabala (1998), a aprendizagem com sentido ocorre quando o estudante é colocado no centro do processo educativo, sendo estimulado a construir seu conhecimento a partir de experiências conectadas à sua realidade. No entanto, as metodologias predominantes falham em estabelecer essa conexão, tornando o ensino fragmentado e pouco atrativo. Outro ponto a ser considerado é a prevalência de um ensino baseado na exposição oral do professor, sem estabelecer um diálogo efetivo com a realidade dos estudantes e sem incorporar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) de maneira contextualizada.

Corroborando essa perspectiva, Libâneo (1994) destaca que a estruturação coerente e progressiva das aulas é fundamental para permitir que os agentes envolvidos no processo de aprendizagem construam o conhecimento de maneira incremental e contextualizada. Papert (1980, p. 142) também reforça que "a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o papel de *designer* e construtor de um projeto significativo", evidenciando a necessidade de práticas pedagógicas que promovam a autoria, a experimentação e a resolução de problemas reais.

Dessa forma, o ensino de ciências muitas vezes negligencia o caráter dinâmico da ciência, que se desenvolve por meio de perguntas, modelos, metáforas e aproximações, elementos essenciais para a compreensão do conhecimento científico. Essa limitação torna-se ainda mais preocupante diante dos desafios contemporâneos que exigem uma formação científica crítica e contextualizada, como é o caso das questões ambientais.

Nesse cenário de desafios do ensino tradicional, a problemática ambiental ganha ainda mais urgência. A crescente ocorrência de eventos climáticos extremos como tempestades, secas, enchentes e ondas de calor, representa um desafio global, afetando a segurança e o bem-estar das populações, além de exigir soluções inovadoras no campo da educação. Assim, torna-se essencial que os estudantes compreendam as causas e consequências desses fenômenos, desenvolvendo uma formação crítica e cidadã consciente. Como destaca Loureiro:

A educação ambiental deve ser pautada na compreensão crítica dos fenômenos naturais e na capacidade de análise das interações humanas com o meio ambiente. O uso de metodologias inovadoras, como tecnologias digitais e práticas ativas de aprendizagem, permite que os estudantes participem de forma mais engajada no processo educativo, compreendendo os desafios socioambientais contemporâneos e buscando soluções sustentáveis para enfrentá-los (Loureiro, 2018, p. 112).

Diante dessa necessidade, novas abordagens pedagógicas despontam como alternativas para transformar a educação em Ciências. O uso de tecnologias digitais imersivas, aliado à cultura maker, configura-se como uma estratégia promissora para tornar o aprendizado mais dinâmico, interativo e conectado à realidade dos estudantes. Entre as tecnologias imersivas, destacam-se a realidade virtual, que simula ambientes tridimensionais interativos permitindo que os estudantes explorem cenários complexos, e a realidade aumentada, que sobrepõe elementos digitais ao mundo real por meio de dispositivos como *tablets* ou *smartphones*. Já a cultura maker corresponde a uma abordagem educacional centrada no "aprender fazendo", que incentiva a criatividade, a prototipagem e a resolução de problemas reais por meio do uso de tecnologias digitais e materiais diversos.

Este trabalho, portanto, investigou como essas tecnologias e metodologias podem ser incorporadas ao ensino de Ciências para potencializar práticas de aprendizagem mais ativas e contextualizadas. A adoção dessas ferramentas

possibilita novas estratégias para favorecer a aprendizagem, como destaca Valente (2019, p. 45), ao afirmar que "a utilização de tecnologias digitais no ensino de Ciências possibilita experiências interativas e contextualizadas, promovendo o envolvimento dos estudantes e favorecendo a construção do conhecimento".

A integração das tecnologias digitais imersivas e da cultura maker se alinha aos pressupostos da teoria construtivista, que entende o conhecimento como uma construção ativa do sujeito a partir da interação com o meio. Segundo Piaget (1973, p. 12), "o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas sim uma construção do sujeito em interação com o meio". Dentro dessa perspectiva, ambientes imersivos no ensino de ciências possibilitam que o estudante explore situações-problema, formule hipóteses, teste soluções e reelabore conceitos, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e da autonomia cognitiva.

Dentro do construtivismo, a aprendizagem é vista como um processo dinâmico em que o estudante reorganiza seus esquemas mentais à medida que enfrenta novos desafios. A cultura maker, ao valorizar a experimentação e a criação prática, potencializa esse movimento interno de construção e reconstrução do conhecimento. Assim, ambientes que promovem o "aprender fazendo" tornam-se especialmente poderosos para o desenvolvimento das competências científicas dos estudantes.

Apesar do potencial dessas abordagens, observou-se que as TDICs ainda são subutilizadas no ensino de ciências, limitando a contextualização e o envolvimento dos estudantes. Diante desse contexto, a pesquisa propôs investigar estratégias metodológicas inovadoras que possam superar tais limitações, promovendo um ensino de ciências mais dinâmico, contextualizado e conectado às demandas da educação contemporânea.

O estudo buscou explorar como as tecnologias imersivas e a cultura maker podem contribuir para um aprendizado mais contextualizado, promovendo a participação ativa dos estudantes, estimulando o pensamento crítico e proporcionando experiências educacionais conectadas à realidade socioambiental.

Assim, a pesquisa justificou-se pela necessidade de reformular as práticas pedagógicas, adotando metodologias que incentivem o envolvimento dos estudantes

na construção do conhecimento e os preparem para enfrentar os desafios científicos e ambientais do século XXI.

A crescente frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos representam um dos maiores desafios da atualidade, exigindo ações educativas eficazes para a formação de cidadãos preparados para lidar com essas problemáticas. Diante desse cenário, o ensino de ciências precisa ser atualizado para promover uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais e de suas implicações ambientais e sociais, conectando a aprendizagem científica a questões reais que impactam a sociedade.

O agravamento dos eventos climáticos extremos no Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, impõe à sociedade, à educação e à ciência a urgente necessidade de discutir estratégias de mitigação e adaptação, bem como de compreender a fundo as causas e os impactos desses fenômenos. Nesse cenário, a pesquisa adquiriu especial relevância ao integrar tecnologias imersivas e cultura maker no ensino de ciências, buscando promover a educação ambiental crítica e o protagonismo estudantil frente às questões climáticas contemporâneas.

Em 2024, o RS enfrentou o maior desastre climático de sua história. Fortes chuvas, que ultrapassaram 700 mm em algumas regiões, causaram enchentes que afetaram 478 dos 497 municípios gaúchos, resultando em 183 mortes, mais de 442 mil pessoas fora de suas casas e prejuízos estimados em mais de R\$ 4,6 bilhões (Rio Grande do Sul, 2024). Segundo o governo estadual, esse evento foi considerado "a maior catástrofe ambiental da história do estado" (Rio Grande do Sul, 2024). Tais dados reforçam a urgência de inserir o debate climático no ambiente escolar, com base em experiências locais concretas.

Além dos prejuízos materiais, os impactos sociais e de saúde foram significativos. Conforme estudo publicado na Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, a tragédia de 2024 gerou impactos diretos sobre os trabalhadores e a população vulnerável, como indígenas, quilombolas e assentamentos urbanos informais, refletindo em problemas de saúde física, mental e socioeconômica (França *et al.*, 2024). Esse cenário demonstra como os eventos climáticos extremos

extrapolam os limites ambientais e se transformam em fenômenos multidimensionais, exigindo abordagens interdisciplinares no ensino de ciências.

A relação entre tais eventos e as mudanças climáticas induzidas pela ação humana também foi evidenciada. Estudo da *World Weather Attribution* revelou que o aquecimento global tornou essas chuvas extremas duas vezes mais prováveis e entre 6% e 9% mais intensas do que seriam em um mundo sem o aquecimento causado pelas emissões de gases de efeito estufa (*World Weather Attribution*, 2024). Essa constatação científica reforça a pertinência da abordagem investigativa no ensino, pois permite aos estudantes compreenderem as relações causais e os fatores antrópicos envolvidos nos desastres que vivenciam em suas próprias comunidades.

Outro dado que suscita preocupação refere-se à frequência desses eventos no futuro próximo. Projeções baseadas no índice *RX5day*¹ apontam que, em um cenário de aumento da temperatura global em 2 °C, eventos como os de 2024 podem se tornar cinco vezes mais frequentes no RS, com potencial de causar novas tragédias nos vales dos rios Taquari, Jacuí e Caí (Climatempo, 2024). A escola, portanto, deve preparar os jovens para atuarem de forma crítica e propositiva diante dessas ameaças, valorizando o conhecimento científico e as práticas sustentáveis.

Diante de tais evidências, a contextualização local dos eventos climáticos extremos no RS fortalece a pertinência social da pesquisa, conferindo-lhe um caráter de urgência educacional. Ao promover atividades didáticas que simulem, analisem e proponham soluções para problemas reais por meio de tecnologias digitais e processos investigativos, espera-se formar sujeitos capazes de compreender a complexidade ambiental e agir em defesa da vida e da justiça climática em seu território.

Entretanto, para que essa abordagem inovadora se concretize nas escolas, é fundamental que os docentes estejam preparados para integrá-la ao currículo de forma crítica e estruturada. No entanto, muitos docentes ainda enfrentam dificuldades em incorporar tecnologias emergentes em suas práticas, seja por falta

¹ Segundo o International Climatic Data Center – CLIMDEX (2025), o índice Rx5day representa a maior precipitação total registrada em cinco dias consecutivos, sendo um dos principais indicadores de eventos extremos de chuva.

de formação adequada ou pela ausência de materiais estruturados (Moravcsik, 2020). Esse cenário evidencia uma lacuna importante: a persistência de práticas pedagógicas tradicionais, pouco contextualizadas e descoladas das necessidades contemporâneas, limitando o envolvimento e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

Nesse contexto, a pesquisa justificou-se pela necessidade de inovar as práticas pedagógicas, integrando tecnologias digitais imersivas, como a realidade aumentada, realidade virtual e a cultura maker como estratégias para potencializar o aprendizado. As tecnologias digitais imersivas oferecem novas possibilidades para a construção do conhecimento, ao permitir a interação dos estudantes com fenômenos que, de outra forma, seriam abstratos ou inacessíveis em sala de aula (Valente, 2019). Ao proporcionar experiências sensoriais e interativas, essas ferramentas favorecem a construção de saberes de maneira contextualizada e envolvente.

Paralelamente, a cultura maker reforça a abordagem ativa no aprendizado, incentivando os estudantes a experimentarem, criarem e desenvolverem soluções práticas para problemas reais. Segundo Papert (1980), a aprendizagem com sentido ocorre por meio da experimentação e da construção ativa do conhecimento, princípio central da cultura maker. Ao integrar essa abordagem ao ensino de ciências, busca-se estimular a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e próxima da prática científica real.

Considerando esses aspectos, o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) específica para professores do Ensino Fundamental representa uma importante contribuição para a educação básica, fornecendo um suporte concreto para a implementação de metodologias inovadoras. A SD elaborada no âmbito desta pesquisa visa oferecer estratégias pedagógicas aplicáveis em diferentes contextos escolares, favorecendo um ensino mais dinâmico, interdisciplinar e centrado na construção ativa do conhecimento por parte dos estudantes, conforme os princípios do construtivismo de Jean Piaget.

A aplicação da proposta na Escola Municipal de Ensino Fundamental – EMEF Senador Pasqualini, para estudantes do 8º ano no componente curricular de ciências permitiu avaliar sua aplicabilidade em um ambiente real, proporcionando dados relevantes sobre o impacto da abordagem na aprendizagem dos estudantes.

Ademais, esta pesquisa se alinha às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), especialmente no que diz respeito à BNCC da Computação, que reconhece a importância da integração crítica e criativa das tecnologias digitais no contexto educacional. A BNCC destaca que a cultura digital deve ser compreendida de forma ampla, contemplando não apenas o uso instrumental das tecnologias, mas principalmente sua apropriação crítica e reflexiva, permitindo que estudantes utilizem ferramentas digitais para investigar, criar, resolver problemas e colaborar em diferentes contextos.

No ensino de ciências, essa perspectiva ganha força ao promover experiências investigativas mediadas por tecnologias digitais imersivas e pela cultura maker, aproximando os estudantes da prática científica real e estimulando o pensamento computacional, a resolução colaborativa de problemas e a experimentação criativa. Assim, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de competências científicas, digitais e socioemocionais, articulando os campos das ciências da natureza, da computação e da educação ambiental.

Essa concepção de formação de cidadãos críticos, criativos e conscientes encontra sólido respaldo na teoria construtivista, que entende o processo educativo como a base para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e para a atuação crítica na sociedade. Segundo Piaget (1976), a educação deve favorecer a autonomia intelectual, na qual "o verdadeiro objetivo da educação é formar indivíduos capazes de pensar e agir de maneira crítica, e não apenas repetir aquilo que lhes foi ensinado" (Piaget, 1976, p. 92). Dessa forma, a aprendizagem em ciências, mediada por tecnologias imersivas e práticas investigativas, estimula o raciocínio lógico, a criatividade e a capacidade de tomada de decisão, competências essenciais para enfrentar os desafios contemporâneos.

Portanto, a realização deste estudo avançou não apenas o conhecimento na área da educação em ciências, mas também cumpriu um papel formativo essencial,

promovendo a autonomia, o pensamento crítico e a criatividade dos estudantes, conforme preconizado pelas bases do construtivismo.

Nesse contexto, emerge a seguinte pergunta de pesquisa: De que maneira uma sequência didática, fundamentada no construtivismo de Piaget e no construcionismo de Papert, que integra tecnologias digitais imersivas e a Cultura Maker, pode contribuir para o ensino de Ciências sobre eventos climáticos, potencializando o envolvimento e a formação crítica dos estudantes?

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática que integre tecnologias digitais imersivas e a Cultura Maker, com o intuito de enriquecer o ensino e a aprendizagem sobre a problemática dos eventos climáticos nas aulas de ciências, promovendo a formação de cidadãos críticos e preparados para enfrentar desafios ambientais.

Os objetivos específicos são: i) explorar tecnologias imersivas e a cultura maker no ensino de eventos climáticos, com base na teoria construtivista e no desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, colaboração e trabalho em equipe; ii) criar um produto educacional na forma de uma Sequência Didática (SD) para professores do Ensino Fundamental e iii) avaliar essa proposta com estudantes do 8º Ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Senador Pasqualini, no município de Passo Fundo/RS.

1.1 Organização Estrutural da Dissertação

Esta dissertação de Mestrado Profissional está organizada em 10 capítulos que delineiam a trajetória da investigação, buscando responder à questão central da pesquisa. No Capítulo 1, a introdução estabelece o cenário desafiador do ensino tradicional de ciências, caracterizado por um modelo centrado no professor, mecânico e descontextualizado, que falha em promover o pensamento crítico e o protagonismo dos estudantes. Em contrapartida, o capítulo ressalta a urgência da crise climática, como a crescente ocorrência de eventos climáticos extremos (tempestades, secas, enchentes, furacões, etc), que exigem uma formação científica crítica e contextualizada. O trabalho se justifica pela necessidade de inovar as práticas pedagógicas. O capítulo ainda apresenta a pergunta de pesquisa, os objetivos geral e específicos, e reforça a relevância do estudo por meio da

contextualização local, destacando o desastre climático de 2024 no Rio Grande do Sul, com dados sobre mortes e municípios afetados, conferindo à pesquisa um caráter de urgência educacional. A SD está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13.

No Capítulo 2, voltado aos estudos relacionados, busca-se situar a pesquisa no conjunto de investigações já desenvolvidas na área e justificar sua inovação metodológica. O capítulo apresenta a revisão de trabalhos realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com ênfase em produções de Mestrado Profissional.

No Capítulo 3, o Referencial Teórico estabelece a base epistemológica do trabalho, centrada no Construtivismo de Jean Piaget e no Construcionismo de Seymour Papert. O Construtivismo de Piaget sustenta que o conhecimento é uma construção ativa do sujeito por meio da interação com o meio e de processos de assimilação e acomodação. O Construcionismo de Papert, por sua vez, é apresentado como um desdobramento das ideias piagetianas, enfatizando que o aprendizado ocorre com particular eficácia quando o sujeito está engajado na construção de um produto externo e significativo. O referencial ainda articula a superação do modelo tradicional de "educação bancária" e a importância da moralidade da cooperação (autonomia moral).

O Capítulo 4, detalha as perspectivas pedagógicas que superam o ensino tradicional, focando nas metodologias ativas (MAs), nas tecnologias digitais imersivas (TDIs) e na Cultura Maker (CM). As MAs são conceituadas como estratégias que colocam o estudante no centro do processo, transformando o professor em mediador e *designer* de experiências, e o estudante em protagonista responsável pela sua própria formação. Em seguida, o capítulo aborda as TDCIs (Realidade Virtual e Aumentada) como ferramentas que potencializam a experiência, tornando conceitos complexos mais visuais, dinâmicos e interativos, o que é essencial para o ensino de ciências. A CM é apresentada como a manifestação prática do Construcionismo, enfatizando o aprendizado "mãos na massa" e a criação de soluções práticas para problemas reais. O capítulo também articula todas essas perspectivas pedagógicas com a educação para a sustentabilidade e a necessidade de formação de competências socioambientais, alinhadas à BNCC e ao ODS 13.

No Capítulo 5, o percurso metodológico apresenta o delineamento da pesquisa, caracterizada como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e aplicada. Esse capítulo descreve a estrutura geral da investigação e as etapas que a compõem. A pesquisa foi desenvolvida com uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental da EMEF Senador Pasqualini, em Passo Fundo/RS, e organizou-se em fases progressivas que incluíram diagnóstico inicial, fundamentação teórica, elaboração da sequência didática, aplicação com observação participante e análise dos dados coletados.

O Capítulo 6 apresenta a metodologia de ensino que orienta a proposta didática, estruturada pela Sequência Didática conforme Zabala, entendida como instrumento que organiza de forma progressiva as atividades de aprendizagem. Embora a SD funcione como eixo organizador, a metodologia de ensino adotada baseia-se nas metodologias ativas, que incluem investigação científica, gamificação, aprendizagem baseada em projetos, experimentação, cultura maker e o uso de tecnologias imersivas. Essas estratégias visam promover o protagonismo dos estudantes e a construção ativa do conhecimento sobre eventos climáticos extremos.

O Capítulo 7 apresenta a proposta didática da pesquisa, estruturada na Sequência Didática (SD) que orienta o conjunto das atividades planejadas. Fundamentada nos princípios do construtivismo e do construcionismo, a SD organiza o processo de ensino em oito encontros sequenciais, concebidos para promover aprendizagem ativa e contextualizada sobre eventos climáticos. Esses encontros articulam diferentes metodologias ativas, integrando momentos de gamificação, exploração com tecnologias imersivas e práticas de Cultura Maker, de modo a favorecer a construção do conhecimento.

No Capítulo 8, o relato da aplicação é a descrição detalhada e organizada da implementação da SD em uma turma do 8º ano na EMEF Senador Pasqualini. Este capítulo utiliza os registros da observação participante (Diário de Bordo) para narrar as interações, o comportamento e o engajamento dos estudantes ao longo dos oito encontros.

O Capítulo 9 reúne a análise e discussão dos resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática, articulando os dados coletados com os referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa. Os achados são organizados em categorias interpretativas que evidenciam aspectos como a construção cognitiva, o aprender fazendo e o protagonismo estudantil. A discussão integra tanto as observações registradas ao longo dos encontros quanto as percepções expressas pelos estudantes no questionário aplicado ao final da proposta, permitindo compreender de que maneira a SD favoreceu a aprendizagem ativa, a internalização de conceitos e o desenvolvimento de competências científicas e críticas.

O Capítulo 10 formaliza o Produto Educacional (PE), que consiste na Sequência Didática (SD) desenvolvida, sendo um requisito de um Mestrado Profissional. Este capítulo apresenta uma breve descrição da SD finalizada, servindo como um material pedagógico replicável e um legado prático da pesquisa para outros docentes.

O Capítulo 11, das considerações finais, retoma os objetivos da pesquisa e sintetiza as principais contribuições da sequência didática para o ensino de Ciências sobre eventos climáticos. A partir da análise integrada dos resultados, o capítulo destaca como a proposta promoveu o envolvimento dos estudantes, favoreceu a construção conceitual e incentivou o desenvolvimento de uma postura científica e crítica diante dos desafios ambientais contemporâneos. Também são discutidas as limitações identificadas ao longo do processo e apontados caminhos para pesquisas futuras, especialmente no que se refere ao aprimoramento do uso de tecnologias imersivas e de práticas pedagógicas inovadoras na Educação Básica.

No Capítulo 12, apresentam-se as referências bibliográficas, documentais e técnicas que fundamentam a pesquisa e o Produto Educacional, assegurando o rigor científico e a rastreabilidade das fontes utilizadas. Por fim, o Capítulo 13 reúne os apêndices com o material documental e os instrumentos empregados no estudo, incluindo termos de consentimento, o Jogo Didático “Desafios do Clima Extremo”, o

questionário de percepção dos estudantes e seus resultados, elementos essenciais para a transparência e a replicabilidade da investigação.

2. ESTUDOS RELACIONADOS

O objetivo desta revisão de estudos foi identificar e analisar os principais trabalhos científicos desenvolvidos sobre a temática dos eventos climáticos extremos no contexto do ensino de ciências, aplicados ao ensino fundamental, anos finais, com ênfase na utilização de tecnologias imersivas, como a realidade aumentada e a realidade virtual, e/ou em abordagens baseadas na Cultura Maker.

Esta investigação insere-se no campo da educação em ciências, alinhando-se às discussões contemporâneas que envolvem a educação ambiental crítica (EAC), a inovação pedagógica, as metodologias ativas de aprendizagem e o uso de recursos educacionais digitais, visando à promoção de uma aprendizagem com sentido e à consolidação das competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Para a realização da revisão de trabalhos relacionados, optou-se por utilizar o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, considerando-se a qualidade e especificidade das produções disponíveis nesse repositório. Além disso, a escolha se justifica pelo interesse em analisar investigações compatíveis com a proposta deste trabalho. Destaca-se, ainda, a possibilidade de filtrar especificamente as produções provenientes de mestrados profissionais, o que permite uma aproximação mais direta com experiências aplicadas e desenvolvimentos metodológicos voltados à prática educacional, em consonância com a natureza desta pesquisa.

Foram realizadas tentativas de uma única busca que integrasse os descritores “eventos climáticos”, “tecnologias imersivas” e “cultura maker”; no entanto, não foram encontrados trabalhos que contemplassem simultaneamente essas temáticas. Diante disso, optou-se por realizar três pesquisas distintas, cada uma centrada em uma dessas dimensões, estratégia que possibilitou uma melhor delimitação dos resultados e maior precisão e relevância na seleção do material analisado para a revisão de estudos.

A primeira busca foi direcionada à identificação de trabalhos que relacionassem “mudanças climáticas” ao contexto escolar, com foco no ensino fundamental e na produção de materiais educacionais aplicados. Para isso, foram definidos os descritores “ensino fundamental” AND “produto educacional” AND

“mudanças climáticas”, estabelecendo-se como recorte temporal as produções a partir de 2021.

Os critérios de exclusão eliminaram pesquisas sem intervenção prática, não aplicadas ao ensino fundamental, desvinculadas das ciências ou sem relação direta com temáticas ambientais e climáticas. Essa etapa resultou em três trabalhos selecionados, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Primeira busca de trabalhos

Descritores	"ensino fundamental" AND "produto educacional" AND "mudanças climáticas"
Resultados	8
Filtro	a partir de 2021, Mestrado Profissional
Crítérios de Exclusão	1) trabalhos que não relataram intervenção prática 2) trabalhos não aplicados ao ensino fundamental 3) trabalhos cuja temática não estava relacionada com ciências 4) trabalhos cuja temática não estava relacionada com questões ambientais e climáticas
Selecionados	3

Fonte: Autor (2025)

A segunda busca concentrou-se no levantamento de produções relacionadas à Cultura Maker aplicada ao ensino de ciências no ensino fundamental. Foram utilizados os descritores “cultura maker” AND “ciências” AND “ensino fundamental”, considerando apenas dissertações de mestrado profissional defendidas a partir de 2020. Os critérios de exclusão foram semelhantes à busca anterior, descartando trabalhos que não apresentaram intervenção prática, não se aplicaram ao ensino fundamental ou que não possuíam relação direta com a área de ciências. Após essa filtragem, três estudos foram selecionados para análise, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Segunda busca de trabalhos

Descritores	"Cultura maker" AND "ciências" AND "ensino fundamental"
Resultados	8
Filtro	a partir de 2020, mestrado profissional
CrITÉRIOS de Exclusão	1) trabalhos que não relataram intervenção prática 2) trabalhos não aplicados ao ensino fundamental 3) trabalhos cuja temática não estava relacionada com ciência
Selecionados	3

Fonte: Autor (2025)

A terceira pesquisa teve como foco a utilização de tecnologias imersivas, mais especificamente a realidade aumentada, no ensino de ciências no contexto do ensino fundamental. Foram empregados os descritores “realidade aumentada” AND “ciências” AND “ensino fundamental”, delimitando-se a análise para dissertações de mestrado profissional defendidas a partir de 2020. Assim como nas buscas anteriores, os critérios de exclusão priorizaram pesquisas com aplicação prática e diretamente relacionadas ao ensino de ciências no ensino fundamental. Esse processo resultou em trabalhos selecionados que atendiam a esses parâmetros e se mostraram pertinentes à revisão, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3: Terceira busca de trabalhos

Descritores	"realidade aumentada" AND "ciências" AND "ensino fundamental"
Resultados	7
Filtro	a partir de 2020, Mestrado profissional
CrITÉRIOS de Exclusão	1) trabalhos que não relataram intervenção prática 2) trabalhos não aplicados ao ensino fundamental 3) trabalhos cuja temática não estava relacionada com ciências
Selecionados	2

Fonte: Autor (2025)

Dessa forma, esta revisão de trabalhos oferece subsídios teóricos e práticos para o desenvolvimento de sequências didáticas inovadoras, pautadas na interdisciplinaridade, no envolvimento discente e na formação de conceitos científicos relacionados às mudanças climáticas e aos desafios socioambientais contemporâneos.

A análise dos oito trabalhos selecionados no Portal de Teses e Dissertações da CAPES evidencia uma diversidade de enfoques voltados para a inovação no ensino de ciências e educação ambiental no ensino fundamental. Essas pesquisas dialogam com temáticas atuais, como mudanças climáticas, sustentabilidade, cultura maker e tecnologias digitais emergentes, refletindo preocupações contemporâneas da educação científica em consonância com a BNCC e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Observa-se que parte dos estudos enfatizaram a EAC e o ensino das mudanças climáticas, por meio de propostas investigativas, uso de ilustrações didáticas e práticas interdisciplinares. Outro conjunto de pesquisas aborda a cultura maker como potencial formativo, explorando metodologias ativas, experimentação com Recursos Educacionais Abertos (REA's), laboratórios de fabricação digital e robótica educacional de baixo custo. Além disso, destacam-se investigações sobre o emprego de realidade aumentada e realidade virtual como ferramentas pedagógicas para o ensino de ciências, ampliando as possibilidades de aprendizagem interativa e imersiva. A incorporação desta análise ao presente trabalho é relevante, pois permite situar a pesquisa, evidenciando como diferentes propostas vêm sendo desenvolvidas para aproximar os estudantes das problemáticas ambientais e tecnológicas atuais. Além disso, possibilita comparar e fundamentar as escolhas metodológicas e teóricas da dissertação, reforçando sua pertinência acadêmica e seu compromisso com práticas pedagógicas inovadoras. Dessa forma, o levantamento contribui para conferir maior consistência científica à investigação, ao mesmo tempo em que destaca as potencialidades e as lacunas ainda existentes no campo de estudo.

Assim, a síntese desses trabalhos constitui um referencial relevante para a compreensão do cenário atual das pesquisas sobre ensino de ciências, mudanças climáticas, cultura maker e tecnologias educacionais no EF. A seguir, apresenta-se o Quadro 4 que demonstra os trabalhos selecionados.

Quadro 4: Trabalhos selecionados para revisão de estudos

Ordem	Tipos	Títulos	Autores
01	Dissertação	EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: uma proposta de ensino investigativo sobre mudanças climáticas	(Moraes, 2022)

02	Dissertação	CULTURA MAKER E EDUCAÇÃO SUSTENTÁVEL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: Um estudo da motivação em interface com a BNCC e ODS.	(Silva, 2023)
03	Dissertação	AS ILUSTRAÇÕES COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR NO ENSINO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	(Santos, 2023)
04	Dissertação	DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS BASEADOS EM METODOLOGIAS ATIVAS: uma experiência com o uso de recursos educacionais abertos (REA'S) através da apropriação da cultura maker'	(Silva, 2023)
05	Dissertação	O ENSINO DE CIÊNCIAS E A CULTURA MAKER COM O LABORATÓRIO DE FABRICAÇÃO DIGITAL FABLEARN: um estudo de caso da elaboração de sequências didáticas no ensino fundamental II no município de sobral	(Brasileiro, 2021)
06	Dissertação	TECNOLOGIA SOCIAL APLICADA À EDUCAÇÃO MAKER DE BAIXO CUSTO: uma proposta de robótica educacional para o ensino fundamental II (Anos Finais)	(Silva, 2023)
07	Dissertação	UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS DIGITAIS COM A REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	(Rangel, 2022)
08	Dissertação	REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: Aplicação ao Ensino Fundamental.	(Nogueira, 2022)

Fonte: Do Autor (2024)

A produção de dissertações na área de ensino de ciências e metodologias ativas na educação básica demonstra um campo de pesquisa robusto e altamente focado na aplicabilidade prática. A análise dos trabalhos revela similaridades profundas no propósito e na estrutura metodológica, enquanto os recortes temáticos e tecnológicos evidenciam a diversidade de contextos e desafios enfrentados pelos pesquisadores brasileiros.

2.1 Convergências Estruturais e Metodológicas

O principal elemento de convergência entre os estudos reside no objetivo central de desenvolver e validar um Produto Educacional (PE). Esses PEs são projetados para intervir diretamente na prática docente, visando transformar o processo de ensino-aprendizagem.

Todas as pesquisas analisadas concentram-se no Ensino Fundamental. Há um direcionamento tanto para os Anos Iniciais, como no estudo de Santos, R. A. (2023), que trabalha com estudantes do 5º ano, e Moraes (2022), também focando no 5º ano, quanto para os Anos Finais (6º ao 9º ano), abordados por Silva (2023), Brasileiro (2021), Silva (2023) e Santos (2023).

O formato mais prevalente para a organização do conteúdo é a Sequência Didática (SD) ou Sequência de Ensino Investigativo (SEI), utilizada por autores como Brasileiro (2021), Moraes (2022) e Santos (2023). Essas sequências são vistas como essenciais para definir "etapas e momentos detalhados" que permitem o acompanhamento do desempenho dos estudantes e a intervenção eficaz durante o processo de ensino-aprendizagem.

Um propósito compartilhado é alcançar a aprendizagem contextualizada e promover a sensibilização/motivação dos estudantes. Santos (2023), por exemplo, buscou sensibilizar as crianças para o desenvolvimento sustentável e utilizou a teoria da autodeterminação e o questionário IMI (Inventário de Motivação Intrínseca) para analisar o interesse e o caráter lúdico das atividades.

Os PEs são frequentemente avaliados e apreciados por professores ou especialistas. O trabalho de Rangel (2022), por exemplo, propôs um guia que seria validado por professores mestrandos por meio de questionário semiestruturado. De maneira similar, Santos (2023) utilizou o Método *Delphi* para validação por especialistas em mudanças climáticas, e Moraes (2022) analisou a apreciação dos professores sobre a viabilidade de seu guia didático.

2.2 Diferenças e Recortes Temáticos Específicos

A análise das dissertações evidencia que as variações observadas decorrem, principalmente, dos enfoques temáticos específicos, das tecnologias digitais selecionadas e dos distintos contextos regionais de aplicação. Embora a Cultura Maker constitua um referencial comum para a inovação pedagógica nos estudos analisados, sua operacionalização ocorre de maneiras diversas. Nesse sentido, Rangel (2022) concentra-se no desenvolvimento de um guia voltado ao uso de aplicativos de Realidade Aumentada, enquanto Nogueira (2022), a partir de um recorte regional na Amazônia, explora tanto a Realidade Virtual quanto a Realidade

Aumentada no ensino de temáticas socioambientais. Silva (2023), por sua vez, apresenta duas abordagens distintas: em um dos estudos, investiga a aplicação da Tecnologia Social associada à robótica educacional de baixo custo, com ênfase na sustentabilidade por meio do reaproveitamento de lixo eletrônico; em outro, articula a Cultura Maker ao uso de Recursos Educacionais Abertos (REA), visando ao desenvolvimento de roteiros experimentais no Ensino Fundamental II. Por fim, Brasileiro (2021) discute a aplicação da Cultura Maker em um contexto específico de laboratório de fabricação digital, no âmbito da proposta *Fab Learn*.

2.3 Temáticas Socioambientais

O tema ambiental permeia a maioria dos trabalhos, mas com objetivos distintos:

Moraes (2022) busca a EAC através de uma SEI sobre mudanças climáticas, visando a sensibilização dos estudantes. Similarmente, Santos (2023) propõe uma cartilha ilustrada, amparada na teoria da aprendizagem significativa, para inserir a questão sociocientífica e gerar conhecimento crítico sobre as mudanças climáticas. Santos (2023) conecta a cultura maker à educação para o desenvolvimento sustentável (EDS), articulando as práticas pedagógicas com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Nogueira (2022) foca em temáticas socioambientais específicas do Lago da Serraria em Lábrea-AM, buscando a formação do imaginário de pertencimento à região amazônica e o desenvolvimento de atores ativos em sua defesa.

2.4 Desenhos Metodológicos e Análise de Dados

Os desenhos de pesquisa refletem diferentes caminhos qualitativos, assim sendo Moraes (2022) utilizou a análise textual discursiva, enquanto Silva (2023) optou pela metodologia do tipo participante e o uso de diário de bordo. Silva (2023) também utilizou o relato de experiência a partir da pesquisa participante em um estudo de caso exploratório e explicativo. Santos (2023) aplicou métodos de estatística descritiva e estudo das médias para análise quantitativa do questionário IMI, complementando a observação e interpretação de dados qualitativos.

Em suma, as dissertações confirmam a SD e a CM como pilares metodológicos, com o propósito invariável de fortalecer o ensino de ciências no EF. As diferenças emergem da necessidade de adaptar a inovação tecnológica, seja realidade aumentada, robótica de baixo custo ou *FabLearn*, a contextos ambientais e sociais específicos, garantindo que o produto educacional contribua para uma educação transformadora e crítica.

A revisão apresentada no estudo indica que as tecnologias imersivas, quando bem aplicadas, podem tornar a educação ambiental no ensino fundamental mais interativa e contextualizada, favorecendo a construção de uma consciência ambiental crítica. Além disso, os estudos analisados mostram que tais tecnologias, aliadas a abordagens pedagógicas inovadoras, têm potencial para fortalecer práticas educativas voltadas aos desafios socioambientais contemporâneos.

2.5 Similaridades e Alinhamentos

O presente estudo compartilha pilares metodológicos e teóricos recorrentes no panorama da pesquisa em ensino de ciências, sugerindo que as abordagens ativas podem ocupar um papel relevante nos processos de inovação pedagógica.

A pesquisa em desenvolvimento, ao visar a aplicação em uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental, alinha-se à maioria das dissertações que se concentram nos Anos Finais (6º ao 9º ano), como as de Brasileiro (2021), Silva (2023) e Santos (2023). Tal como nesses estudos, o PE proposto neste trabalho assume o formato estruturado de uma SD, que é reconhecida como instrumento essencial para o planejamento e a articulação entre conhecimentos prévios e novos conteúdos. A base teórica está ancorada no construtivismo de Jean Piaget e no construcionismo de Seymour Papert. Esse fundamento é um ponto de forte convergência com outras dissertações, especialmente aquelas que trabalham com a cultura maker, pois sustentam a ideia de que o conhecimento é construído ativamente pelo estudante por meio da interação e da criação de artefatos significativos;

O trabalho promove explicitamente as Metodologias Ativas, utilizando a cultura maker para estimular a autoria, a experimentação e a resolução de problemas. Essa abordagem é central nas pesquisas de Silva (2023), Brasileiro

(2021), Silva (2023) e Santos (2023), que também utilizam a cultura maker para promover o engajamento e a aprendizagem com sentido. O foco na problemática dos eventos climáticos extremos e na EAC estabelece um diálogo direto com Moraes (2022) e Santos (2023), que buscam a "sensibilização" e a geração de "conhecimento crítico" sobre as mudanças climáticas. A pesquisa em andamento também se alinha à articulação da educação para a Sustentabilidade (EDS) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tal como Santos(2023). O estudo emprega uma abordagem qualitativa e exploratória, utilizando a observação participante e questionário estruturado para coleta de dados. Essas técnicas são recorrentes nos trabalhos analisados, como o uso de questionários por Santos (2023) e a observação participante por Silva (2023).

2.6 Diferenças e Inovações

Em relação aos trabalhos analisados, o presente estudo tende a diferenciar-se pela forma como integra tecnologias e articula uma contextualização regional considerada particularmente relevante no momento. Do mesmo modo, a principal novidade metodológica reside na integração simultânea e intencional de três abordagens: i) realidade aumentada, ii) realidade virtual e iii) cultura maker na mesma SD. Assim como demonstrou que não foram encontrados trabalhos que integrassem simultaneamente os descritores "eventos climáticos", "tecnologias imersivas" e "cultura maker". Enquanto Nogueira (2022) utilizou RA e RV e Rangel (2022) focou apenas em RA, o projeto em andamento busca a confluência dessas tecnologias com o aprendizado prático e a criação (Maker).

O estudo diferencia-se pela sua pertinência social e caráter de urgência educacional ao contextualizar a intervenção pedagógica na catástrofe climática de 2024 no Rio Grande do Sul (RS). A aplicação ocorreu no município de Passo Fundo/RS, e o trabalho cita dados específicos sobre os impactos das cheias (183 mortes, 478 municípios afetados, R\$ 4,6 bilhões em prejuízos) para fundamentar a necessidade de debater o tema na escola. Este é um recorte mais pontual e contemporâneo do que as abordagens mais amplas de mudanças climáticas (Moraes, 2022) ou temáticas socioambientais da Amazônia (Nogueira, 2022). A atividade prática de Cultura Maker apresenta um nível mais específico de detalhamento, ao concentrar-se na construção de maquetes topográficas com

curvas de nível que representam cidades severamente impactadas no RS (Roca Sales, Encantado, Muçum). O propósito é favorecer a compreensão da influência do relevo nas dinâmicas ambientais e socioeconômicas e na análise de risco. Esse enfoque difere, por exemplo, de iniciativas como a robótica de baixo custo com uso de lixo eletrônico (Silva, 2023) ou da elaboração de guias para utilização de aplicativos (Rangel, 2022).

No campo da educação científica e ambiental, a análise da produção bibliográfica desempenha um papel fundamental na compreensão das tendências e abordagens metodológicas que moldam o ensino e a aprendizagem. A partir da revisão da literatura, é possível identificar os estudos sobre um determinado tema, destacando os avanços, desafios e perspectivas futuras. Esse tipo de estudo é essencial para compreender como as tecnologias imersivas, a Cultura Maker e outras metodologias ativas vêm sendo incorporadas ao ensino de ciências, proporcionando uma aprendizagem contextualizada e interativa. Nesse sentido, Noronha e Ferreira (2000) ressaltam a importância da revisão de estudos como ferramenta para mapear a evolução do conhecimento em uma área específica:

os trabalhos de revisão são definidos como estudos que analisam a produção bibliográfica em determinada área temática, dentro de um recorte de tempo, fornecendo uma visão geral ou um relatório do estado da arte sobre um tópico específico, evidenciando novas ideias, métodos e subtemas com maior ou menor ênfase na literatura selecionada (Noronha; Ferreira, 2000, p. 191).

Ao fornecer uma ampla gama de exemplos e metodologias, a revisão contribui para a fundamentação teórica, a identificação de lacunas e oportunidades, e o desenvolvimento de estratégias metodológicas para o projeto de pesquisa.

A análise dos estudos selecionados nesta revisão evidencia que, de maneira geral, as pesquisas convergem na valorização das tecnologias imersivas e da cultura maker como recursos inovadores para o ensino de ciências no ensino fundamental, especialmente na abordagem dos eventos climáticos e temas ambientais. Essas investigações compartilham um compromisso com a promoção da aprendizagem contextualizada, o envolvimento ativo dos estudantes e a incorporação de metodologias ativas que propiciam reflexão crítica e interdisciplinaridade, aspectos também centrais à proposta deste trabalho.

Ademais, o uso de recursos educacionais digitais, associado à preocupação com a formação docente e à necessidade de adequação curricular, demonstra um alinhamento claro com as discussões contemporâneas em educação, em Ciências e EAC.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção de um ensino de Ciências mais dinâmico, contextualizado e alinhado às demandas socioambientais contemporâneas requer um embasamento teórico consistente, capaz de orientar práticas que valorizem a ação, a investigação e o protagonismo discente. Nesse sentido, este capítulo apresenta as principais fundamentações que sustentam a pesquisa, organizadas em três eixos: (i) as contribuições do construtivismo piagetiano para compreender a construção ativa do conhecimento; (ii) o construcionismo de Seymour Papert, que enfatiza o aprender fazendo e a criação de artefatos significativos; e (iii) a discussão proposta na seção *Da Teoria à Prática*, que examina como esses referenciais permitem superar o paradigma tradicional e orientar transformações concretas no ensino. Juntas, essas abordagens formam o alicerce conceitual que orienta a proposta didática desenvolvida na pesquisa, articulando teoria e prática em direção a um ensino de Ciências mais crítico, investigativo e conectado às realidades dos estudantes.

3.1 O Construtivismo de Jean Piaget

A educação transformadora, embasada nas teorias construtivistas de Jean Piaget, propõe uma aprendizagem ativa, em que o conhecimento é construído pelo estudante em interação com o meio. Conforme Piaget (1973, p. 29), “o principal objetivo da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram”.

A base teórica que fundamenta esta pesquisa está fortemente assentada nos conceitos piagetianos, no que tange ao construtivismo, como evidencia o próprio autor:

O conhecimento não pode ser uma cópia da realidade, porque ele é sempre uma relação entre o sujeito e os objetos, e porque o sujeito é ativo em todas as idades. [...] Conhecer é modificar, transformar o objeto, e compreender um objeto é agir sobre ele. Portanto, não se pode dissociar o conhecimento da ação. A inteligência organiza o mundo ao organizá-lo a si própria (Piaget, 1973, p. 14).

Essa abordagem propicia uma educação mais contextualizada e alinhada às demandas do século XXI, ao passo que exige também uma postura mais flexível e mediadora por parte do educador. Essa reflexão aponta para a necessidade de um

trabalho coletivo, contínuo e reflexivo na escola, envolvendo a gestão, os docentes e os próprios estudantes, para consolidar práticas realmente inovadoras e eficazes.

A partir de uma perspectiva crítica sobre os limites da escola tradicional, Philippe Perrenoud propõe a formação por competências como alternativa para preparar os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo. Ele argumenta que a simples transmissão de conteúdos não é mais suficiente, sendo necessário formar indivíduos capazes de agir de forma autônoma, resolver problemas e trabalhar em equipe. Segundo o autor, “a escola tradicionalmente prepara os alunos para reproduzir conhecimentos, mas raramente os prepara para agir em situações complexas, para tomar decisões, resolver problemas ou trabalhar em equipe. A formação por competências visa justamente preencher essa lacuna” (Perrenoud, 2000, p. 7).

Essa visão exige um reposicionamento curricular e metodológico, voltado para a aprendizagem com sentido e que desenvolva habilidades integradas ao cotidiano dos estudantes. Sob a óptica piagetiana, é necessário compreender os estágios do desenvolvimento cognitivo, assim como é essencial para fundamentar escolhas metodológicas adequadas à faixa etária dos estudantes. De acordo com Piaget (1972), o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de processos de assimilação e acomodação, em uma construção contínua do conhecimento a partir da interação ativa do sujeito com o meio.

O desenvolvimento da inteligência humana é um processo progressivo, contínuo e sequencial, que foi amplamente sistematizado por Jean Piaget (1976). O autor em seus estudos sobre a Epistemologia Genética, estabeleceu que a construção do conhecimento se dá por meio de quatro fases principais de desenvolvimento cognitivo, que vão desde a infância até a adolescência. A compreensão desses estágios: Sensório-Motor, Pré-Operatório, Operações Concretas e Operações Formais, é fundamental para delinear as capacidades e limitações do pensamento em diferentes idades, sendo essencial para o enquadramento teórico e metodológico desta pesquisa. O Quadro 5 apresenta a descrição de cada estágio, com ênfase nas suas características centrais e nas ações de desenvolvimento correspondentes.

Quadro 5: Desenvolvimento Cognitivo - Jean Piaget

Estágio	Característica Central	Ação, Sensação, Permanência do Objeto e Linguagem
1. Sensório-Motor (0 a 2 anos)	Inteligência prática baseada em reflexos e ações motoras.	Ação e Sensação: O bebê conhece o mundo explorando-o através dos sentidos e movimentos. A inteligência é puramente prática. Permanência do Objeto: Principal conquista; a criança passa a entender que objetos continuam a existir mesmo fora de sua vista. Início da Linguagem: A linguagem e a capacidade de representação simbólica começam a surgir no final do estágio.
2. Pré-Operatório (2 a 7 anos)	Desenvolvimento da função simbólica. Pensamento dominado pelo egocentrismo.	Ação e Sensação: O foco passa das ações físicas para as representações mentais. Permanência do Objeto: Totalmente estabelecida. Linguagem e Pensamento Simbólico: Grande marco do estágio, permitindo o uso de palavras, imagens e o jogo simbólico (faz de conta). O pensamento ainda é intuitivo e não-lógico.
3. Operações Concretas (7 a 11/12 ano)	Início do pensamento lógico, mas restrito a objetos e eventos concretos.	Ação e Sensação: O pensamento torna-se reversível (a criança entende que uma ação pode ser desfeita) e é capaz de operar logicamente. Permanência do Objeto: Irrelevante nesta fase. Linguagem e Pensamento Simbólico: A criança desenvolve a capacidade de Conservação (entende que a quantidade não muda com a forma) e Classificação. O pensamento é lógico, mas não abstrato.
4. Operações Formais (A partir dos 12 anos)	Desenvolvimento do raciocínio abstrato e hipotético-dedutivo.	Ação e Sensação: O adolescente é capaz de operar com ideias, hipóteses e conceitos que não estão presentes no mundo físico, marcando a plena capacidade de pensamento abstrato. Permanência do Objeto: Irrelevante nesta fase. Linguagem e Pensamento Simbólico: O indivíduo pode construir teorias, discutir dilemas morais/éticos e aplicar a lógica a qualquer problema, seja ele concreto ou abstrato.

Fonte: Piaget (1976)

No caso de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, geralmente situados entre 13 e 14 anos, observa-se a predominância do estágio das operações formais. Este estágio caracteriza-se pela emergência da capacidade de pensamento hipotético-dedutivo, da abstração refletida e da habilidade de mobilizar operações mentais complexas de maneira sistemática e lógica. Piaget e Inhelder (1976) afirmam que, nesse momento, "o adolescente já não se contenta em observar a realidade: ele a supera pela formulação de hipóteses, capazes de serem verificadas ou refutadas através da experimentação lógica". Os estudantes passam a ser capazes de construir hipóteses, analisar possibilidades futuras, estabelecer relações entre variáveis e raciocinar sobre situações que extrapolam o aqui e agora.

A proposta de uma Sequência Didática que aborda os eventos climáticos extremos ocorridos no Rio Grande do Sul em 2024 exige que a fundamentação pedagógica esteja alinhada com o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A população-alvo deste estudo é composta por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, cuja faixa etária (aproximadamente 13 a 14 anos) é, segundo Jean Piaget, marcada pela transição ou consolidação do período das Operações Formais.

No contexto do desenvolvimento intelectual, o período operatório-formal, que se estende aproximadamente dos 12 aos 16 anos, é caracterizado pela transformação dos esquemas cognitivos, o que possibilita ao indivíduo operar com base em realidades apenas imaginadas como possíveis. Essa aquisição de pensamento hipotético-dedutivo se alinha com as exigências da metodologia proposta, tornando este grupo etário central para a análise dos dados. Segundo os autores Piaget e Inhelder (1976), a capacidade de pensamento formal é representada da seguinte forma:

1. **Raciocínio Hipotético-Dedutivo:** O indivíduo é capaz de elaborar mentalmente hipóteses e possibilidades sobre eventos ainda não ocorridos. Isso é essencial para analisar modelos climáticos e prever impactos ambientais complexos;
2. **Abstração:** O pensamento não está mais limitado ao universo concreto ou aos dados empíricos imediatos. Conteúdos, como a dinâmica atmosférica e a

influência de fenômenos globais, podem ser apresentados de modo verbal e abstrato;

3. **Lógica como Regra:** A lógica torna-se uma regra para o pensamento. Assim, os estudantes podem analisar cadeias de causa e efeito dos desastres climáticos e julgar a validade de diferentes argumentos científicos ou sociais.

É nesse estágio que a escola, por meio da adequação dos conteúdos escolares, auxilia na construção de ferramentas cognitivas fundamentais para a inserção ativa do indivíduo na sociedade, permitindo-lhe compreender os processos sociais e políticos e contribuir para sua transformação.

O desenvolvimento cognitivo, em sua trajetória ascendente, culmina em transformações que não são apenas intelectuais, mas profundamente sociais e morais. A superação do pensamento egocêntrico e o avanço em direção à cooperação e autonomia são características sociais que acompanham e dependem diretamente desse desenvolvimento cognitivo.

O egocentrismo não é egoísmo, mas sim a incapacidade da criança de se descentrar, ou seja, de conceber a existência de pontos de vista diferentes do seu. A interação social, especialmente no contexto escolar e com os pares, é o principal motor para a superação dessa fase. Piaget (1992) resume a natureza desta transição: “O progresso da socialização caminha, pois, de par com o do pensamento: a criança que se liberta do egocentrismo intelectual é a que começa a cooperar e a descobrir a autonomia moral” (Piaget, 1992, p. 195). Esse processo de descentração é a chave para a organização lógica e social do pensamento.

Quando o indivíduo supera o egocentrismo, ele passa do pensamento pré-operatório para as operações concretas e, posteriormente, formais. Essa evolução permite a construção de um novo sistema de regras baseado na reciprocidade e no respeito mútuo, que Piaget denomina Moral da Cooperação. Essa nova moralidade é a base para a autonomia, contrastando com a Moral da Coerção, regida pela autoridade adulta. Piaget (1977) descreve o alicerce dessa autonomia social e moral que se estabelece:

A cooperação constitui, no domínio moral, uma das manifestações mais notáveis do pensamento operatório no seu conjunto, enquanto que a coerção está ligada ao egocentrismo. A cooperação, em oposição à

coerção, liberta os indivíduos para que possam agir segundo regras que eles mesmos reconhecem como necessárias, e não apenas como impostas. A autonomia, tanto no campo moral quanto no intelectual, surge desta capacidade de internalizar a regra e adaptá-la, não pela submissão, mas pelo consentimento mútuo e racional (Piaget, 1977, p. 55-56).

Assim, o avanço cognitivo propiciado pela escola é o pré-requisito para o desenvolvimento de um cidadão autônomo, capaz de compreender e se submeter voluntariamente a um sistema de regras construído coletivamente. Destaca-se que compreender essas características é fundamental para orientar práticas pedagógicas mais eficazes. Nesse sentido, Coll (1990, p. 14) complementa a perspectiva construtivista ao afirmar que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção”. Essa abordagem ressalta a necessidade de metodologias que promovam a autonomia intelectual, a reflexão crítica e a resolução de problemas, características que se consolidam no estágio das operações formais. Assim, Piaget destaca:

A aprendizagem não é simplesmente o resultado da associação de estímulos e respostas, mas decorre de um processo de construção ativa do sujeito em interação com o meio. O conhecimento resulta de um processo progressivo de equilibração entre os esquemas mentais preexistentes e as novas experiências. Quando o sujeito encontra uma situação nova que não pode ser assimilada aos seus esquemas existentes, ele entra em estado de desequilíbrio, o que o leva a modificar esses esquemas ou construir novos, a fim de alcançar um novo estado de equilíbrio. É essa atividade contínua de adaptação que caracteriza o verdadeiro processo de aprendizagem (Piaget, 1976, p. 15).

No pensamento operatório formal, destaca-se a capacidade de realizar operações mentais reversíveis (Piaget; Inhelder, 1976). A reversibilidade do pensamento permite que o estudante compreenda que certas transformações podem ser desfeitas mentalmente, favorecendo o raciocínio lógico e a análise de processos de forma integrada. Essa habilidade possibilita, por exemplo, prever consequências de ações hipotéticas e retroceder mentalmente para avaliar alternativas, uma competência fundamental para o trabalho com resolução de problemas, investigação científica e debates argumentativos.

Sob a perspectiva piagetiana, a aprendizagem é entendida como um processo ativo e dinâmico de construção do conhecimento, no qual o sujeito age sobre o meio e, a partir dessa ação, reorganiza seus esquemas mentais (Piaget, 1976). A interação entre os processos de assimilação, incorporação de novos dados a estruturas já existentes e acomodação, modificação dessas estruturas para dar

conta de novas situações, conduz ao que Piaget denominou de equilíbrio. A equilíbrio é o mecanismo regulador do desenvolvimento cognitivo, permitindo que o sujeito avance de formas mais simples para formas mais complexas de pensar (Piaget, 1976).

Nesse sentido, estratégias pedagógicas que desafiam os esquemas de conhecimento prévios dos estudantes são fundamentais para estimular o processo de equilíbrio. Situações-problema, experimentações práticas, projetos de investigação e estudos de caso complexos operam como instrumentos para provocar desequilíbrios cognitivos momentâneos. Segundo Piaget (1976), esses desequilíbrios são motores do desenvolvimento e ao enfrentar conflitos entre suas concepções anteriores e novas informações, o estudante é impulsionado a reconstruir seu entendimento, alcançando níveis mais elaborados de compreensão.

A abstração refletida também desempenha um papel central nesse processo. Para Piaget (1973), diferentemente da abstração empírica que depende da experiência direta com objetos, a abstração refletida surge da coordenação das próprias ações mentais do sujeito. No estágio das operações formais, os estudantes conseguem refletir sobre suas próprias operações de pensamento, compará-las, combiná-las e modificá-las, desenvolvendo raciocínios cada vez mais sofisticados. Portanto, metodologias que estimulem a reflexão metacognitiva, como a análise de procedimentos, a revisão de estratégias usadas na resolução de problemas e a argumentação lógica, são altamente eficazes para essa faixa etária.

Embora Piaget não tenha centrado sua teoria no papel do professor como mediador direto da aprendizagem (diferente de abordagens sociointeracionistas), reconhece-se que o professor tem uma função essencial: criar ambientes de aprendizagem desafiadores, ricos em estímulos e oportunidades de ação, experimentação e reflexão. O docente, numa perspectiva construtivista piagetiana, atua como organizador de situações de aprendizagem e provocador de conflitos cognitivos que levam à reorganização dos esquemas dos estudantes.

A construção do conhecimento, para Piaget (1975), ocorre na relação entre o sujeito e o meio, por meio de ações que envolvem exploração, manipulação, experimentação e reflexão. Assim, ambientes de aprendizagem que proporcionem

experiências ativas, como laboratórios de ciências, oficinas maker, projetos de robótica, atividades de simulação e modelagem, são extremamente potentes para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes em operações formais.

A partir desses pressupostos, torna-se possível compreender o construcionismo de Seymour Papert como um desdobramento das ideias piagetianas, ao enfatizar que o conhecimento se consolida de forma ainda mais contextualizada quando o sujeito aprende fazendo, isto é, ao projetar, criar e compartilhar artefatos que materializam seu pensamento.

3.2 A Distinção Epistemológica: Do Construtivismo Cognitivo ao Construcionismo do Fazer

A fundação teórica deste debate reside na evolução do construtivismo de Jean Piaget para o construcionismo de Seymour Papert. Enquanto Piaget (1970) estabeleceu que o conhecimento é ativamente construído pelo sujeito por meio de processos internos de assimilação e acomodação, opondo-se à mera transmissão passiva, Papert, que trabalhou com Piaget, avançou essa premissa.

O Construcionismo não é uma refutação do construtivismo, mas uma elaboração sobre as condições em que a construção do conhecimento ocorre com particular eficácia. Papert (1994, p. 157) é taxativo ao distinguir as duas teorias, enfatizando o papel do produto:

O construcionismo, a ideia de que as pessoas constroem novo conhecimento com particular eficácia quando estão engajadas na construção de um produto externo e significativo é diferente do construtivismo, embora baseie-se nele. O construtivismo, associado principalmente a Jean Piaget, é uma teoria sobre como o conhecimento é construído no indivíduo. O construcionismo, por sua vez, trata também da construção de conhecimento no contexto da construção de artefatos públicos e compartilháveis, como castelos de areia, máquinas Lego, ou programas de computador.

O cerne da proposta construcionista é a interação dialética entre a construção na cabeça (o aspecto construtivista interno) e a construção no mundo (a criação do artefato externo). A efetividade pedagógica reside no fato de que o artefato, seja a maquete topográfica proposta na sequência didática ou um programa em LOGO, que funciona como um objeto de pensamento. Ele externaliza ideias abstratas, permitindo que o estudante inspecione, corrija erros e reflita sobre seu próprio processo de raciocínio. Esta perspectiva reforça o princípio de que o conhecimento

não é algo que se transfere, mas algo que o aprendiz constrói ativamente e, crucialmente, de forma tangível e relevante. A teoria, portanto, não apenas sustenta o protagonismo do estudante, mas define que esse protagonismo se manifesta de maneira mais potente quando há um engajamento na produção de algo público e significativo (Papert, 1980, p. 142).

O princípio do aprender fazendo (*learning by doing*) adquire no construcionismo uma sofisticação que o conecta diretamente com a cultura maker. O ato de construir objetos físicos ou digitais é visto como catalisador para a internalização de conceitos complexos. A cultura maker, com sua filosofia de "mãos na massa", torna-se a manifestação prática do construcionismo na educação contemporânea.

Resnick, discípulo de Papert e diretor do *Lifelong Kindergarten Group* no MIT *Media Lab*, expande essa interconexão através do conceito de aprendizagem criativa (*Creative Learning*). Resnick (2017) sintetiza o construcionismo na espiral da aprendizagem criativa, um ciclo contínuo que orienta o processo pedagógico da cultura maker, este ciclo segue os seguintes passos: (i) imaginar (O estudante desenvolve uma ideia ou um projeto), (ii) Criar (A ideia é materializada em um artefato = protótipo), (iii) Brincar/Experimentar (O artefato é testado e explorado), (iv) Compartilhar (O trabalho é apresentado, permitindo *feedback* e colaboração) e (v) Refletir (O estudante avalia o processo e o resultado, gerando novas ideias, desta forma retornando ao estágio de Imaginar).

Segundo Resnick (2017), o construcionismo é, fundamentalmente, sobre construir para aprender e, mais profundamente, aprender sobre a aprendizagem. O desenvolvimento do pensamento criativo é a meta, e ele é cultivado por meio dos quatro Ps: (i) Projetos (trabalho ativo e significativo), (ii) Paixão (engajamento intrínseco), (iii) Pares (colaboração e compartilhamento) e (iv) Play (experimentação lúdica). A integração da cultura maker e do construcionismo, como proposta na pesquisa, visa institucionalizar esse ciclo virtuoso, transformando a sala de aula em um espaço investigativo e de co-criação.

Adicionalmente, autores como Hacar (2017) reforçam que o construcionismo oferece a base teórica para o movimento maker ao salientar a importância do

learning through making. O artefato, no contexto construcionista, é um poderoso recurso cognitivo. Ao assumir o papel de construtor (*designer*), o estudante é impulsionado à experimentação, à formulação e teste de hipóteses, e, crucialmente, ao "*debugging*" (o ato de corrigir o erro), o que Papert (1993) via como uma forma de o estudante se tornar um epistemólogo, alguém que pensa sobre o próprio pensar. O erro deixa de ser um critério de julgamento binário e passa a ser um dado essencial para a reorganização e o refinamento do conhecimento.

O construcionismo não é apenas uma teoria de aprendizagem, mas uma crítica contundente à pedagogia instrucionista e à rigidez da educação tradicional, um dos modelos que esta pesquisa busca superar. Papert (1994) argumenta que a escola, focada na transmissão vertical de conteúdo e dominada pelo critério binário de certo/errado e falso/verdadeiro, inibe a criatividade, a flexibilidade cognitiva e a autonomia intelectual dos estudantes.

Em contraste, Papert (1994) propõe a criação de um "ambiente intelectual menos dominado pelo critério de falso e verdadeiro", privilegiando a experimentação e a aceitação do "conhecimento próximo do suficiente", um conhecimento provisório, em constante refinamento (Papert, 1993). O objetivo é "ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino" (Papert, 1997, p. 134), capacitando o estudante a buscar, construir e consolidar seu próprio conhecimento.

A aplicação do construcionismo, por meio da cultura maker e da construção de maquetes topográficas de áreas impactadas por eventos climáticos, alinha-se a este imperativo crítico-pedagógico. Ao invés de apenas consumir informações sobre desastres, os estudantes: (i) Constroem modelos: Materializam o conceito de bacia hidrográfica, relevo e impacto ambiental, (ii) Solucionam problemas: São desafiados a prototipar soluções ou representações de mitigação (como Papert defendeu em seus trabalhos com a linguagem LOGO) e (ii) Contextualizam o aprendizado: A relevância social e a proximidade do tema (eventos no Rio Grande do Sul) tornam o projeto intrinsecamente significativo, promovendo a Paixão e o engajamento autêntico, conforme preconiza Resnick.

Em suma, a metodologia proposta, assentada no construcionismo, transcende a simples atividade manual. Ela posiciona os estudantes do ensino

fundamental como agentes epistemológicos, capazes de construir modelos mentais e físicos robustos, desenvolvendo um pensamento científico flexível e a autonomia necessária para a compreensão e a intervenção em problemas complexos da realidade social e ambiental.

3.3 Da Teoria à Prática: Implicações do Construtivismo e do Construcionismo na Transformação do Ensino

A educação tradicional é marcada pela transmissão de conhecimento de forma hierárquica e centrada no professor. Segundo Libâneo (1994, p. 27), “a educação tradicional enfatiza a transmissão de conhecimentos acumulados, com o professor no papel de autoridade e o estudante como receptor passivo”. Nesse modelo, o estudante memoriza conteúdos previamente selecionados e sua aprendizagem é avaliada por provas padronizadas. Como sintetiza Mizukami (1986):

...atribui-se ao sujeito um papel irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento. Ao indivíduo que está ‘adquirindo’ conhecimento compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico (Mizukami, 1986, p. 11).

Em contraposição, o construtivismo propõe uma aprendizagem ativa, em que o estudante interage com o ambiente, colegas e objetos de estudo, construindo seu conhecimento. Piaget (1976, p. 23) afirma que “o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito e não transmitido passivamente”. Esse enfoque valoriza a colaboração, a investigação e a resolução de problemas reais, sendo altamente adequado ao ensino de ciências. A teoria construtivista de Piaget destaca que a aprendizagem ocorre por meio da interação ativa do sujeito com o ambiente, enfatizando que o conhecimento não é simplesmente recebido, mas construído progressivamente. No ensino de ciências, essa abordagem permite que os estudantes desenvolvam compreensão sobre fenômenos naturais por meio da experimentação, formulação de hipóteses e resolução de problemas, promovendo um aprendizado contextualizado e duradouro.

Segundo Piaget (1973, p. 15), “a inteligência não é aquilo que se sabe, mas aquilo que se faz quando não se sabe”, demonstrando que a aquisição do conhecimento ocorre por meio da exploração e da necessidade de adaptação a novas situações. Dessa forma, os estudantes tornam-se protagonistas de seu

próprio aprendizado, sendo desafiados a analisar criticamente os conteúdos científicos e estabelecer conexões entre teoria e prática.

Além disso, Papert defende que a tecnologia pode potencializar o processo de aprendizagem ao criar ambientes interativos onde os estudantes podem testar hipóteses, errar e refinar seus conhecimentos de maneira dinâmica. Ele argumenta que a aprendizagem ativa baseada em projetos proporciona um ambiente mais natural de exploração e descoberta, onde os estudantes constroem conhecimento por meio da experimentação direta. Para Papert (1980, p. 45), "quando os alunos criam, manipulam e testam ideias em um ambiente de aprendizagem rico e interativo, eles desenvolvem um pensamento mais flexível e autônomo, essencial para a compreensão científica e a solução de problemas complexos".

A incorporação do construcionismo de Seymour Papert no currículo de ciências representa uma ruptura paradigmática com o modelo instrucional tradicional, promovendo uma pedagogia que não apenas transfere o conhecimento, mas o engendra ativamente no estudante. Este movimento é vital para dotar os estudantes das competências necessárias para decifrar a complexidade dos fenômenos naturais e ambientais contemporâneos.

O ensino de ciências tradicional, frequentemente compartimentalizado (Biologia, Química, Física) e dependente da memorização de definições e fórmulas, falha em apresentar a ciência como um empreendimento humano e integrado. O construcionismo, ao exigir a construção de artefatos externos e significativos (Papert, 1994), força o estudante a mobilizar conhecimentos de diversas áreas de forma simultânea e coesa.

Ao planejar e executar a construção de uma maquete topográfica de uma área de risco, por exemplo, o estudante é obrigado a integrar conceitos de: (i) Geografia/Geologia: Compreendendo relevo, erosão e drenagem, (ii) Física: Aplicando princípios de escoamento e pressão hidrostática e (iii) Ecologia: Analisando a influência da vegetação e o impacto ambiental.

Essa abordagem holística e transversal reflete a própria natureza da investigação científica moderna, onde as grandes descobertas raramente ocorrem em silos disciplinares. O artefato torna-se um ambiente de testes interdisciplinares,

fomentando a capacidade de síntese e a visão sistêmica, essenciais para a compreensão de desafios complexos como as mudanças climáticas ou a crise hídrica.

A eficácia do construcionismo no ensino de ciências reside, em grande parte, no engajamento autêntico que ele gera. Ao centrar o aprendizado em projetos que o estudante considera pessoalmente significativos e apaixonantes (os "Ps" de Resnick), a motivação deixa de ser extrínseca (a nota) e torna-se intrínseca (a satisfação de criar e solucionar).

O construcionismo estimula a conexão intrínseca entre ciência e sociedade. Projetos focados em eventos climáticos regionais no Rio Grande do Sul não são apenas exercícios conceituais; eles são relevantes e contextualizados. Ao criar uma solução ou um modelo de conscientização, os estudantes reconhecem a ciência como uma ferramenta poderosa para a intervenção social e a mitigação de problemas concretos. Essa abordagem não apenas melhora a retenção do conteúdo científico, mas também desenvolve a alfabetização científica crítica e a cidadania ativa. Ao final do processo, o estudante não apenas *sabe* sobre a ciência, mas sabe como usar a ciência para investigar, propor soluções e participar de forma informada nos debates sobre a sustentabilidade e os desafios ambientais de sua comunidade. O construcionismo, portanto, é a via pedagógica para formar indivíduos com autonomia intelectual e capacidade de resposta aos complexos e urgentes desafios do século XXI.

Desta forma, o construtivismo de Jean Piaget e o construcionismo de Seymour Papert compartilham uma base epistemológica comum: ambos compreendem o conhecimento como algo que o sujeito constrói ativamente, e não como uma simples transmissão de informações. Entretanto, apesar dessa raiz compartilhada, cada teoria apresenta ênfases distintas que refletem diferentes compreensões sobre o processo de aprender e o papel das experiências concretas na construção do conhecimento.

Jean Piaget, ao desenvolver o construtivismo, buscou compreender como o sujeito conhece e aprende, descrevendo o desenvolvimento cognitivo em estágios e enfatizando os processos mentais de assimilação e acomodação. Para ele, aprender

é um processo de reorganização interna das estruturas mentais, que ocorre por meio da interação com o meio e dos desequilíbrios cognitivos provocados pelas novas experiências. Assim, o foco de Piaget está nos mecanismos internos do pensamento, ou seja, nas formas pelas quais o indivíduo constrói e reconstrói o conhecimento a partir da própria ação e reflexão. Seymour Papert, por sua vez, foi estudante e colaborador de Piaget, e expandiu suas ideias ao propor o construcionismo, uma abordagem que une os princípios do construtivismo com a aprendizagem pela ação concreta e pela criação de artefatos significativos.

Em síntese, o construtivismo de Piaget é a base teórica que fundamenta a ideia de que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito em interação com o meio, enquanto o construcionismo de Papert amplia essa visão, enfatizando o “aprender fazendo”, aprender ao projetar, experimentar e construir algo significativo. Assim, Papert transforma o pensamento de Piaget em prática pedagógica aplicada ao mundo contemporâneo, aproximando a teoria da ação educativa mediada pela tecnologia e pela criatividade. No Quadro 6, segue uma comparação entre as duas vertentes.

Quadro 6: Diálogo entre o Construtivismo e Construcionismo

Aspecto	Construtivismo (Piaget)	Construcionismo (Papert)	Aplicação na Proposta
Base	Desenvolvimento cognitivo	Aprendizagem por construção de artefatos	Maquete, RA, RV como mediadores
Foco	Organização interna do pensamento	Materialização do pensamento	Aprender pensando e fazendo
Aprendizagem	A partir da interação com o meio	A partir da criação e compartilhamento de artefatos	Construção de maquete topográfica e simulações
Papel do Estudante	Ativo, reorganiza seus esquemas mentais	Designer, criador, solucionador de problemas	Protagonista no desenvolvimento de soluções para os impactos climáticos

Fonte: Autor (2025)

Diante desse panorama, torna-se importante aprofundar a compreensão sobre as ferramentas e metodologias que vêm ganhando espaço como potenciais catalisadoras de inovação no ensino de Ciências, especialmente aquelas que favorecem o engajamento dos estudantes em experiências ativas, interativas e

contextualizadas, como as metodologias ativas. Nesse contexto, as tecnologias imersivas e a cultura maker surgem como possibilidades promissoras para qualificar o ensino de eventos climáticos e promover uma educação científica mais crítica, criativa e alinhada aos desafios contemporâneos. A seguir, discutem-se o papel e a aplicação dessas abordagens no processo de ensino e aprendizagem, bem como suas contribuições pedagógicas no contexto escolar.

4. PERSPECTIVAS PEDAGÓGICAS CONTEMPORÂNEAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O presente capítulo tem como finalidade apresentar e discutir um conjunto de abordagens contemporâneas que têm o potencial de transformar o ensino de Ciências, especialmente no contexto da Educação Básica. Partindo da necessidade de superar práticas tradicionais centradas na transmissão de conteúdos, o capítulo reúne perspectivas pedagógicas alinhadas ao construtivismo e ao construcionismo, destacando como as metodologias ativas, as tecnologias digitais imersivas, a Cultura Maker e a educação para a sustentabilidade podem favorecer aprendizagens mais significativas, críticas e contextualizadas.

Para isso, o capítulo está organizado em quatro seções principais. Na Seção 4.1, são apresentados os conceitos fundamentais das metodologias ativas, ressaltando sua ênfase no protagonismo estudantil e no papel mediador do docente. Na Seção 4.2, o foco recai sobre as Tecnologias Digitais Imersivas (TDIs), como Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), discutindo suas possibilidades no ensino de Ciências. A Seção 4.3 aborda a Cultura Maker como expressão prática do construcionismo, enfatizando o “aprender fazendo” como forma de estimular autonomia, criatividade e resolução de problemas. Por fim, a Seção 4.4 articula essas perspectivas pedagógicas à Educação para a Sustentabilidade, destacando como elas contribuem para a formação de competências socioambientais alinhadas à BNCC e aos ODS.

4.1 Metodologias Ativas

A educação contemporânea tem enfrentado o desafio constante de rever e qualificar as práticas pedagógicas. Diante de um cenário social em rápida transformação, impulsionado pela crescente presença das tecnologias digitais, observa-se a necessidade de superar modelos de ensino tradicionais. Estes, frequentemente, colocam o professor como detentor e transmissor do conhecimento, e o estudante em uma posição passiva no processo de aprendizagem.

Neste contexto, as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MA) surgem como uma alternativa pedagógica fundamental, propondo a mudança do foco do ensino para a aprendizagem. Tais metodologias buscam capacitar os estudantes para que

sejam protagonistas e corresponsáveis pela sua própria formação e construção do saber, visando uma aprendizagem com mais sentido e emancipatória.

As metodologias ativas são amplamente definidas como "estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida" (Bacich; Moran, 2018a). Em sua essência, essa abordagem "prioriza os estudantes como centro do processo de ensino-aprendizagem".

Embora o termo tenha ganhado destaque, principalmente com a incorporação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), a ideia de um aprendizado ativo tem raízes históricas profundas. A essência das MA foi moldada por pensadores como John Dewey (1953), Maria Montessori (2004), Célestin Freinet (2002), Jean Piaget (1970) e, notavelmente, Paulo Freire (1987).

A proposta central das metodologias ativas está em contraposição ao modelo de ensino tradicional, muitas vezes criticado como "instrução bancária" (Freire, 1970). O objetivo é que o aprendizado não seja apenas a transferência de informações, mas sim a criação de condições para a produção ou construção do próprio conhecimento.

Conforme apontado nos estudos que sustentam essa temática, mais do que fazer, a aprendizagem ativa envolve o pensar naquilo que se está fazendo. Outra questão a ser considerada é que as pessoas apresentam diferentes estilos de aprendizagem que precisam ser contemplados e respeitados em sua individualidade, visto que não necessariamente aprendem ao serem expostas a palestras ou aulas expositivas.

Portanto, a aprendizagem ativa engloba a experiência concreta e a reflexão sobre essa experiência, mobilizando competências cognitivas (como análise e crítica) e socioemocionais (como comunicação e trabalho em equipe).

A adoção das metodologias ativas implica uma reconfiguração profunda dos papéis tradicionalmente atribuídos ao professor e ao estudante. Nesse contexto, o estudante passa a ser concebido como o centro dinâmico do processo educativo, assumindo uma postura protagonista diante da própria aprendizagem. Conforme

afirma Freire (1996, p. 47), “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Tal concepção desloca a lógica tradicional da transmissão de conteúdos para a construção compartilhada de saberes, enfatizando a autonomia, a investigação, a curiosidade intelectual e a responsabilidade do sujeito que aprende.

O protagonismo discente torna-se, assim, condição basilar para que o estudante construa o conhecimento, em vez de recebê-lo de forma passiva. Esse processo exige compromisso pessoal, capacidade de reflexão e interação crítica com os objetos de estudo e com os outros sujeitos envolvidos na aprendizagem. Nessa direção, Dewey (1959, p. 87) ressalta que: “A educação deve ser compreendida como um processo de reconstrução contínua da experiência. O estudante aprende fazendo, refletindo e aplicando, em vez de memorizar informações de maneira descontextualizada.”

Quando o estudante é instigado a atuar de forma ativa, ele passa a dispor de condições para criar novos significados, uma vez que a construção do conhecimento envolve dimensões cognitivas, afetivas e práticas. Freire (1996, p. 25) destaca que “o papel do professor deixa de ser o de transmissor de conhecimentos para tornar-se o de facilitador da aprendizagem, criando condições para que o estudante construa seu próprio saber.” Essa mudança de foco altera substancialmente o papel do docente, que deixa de ser visto como centro do processo para assumir a função de mediador, orientador e organizador da aprendizagem. Suas ações passam a englobar a provocação dialógica, o estímulo à problematização e à pesquisa, a contextualização dos conteúdos, o manejo consciente dos processos formativos e a criação de condições pedagógicas que favoreçam projetos, experiências e práticas investigativas. Como afirmam Bacich e Moran (2018, p. 51): “O protagonismo do estudante implica envolvimento, curiosidade e responsabilidade. Ao assumir um papel ativo, o estudante passa a construir seus próprios caminhos de aprendizagem, em interação constante com o professor e seus colegas.”

Portanto, ao adotar metodologias ativas, a escola e o docente assumem o compromisso de promover práticas pedagógicas que reconheçam o estudante como sujeito epistêmico capaz de interpretar, intervir e transformar a realidade. Ao mesmo tempo, reforça-se o entendimento de que a aprendizagem se constitui como um

processo vivo, colaborativo, situado e orientado pela problematização crítica do mundo.

No contexto da inovação educacional, José Moran (2015) destaca a importância de repensar o papel do professor e do estudante no processo de ensino-aprendizagem. O autor propõe uma mudança de paradigma, onde o estudante deixa de ser apenas receptor de informações para se tornar sujeito ativo em sua formação. Para Moran, as metodologias ativas são ferramentas essenciais nesse processo, pois estimulam a autonomia, o pensamento crítico e a responsabilidade. Nesse sentido, ele afirma: “As metodologias ativas são formas de aprendizagem centradas no estudante, em que ele participa ativamente da construção do seu conhecimento, tomando decisões, resolvendo problemas, colaborando e refletindo criticamente” (Moran, 2015, p. 12).

O docente deve criar ambientes desafiadores, que permitam aos estudantes se envolverem em atividades cada vez mais complexas, onde precisam tomar decisões e avaliar resultados (Moran, 2018). Essa nova função é mais complexa do que a simples transmissão de informações, exigindo do professor competências mais amplas, como a capacidade de se adaptar ao grupo e personalizar o ensino.

A seguir, são apresentadas as principais estratégias e técnicas que compõem as metodologias ativas e na sequência os benefícios e desafios para sua implementação.

4.1.1 Estratégias e Tipos de Metodologias Ativas

As metodologias ativas se materializam em diversas estratégias e técnicas concretas. Elas têm em comum a centralidade do estudante no processo de aprendizagem, estimulando a autonomia, a investigação, a argumentação e a construção colaborativa do conhecimento. A seguir, são exploradas algumas dessas abordagens frequentemente destacadas na literatura:

- **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou PBL):** A aprendizagem baseada em problemas (PBL, do inglês *Problem-Based Learning*) surgiu na década de 1960 em escolas de medicina no Canadá e na Holanda. Seu princípio básico é colocar o estudante como protagonista do processo de

ensino, partindo de problemas ou situações reais que o estudante deve analisar e solucionar. Nesse contexto, conforme Barrows e Tamblyn (1980, p. 18), “na aprendizagem baseada em problemas, os estudantes constroem o conhecimento ao explorar situações complexas e reais, em vez de receber informações de forma passiva.” Na ABP, o conhecimento é buscado pelos estudantes individualmente, após a discussão do problema em pequenos grupos tutoriais (8 a 10 estudantes). Trata-se de um método que visa à aprendizagem com sentido, promovendo autodidatismo, autonomia e habilidades de comunicação e argumentação. Além disso, o tutor não necessita ser um especialista na área temática, mas um mediador do processo reflexivo. Como afirma Delisle (1997, p. 22), “o tutor tem como função facilitar o processo de investigação do grupo, e não fornecer respostas ou soluções previamente definidas”;

- **Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj ou PBL):** A aprendizagem baseada em projetos (ABProj) é uma metodologia de investigação pela qual os docentes incentivam os estudantes a desenvolver projetos, enfrentando desafios para solucionar problemas concretos. De acordo com Hernández e Ventura (1998, p. 43), “o trabalho por projetos coloca os alunos frente a problemas autênticos, exigindo investigação, tomada de decisões e produção coletiva de sentidos.” A ABProj se concentra em questões reais, promove trabalho colaborativo e envolve produção de artefatos ou soluções. Essa abordagem estimula análise crítica, avaliação, criatividade e integração de saberes. Ainda, conforme os mesmos autores, “o projeto se constitui como eixo organizador da aprendizagem, promovendo a articulação entre diferentes áreas do conhecimento” (Hernández; Ventura, 1998, p. 58);
- **Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom):** A sala de aula invertida (SAI) inverte a lógica do ensino tradicional, deslocando o estudo inicial do conteúdo para o ambiente individual, antes da aula. Como afirmam Bergmann e Sams (2012, p. 15), “ao inverter a sala de aula, desloca-se o tempo de exposição para o ambiente individual do estudante, liberando o espaço presencial para atividades de aprendizagem ativas.” O tempo presencial, dessa forma, é utilizado para discussões, resolução de problemas, debates e projetos. Valente (2014, p. 782) complementa que “a sala de aula invertida permite ao

professor personalizar os processos educativos, pois possibilita acompanhar o ritmo e as necessidades particulares de cada estudante”;

- **Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL):** A aprendizagem baseada em equipes (TBL – *Team-Based Learning*) é uma abordagem sequenciada que promove responsabilização individual e colaboração efetiva. Segundo Michaelsen e Sweet (2008, p. 9), “na aprendizagem baseada em equipes, o foco está na responsabilização individual combinada com o trabalho colaborativo estruturado.” O TBL visa desenvolver análise crítica, tomada de decisão e argumentação coletiva. Ainda, os autores destacam que “estudantes aprendem mais profundamente quando explicam seus raciocínios uns aos outros e tomam decisões conjuntas em situações reais de aplicação” (Michaelsen; Sweet, 2008, p. 17);
- **Aprendizagem baseada em jogos (Game-Based Learning - GBL ou Gamificação):** A aprendizagem baseada em jogos (Game-Based Learning - GBL), ou gamificação, é uma metodologia ativa que utiliza recursos de jogos para motivar e engajar os estudantes no processo de aprendizagem, sendo considerada uma das estratégias tradicionais de implementação das MAs (Bacich; Moran, 2015). Essa estratégia propõe que a linguagem de desafios, recompensas, competição e cooperação torne as aulas mais atrativas e inteligentes. Recursos comuns aplicados na gamificação incluem sistema de pontuação, rankings, avatares e insígnias, que fornecem uma visão de progresso para o aprendizado. Diferentemente de uma aula tradicional, na gamificação, os estudantes ganham autonomia e constroem o conhecimento de forma coletiva, tornando-se protagonistas do próprio aprendizado, enquanto o docente atua como um guia;
- **Aprendizagem baseada em investigação (Inquiry-Based Learning ou ABInv):** A Aprendizagem Baseada em Investigação (ABInv), ou Ensino por Investigação, é explicitamente reconhecida como uma metodologia ativa que se manifesta de forma eficaz em um mundo conectado e digital. Esta abordagem metodológica é considerada essencial na promoção da construção do conhecimento científico e envolve a argumentação, comunicação, atividades em grupo e atividades experimentais (Costa, 2020). No contexto da ABInv, os estudantes são incentivados a levantar questões e problemas e a buscar, individual ou coletivamente, interpretações coerentes e

soluções possíveis, utilizando métodos indutivos e dedutivos. O processo estimula o estudante a pesquisar, avaliar situações, fazer escolhas, assumir riscos e aprender pela descoberta.

4.1.2 Benefícios e Desafios na Implementação

A incorporação das metodologias ativas traz diversos benefícios significativos para o processo de ensino e aprendizagem, embora também imponha desafios substanciais. Ao colocar o estudante no centro da ação pedagógica, promove-se uma postura mais participativa, investigativa e crítica, o que se distancia do paradigma transmissivo.

Entre os resultados positivos do uso das metodologias ativas, destaca-se o desenvolvimento da autonomia e do protagonismo estudantil (Bacich; Moran, 2015). Os estudantes são estimulados a serem independentes e responsáveis por sua rotina de estudos, assumindo uma postura mais consciente diante do processo formativo.

As metodologias ativas também favorecem o desenvolvimento de habilidades do século XXI, tais como comunicação, trabalho em equipe, liderança e pensamento crítico. Nesse sentido, essas metodologias respondem às exigências contemporâneas por sujeitos capazes de resolver problemas em contextos complexos e colaborativos.

Outro benefício importante é o maior engajamento. Ao romper com a rotina repetitiva da aula tradicional, as metodologias ativas tendem a aumentar o interesse e a motivação dos estudantes, tornando a aprendizagem com sentido. Moran (2015, p. 18) argumenta que “as metodologias ativas criam ambientes de participação e experimentação”, favorecendo o envolvimento genuíno.

Entretanto, a mudança do modelo tradicional para práticas ativas também representa um desafio constante. Um dos maiores obstáculos é a resistência à mudança, tanto por parte dos docentes, que muitas vezes se apoiam em suas experiências prévias, quanto dos estudantes, acostumados a um papel passivo. Conforme Valente (2014, p. 780), a transição para modelos centrados no estudante

exige “alterações culturais profundas no modo de compreender o ensinar e o aprender”.

Além disso, a implementação das metodologias ativas demanda formação contínua dos docentes, assim como tempo para planejamento e elaboração de atividades bem estruturadas. Bacich e Moran (2018) destacam que o professor deve atuar como mediador, pesquisador e *designer* de experiências de aprendizagem, o que exige novas competências profissionais.

Assim, as metodologias ativas, fundamentadas em princípios teóricos que valorizam a construção colaborativa do conhecimento, podem constituir uma alternativa promissora para enfrentar algumas limitações do ensino tradicional e responder, de maneira mais alinhada, às demandas contemporâneas da educação. Ao reposicionar o estudante como protagonista e o docente como mediador, promovem-se competências críticas e reflexivas necessárias para a atuação profissional e cidadã no mundo atual.

O sucesso na implementação das metodologias ativas, contudo, requer um esforço conjunto entre instituição, professores e estudantes, bem como o investimento em formação, planejamento e superação da inércia cultural. Nesse sentido, Moran (2015, p. 21) afirma que “inovar não é apenas mudar técnicas, mas transformar concepções e relações”. A integração das MAs, frequentemente apoiada pelas tecnologias digitais, não se configura como um modismo, mas como passo importante para qualificar a prática educativa e torná-la contextualizada, crítica e contemporânea.

4.2 As Tecnologias Digitais Imersivas na Educação

A rápida evolução das tecnologias digitais (TD) transformou diversos setores da sociedade, e a educação, como um microcosmo da realidade social, não pode permanecer estagnada diante dessas mudanças. O papel das tecnologias digitais na educação tem sido amplamente debatido, especialmente após a pandemia de COVID-19. Um dos campos mais promissores é o das Tecnologias Digitais Imersivas (TDI), que oferecem novas perspectivas para a aprendizagem, particularmente no ensino das ciências.

As tecnologias digitais aplicadas à educação são representadas por uma variedade de ferramentas, como computadores, *tablets*, *smartphones*, internet, aplicativos/*softwares*, inteligência artificial, realidade aumentada e ambientes virtuais de aprendizagem. Dentro desse espectro, as TDI se destacam por proporcionarem experiências de aprendizado mais ricas, dinâmicas e interativas.

As TDI são ferramentas que buscam simular ou integrar o ambiente físico com o digital, proporcionando ao estudante uma sensação de presença em um contexto virtual ou híbrido. Nesse sentido, Dewey (1959) já afirmava que “a experiência não é algo que acontece ao sujeito, mas aquilo que o sujeito faz com o que lhe acontece”, reforçando que a aprendizagem é construída na interação e na ação situada. As tecnologias imersivas, portanto, potencializam essa experiência, permitindo que o estudante vivencie situações de aprendizagem com sentido em contextos expandidos do mundo real.

As principais tecnologias imersivas incluem a Realidade Virtual (RV), que cria ambientes totalmente simulados; a Realidade Aumentada (RA), que sobrepõe elementos digitais ao ambiente físico; e a Realidade Mista (RM), que integra de forma mais profunda objetos virtuais e reais, permitindo sua interação em tempo real:

- **Realidade Virtual (RV):** A Realidade Virtual possibilita a criação de ambientes tridimensionais simulados, que reproduzem situações e contextos reais ou imaginários. Nessa modalidade, o estudante é imerso completamente em um mundo digital, interagindo com objetos, cenários e eventos que o envolvem de forma integral. Conforme Bacich e Moran (2018, p. 47), “a realidade virtual permite explorar situações e ambientes que seriam inviáveis no mundo real, ampliando as possibilidades de experimentação e investigação dos estudantes.” Assim, a RV é uma ferramenta que favorece a aprendizagem ativa e investigativa, permitindo ao estudante desenvolver hipóteses, testar ideias e mobilizar conhecimentos em situações experimentais amplificadas;
- **Realidade Aumentada (RA):** A Realidade Aumentada, por sua vez, consiste na sobreposição de elementos virtuais como imagens, sons, modelos 3D ou animações ao ambiente físico, por meio de câmeras, sensores ou dispositivos

móveis. Azuma (1997, p. 356) define a RA como “um sistema que combina elementos reais e virtuais de forma interativa e em tempo real, inseridos em um mesmo espaço tridimensional.” Diferente da RV, que substitui totalmente o real, a RA expande o mundo físico, integrando camadas de informação visual e interativa que enriquecem a percepção e a compreensão do estudante. Essa tecnologia tem se mostrado especialmente interessante no ensino de ciências, permitindo, por exemplo, que estudantes visualizem estruturas celulares em 3D sobre a superfície de uma carteira, manipulem moléculas ou observem o funcionamento interno de órgãos sem a necessidade de materiais laboratoriais complexos. Kirner e Tori (2020, p. 25) afirmam que “a RA favorece processos cognitivos ao permitir que o aluno interaja simultaneamente com o objeto real e suas representações virtuais, promovendo maior compreensão conceitual.” Além disso, a RA pode ser facilmente integrada ao contexto escolar por meio de *smartphones* e *tablets*, tornando-se acessível e viável para professores que buscam práticas inovadoras sem depender de laboratórios sofisticados;

- **Realidade Mista (RM):** A Realidade Mista combina características da RV e da RA, permitindo que objetos virtuais sejam manipulados e interajam com objetos reais em tempo real. Trata-se de uma tecnologia que rompe a fronteira entre o digital e o físico, criando ambientes híbridos nos quais a aprendizagem ocorre por meio da exploração, da experimentação e da simulação. Como destacam Billinghurst e Duenser (2012), “a realidade mista permite não apenas visualizar modelos digitais, mas interagir com eles como se fossem objetos do mundo físico.” Essa abordagem é especialmente útil para áreas como biologia, química, física e engenharia, nas quais a manipulação espacial de estruturas tridimensionais desempenha papel central no desenvolvimento de habilidades cognitivas e procedimentais.

Desta forma, a Realidade Virtual proporciona ambientes tridimensionais simulados, permitindo a realização de experimentos científicos e a visualização de fenômenos naturais de forma segura e interativa. Já a Realidade Aumentada sobrepõe informações digitais ao mundo real, enriquecendo o material didático com animações, vídeos e elementos gráficos (Fialho, 2018; Silva, 2020). De acordo com Costa (2021, p. 89), “os ambientes de aprendizagem imersivos capturam a atenção

dos estudantes, tornando o aprendizado mais engajante, personalizado e adaptado às necessidades individuais".

Estudos recentes, como os de Gonçalves, Silva e Souza (2022) e Oliveira, Pereira e Lima (2022), demonstram que o uso de tecnologias imersivas no ensino de Ciências, especialmente no contexto das mudanças climáticas, amplia a compreensão dos estudantes sobre os efeitos ambientais e fortalece a conscientização para ações sustentáveis. A Realidade Aumentada e a Realidade Virtual permitem que os estudantes visualizem cenários de impactos climáticos globais, vivenciando as consequências de eventos extremos de forma mais tangível e com sentido.

Essas abordagens se alinham aos pressupostos do construtivismo de Piaget (1976) e do construcionismo de Papert (1980), que defendem que o conhecimento é construído ativamente pelo aprendiz através da interação prática com o meio. Mendes, Ribeiro e Santos (2023) reforçam essa perspectiva ao destacar que a imersão proporcionada pela RV possibilita a construção ativa do conhecimento, especialmente no estudo de ciências climáticas, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo.

Ainda que o uso das TDI ofereça inúmeras possibilidades para a singularização da aprendizagem, a implementação efetiva enfrenta desafios, como a necessidade de infraestrutura adequada (internet de qualidade e equipamentos) e o custo associado a algumas tecnologias.

Em um contexto mais amplo, as TDI inserem-se em um cenário de transformação digital que exige a adaptação das metodologias de ensino. Percebemos que muitas das atividades que imaginávamos que só seriam viáveis no presencial (como a aprendizagem por projetos, em times) podem ser realizadas com bastante qualidade no *online*, principalmente com crianças maiores, jovens e adultos.

A separação entre espaços físicos presenciais e digitais será cada vez menor, assim como acontece com as outras áreas da nossa vida e há um crescente consenso de que veremos, a partir de agora, muitas propostas diferentes de ensinar e de aprender, mais personalizadas e participativas, de acordo com a situação,

necessidades e possibilidades de cada aprendiz. Num período tão desafiador como que vivemos atualmente, com empobrecimento, desemprego e tantos problemas por resolver, podemos aproveitar a crise como uma oportunidade para avançar em propostas que tragam valor para os estudantes a um custo acessível: a educação híbrida é um dos caminhos.

A adoção das tecnologias digitais, incluindo as imersivas, implica a necessidade de desenvolver o multiletramento. O multiletramento abarca a capacidade de interagir e produzir conteúdos multimodais. O multiletramento pode ser entendido nesta abordagem como:

[...] práticas de trato com os textos multimodais ou multissemióticos contemporâneos – majoritariamente digitais, mas também impressos –, que incluem procedimentos (como gestos para ler, por exemplo) e capacidades de leitura e produção que vão muito além da compreensão e produção de textos escritos, pois incorporam a leitura e (re)produção de imagens e fotos, diagramas, gráficos e infográficos, vídeos, áudio, etc. (Rojo, 2017, p. 4).

Assim, as tecnologias imersivas, ao integrar múltiplas mídias (áudio, vídeo, 3D, interatividade), alinham-se à necessidade de um ensino que desenvolva a capacidade crítica, criativa e a autoria digital dos estudantes, preparando-os para um mundo onde as interações digitais são ubíquas e constantes.

A aplicação de Tecnologias Digitais Imersivas e tecnologias digitais interativas na área das ciências, especificamente para o Ensino Fundamental - Séries Finais (6º ao 9º ano), foca em tornar conceitos complexos e abstratos mais visuais, dinâmicos e acessíveis, promovendo o engajamento e a construção ativa do conhecimento. As tecnologias digitais, que incluem computadores, *tablets*, celulares, internet, aplicativos/*softwares*, inteligência artificial e realidade aumentada, oferecem um vasto leque de possibilidades para a transformação das práticas educativas.

A inserção das tecnologias digitais nas séries finais do Ensino Fundamental deve estar alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), que enfatiza a necessidade de desenvolver a Cultura Digital. Isso significa que os estudantes devem ser capazes de:

- Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais e escolares;

-
- Acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

As aplicações das TDI, como jogos digitais e simulações, ao proporcionar aulas mais atrativas e que requerem a participação ativa do estudante, ajudam a desenvolver essas competências essenciais para que o estudante se torne um "cidadão digital".

Diante desse conjunto de possibilidades, observa-se que as TDI não apenas ampliam as formas de visualizar e compreender fenômenos científicos, mas também se integram de maneira orgânica aos pressupostos das metodologias ativas, do construtivismo e do construcionismo, ao favorecerem a ação, a experimentação e a autoria. No contexto deste projeto, essa articulação é especialmente relevante, uma vez que a RV e a RA possibilitam que os estudantes explorem eventos climáticos extremos em ambientes simulados ou expandidos, compreendendo relações causais, impactos ambientais e dimensões socioespaciais de forma mais concreta e significativa. Assim, as TDI configuram-se como um recurso relevante para estimular o pensamento crítico, a análise sistêmica e a consciência socioambiental, elementos centrais da proposta didática desenvolvida.

4.3 Cultura Maker: O Aprendizado Mãos na Massa

Embora a prática de "fazer coisas" seja uma necessidade humana de longa data, o Movimento Maker, como é construído atualmente, ganhou força especial nos últimos anos. Ele refere-se ao crescente número de pessoas engajadas na produção criativa de artefatos em suas vidas diárias e que utilizam fóruns físicos ou digitais para compartilhar seus processos e produtos.

O movimento maker representa uma transformação cultural e tecnológica profunda, sendo impulsionado pela introdução e pela acessibilidade de novas tecnologias. É frequentemente definido como "uma nova revolução industrial" (Anderson, 2012), pois promove a democratização dos meios de produção, tirando o poder de fabricação das grandes indústrias e colocando-o nas mãos de indivíduos.

Essa revolução é essencialmente caracterizada por quatro pilares interligados. O primeiro é o uso de ferramentas de *desktop* digital (Halverson;

Sheridan, 2014), que englobam tecnologias como impressoras 3D, cortadoras a laser e microcontroladores de baixo custo, como *Arduino* e *Raspberry Pi*. Essas ferramentas permitem que qualquer pessoa projete e produza objetos complexos em pequena escala.

O segundo pilar é a norma cultural de compartilhamento de *designs* e colaboração *online* (Hatch, 2014). O movimento se apoia fortemente em plataformas e comunidades virtuais, onde *makers* trocam projetos de código aberto (*Open Source*), tutoriais e soluções, acelerando a inovação de maneira distribuída.

O terceiro pilar, diretamente relacionado ao anterior, é o uso de padrões de *design* comuns (Halverson; Sheridan, 2014), o que facilita a replicação, a customização e a melhoria colaborativa dos projetos por qualquer pessoa ao redor do mundo.

Por fim, o movimento maker transcende a esfera industrial e adentra o campo educacional. Na educação, ele se alinha com as metodologias ativas ao estimular a aprendizagem baseada em projetos (ABP), pois exige que os estudantes "aprendam fazendo" (Dewey, 1959 *apud* Bacich; Moran, 2018), desenvolvendo o pensamento crítico, a autonomia e as competências necessárias para a resolução de problemas complexos na sociedade contemporânea.

Dougherty (2013) destaca que o movimento é movido por inovações como a impressão 3D e o microcontrolador *Arduino*, e pela crescente participação de comunidades interconectadas. O movimento é, portanto, uma transformação cultural, social e tecnológica que convida as pessoas a participarem como produtores, e não apenas consumidores.

Hatch (2014) organiza as atividades e mentalidades dos *makers* em torno de nove ideias-chave: fazer, compartilhar, dar, aprender, ferramentas (acesso seguro), brincar, participar, apoiar e mudar.

O movimento maker transcende o espaço de *hobbies* e oficinas, estabelecendo-se como uma filosofia pedagógica essencial para a educação contemporânea. Na perspectiva educacional, essa cultura se manifesta por meio de práticas ativas e investigativas.

Em síntese, ao integrar esses quatro pilares, a Cultura Maker oferece um arcabouço para a construção de um ambiente de aprendizagem ativo, contextualizado e crítico, preparando os estudantes para os desafios da sociedade da informação e da inovação.

A aplicação da cultura maker na educação está alinhada com as metodologias ativas, com raízes profundas nas teorias progressivas de aprendizagem, como as de John Dewey, Jean Piaget, Seymour Papert e Lev Vygotsky (Bacich; Moran, 2018; Blikstein, 2014). Ela se conecta claramente com abordagens educacionais como a aprendizagem baseada em projetos. O objetivo central é tornar o estudante o protagonista de seu desenvolvimento intelectual, proporcionando-lhe uma aprendizagem mais contextualizada, que se faz além dos muros da escola.

A aprendizagem centrada no maker é caracterizada pelo encorajamento da agência no estudante, pela construção do caráter, pelo ensino e aprendizagem distribuído, pela celebração do comportamento de descoberta exploratório-experimental (*tinkering*) e por uma ética no compartilhamento do conhecimento. O ato de "pôr a mão na massa" é essencial para a assimilação do conhecimento.

O conceito de *makerspace* (espaço maker) é, de fato, crucial para a efetiva aplicação da cultura maker na educação, pois atua como o ambiente que materializa os seus princípios (Sheridan *et al.*, 2014). Ele pode ser definido como um local que oferece aos estudantes acesso a ferramentas, materiais e tecnologias que vão desde sucata e marcenaria simples até impressoras 3D e microcontroladores que lhes permitem criar, experimentar, construir e solucionar problemas de forma colaborativa e criativa.

Contudo, o *makerspace* não é apenas um local físico, mas uma filosofia de aprendizagem que transcende a tecnologia, promovendo a ideia de que o aprendizado é um processo ativo e colaborativo. Essa visão se alinha com o conceito original dos *Fab Labs* (Laboratórios de Fabricação), que visam democratizar o acesso à invenção (Gershenfeld, 2005).

A relevância do *makerspace* reside em sua capacidade de concretizar os princípios da cultura maker, transformando a sala de aula em um espaço de ação e autoria. Ele incentiva o estudante a se engajar na investigação cíclica e no *design thinking* (Martin, 2015), onde o erro é parte do processo e a reflexão sobre o que está sendo construído leva ao desenvolvimento do pensamento crítico. Ao facilitar o acesso a ferramentas e promover a troca de conhecimento, o *makerspace* fomenta a criatividade e a colaboratividade, transformando o estudante de consumidor passivo em um criador ativo e responsável (Halverson; Sheridan, 2014; Resnick, 2017).

Esses espaços estimulam a imaginação e a inovação, oferecendo uma abordagem mais prática e personalizada, e podem incluir desde equipamentos de marcenaria e eletrônica até *softwares* de programação e impressoras 3D. Exemplos desses laboratórios de fabricação digital incluem os *makerspaces* / *Fab Labs*, que surgiram no MIT em 2003.

A cultura maker, constitui um movimento educacional que valoriza a autonomia, a experimentação e a criação de soluções práticas para desafios do cotidiano. Nesse contexto, os estudantes são incentivados a assumir um papel ativo no processo de aprendizagem, explorando materiais, tecnologias e ideias de maneira colaborativa e interdisciplinar. Para Andrade e Silva (2021), a Cultura Maker representa uma mudança de paradigma na educação ao deslocar o foco da memorização de conteúdos para a construção contextualizada do conhecimento, estimulando habilidades como criatividade, raciocínio crítico e resolução de problemas.

Dougherty (2012), um dos principais difusores do movimento maker contemporâneo, argumenta que essa abordagem educativa possibilita que os estudantes transformem ideias abstratas em projetos concretos, por meio de prototipagem física, modelagem digital e experimentações em espaços chamados *makerspaces*. Esses ambientes incentivam o trabalho colaborativo, a troca de conhecimentos e o compartilhamento de saberes entre os participantes, favorecendo o desenvolvimento de soluções inovadoras. Desse modo, a cultura maker se apresenta como uma abordagem pedagógica que aproxima a escola dos desafios contemporâneos, promovendo a formação de estudantes mais criativos,

protagonistas e capazes de desenvolver soluções eficazes para os problemas do dia a dia. Entre os benefícios destacados no contexto educacional, incluem-se:

- Fomentar o pensamento crítico, a resolução de problemas, a colaboração, a criatividade, bem como a capacidade de comunicar, acessar e disseminar informações e resolver problemas usando tecnologias digitais;
- Promover o aprendizado ativo, no qual os estudantes são encorajados a aprender fazendo e construindo, em vez de absorver informações passivamente. A colaboração promove habilidades sociais e emocionais, como a comunicação, liderança e empatia;
- A cultura maker pode ser utilizada para trabalhar o desenvolvimento de habilidades socioemocionais (como autoconsciência, empatia, autogestão), pois permite que os estudantes enfrentem o estresse, a falha e a perseverança em um ambiente seguro;
- Os espaços makers são projetados para serem acessíveis a todos os estudantes, independentemente de suas habilidades ou experiência anterior, ajudando a democratizar o acesso à tecnologia e a promover a diversidade. A abordagem *hands-on* e colaborativa (DiWO) incentiva a autonomia em criações adaptadas.

Apesar dos benefícios transformadores, a implementação da cultura maker no ambiente escolar, especialmente em instituições públicas, enfrenta desafios significativos. Entre as principais dificuldades estão a falta de infraestrutura adequada, como laboratórios, equipamentos e materiais de prototipagem, além da escassez de formação docente voltada ao uso pedagógico de tecnologias e metodologias ativas (Martins; Valente, 2020). Muitas escolas ainda mantêm uma organização curricular tradicional, centrada na transmissão de conteúdos e na preparação para avaliações padronizadas, o que dificulta a incorporação de práticas colaborativas, criativas e investigativas no cotidiano escolar.

Segundo Papert (2008), a integração de ambientes de construção e experimentação depende de uma mudança cultural na escola, em que o erro seja compreendido como parte do processo de aprendizagem e o estudante seja visto como produtor de conhecimento e não apenas receptor.

Além disso, Ghisleni (2019) aponta que políticas públicas de incentivo à inovação educacional ainda são insuficientes e descontinuadas, resultando em desigualdades no acesso a experiências formativas de caráter maker. Assim, embora a cultura maker apresenta grande potencial para democratizar e enriquecer os processos de ensino e aprendizagem, sua consolidação demanda investimentos estruturais, formação contínua de professores e práticas de gestão escolar que valorizem o protagonismo estudantil.

Superar esses obstáculos requer planejamento estratégico e apoio institucional. Os principais desafios identificados incluem:

- Muitas escolas não possuem a infraestrutura necessária (laboratórios, internet estável, espaço físico adequado). O custo para adquirir e manter ferramentas e recursos tecnológicos (impressoras 3D, kits de robótica) representa uma barreira significativa devido a orçamentos restritos;
- É fundamental que os educadores recebam formação específica para atuar como facilitadores em ambientes maker e com tecnologias emergentes. O professor precisa se desafiar constantemente, estar apto a mudar seu ponto de vista e utilizar um planejamento flexível;
- Pode haver resistência por parte de educadores e estudantes acostumados a métodos tradicionais, que veem as atividades maker como extracurriculares ou menos importantes do que as disciplinas tradicionais;
- A avaliação do aprendizado é complexa, pois as habilidades desenvolvidas (criatividade, colaboração) são difíceis de medir através de métodos tradicionais como provas e testes.

Contudo, a cultura maker emerge como uma extensão prática dos princípios teóricos educacionais. Segundo Rodrigues et al. (2022, p. 58), "a cultura maker promove um ambiente educacional dinâmico, onde os estudantes são estimulados a criar, experimentar e desenvolver competências essenciais para os desafios do mundo contemporâneo".

A integração de atividades manuais, criativas e tecnológicas transforma o ambiente educacional em um espaço dinâmico e colaborativo. Resnick (2020) enfatiza que a aprendizagem criativa envolve quatro elementos fundamentais: projetos, paixões, pares e participação. Esses componentes tornam o aprendizado mais envolvente e relevante, permitindo que os estudantes se tornem protagonistas na construção de seu próprio conhecimento e habilidades. Assim, ao envolver os estudantes em projetos que os interessam, colaborando entre si e participando de comunidades de aprendizagem, a cultura maker promove um aprendizado ativo, interdisciplinar e significativo.

Além disso, essa abordagem valoriza a democratização do acesso a ferramentas e recursos, promovendo inclusão e diversidade nas práticas pedagógicas (Freitas *et al.*, 2023). No contexto da educação ambiental e dos desafios climáticos, a cultura maker possibilita que estudantes criem protótipos de soluções sustentáveis, simulem cenários de desastres naturais e proponham alternativas práticas de mitigação dos impactos ambientais.

Ao combinar o uso de tecnologias imersivas com os princípios da cultura maker, fundamentados em teorias construtivistas e construcionistas, potencializa-se a formação de estudantes críticos, criativos e preparados para enfrentar os desafios contemporâneos. Como afirmam Gonçalves, Silva e Souza (2022) e Mendes, Ribeiro e Santos (2023), a aprendizagem baseada na experimentação prática, na interação tecnológica e na construção ativa do conhecimento é fundamental para desenvolver competências científicas e ambientais relevantes para o século XXI.

Em síntese, a integração das tecnologias imersivas e da cultura maker ao ensino de Ciências amplia as possibilidades de aprendizagem com sentido, fortalece o desenvolvimento de competências essenciais e promove a formação de uma geração mais consciente e preparada para enfrentar os desafios das mudanças climáticas.

Nesse sentido, a articulação entre tecnologias imersivas e cultura maker não apenas enriquece o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, mas também contribui para o fortalecimento de uma consciência crítica e socioambiental nos estudantes. Tal abordagem educacional, centrada na experimentação, na resolução

de problemas e na inovação, alinha-se diretamente aos princípios da sustentabilidade e aos compromissos globais com a mitigação dos impactos ambientais. Em síntese, a cultura maker exige uma mudança cultural que incute o espírito criativo e empreendedor nos estudantes, transformando o ambiente escolar em um espaço de inovação, criatividade e inclusão, em sintonia com as demandas do mundo em constante evolução.

A seguir, será abordada a importância da educação para a sustentabilidade, destacando as competências formativas necessárias e a urgência em promover ações educativas eficazes frente aos eventos climáticos extremos.

4.4 Educação para a Sustentabilidade e Formação de Competências Socioambientais

Os eventos climáticos extremos e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), demandam uma educação focada em preparar estudantes para desafios ambientais atuais e futuros. A Unesco (2017, [s.p.]) enfatiza que “educar para a sustentabilidade é preparar mentes para os desafios ambientais do presente e do futuro”.

Desde 2015, a Agenda 2030 da ONU destaca a importância da educação na promoção do desenvolvimento sustentável, elencando 17 ODS com metas a serem atingidas até 2030. O ODS 13, em particular, ganha relevância no Brasil, país de rica biodiversidade e vulnerável a eventos climáticos extremos (Brasil, 2019). Entre esses desafios estão o desmatamento da Amazônia, eventos extremos e emissões de gases de efeito estufa.

Relatórios recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021) apontam que o aquecimento global intensifica secas, enchentes, ondas de calor e tempestades, desta forma destaca-se:

As mudanças climáticas estão alterando os padrões de precipitação e temperatura no Brasil, intensificando eventos climáticos extremos como secas no Nordeste, chuvas intensas no Sudeste e tempestades no Sul. Esses fenômenos estão diretamente ligados ao aquecimento global e às mudanças nos sistemas atmosféricos globais (Nobre, 2019, p. 142).

No Brasil, essas mudanças refletem-se em enchentes em áreas costeiras, chuvas torrenciais no Sudeste e Sul e secas severas no Nordeste, evidenciando a urgência de uma educação científica voltada à compreensão e mitigação desses fenômenos.

A Base Nacional Comum Curricular destaca a formação integral dos estudantes como objetivo primordial da educação básica brasileira, preparando-os para enfrentar os desafios complexos do século XXI, entre os quais se destacam os eventos climáticos extremos e a crise ambiental global (Santos, 2019). Ao definir aprendizagens essenciais, a BNCC assegura o direito de todos ao desenvolvimento pleno de competências cognitivas, sócio emocionais e éticas, alinhando a formação escolar aos princípios de equidade, justiça social e sustentabilidade (Brasil, 2018).

Entre os temas contemporâneos prioritários estabelecidos pelo documento, a educação ambiental ocupa lugar de destaque, promovendo a compreensão crítica das mudanças climáticas, da biodiversidade e dos sistemas ecológicos, em articulação com os ODS e a Agenda 2030 (Unesco, 2017). Como enfatiza Gadotti (2000), uma educação ambiental crítica deve articular a dimensão ecológica à dimensão social, compreendendo a sustentabilidade como prática de cidadania ativa.

Nesse cenário, a escola assume um papel estratégico e inadiável como espaço de formação para a cidadania planetária. A educação científica deve ser concebida como prática social emancipadora, favorecendo a capacidade de análise crítica, a resolução de problemas complexos e a proposição de soluções sustentáveis para a crise climática e socioambiental (Freire, 1996). Para tanto, é fundamental adotar metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos (ABP), a investigação científica, a gamificação, as simulações interativas e o *design thinking*, que colocam o estudante no centro do processo de construção do conhecimento (Morin, 2000).

A integração das tecnologias digitais e imersivas, como a RV e a RA e os ambientes de prototipagem da cultura maker, amplia ainda mais o potencial de aprendizagem contextualizada, possibilitando experiências interativas e multidimensionais (Valente, 2014). Tais abordagens favorecem a autonomia

intelectual, a criatividade, a colaboração e o pensamento sistêmico, competências indispensáveis para a atuação ética e inovadora em um mundo em rápida transformação (Capra, 2002).

Além disso, a Cultura Maker, ao estimular a construção de soluções práticas e a prototipagem de ideias, promove a interdisciplinaridade entre as áreas das Ciências da Natureza, da Matemática, da Tecnologia e da Engenharia, em consonância com o modelo STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) (Becker; Machado, 2018). Essa abordagem rompe com a fragmentação curricular e propicia aos estudantes a percepção de que os problemas reais demandam conhecimentos integrados e flexíveis (Morin, 2000).

A ciência cidadã emerge, nesse contexto, como um conceito mobilizador, estimulando os estudantes a participarem ativamente da coleta de dados, da análise crítica de informações e da proposição de intervenções locais e globais. Para Santos (2010), a ciência deve ser democratizada, tornando-se uma prática acessível que contribua para a emancipação social e ambiental dos sujeitos.

Portanto, promover uma educação científica transformadora exige reconfigurar práticas pedagógicas, rever concepções de currículo e investir na formação continuada dos professores, para que sejam mediadores conscientes e criativos de processos formativos voltados para a sustentabilidade e a justiça socioambiental (Freire, 1996). Só assim será possível consolidar uma escola que não apenas ensine objetos do conhecimento, mas que forme cidadãos autônomos, comprometidos e capazes de atuar, com responsabilidade e esperança, na construção de um futuro mais justo, ético e sustentável para todos.

Em síntese, as discussões desenvolvidas ao longo deste capítulo evidenciam que as metodologias ativas, as Tecnologias Digitais Imersivas e a Cultura Maker constituem abordagens convergentes e complementares para a promoção de aprendizagens mais investigativas, participativas e contextualizadas no ensino de Ciências. Ao integrarem princípios construtivistas e construcionistas, tais perspectivas favorecem a visualização de fenômenos complexos, a construção ativa do conhecimento, o desenvolvimento de competências digitais e socioambientais previstas na BNCC, bem como a ampliação do envolvimento e da autonomia

estudantil. Nesse cenário, a proposta didática desta pesquisa se apoia nessas bases teóricas e tecnológicas para criar experiências formativas que possibilitem aos estudantes compreender, de forma crítica e situada, os eventos climáticos extremos e suas implicações. Assim, os fundamentos apresentados aqui estabelecem o alicerce conceitual que orienta o desenho metodológico apresentado no capítulo seguinte, no qual se detalham o percurso da pesquisa, os procedimentos adotados e a estrutura da sequência didática implementada.

5. PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa e de natureza exploratória. A natureza exploratória da pesquisa assegura que os resultados gerados serão diretamente utilizáveis para melhorar a prática educativa, beneficiando os estudantes. Segundo Piaget (1975, p. 15), “Conhecer é modificar, transformar o objeto, e compreender um fenômeno é agir sobre ele para transformá-lo.” A metodologia qualitativa escolhida permite uma exploração profunda e contextualizada dos fenômenos educativos, garantindo que as intervenções propostas sejam bem fundamentadas e eficazes. Para Minayo:

É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação. Ou seja, nada pode ser intelectualmente um problema, se não tiver sido, em primeiro lugar, um problema da vida prática (Minayo, 2009, p. 17).

Segundo Gil (2008, p. 27), a pesquisa exploratória “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Da mesma forma, para Zabala (1998, p. 23), a intervenção pedagógica consiste em uma ação planejada e intencional que “visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem, orientando e organizando situações que estimulem a construção do conhecimento”.

Ao focar no ensino de ciências e na compreensão dos eventos climáticos, esta pesquisa visa desenvolver propostas pedagógicas práticas e eficazes que possam ser implementadas nas escolas. Essas soluções práticas buscam não apenas aprimorar o ensino e a aprendizagem, mas também capacitar os estudantes a compreender e enfrentar os desafios climáticos atuais e futuros.

O desenvolvimento desta pesquisa foi estruturado em cinco etapas buscando garantir a coerência entre os objetivos da investigação, a fundamentação teórica e o produto educacional a ser aplicado no contexto escolar. A seguir destacam-se as cinco etapas:

ETAPA 1 – DIAGNÓSTICO E LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES

A primeira etapa consistiu na identificação do problema educacional a ser enfrentado, tendo como foco compreender as principais dificuldades relacionadas ao

ensino de eventos climáticos, além de levantar necessidades pedagógicas e tecnológicas. A fundamentação das decisões tomadas baseou-se, principalmente, em autores da área de ensino de Ciências e na revisão de estudos realizada, a qual forneceu subsídios importantes sobre abordagens, metodologias e lacunas presentes na área.

ETAPA 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Na segunda etapa, foram buscados autores e materiais que abordam os fundamentos do construtivismo e do construcionismo, bem como temas relacionados aos eventos climáticos extremos, às metodologias ativas, às tecnologias digitais imersivas e à cultura maker. Essa busca visou compreender as contribuições dessas abordagens para o ensino de ciências e identificar estratégias metodológicas inovadoras. A partir dessa revisão, foi possível construir o referencial teórico que sustenta as decisões pedagógicas do projeto e orienta o desenvolvimento da sequência didática.

ETAPA 3 – CONCEPÇÃO E ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Com base no diagnóstico inicial e no referencial teórico, a terceira etapa envolveu a concepção e o planejamento do produto educacional, uma sequência didática. Nesse momento, foram definidos os objetivos de aprendizagem, os conteúdos a serem abordados, os recursos tecnológicos utilizados (realidade aumentada, realidade virtual e ferramentas maker), bem como as estratégias metodológicas. A SD foi desenhada com foco na aprendizagem ativa e contextualizada, respeitando os princípios do construtivismo e a articulação interdisciplinar.

A proposta de Sequência Didática, conforme delineada por Zabala (1998), configura-se como uma intervenção pedagógica intencional e planejada, que visa à promoção de aprendizagens contextualizadas por meio de atividades organizadas de forma progressiva e contextualizada. Essa estrutura favorece o desenvolvimento de competências cognitivas a partir da mobilização dos saberes prévios dos estudantes e da criação de situações de aprendizagem que exigem reflexão, tomada de decisões, resolução de problemas e interação com múltiplas fontes de informação. Alinhada à perspectiva construtivista, a sequência didática reconhece o

estudante como sujeito ativo na construção do conhecimento, respeitando seu ritmo, seus interesses e seu contexto sociocultural.

Uma sequência didática é um conjunto ordenado, estruturado e articulado de atividades de sala de aula, planejadas com a intenção de fazer com que os alunos alcancem determinados objetivos de aprendizagem. [...] Trata-se de uma intervenção pedagógica que respeita o ponto de partida do aluno, incentiva a construção ativa do conhecimento e favorece a reconstrução dos saberes prévios mediante a interação com novos conteúdos, em situações significativas e contextualizadas (Zabala, 1998, p. 18).

Nesse sentido, a SD transcende a mera organização de conteúdos, pois assume uma função mediadora entre o conhecimento científico e o processo de aprendizagem do estudante, em consonância com os pressupostos de Jean Piaget.

A aprendizagem é concebida como um processo dinâmico de assimilação e acomodação, no qual o sujeito reorganiza suas estruturas cognitivas diante de novas experiências. Assim, a proposta pedagógica orientada por sequências didáticas possibilita ao educador criar situações que desafiam o pensamento do estudante, promovendo a descentração e o avanço no desenvolvimento cognitivo.

Com base nessa abordagem, o ensino deixa de ser uma prática transmissiva e passa a ser um processo intencional de mediação e reconstrução do saber, potencializando o protagonismo discente e o aprofundamento do conhecimento.

ETAPA 4 – APLICAÇÃO E OBSERVAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A quarta etapa correspondeu à implementação da sequência didática na turma do 8º ano do Ensino Fundamental da EMEF Senador Pasqualini, localizada em Passo Fundo/RS. A aplicação foi acompanhada por meio da observação participante, permitindo ao pesquisador estar inserido no ambiente escolar e registrar interações, comportamentos e percepções dos estudantes. Esse momento também contempla o uso do diário de bordo como instrumento de registro qualitativo.

A escolha da observação participante como metodologia central é justificada pela necessidade de uma abordagem prática e reflexiva que envolva diretamente professores e estudantes no processo de investigação e intervenção. A observação participante permite ao pesquisador não apenas observar, mas também interagir e participar das atividades cotidianas da sala de aula. Esta imersão facilita uma

compreensão mais rica e contextualizada das práticas educativas e das respostas dos estudantes às intervenções pedagógicas. Segundo Cecília Minayo:

Definimos observação participante como um processo pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador, no caso, fica em relação direta com seus interlocutores no espaço social da pesquisa, na medida do possível, participando da vida social deles, no seu cenário cultural, mas com a finalidade de compreender o contexto da pesquisa. Por isso, o observador faz parte do contexto sob sua observação e, sem dúvida, modifica esse contexto, pois interfere nele, assim como é modificado pessoalmente (Minayo, 2013, p. 70).

ETAPA 5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

A quinta etapa da pesquisa correspondeu à análise dos dados coletados por meio das observações realizadas e da aplicação de um questionário estruturado aos estudantes do Ensino Fundamental. Esta fase visa avaliar a efetividade da proposta pedagógica implementada, com foco na identificação de suas contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem, além de evidenciar aspectos que possam ser aprimorados para futuras aplicações da SD.

Para a interpretação dos dados de natureza qualitativa, adotou-se como referencial metodológico a Análise de Conteúdo proposta por Minayo (2014), considerada neste estudo como a base teórico-metodológica principal para o tratamento interpretativo dos dados. A escolha por Minayo justifica-se por sua inserção no paradigma crítico-interpretativo, que compreende os discursos como produções simbólicas carregadas de significados, valores e sentidos construídos social e historicamente. Nessa perspectiva, a análise deixa de ser apenas um processo técnico e passa a constituir um exercício hermenêutico, permitindo ao pesquisador captar a profundidade das experiências dos participantes, bem como interpretar suas percepções e vivências no contexto educacional investigado.

Nesta etapa inicial, procede-se à organização e sistematização do material empírico, abarcando a coleta, transcrição quando necessária e organização dos documentos que constituirão o corpus. Realiza-se a leitura compreensiva das falas dos estudantes, promovendo um primeiro contato com o conjunto de significados emergentes. Esse movimento aproxima o pesquisador do conteúdo e permite a construção das primeiras impressões analíticas, alinhando-se ao que Minayo (2014) denomina “imersão no material empírico” para a apreensão global do fenômeno.

A segunda etapa consiste na classificação e exploração aprofundada dos dados. Aqui, identificam-se as unidades de sentido, segmentos significativos das falas que expressam percepções, valores, interpretações ou experiências relevantes para os objetivos do estudo. A classificação é realizada por meio de um processo indutivo, no qual as categorias emergem dos dados, e não são definidas previamente, conforme orienta Minayo (2014) em sua discussão sobre a natureza interpretativa da análise qualitativa. Essa abordagem permite respeitar a complexidade e a singularidade das expressões dos estudantes, garantindo que as categorias sejam construídas a partir do sentido concreto atribuído pelos sujeitos à sequência didática e às experiências com tecnologias imersivas.

Durante essa fase, são detalhados os critérios utilizados para formação das categorias analíticas, bem como apresentados exemplos representativos das unidades de registro, de modo a assegurar a rastreabilidade e a transparência do processo interpretativo, princípios enfatizados por Minayo (2014) como essenciais para a validade da análise qualitativa.

A terceira etapa consiste na fase interpretativa propriamente dita, na qual as categorias construídas são articuladas ao referencial teórico e aos objetivos da pesquisa. Trata-se de um movimento hermenêutico que busca compreender os significados produzidos pelos estudantes, interpretando-os em sua relação com a realidade escolar, social e tecnológica que os atravessa. Nessa perspectiva, a análise não se limita à descrição dos achados, mas envolve um exercício reflexivo e crítico que permite identificar processos de apropriação dos conhecimentos científicos, formas de engajamento nas atividades propostas e desenvolvimento de competências relacionadas à educação ambiental e ao uso de tecnologias digitais, como a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual.

Esse movimento interpretativo está em consonância com a orientação de Minayo (2014), segundo a qual a análise qualitativa deve buscar não apenas organizar dados, mas revelar sentidos, ampliar a compreensão sobre o fenômeno estudado e situar as experiências dos participantes dentro de uma totalidade social mais ampla.

Por fim, destaca-se que o processo analítico e avaliativo desta pesquisa dialoga com a perspectiva de Coll (2000, p. 63), ao reconhecer que “a avaliação deve proporcionar informações relevantes sobre o processo de aprendizagem dos estudantes, possibilitando uma análise reflexiva sobre as intervenções didáticas e sobre os próprios processos cognitivos dos estudantes”. Nesse sentido, a análise aqui conduzida não se limita à identificação de resultados, mas busca promover uma compreensão crítica e contextualizada dos efeitos formativos da proposta educacional, valorizando as experiências, interpretações e significados produzidos pelos estudantes ao longo da sequência didática.

5.1 Contexto e Participantes da Pesquisa

A pesquisa foi aplicada para estudantes do Ensino Fundamental - Séries Finais, Escola Municipal de Ensino Fundamental – EMEF Senador Pasqualini, situado na Rua Ludovico Della Mea, número 508, Vila Vera Cruz, Passo Fundo – RS. A autorização da instituição para aplicação da pesquisa está no Apêndice A. A escolha dessa instituição justifica-se pela diversidade do corpo discente e pela abertura da escola às inovações educacionais. O currículo da escola valoriza a interdisciplinaridade e os temas transversais, favorecendo a incorporação de estratégias pedagógicas inovadoras e o uso de tecnologias educacionais.

Os participantes da pesquisa foram estudantes de uma turma do 8º ano no componente curricular de ciências. A sequência de atividades planejada teve duração total de oito encontros, com aproximadamente 45 minutos cada. Ao longo dessas aulas, foram utilizados recursos didáticos diversos, com destaque para tecnologias digitais imersivas e atividades mão na massa, que visam promover um processo de ensino-aprendizagem significativo tanto no componente curricular de Ciências quanto no Projeto de Pensamento Científico.

Os modelos dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido para assinatura dos responsáveis pelos estudantes estão no Apêndice B e, do Assentimento Livre e Esclarecido para os estudantes está no Apêndice C.

6. METODOLOGIA DE ENSINO

Este capítulo apresenta a metodologia de ensino que sustenta a proposta didática (Produto Educacional). A estrutura central da proposta é a Sequência Didática (SD), compreendida aqui segundo a perspectiva de Zabala (1998), que a define como um conjunto organizado, articulado e progressivo de atividades planejadas intencionalmente para favorecer aprendizagens contextualizadas. Assim, a SD constitui o eixo estruturante da proposta didática e orienta a organização lógica e coerente das experiências vivenciadas pelos estudantes ao longo dos oito encontros.

Embora a SD funcione como o arcabouço organizador, a metodologia de ensino propriamente dita adotada são as metodologias ativas, que assumem papel central na mobilização cognitiva dos estudantes. Nessa perspectiva, a proposta fundamenta-se na concepção de que o estudante é o sujeito ativo do processo, construindo conhecimentos por meio da investigação, da experimentação, da resolução de problemas e da criação de artefatos significativos, articulando os princípios do construtivismo de Piaget e do construcionismo de Papert.

Este capítulo tem por finalidade detalhar a metodologia de ensino que estrutura a proposta didática (Produto Educacional), garantindo sua coerência e alinhamento com o arcabouço teórico fundamental da pesquisa: o construtivismo de Jean Piaget e o construcionismo de Seymour Papert. A metodologia central adotada é a Sequência Didática, a qual se configura como o principal instrumento de intervenção para promover a aprendizagem ativa e contextualizada sobre os eventos climáticos extremos.

Assim, metodologias como a aprendizagem baseada em projetos (ABP), a gamificação, a investigação científica, a Cultura Maker e o uso de tecnologias digitais imersivas (RA e RV) compõem o conjunto de estratégias utilizadas para promover protagonismo estudantil, engajamento cognitivo e aprendizagem contextualizada sobre os eventos climáticos extremos. O professor, nesse processo, atua como mediador e designer de experiências de aprendizagem, criando condições para a reflexão, a tomada de decisão e a construção ativa de explicações científicas.

6.1 A Sequência Didática (SD) como Instrumento Estrutural

A opção pela Sequência Didática, nos termos de Zabala (1998), justifica-se por sua capacidade de organizar o processo educativo de maneira intencional e coerente, permitindo articular objetivos pedagógicos, conteúdos, metodologias ativas e os recursos tecnológicos mobilizados na proposta. Assim, a SD não é apenas uma lista de atividades, mas uma estrutura didática integradora que orienta o desenvolvimento progressivo das aprendizagens, garantindo continuidade, articulação e sentido às ações pedagógicas.

Nesse contexto, a SD opera como o fio condutor que conecta as metodologias ativas utilizadas: gamificação, experimentação investigativa, análise de mapas digitais, Cultura Maker e tecnologias imersivas. Cada encontro foi planejado para provocar desequilíbrios cognitivos (Piaget), incentivar a exploração de problemas reais e possibilitar que os estudantes materializem o conhecimento por meio da construção de maquetes topográficas e de representações digitais, em consonância com a lógica do aprender fazendo defendida por Papert.

A força metodológica da SD reside justamente nessa integração intencional entre teoria, prática e tecnologia, permitindo que os estudantes se envolvam em desafios autênticos relacionados à compreensão dos eventos climáticos extremos, desenvolvendo raciocínio científico, colaboração, criatividade e autonomia. Dessa forma, a SD se configura como o eixo estruturante capaz de costurar, de maneira coerente, teoria, prática, tecnologia e experimentação ativa, consolidando a proposta educacional.

A metodologia adotada da Sequência Didática é intrinsecamente coerente com a base teórica da dissertação:

- A SD facilita a aprendizagem em consonância com Piaget (1976), que define o conhecimento como um processo dinâmico de assimilação e acomodação. Ao propor desafios e situações-problema complexas (como a análise dos desastres climáticos do Rio Grande do Sul), a SD provoca o desequilíbrio cognitivo. Este desequilíbrio é essencial para o desenvolvimento dos estudantes do 8º ano (estágio das operações

formais), que são capazes de mobilizar o pensamento hipotético-dedutivo e a abstração refletida para construir o saber;

- A SD incorpora práticas de Metodologia Ativa (MA) e Cultura Maker (CM). Papert (1980) defende que a "melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o papel de designer e construtor de um projeto significativo". O Construcionismo enfatiza a construção de conhecimento "no contexto da construção de artefatos públicos e compartilháveis". A atividade central do Produto Educacional – a construção de maquetes topográficas das cidades gaúchas afetadas – traduz esse princípio do "aprender fazendo" (*Learning by Doing*) de forma prática e materializada, permitindo que conceitos abstratos, como topografia e vulnerabilidade, se tornem concretos.

A Sequência Didática proposta organiza-se em oito momentos, cuja força metodológica está na integração intencional de diferentes tecnologias e abordagens ativas:

- **Abordagem Introdutória (Momento 1):** Este primeiro encontro teve como foco a sensibilização inicial e o diagnóstico das percepções dos estudantes sobre o tema “Eventos Climáticos Extremos”. Com duração de 45 minutos, a atividade utiliza metodologias ativas e recursos midiáticos, como a exibição do vídeo educativo “*ODS 13 – Ação Contra Mudança Global do Clima*”. A tarefa central consistiu em uma dinâmica lúdica e reflexiva, na qual os estudantes elaboram uma nuvem de palavras utilizando o aplicativo Mentimeter, o que permitiu mapear suas concepções prévias e orientar os encaminhamentos pedagógicos subsequentes;
- **Gamificação e Diagnóstico (Momento 2):** Neste momento, empregou-se o jogo didático “*Desafios do Clima Extremo*” como estratégia de introdução teórica e de simulação de tomadas de decisão diante de cenários relacionados a eventos climáticos. A atividade estimulou o engajamento, a colaboração entre os participantes e a compreensão inicial dos conceitos envolvidos, constituindo-se como um recurso importante para promover participação ativa e identificação de conhecimentos prévios;

-
- **Aprendizagem baseada na experiência (Momento 3):** Nessa etapa, os estudantes utilizaram recursos digitais imersivos que ampliam as possibilidades de visualização e compreensão dos eventos climáticos. As tecnologias de RA e RV permitem explorar fenômenos que, de outro modo, seriam abstratos ou inacessíveis em sala de aula, favorecendo a construção de representações mais concretas e contextualizadas dos processos envolvidos;
 - **Aprendizagem baseada em investigação - *Inquiry Based Learning* (Momento 4):** Neste momento, os estudantes exploraram mapas topográficos digitais por meio do site *Topographic Map*, analisando diferentes configurações de relevo. A atividade favoreceu o desenvolvimento da análise crítica e da interpretação de dados geográficos, competências essenciais para compreender a relação entre formas de relevo, ocupação do solo e a suscetibilidade das áreas a desastres naturais;
 - **Aprendizagem baseada em projetos (Momentos 5, 6 e 7):** A atividade “*Mãos na Massa*” constitui o ápice da abordagem construcionista. Nesses encontros, os estudantes desenvolveram maquetes topográficas, representando curvas de nível, de cidades do Rio Grande do Sul severamente afetadas pelas enchentes de 2023 e 2024 (Roca Sales, Encantado e Muçum). A proposta demandou a articulação e a consolidação de conhecimentos sobre relevo e clima, ao mesmo tempo em que estimulou a experimentação, a criatividade e a resolução colaborativa de problemas. Sempre que possível, o uso de equipamentos de fabricação digital no Laboratório Maker, como impressoras 3D e cortadoras a laser, acrescenta maior precisão, fidelidade e complexidade ao processo de prototipagem, enriquecendo a experiência de aprendizagem.

Em suma, a Metodologia de Ensino adotada transforma o processo de aprendizagem, rompendo com a educação tradicional e posicionando o estudante do 8º ano como protagonista de sua formação, capaz de atuar, por meio da criação e da experimentação, na compreensão e na proposição de soluções para os desafios da educação para a sustentabilidade.

7. PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática consiste em uma Sequência Didática que tem como objetivo aprimorar o ensino sobre eventos climáticos extremos para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, por meio da utilização de metodologias ativas que integrem tecnologias imersivas e a cultura maker, promovendo o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento do pensamento crítico. A ênfase nas metodologias ativas, tais como: investigação científica, experimentação prática, resolução colaborativa de problemas, aprendizagem baseada em projetos e criação de artefatos maker, sustenta a proposta de uma experiência formativa dinâmica, participativa e centrada no estudante.

A fundamentação teórica desta proposta está ancorada no construtivismo, no qual a aprendizagem ocorre à medida que o indivíduo assimila novas informações e as acomoda em suas estruturas cognitivas preexistentes, promovendo um desenvolvimento contínuo do pensamento. Sob essa perspectiva, a aprendizagem com sentido emerge quando os estudantes mobilizam suas experiências e conhecimentos prévios para interpretar desafios reais, reconstruir conceitos e formular novas explicações para os fenômenos estudados.

No contexto educacional, essa abordagem valoriza a experimentação, a investigação e a resolução de problemas, os são princípios fundamentais das metodologias ativas, incentivando a autonomia, a autoria e o pensamento crítico dos estudantes. Assim, o ensino torna-se um processo dinâmico, no qual o professor atua como mediador e designer de experiências, criando situações desafiadoras que estimulem a construção ativa do conhecimento.

A sequência didática tem como referência Zabala (1998), que define a SD como um instrumento essencial para o planejamento e a organização do ensino. Segundo o autor, a SD deve estruturar-se em etapas que articulem os conhecimentos prévios dos estudantes com os novos conteúdos, proporcionando um aprendizado progressivo e com sentido. Além disso, essa metodologia possibilita adaptações conforme o nível de compreensão do grupo, promovendo um ensino mais dinâmico, centrado no estudante e alinhado aos princípios das metodologias ativas.

Assim, a SD não se configura apenas como um arranjo de atividades, mas como um instrumento estruturador que costura intencionalmente práticas investigativas, experiências concretas, uso criativo de tecnologias e produção colaborativa.

Os objetos do conhecimento abordados na SD incluem: mudanças climáticas; efeito estufa; aquecimento global; fenômenos como furacões, secas, enchentes e deslizamentos; sustentabilidade e resiliência; impactos do derretimento de geleiras e aumento do nível do mar, entre outros temas correlatos. Esses conteúdos são explorados por meio de estratégias que favorecem a conexão entre teoria e prática, apoiadas em metodologias ativas que ampliam a compreensão e o envolvimento dos estudantes.

A SD proposta compreende uma sequência de atividades distribuídas em oito momentos, cada uma com duração aproximada de 45 minutos. As estratégias metodológicas adotadas incluem: i) formação de grupos e apresentação do tema central; ii) introdução teórica sobre eventos climáticos extremos, com ênfase nos conceitos fundamentais; iii) exploração de tecnologias imersivas, como Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV); iv) utilização de ferramentas digitais acessíveis via desktop ou dispositivos móveis; v, vi e vii) construção de maquetes topográficas para representação dos fenômenos climáticos abordados, integrando princípios da cultura maker; viii) aplicação de um questionário estruturado para verificar a percepção dos estudantes sobre as atividades propostas. Essa abordagem metodológica busca estimular o protagonismo discente, fortalecendo a autonomia, a colaboração e a capacidade investigativa dos estudantes, elementos essenciais para uma aprendizagem com sentido.

Muito embora o planejamento tenha sido elaborado para o 8º ano do Ensino Fundamental, a SD apresenta flexibilidade para adaptação a diferentes contextos educacionais e níveis de ensino, conforme as necessidades dos docentes e de suas respectivas turmas. Dessa forma, espera-se que a presente SD contribua significativamente para a aprendizagem dos estudantes e para a inovação das práticas pedagógicas no ensino de Ciências, consolidando-se como um recurso alinhado às metodologias ativas e ao desenvolvimento de competências previstas na BNCC.

7.1 Concepções Teóricas para Construção da Sequência Didática

A Base teórica e pedagógica que sustenta o desenvolvimento do produto é a teoria construtivista, onde a pesquisa terá o desenvolvimento da Sequência Didática (SD) e seguirá os preceitos destacados por Zabala (1998), o qual propõe a SD como uma ferramenta central para o planejamento e organização do ensino. “Uma sequência didática deve organizar o ensino em etapas que possibilitem a articulação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conteúdos” (Zabala, 1998, p. 75). Segundo o autor:

“A Sequência Didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos (Zabala, 1998, p. 18)”.

Para a realização de planejamentos de aulas, Libâneo (1994, p. 241) orienta que o processo de ensino e de aprendizagem seja formado por sequências de fases, isto é, “preparação e apresentação de objetivos, conteúdos e tarefas; desenvolvimento da matéria nova; consolidação [...]; aplicação; avaliação”.

Papert (1980) destaca a importância de estruturar as aulas de forma coerente e progressiva, permitindo que os agentes envolvidos no processo de aprendizagem possam construir o conhecimento de maneira incremental e com sentido. Segundo o autor, “a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o papel de designer e construtor de um projeto significativo” (Papert, 1980, p. 142).

Contextualizar os conteúdos e atividades, tornando-os relevantes para a vida e as experiências dos estudantes, também é uma forma de obter melhores resultados no processo de aprendizagem. “A SD envolve a necessidade de flexibilidade para adaptar o plano às necessidades e ritmos de aprendizagem dos alunos, além de promover a integração de diferentes áreas do conhecimento” (Tavares, 2010, p. 120).

A SD envolvendo a emergente situação climática também terá a oportunidade de promover a integração de diferentes áreas do conhecimento, proporcionando uma visão mais holística e interdisciplinar dos temas estudados. O objetivo específico da SD é permitir o entendimento das principais causas dos eventos climáticos e suas consequências ambientais. Nesta SD serão abordados conteúdos

dentro do contexto “Eventos Climáticos Extremos”, assim como a aplicação de atividades *Maker*, tendo como base as tecnologias imersivas para a educação.

A interdisciplinaridade é uma exigência dos tempos atuais, especialmente em temas que envolvem questões complexas como a sustentabilidade e as mudanças climáticas. Ao articular diferentes áreas do conhecimento, a educação proporciona uma compreensão mais ampla e crítica da realidade, capacitando os estudantes a enfrentarem problemas concretos de maneira criativa e responsável. O uso de tecnologias e metodologias inovadoras, como atividades práticas e ferramentas digitais, pode potencializar a aprendizagem, tornando-a mais envolvente e significativa (Libâneo, 2001, p. 95).

Na atividade *maker*, os estudantes desenvolvem maquetes topográficas que representam as curvas de nível das cidades de Roca Sales, Encantado e Muçum, todas localizadas no estado do Rio Grande do Sul e profundamente afetadas pelos eventos climáticos extremos de 2023 e 2024. Essa construção prática não apenas favorece a compreensão tridimensional do relevo e de sua relação com a dinâmica das enchentes, mas também expressa, de forma concreta, os princípios das metodologias ativas: investigação, experimentação, criação e resolução de problemas reais.

Ao manipular materiais, testar hipóteses e produzir representações físicas dos fenômenos estudados, os estudantes constroem aprendizagens com sentido processo que se aproxima da perspectiva construcionista de Papert, segundo a qual aprender ganha potência quando envolve fazer, criar e interagir com artefatos significativos. Essa visão é aprofundada por Ackermann (2001), ao analisar as contribuições de Piaget e Papert para a compreensão da construção do conhecimento: Ackermann (2001, p. 90) afirma:

O construcionismo de Papert, em contraste, concentra-se mais na arte de aprender, ou “aprender a aprender”, e no significado de fazer coisas na aprendizagem. Papert está interessado em como os aprendizes se envolvem em uma conversa com [seus próprios ou de outras pessoas] artefatos, e como essas conversas impulsionam a aprendizagem autodirigida e, em última instância, facilitam a construção de novos conhecimentos. Ele enfatiza a importância de ferramentas, mídia e contexto no desenvolvimento humano. A integração de ambas as perspectivas ilumina os processos pelos quais os indivíduos passam a dar sentido à sua experiência, otimizando gradualmente suas interações com o mundo.

A avaliação da SD será um processo crucial para assegurar que o material educacional atenda aos objetivos pedagógicos e seja eficaz em promover a aprendizagem dos estudantes. A utilização da observação participante como método

de validação envolve um conjunto de técnicas e abordagens que garantem a coleta de dados rica e detalhada, reflexão contínua e triangulação dos dados para alcançar resultados confiáveis e válidos. Desta forma destaco abaixo tais técnicas e abordagens: produção de dados, reflexão e análise e triangulação dos dados.

A observação participante, numa perspectiva construtivista, não se limita à coleta de dados empíricos, mas constitui um processo ativo de construção de sentidos. O pesquisador não é um espectador neutro, mas um sujeito que interpreta e atribui significados à realidade observada, a partir da interação com o contexto e com os participantes. A análise e a triangulação dos dados decorrem de um movimento contínuo de reflexão, no qual a compreensão é progressivamente construída (Cunha, 1997, p. 52).

Com base nessas concepções teóricas e pedagógicas, estruturou-se a sequência didática descrita a seguir, organizada em momentos progressivos de aprendizagem.

7.2 Organização da Sequência Didática

A Sequência Didática (SD) foi composta por oito momentos destinados ao desenvolvimento de atividades sobre eventos climáticos extremos, voltadas para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. As atividades empregaram metodologias ativas integradas a tecnologias imersivas, com o objetivo de promover o engajamento dos estudantes e estimular o desenvolvimento do pensamento crítico.

A Sequência Didática (SD) integrou o uso de tecnologias imersivas, demandando a utilização de óculos de realidade virtual e aumentada, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Essas tecnologias foram associadas à cultura Maker, com o objetivo de potencializar a compreensão dos conteúdos e promover o engajamento dos estudantes.

Para ilustrar as tecnologias que foram utilizadas no desenvolvimento das atividades, apresentam-se a seguir exemplos dos recursos imersivos e topográficos empregados na sequência didática. Para aplicação da realidade virtual, os estudantes utilizaram os equipamentos disponíveis no laboratório *Maker* da escola, como, por exemplo, os óculos de RV da Figura 1. Já para a realização da atividade de RA da Figura 2, foi necessário o *download* de um aplicativo gratuito, o

*LandscapeAR*² (LandscapeAR, 2025), que, atualmente, é compatível apenas com dispositivos que utilizam o sistema operacional *Android*.

Os estudantes utilizaram o *site* gratuito Topographic³ (2025) como ferramenta para visualizar a topografia e o relevo das cidades do Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul, conforme exemplo da Figura 3. Essa abordagem permite que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais detalhada e precisa da configuração espacial e das características físicas dessas localidades, enriquecendo a análise e o aprendizado sobre o território em estudo.

Figura 1: Óculos de Realidade Virtual



Fonte: Autor (2024)

Figura 2: Aplicação de Realidade Aumentada

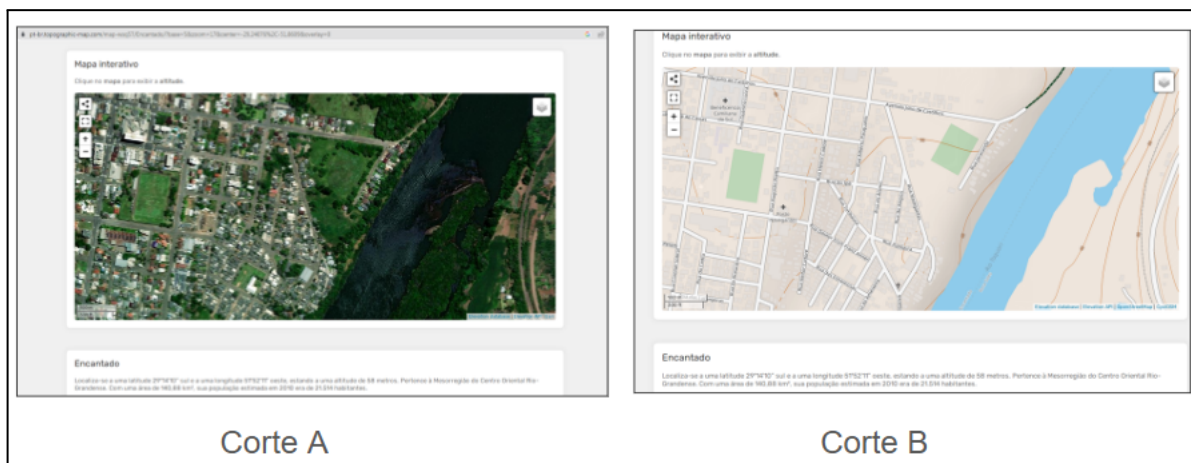


Fonte : <http://surl.li/bebbrp>

²https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar&hl=pt_BR&pli=1

³ <https://pt-br.topographic-map.com/>

Figura 3: Imagem Topográfica Real da cidade de Encantado - RS



Fonte: <http://surl.li/ogctpe>

Na sequência de atividades deste produto educacional foram utilizadas as seguintes estratégias: i) divisão dos grupos e projeção do tema central abordado; ii) introdução teórica sobre os eventos climáticos extremos, destacando conceitos relevantes ao melhor entendimento dos estudantes; iii) demonstração das tecnologias imersivas de realidade aumentada (RA) e virtual (RV); iv) uso do site na versão *desktop* ou *mobile*; v, vi e vii) confecção das maquetes de topografia; e viii) aplicação de questionário estruturado.

A seguir, apresenta-se o Quadro 7 contendo uma síntese com a descrição das etapas que compõem a sequência didática, detalhando os momentos de desenvolvimento das atividades, seus objetivos, formas de organização, materiais utilizados, estratégias de avaliação e a conclusão prevista para cada uma das fases.

Quadro 7. Os momentos da sequência didática

Momentos	Descrição geral das atividades realizadas
Momento 1 45 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> Divisão dos grupos e discussões sobre o tema que será abordado; Registrar as percepções dos estudantes sobre o tema através de uma atividade lúdica.
Momento 2 45 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> Introdução teórica sobre a temática dos eventos climáticos extremos, através da aplicação de um “jogo didático”, dando ênfase para os últimos acontecimentos no estado do Rio Grande do Sul, assim como em outras regiões do planeta.

Momento 3 45 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> • O objeto do conhecimento abordado serão as tecnologias imersivas, enfatizando a RA e RV; • Fazer uso do App de RA para se apropriar dessa ferramenta. App: (http://goo.gl/xzS4OX) • Fazer uso dos óculos de RV para se apropriar dessa ferramenta.
Momento 4 45 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer o uso do <i>site</i> para se apropriar das ferramentas disponíveis. <i>site</i>: (https://pt-br.topographic-map.com/map/)
Momentos 5, 6 e 7 135 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade Mãos na Massa: No laboratório <i>Maker</i> ou sala de aula, separar os materiais necessários para a construção das maquetes e dar início a construção.
Momento 8 45 Minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de um questionário estruturado (Apêndice E) com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes sobre as atividades propostas, bem como identificar evidências de engajamento e mudanças de postura frente às questões ambientais.

Fonte: Autor (2025)

7.3 Detalhamento dos Momentos da Sequência Didática

MOMENTO 1

Antes de adentrar nos conceitos científicos, é importante despertar o interesse e mapear os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema. Este primeiro momento tem como foco a sensibilização inicial e o diagnóstico das percepções dos estudantes a respeito dos eventos climáticos extremos. A atividade propõe uma abordagem lúdica e reflexiva, utilizando vídeos e construção de nuvem de palavras para promover o debate e iniciar a construção coletiva do conhecimento. As etapas, objetivos, organização e recursos utilizados nessa atividade estão detalhados no Quadro 8, que apresenta a estrutura completa do Momento 1 da sequência didática.

Quadro 8. Introdução ao tema dos Eventos Climáticos extremos

Etapas	Descrição
Objetivos	Compreender o que são eventos climáticos extremos e como afetam diferentes realidades sociais, Estimular o pensamento crítico e identificar <i>fake news</i> sobre mudanças climáticas, Criar coletivamente uma nuvem de palavras com base nas discussões realizadas e sistematizar os conhecimentos e propor ações sustentáveis.
Organização	Grupos de 5 a 7 estudantes de forma colaborativa, Grupos com acesso ao <i>app</i> e Grupos com foco na produção final.
Materiais	Imagens, vídeos, quadro, computador, projetor, vídeo ODS 13, internet, <i>Mentimeter</i> , cartolinas, pincéis ou <i>slides</i> .

Introdução	Roda de conversa sobre percepções iniciais, Exibição do vídeo “ODS 13”, Explicação da dinâmica da nuvem de palavras e Reflexão sobre aprendizados.
Desenvolvimento	Debate com base em eventos recentes, Discussão sobre causas e desinformação, Inserção dos termos no <i>app</i> e visualização coletiva e Criação de cartazes ou apresentações digitais.
Avaliação	Participação no debate e nas anotações em grupo, Apresentação oral dos grupos, Justificativa oral dos termos escolhidos e Rubrica avaliativa com critérios claros.
Conclusão	Registro coletivo das percepções, Compartilhamento de achados sobre <i>fake News</i> , Debate sobre as palavras que mais apareceram e Socialização das propostas dos grupos.
BNCC (Habilidades e Competências)	EF09CI03, EF08GE03, EF09CI08, EF09GE01, EF09CI02, EF08GE07, EF09CI06 e EF08GE09, assim como a as Competências Gerais: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10.

Fonte: Autor (2025)

As percepções dos estudantes do Ensino Fundamental sobre eventos climáticos extremos são influenciadas por suas realidades sociais, culturais e pela desinformação. Estudantes em áreas vulneráveis tendem a ter uma visão mais concreta e urgente devido à exposição direta aos fenômenos, enquanto aqueles em regiões menos afetadas podem enxergá-los como algo distante e abstrato. Além disso, a disseminação de *fake news* nas redes sociais distorce a compreensão científica, criando visões alarmistas ou céticas sobre as causas e consequências dos eventos climáticos.

Para abordar o tema de forma eficaz, é essencial promover a educação científica acessível e o pensamento crítico, capacitando os estudantes a discernir informações confiáveis e a desenvolver uma consciência ambiental contextualizada e engajada.

Este é o momento de refletir, debater e levantar questões sobre situações que demandam análise crítica e discussão coletiva. A identificação de conhecimentos prévios é o ponto inicial do trabalho, visando compreender as percepções e experiências dos estudantes em relação à temática apresentada na sequência didática. Para tanto, é proposta a formação de grupos colaborativos, compostos por 5 a 7 estudantes, reunidos no mesmo espaço físico (sala de aula).

Esses grupos atuam como ambientes de troca e construção de saberes, mediados por recursos audiovisuais, como imagens e vídeos, cuidadosamente selecionados para ilustrar e aprofundar o tema principal. Passos a serem seguidos:

Passo 1: Conduzir uma breve discussão sobre o tema “Eventos Climáticos Extremos”, citando os últimos acontecimentos no Brasil e no mundo. Observar as contribuições do grupo.

Passo 2: Assistir ao vídeo sobre a ODS 13 - Ação Contra Mudança Global do Clima (Figura 4).

Figura 4: Imagem do Canal



Fonte: (Smile and Learn, 2023)

Passo 3: Disponibilizar um computador ao grupo e solicitar que acessem o *app* <https://www.menti.com/>. O professor deve construir a atividade previamente no *app* <https://www.mentimeter.com/app/home> e em seguida disponibilizar o código aos estudantes. Assim, eles participam da construção de um questionário *on-line* e uma “Nuvem de Palavras” sobre a temática central desenvolvida na proposta. Um estudante acessa o *app*, mas todos contribuem. Ao final mostra ao grande grupo a formação da nuvem de palavras e discute sobre as principais palavras que se destacaram.

MOMENTO 2

Dando continuidade à sequência, o segundo momento (Quadro 9) visa aprofundar a compreensão dos estudantes sobre os impactos dos eventos climáticos extremos por meio de um jogo didático que simula tomadas de decisão diante de cenários reais. Essa proposta combina ludicidade e análise crítica, incentivando o trabalho em grupo e a discussão de casos ocorridos no Brasil e no mundo.

Quadro 9. Jogo Didático - Contexto sobre os Eventos Climáticos Extremos

Etapas	Descrição
Objetivos	Promover compreensão crítica dos impactos dos eventos extremos e desenvolver senso de responsabilidade ambiental.
Organização	Grupos de 5 a 7 estudantes em sala de aula; divisão de funções no jogo (líder, analista, repórter, etc.).
Materiais	Jogo didático impresso ou digital, projetor, mapas, fichas de caso e dados climáticos.
Introdução	Apresentação do contexto dos eventos climáticos extremos, com foco nos recentes desastres no Rio Grande do Sul, Brasil e no Mundo.
Desenvolvimento	Aplicação do jogo didático que simula decisões frente a eventos extremos, seguido de análise de casos globais.
Avaliação	Observação da participação, tomada de decisões no jogo e reflexão crítica nas discussões.
Conclusão	Socialização das aprendizagens e comparação dos casos regionais e globais discutidos.
BNCC (Habilidades e Competências)	EF09CI03, EF09CI06, EF08GE03, EF08GE09 e Competências Gerais: 1, 2, 7, 10

Fonte: Autor (2025)

A análise enfatiza, particularmente, os eventos recentes ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, região que tem enfrentado consequências severas de desastres naturais associados às mudanças climáticas. Adicionalmente, são examinados outros exemplos de eventos extremos em diferentes regiões do globo, com o objetivo de oferecer uma perspectiva comparativa e fomentar o entendimento global do problema. Todos os detalhes do “Jogo Didático: Desafios do Clima Extremo” estão descritos no Apêndice D.

MOMENTO 3

Neste momento (Quadro 10), os estudantes são introduzidos às tecnologias imersivas, com ênfase na RA e RV. Por meio de atividades práticas com aplicativos e óculos de RV, os estudantes exploram visualmente os fenômenos ambientais em 3D, ampliando sua compreensão sobre os efeitos das mudanças climáticas. Essa experiência estimula a análise crítica e promove o uso consciente da tecnologia como recurso educativo.

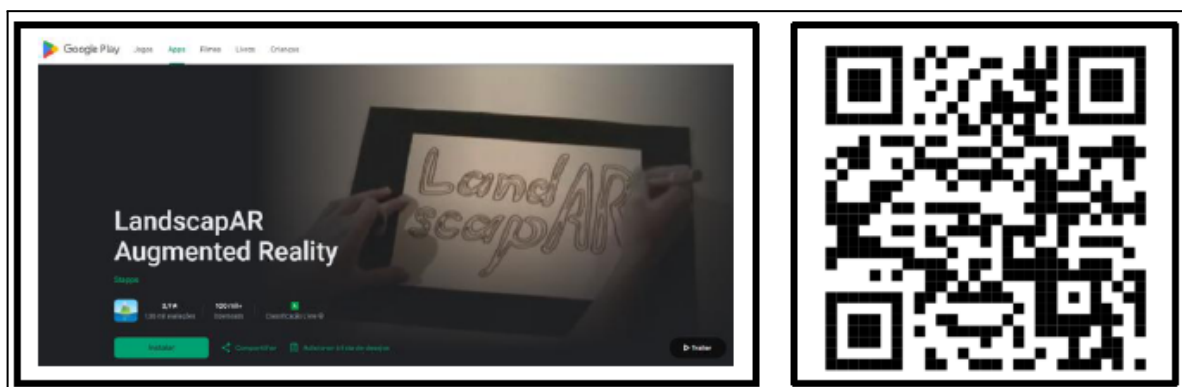
Quadro 10. Uso de Tecnologias Imersivas

Etapas	Descrição
Objetivos	Proporcionar experiências práticas com RA e RV, Compreender a aplicação das tecnologias imersivas em contextos acadêmicos, Científicos e ambientais, Estimular a análise crítica sobre os impactos das mudanças climáticas e a importância da conscientização ambiental.
Organização	Inicia com uso de aplicativo de RA (http://goo.gl/xzS4OX) para introdução aos conceitos e visualização de fenômenos ambientais, Uso de óculos de RV no laboratório Maker para exploração de imagens 3D sobre eventos climáticos extremos (via YouTube e plataforma Seymour & Lerhn);
Materiais	Aplicativo de RA (smartphones/tablets), Óculos de Realidade Virtual, Acesso à internet, Smartphones dos estudantes, Vídeo do YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=WXAHH3pe84k , Plataforma Seymour e Lerhn: https://www.seymourlerhn.com/platform .
Desenvolvimento	Foca no uso de tecnologias imersivas — Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) — aplicadas às questões ambientais. Os estudantes vivenciam experiências práticas com essas tecnologias, explorando fenômenos climáticos e seus impactos, com foco em análise crítica e reflexiva.
Avaliação	Observação da participação e envolvimento durante as atividades, Questionamentos orais para verificar a compreensão dos conceitos de RA/RV e suas aplicações ambientais e Produção de registros reflexivos (oral ou escrito) sobre a experiência e os impactos ambientais analisados.
Conclusão	A aula finaliza com uma roda de conversa sobre o que foi vivenciado, relacionando a tecnologia ao estudo das mudanças climáticas. O foco é consolidar o entendimento sobre as aplicações das tecnologias imersivas e promover consciência crítica sobre os problemas ambientais discutidos.
BNCC (Habilidades e Competências)	Competências Gerais da BNCC: 1, 2, 5 e 10. (EF09CI02, (EF09CI04), (EM13CNT103

Fonte: Autor (2025)

No início da aula, os estudantes serão guiados no uso do aplicativo de RA, disponível no link (<http://goo.gl/xzS4OX>). A Figura 5 mostra a página do aplicativo na loja *Google Play*. Essa etapa visa introduzir os conceitos fundamentais da Realidade Aumentada e explorar seu potencial como recurso pedagógico e tecnológico, com enfoque na visualização e análise de fenômenos ambientais.

Figura 5: Imagem do Site *LandscapAR Augmented Reality*



Fonte: (LandscapAR Augmented Reality, 2025).

Em seguida, os estudantes utilizam os óculos de RV disponíveis no laboratório Maker da escola. Por meio de seus *smartphones*, têm a oportunidade de analisar imagens tridimensionais relacionadas a eventos climáticos extremos, como tempestades severas, inundações e ondas de calor.

Essas imagens são acessadas na plataforma do *YouTube*, por meio do vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=WXAhh3pe84k> (Figura 5), e também no site oficial do canal *Seymour e Lerhn*, acessível em <https://www.seymourlerhn.com/platform> (Figuras 6 e 7). Essa abordagem prática permite uma imersão mais profunda no tema, conectando a experiência tecnológica às reflexões sobre os impactos das mudanças climáticas e a importância da conscientização ambiental.

Figura 6: Imagem do Canal Seymour e Lerhn



Fonte: (Seymour; Lerhn, 2025).

Figura 7: Imagem do Site Seymour e Lerhn



Fonte: (Seymour; Lerhn, 2025).

Esta etapa da aula não se limita à experimentação prática. Busca-se fomentar um entendimento mais profundo sobre as tecnologias imersivas, suas aplicações e implicações no estudo de fenômenos complexos, como os impactos das mudanças climáticas. A interação com essas ferramentas permite aos estudantes não apenas o domínio técnico, mas também o desenvolvimento de competências analíticas críticas, essenciais para a apropriação dos conceitos que são abordados ao longo da Sequência Didática (SD).

MOMENTO 4

O quarto momento (Quadro 11) propõe uma exploração de mapas topográficos digitais por meio de um site especializado, permitindo que os estudantes localizem e analisem as cidades impactadas por desastres naturais. A atividade desenvolve habilidades em leitura de relevo e ocupação do solo, ao mesmo tempo que estimula reflexões sobre sustentabilidade e vulnerabilidades geográficas.

Quadro 11. Mapas Topográficos e Sustentabilidade

Etapa	Descrição
Objetivos	Explorar mapas topográficos digitais como ferramenta de análise geográfica, Desenvolver habilidades na leitura e interpretação de mapas, Compreender a influência do relevo nas dinâmicas ambientais e socioeconômicas e Promover pensamento crítico sobre sustentabilidade e ocupação do solo.
Organização	A aula é realizada no laboratório de informática da escola, O professor irá orientar os estudantes no uso do site https://pt-br.topographic-map.com/map/ , Os estudantes deverão localizar e explorar as cidades definidas na SD e Haverá discussão coletiva sobre as características topográficas observadas.
Materiais	Computadores com acesso à internet, Site de mapas topográficos: https://pt-br.topographic-map.com/map/ , Lista de cidades a serem analisadas e Caderno ou ficha para registro das observações.

Desenvolvimento	O quarto momento utiliza os computadores da escola e o site https://pt-br.topographic-map.com/map/ para explorar mapas topográficos. Os estudantes localizam e analisam cidades relacionadas à SD, desenvolvendo habilidades de leitura de mapas e interpretação de relevo, ocupação do solo e altitudes.
Avaliação	Participação nas atividades práticas e discussões, Capacidade de navegação no site e interpretação dos dados apresentados, Registro individual ou em grupo com análise dos mapas topográficos das cidades estudadas e Reflexão crítica sobre os impactos do relevo no desenvolvimento sustentável.
Conclusão	A aula finaliza com socialização das análises feitas pelos estudantes e reflexão coletiva sobre os desafios enfrentados por diferentes regiões em relação ao relevo, acessibilidade e sustentabilidade. O objetivo é integrar teoria e prática, promovendo uma aprendizagem com sentido.
BNCC (Habilidades e Competências)	Competências Gerais da BNCC: 1, 2, 5 e 10. Habilidades da área de Ciências da Natureza: (EF09CI01) , (EM13CNT104)e (EM13CNT103)

Fonte: Autor (2025)

No momento número 4, o professor utiliza os computadores da escola para auxiliar os estudantes no uso do *site* (<https://pt-br.topographic-map.com/map/>) (Figura 8), a fim de acessar as imagens topográficas e localizar as cidades que serão analisadas no âmbito da SD. Neste momento, os computadores da escola são fundamentais no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando aos estudantes a exploração de mapas topográficos digitais. O site <https://pt-br.topographic-map.com/map/> é utilizado como ferramenta principal para acessar imagens topográficas detalhadas, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades na leitura e interpretação de mapas. Essa abordagem favorece uma experiência interativa, na qual os estudantes podem visualizar diferentes altitudes, relevo e padrões de ocupação do solo, aprimorando sua compreensão dos aspectos geográficos das localidades analisadas.

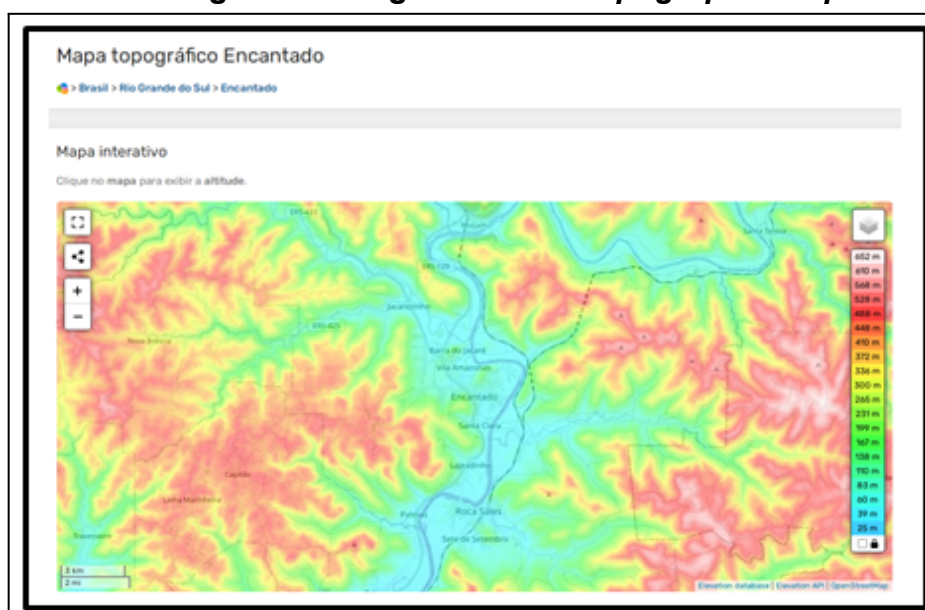
A utilização de recursos tecnológicos no ensino das Ciências da Natureza fortalece a autonomia dos estudantes e estimula a aprendizagem ativa. Durante a aula, o professor orienta os estudantes na navegação pelo *site*, demonstrando como localizar as cidades que serão analisadas no âmbito da sustentabilidade e desenvolvimento. Além disso, são discutidas as principais características do relevo dessas cidades e sua influência nas dinâmicas ambientais e socioeconômicas. Dessa forma, os estudantes não apenas acessam informações geográficas, mas

também desenvolvem um pensamento crítico sobre os impactos da topografia no desenvolvimento sustentável.

A proposta pedagógica desta atividade está alinhada às metodologias ativas de ensino, que incentivam a experimentação e o uso de ferramentas digitais para fortalecer a aprendizagem. O uso do *site* permite que os estudantes realizem comparações entre diferentes regiões, identifiquem padrões de relevo e compreendam melhor os desafios enfrentados por determinadas localidades em termos de infraestrutura, acessibilidade e conservação ambiental. Essa abordagem contribui para a construção de um conhecimento mais dinâmico e aplicado à realidade dos estudantes.

Por fim, essa estratégia de ensino busca integrar a tecnologia ao cotidiano escolar, promovendo um ambiente de aprendizagem mais engajador e significativo. O acesso a mapas interativos amplia as possibilidades de análise e investigação, proporcionando uma visão mais ampla e detalhada das características geográficas das cidades estudadas. Dessa maneira, os estudantes podem correlacionar a teoria com a prática, tornando-se protagonistas no processo de construção do conhecimento geográfico e ambiental.

Figura 8: Imagem do Site *Topographic Map*



Fonte: (Topographic Map, 2025).

MOMENTOS 5, 6 e 7

Estes momentos (Quadro 12) concentram-se em uma atividade prática fundamentada na cultura maker, com a construção de maquetes topográficas que representam as áreas estudadas. Utilizando materiais simples e ferramentas digitais (como cortadora a laser e impressora 3D), os estudantes consolidam os conhecimentos adquiridos, articulando aspectos geográficos, climáticos e tecnológicos. A experiência estimula a experimentação, a criatividade e o trabalho colaborativo.

Quadro 12. Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker

Etapas	Descrição
Objetivos	Consolidar conhecimentos sobre relevo, clima e sustentabilidade, estimular a experimentação e o trabalho colaborativo, utilizar ferramentas manuais e digitais na prototipagem de maquetes e promover pensamento crítico sobre desastres naturais e possíveis soluções sustentáveis.
Organização	Organização dos materiais e espaço (laboratório Maker ou sala de aula), Orientação inicial sobre o manuseio dos materiais e resgate de conhecimentos anteriores, Construção das maquetes com uso de papelão, cola, tintas, serragem e equipamentos como impressora 3D, cortadora a laser e plotter de recorte e Discussão e análise das áreas representadas nas maquetes.
Materiais	Papelão, tesoura, cola, tintas guache, serragem, Impressora 3D, cortadora a laser, plotter de recorte, Equipamentos do laboratório Maker e Referências topográficas estudadas anteriormente.
Desenvolvimento	Nos encontros 5, 6 e 7, os estudantes realizam atividades práticas baseadas na cultura Maker. Utilizam materiais simples e equipamentos de fabricação digital para construir maquetes topográficas, integrando conhecimentos sobre eventos climáticos extremos e uso de tecnologias imersivas.
Avaliação	Observação da participação, criatividade e cooperação durante a construção das maquetes, Análise da fidelidade da maquete às condições geográficas reais, Reflexões orais e escritas sobre causas e soluções para eventos climáticos extremos nas áreas representadas e Autoavaliação e coavaliação do trabalho em grupo.
Conclusão	As atividades práticas são concluídas com a apresentação dos projetos e uma reflexão coletiva sobre os desafios ambientais enfrentados pelas regiões representadas. A abordagem promove aprendizagem contextualizada e o fortalecimento da consciência socioambiental.
BNCC (Habilidades e Competências)	Competências Gerais da BNCC: 1, 3, 4, 5, 6 e 10 Habilidades da área de Ciências da Natureza: (EF09CI02), (EF09CI04) e (EM13CNT106).

Fonte: Autor (2025)

O professor é responsável por organizar previamente os materiais necessários para a construção das maquetes, garantindo que os estudantes tenham acesso a todos os recursos indispensáveis. A orientação inicial inclui instruções sobre o

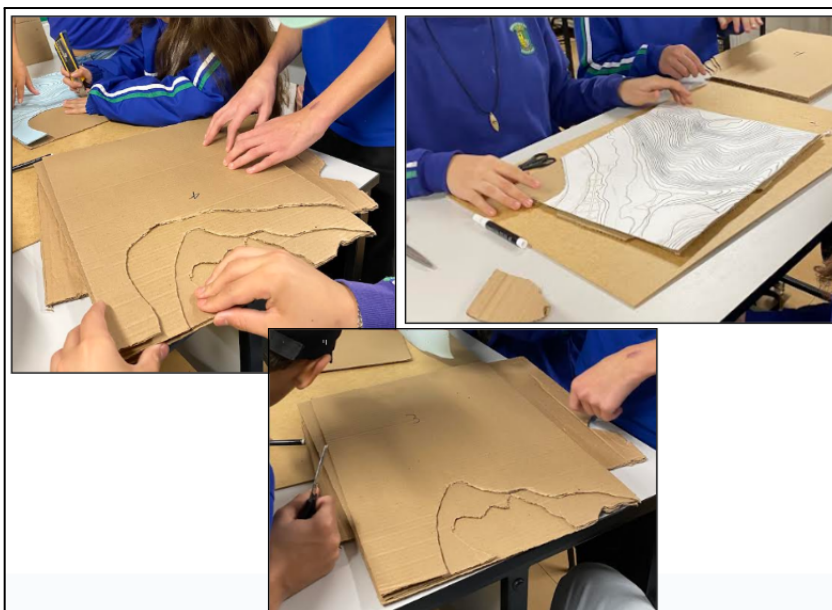
manuseio dos materiais, bem como um resgate dos conhecimentos adquiridos anteriormente sobre eventos climáticos extremos e o uso de tecnologias imersivas.

Durante o processo de construção das maquetes topográficas, os estudantes utilizam o papelão como principal material estrutural, juntamente com tesouras, cola, serragem e tintas guache para dar forma e realismo ao relevo representado. Além do uso de ferramentas manuais, os estudantes têm a oportunidade de utilizar equipamentos disponíveis nos laboratórios *Makers* do município de Passo Fundo, RS. A Sala *Maker*, inserida dentro das escolas, contém três máquinas de fabricação digital: a Impressora 3D, a Cortadora a Laser e a Plotter de Recorte. O uso desses equipamentos permite maior fidelidade na representação das áreas estudadas, além de estimular o aprendizado sobre manufatura digital e prototipagem. Esse espaço é utilizado para aulas *Maker* baseadas em metodologias ativas, dando ênfase ao trabalho prático e colaborativo.

A metodologia adotada baseia-se na aprendizagem ativa, incentivando a experimentação e o trabalho colaborativo. Durante a construção das maquetes, os estudantes têm a oportunidade de discutir as razões pelas quais determinadas áreas são mais suscetíveis às enchentes, considerando variáveis como altitude, proximidade de rios e padrões de urbanização. Além disso, a atividade proporciona reflexões sobre possíveis soluções para mitigar os impactos desses desastres naturais, promovendo um olhar crítico e investigativo.

Por fim, essa abordagem pedagógica visa tornar o ensino das ciências da natureza mais dinâmico e envolvente, utilizando a cultura maker como ferramenta para consolidar conhecimentos de forma prática. A materialização das informações em maquetes facilita a visualização dos fenômenos estudados, favorecendo a construção do conhecimento de maneira interativa e contextualizada. Dessa forma, os estudantes não apenas aprimoram suas habilidades técnicas, mas também desenvolvem uma consciência socioambiental essencial para a compreensão dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. A Figura 9 mostra algumas fotos de estudantes construindo as maquetes em um estudo exploratório.

Figura 9. Estudantes realizando um estudo exploratório



Fonte: Autor (2024)

MOMENTO 8

Neste último momento (Quadro 13) da sequência didática, é realizada a aplicação de um questionário estruturado (Apêndice E) com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes sobre as atividades propostas, bem como identificar evidências de engajamento e possíveis mudanças de postura diante das questões ambientais abordadas ao longo da sequência.

Quadro 13. Avaliação

Etapas	Descrição
Objetivos	Refletir sobre o processo de aprendizagem, avaliar o impacto das atividades propostas, levantar evidências de conscientização ambiental e subsidiar a revisão de estratégias pedagógicas futuras.
Organização	O questionário é aplicado individualmente ao final da sequência didática, a partir de um formulário Google. O professor orienta a leitura e responde dúvidas sobre os itens.
Materiais	Questionário estruturado (Apêndice E).
Desenvolvimento	A aplicação do questionário estruturado (Apêndice E) marca a etapa final da sequência didática, com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes sobre as atividades realizadas, seu nível de engajamento e possíveis mudanças de atitude em relação às questões ambientais abordadas.
Avaliação	As respostas são analisadas qualitativamente e quantitativamente, considerando níveis de engajamento, criticidade e compreensão dos conceitos trabalhados. A análise contribui para o aprimoramento da SD.

Conclusão	Encerramento com breve roda de conversa, socializando percepções gerais sobre a SD. Síntese das aprendizagens e espaço aberto para sugestões e comentários dos estudantes.
BNCC (Habilidades e Competências)	Competências: 1, 2, 6, 7 e 10. - EF08CI07, EF08CI09, EF08CI18.

Fonte: Autor (2025)

A atividade visa proporcionar uma reflexão individual sobre o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os estudantes expressem suas impressões acerca das metodologias utilizadas, das tecnologias exploradas e dos conteúdos trabalhados. Além de subsidiar a avaliação dos resultados da proposta, o questionário pode servir como um instrumento para o aprimoramento de futuras práticas pedagógicas, ao revelar o grau de envolvimento dos estudantes, sua compreensão dos fenômenos estudados e o impacto que a experiência teve em sua conscientização ambiental.

A análise das respostas pode ser conduzida de forma qualitativa e quantitativa, considerando os níveis de compreensão, criticidade e engajamento demonstrados. Espera-se, assim, consolidar o processo avaliativo como etapa formativa e contextualizada, contribuindo para o fortalecimento de práticas educativas contextualizadas, inovadoras e centradas no protagonismo discente.

8. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A aplicação da proposta didática desenvolvida neste estudo ocorreu ao longo de um conjunto de aulas planejadas para integrar conhecimentos científicos, tecnologias imersivas e práticas de cultura maker. A ação pedagógica teve como foco promover a compreensão dos eventos climáticos extremos por meio de atividades investigativas, experimentação prática e construção colaborativa. Nesse contexto, buscou-se articular teoria e prática para favorecer aprendizagens com sentido, possibilitando que os estudantes não apenas compreendessem os fenômenos naturais estudados, mas também desenvolvessem habilidades relacionadas à resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico e uso qualificado de tecnologias digitais.

O relato a seguir apresenta, de forma organizada e descritiva, as etapas da implementação da proposta, o comportamento e o engajamento dos estudantes, as estratégias adotadas, bem como os principais desafios e possibilidades observadas ao longo do processo.

A aplicação da Sequência Didática (SD) ocorreu na Escola Municipal de Ensino Fundamental Senador Pasqualini, localizada na Rua Ludovico Della Mea, Vila Vera Cruz, em Passo Fundo (RS). A aplicação teve duração total de oito encontros de 45 minutos cada. A condução das atividades foi realizada pelo pesquisador e professor, adotando-se a observação participante como modalidade principal de análise.

i. Momento 1 – Introdução ao tema dos Eventos Climáticos extremos

A sequência didática teve início com uma abordagem introdutória sobre os eventos climáticos extremos, buscando a escuta ativa dos estudantes e a construção coletiva de conhecimentos prévios. O encontro foi conduzido com base em metodologias ativas, incorporando recursos midiáticos e estratégias de interação digital. Durante a condução do primeiro momento, observou-se uma expressiva curiosidade e participação discente. Em diálogo espontâneo, estudantes verbalizaram percepções marcantes, como a frase: "Acham que nunca foi assim", ao refletirem sobre a intensificação e recorrência de eventos climáticos extremos nos

últimos tempos. Atribuíram à ação humana, em especial à poluição, a responsabilidade por tais eventos. Houve também menções a referências midiáticas, como a sugestão do filme "Onde Está a Segunda?", por parte de um estudante, indicando articulações espontâneas entre conteúdos escolares e repertórios culturais. Foi exibido o vídeo educativo "ODS 13 – Ação Contra Mudança Global do Clima", do canal *Smile and Learn* (2023), o qual despertou grande atenção da turma. A Figura 10 mostra a turma durante a exibição do vídeo.

Figura 10: Vídeo Educativo "ODS 13 – Ação Contra Mudança Global do Clima", do canal *Smile and Learn* (2023)

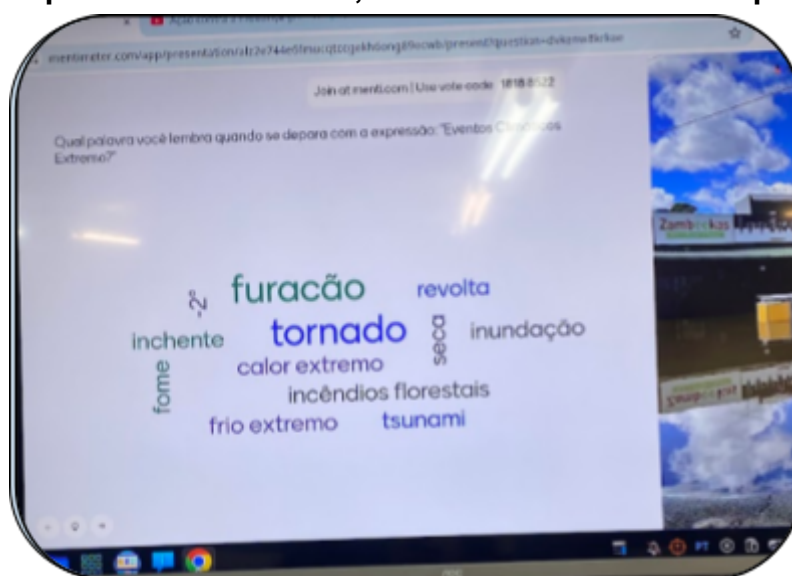


Fonte: Autor (2025)

Em seguida, iniciou-se um diálogo sobre desinformação e notícias falsas (*fake news*) relacionadas ao tema. Os estudantes manifestaram tristeza ao se depararem com situações em que tais eventos são minimizados ou negados por meio de *fake news*. Como atividade interativa, foi utilizado o aplicativo *Mentimeter*, no formato de nuvem de palavras, com a seguinte pergunta: "Qual palavra você lembra quando se depara com a expressão: eventos climáticos extremos?"

A Figura 11 apresenta a nuvem de palavras gerada a partir das respostas dos estudantes. Entre os termos mais recorrentes destacam-se: incêndios florestais, tsunami, inundações, revolta, furacão, tornado, calor extremo, -2°C , seca, fome, enchentes e frio extremo. A palavra 'furacão' se destacou como a mais citada, seguida por outras como 'incêndios florestais', 'tsunami' e 'inundações'. A nuvem de palavras construída com o uso do *Mentimeter* revelou uma forte presença de termos associados a desastres naturais, indicando que os estudantes possuem associações importantes e concretas com o tema.

Figura 11: Aplicativo *Mentimeter*, no formato de nuvem de palavras



Fonte: Autor (2025)

Na sequência, questionou-se a turma sobre qual Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) trata especificamente das ações relacionadas às mudanças climáticas. Apenas um estudante soube identificar corretamente o ODS 13.

Também foi observado que muitos estudantes ainda desconheciam o significado da sigla ODS. No entanto, alguns relataram ter desenvolvido trabalhos interdisciplinares sobre os ODS no ano anterior, especialmente nos componentes curriculares de ciências e geografia.

ii. Momento 2 – Jogo Didático - Contexto sobre os Eventos Climáticos Extremos

Neste segundo encontro, deu-se continuidade à sequência didática com a aplicação de um recurso lúdico e pedagógico: o jogo de tabuleiro “Eventos Climáticos Extremos”, desenvolvido e impresso em MDF no laboratório Maker da escola. O jogo foi adesivado com ilustrações coloridas, buscando tornar o material visualmente atrativo e acessível. Na Figura 12 são apresentados dois exemplares do jogo.

Figura 12: Tabuleiros (Modelo A e B)



Fonte: Autor (2025)

Os estudantes foram organizados em quatro grupos, compostos por aproximadamente cinco a seis integrantes cada. A dinâmica do jogo consistia no lançamento de dados, avanço de casas e resolução de charadas e desafios temáticos, diretamente relacionados ao conteúdo sobre eventos climáticos e ações humanas no meio ambiente. A participação dos estudantes foi intensa e entusiasmada. Destaca-se a presença ativa de uma estudante neurodivergente, que demonstrou grande alegria ao interagir com os colegas e participar do jogo, evidenciando o potencial inclusivo da estratégia didática.

Os relatos espontâneos dos estudantes indicaram que o jogo contribuiu significativamente para a sensibilização ambiental e a reflexão crítica sobre as ações humanas frente às mudanças climáticas. Um dos estudantes afirmou que o jogo

“ajuda a cuidar da natureza”, enquanto outro destacou que ele “aumenta a consciência sobre os atos humanos”. A Figura 13 apresenta os estudantes em momento de jogo, assim como na Figura 14 o professor está interagindo com a estudante neurodivergente.

O tempo previsto de 45 minutos revelou-se insuficiente, pois o engajamento dos participantes foi tão elevado que a atividade se estendeu além do horário previsto, com estudantes interessados em continuar jogando mesmo após o encerramento formal da aula.

A atividade promoveu uma participação intensa e entusiasmada, com destaque para o potencial inclusivo da estratégia, conforme evidenciado pela participação ativa de uma estudante neurodivergente. Os relatos dos estudantes reforçaram o caráter educativo e reflexivo do jogo, revelando sua contribuição para a conscientização ambiental. A vontade dos estudantes em continuar jogando após o tempo previsto indica alto engajamento e interesse pelo conteúdo abordado.

Figura 13: Estudantes interagindo no jogo



Fonte: Autor (2025)

Figura 14: Professor interagindo com estudante neurodivergente



Fonte: Autor (2025)

iii. Momento 3 – Uso de Tecnologias Imersivas

Durante o desenvolvimento da etapa prática com o uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), os estudantes demonstraram alto engajamento, curiosidade investigativa e disposição para explorar as tecnologias aplicadas aos temas ambientais. A introdução da atividade, realizada com o uso do aplicativo de RA para visualização de fenômenos climáticos, proporcionou uma experiência visual e conceitual rica, favorecendo a compreensão de conteúdos que, tradicionalmente, apresentam maior grau de abstração.

Apesar do sucesso da proposta, alguns estudantes enfrentaram dificuldades de acesso ao aplicativo de RA, sobretudo devido à necessidade de download prévio e à incompatibilidade com dispositivos iOS, o que gerou pequenas adaptações e revezamentos entre os colegas. Ainda assim, o coletivo demonstrou colaboração e flexibilidade, o que permitiu a continuidade das atividades sem prejuízo significativo à aprendizagem.

No laboratório Maker, o uso dos óculos de RV, aliado à exploração de vídeos imersivos (via *YouTube* e plataforma *Seymour & Lerhn*), proporcionou momentos de

imersão e reflexão crítica. As reações emocionais dos estudantes, especialmente diante de eventos climáticos extremos, demonstraram envolvimento afetivo e cognitivo, promovendo consciência socioambiental e reconhecimento da gravidade das mudanças climáticas.

Destacou-se a participação de uma estudante neurodivergente, que foi incluída ativamente na proposta. Para ela, foi adaptado um vídeo de Realidade Virtual com linguagem mais acessível e visual lúdico, utilizando a personagem Luna (conteúdo infantil), o que gerou encantamento e forte conexão emocional com a atividade. Sua participação foi marcada por expressões de alegria, verbalizações espontâneas e interesse contínuo, evidenciando os benefícios da personalização e acessibilidade nos recursos didáticos.

Durante os questionamentos orais, os estudantes demonstraram compreensão satisfatória dos conceitos de RA e RV, relacionando suas aplicações aos contextos científicos, educacionais e ambientais. A produção dos registros reflexivos (orais e escritos) apontou para a capacidade crítica do grupo em discutir os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente e reconhecer o papel das tecnologias como ferramentas de transformação.

A atividade foi finalizada com uma roda de conversa que permitiu a socialização das experiências, a troca de percepções e o fortalecimento do senso de pertencimento e responsabilidade coletiva. A proposta cumpriu com êxito os objetivos traçados, promovendo:

- Aprendizagem ativa e contextualizada com uso de tecnologias imersivas;
- Integração de todos os estudantes, incluindo adaptações para estudantes com necessidades específicas;
- Análise crítica e reflexiva sobre problemas ambientais contemporâneos;
- Desenvolvimento de competências gerais da BNCC, especialmente as competências 1, 2, 5 e 10.

Neste encontro, que envolveu o uso das tecnologias imersivas para o estudo de fenômenos ambientais, a avaliação foi realizada com base em observações sistemáticas, utilizando uma escala de 1 (baixo) a 5 (alto), e contemplou tanto aspectos cognitivos quanto afetivos e inclusivos.

A dimensão com maior destaque foi o engajamento geral dos estudantes, avaliado com pontuação máxima (5). Essa resposta positiva evidencia o potencial das tecnologias imersivas como mediadoras de uma aprendizagem ativa e experiencial. O uso de RA e RV não apenas capturou a atenção dos estudantes, mas também contribuiu para a criação de um ambiente de investigação dinâmica, no qual o conteúdo científico pôde ser explorado de forma interativa e visualmente impactante.

Outro ponto relevante foi o interesse despertado pelos impactos ambientais (5 pontos). A experiência imersiva com imagens tridimensionais de eventos climáticos extremos suscitou reflexões espontâneas, comentários críticos e conexões com o cotidiano, indicando que a proposta favoreceu a problematização dos conteúdos e a conscientização ambiental, aspectos fundamentais para a construção de uma formação cidadã e crítica, conforme orienta a BNCC.

No que se refere à compreensão dos conceitos de RA e RV, observou-se uma assimilação satisfatória (4). Os estudantes conseguiram identificar aplicações reais dessas tecnologias em contextos acadêmicos, científicos e ambientais, embora alguns tenham revelado dificuldades técnicas ou limitações conceituais iniciais. Ainda assim, a mediação docente e o apoio entre pares favoreceram a superação dessas barreiras.

A produção de registros reflexivos (Apêndice D), tanto orais quanto escritos, foi igualmente expressiva (nota 4). Os estudantes demonstraram capacidade de síntese, argumentação e interpretação dos fenômenos vivenciados, articulando conhecimentos científicos e percepções subjetivas sobre os problemas ambientais explorados. Esse tipo de produção é essencial para consolidar a aprendizagem e estimular a metacognição.

Entretanto, surgiu um ponto de atenção: as dificuldades técnicas com o uso do aplicativo de RA (2 pontos). Algumas limitações foram identificadas, como a necessidade de *download* prévio e a incompatibilidade com o sistema *iOS*, o que impediu parte dos estudantes de acessarem o recurso de forma plena. Esse aspecto reforça a importância de um planejamento prévio mais robusto, que antecipe

desafios técnicos e garanta maior equidade de acesso, especialmente em contextos escolares com infraestrutura variada.

Por fim, destacou-se de forma extremamente positiva a participação da estudante neurodivergente, avaliada com nota máxima (5). A adaptação da atividade, com o uso de um vídeo de RV infantil protagonizado pela personagem Luna, permitiu à estudante uma experiência com sentido, acessível e afetivamente mobilizadora. Esse dado ilustra como o uso sensível da tecnologia pode se tornar uma ferramenta poderosa para a inclusão, contribuindo para um ambiente educativo mais justo, respeitoso e humanizado. Em síntese, a análise do Momento 03 revela uma proposta pedagógica rica e potente, que integra inovação tecnológica, criticidade ambiental e compromisso com a diversidade.

Os resultados observados apontaram para os benefícios da utilização de tecnologias imersivas como instrumentos de ampliação do repertório científico e formação cidadã, sem perder de vista os desafios que ainda se impõem no campo da acessibilidade, infraestrutura e mediação pedagógica qualificada. Na Figura 15, professor e estudantes fazem uso dos óculos de RV. Já na Figura 16 a estudante neurodivergente, acompanhada pela monitora, faz uso dos óculos de RV. Nas Figuras 17 e 18, o professor orienta os estudantes para o uso da RA com uso de um cartaz, após os estudantes aplicam a estratégia com uso de seus *smartphones*.

Figura 15: Professor e estudante utilizando óculos de RV



Fonte: Autor (2025)

Figura 16: Estudante neurodivergente e monitora (Uso de RV)



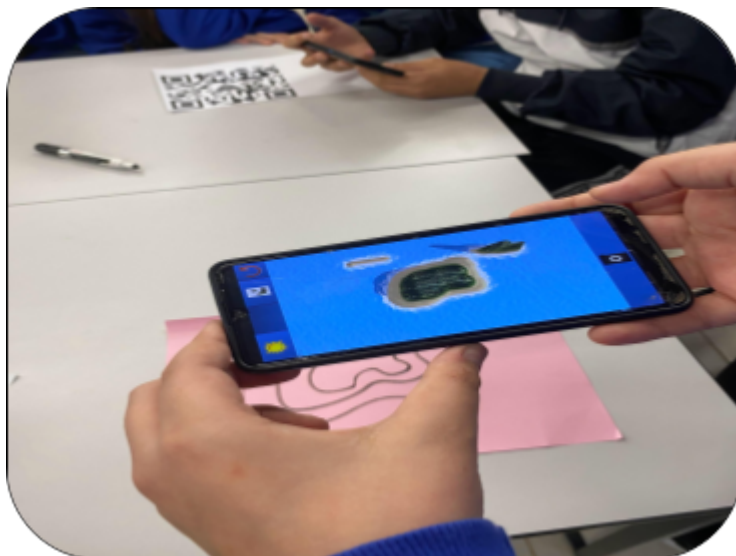
Fonte: Autor (2025)

Figura 17: Estudantes utilizando o App de RA



Fonte: Autor (2025)

Figura 18: Utilização do Smartphone (App de RA)



Fonte: Autor (2025)

iv. Momento 4 – Mapas Topográficos e Sustentabilidade

A quarta etapa da sequência didática teve como foco a exploração de mapas topográficos digitais por meio da plataforma *Topographic-map.com*. Os estudantes foram orientados a localizar e analisar as cidades de Encantado, Muçum e Roca Sales, municípios fortemente afetados por eventos climáticos extremos recentes, especialmente enchentes de grande magnitude registradas nos últimos anos no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul.

Após uma explanação inicial sobre o conceito de topografia e sua importância para o entendimento da dinâmica territorial, foi realizada uma demonstração prática das funcionalidades do site, incluindo recursos de zoom, leitura altimétrica, sobreposição de camadas e visualização em perspectiva 3D. A proposta pedagógica buscou estabelecer conexões entre relevo, hidrografia e vulnerabilidade socioambiental, permitindo aos estudantes correlacionar dados geoespaciais com a ocorrência e a intensidade de enchentes na região.

Foram observados os seguintes objetivos pedagógicos: Desenvolver a competência de leitura e interpretação de mapas topográficos digitais; Analisar as relações entre características físicas do território (altimetria, proximidade de cursos d'água, inclinação de encostas) e a incidência de enchentes; Promover o pensamento crítico sobre planejamento urbano e prevenção de desastres

socioambientais; Integrar conhecimentos de Ciências da Natureza, Geografia e Educação Ambiental por meio de ferramentas tecnológicas interativas.

Durante a exploração da ferramenta, observou-se elevado nível de engajamento por parte dos estudantes, evidenciado pela curiosidade em manipular o mapa, ampliar a escala e explorar não apenas os municípios propostos, mas também localidades vizinhas. Em vários casos, os grupos identificaram padrões territoriais relevantes, como a concentração de áreas urbanas próximas aos leitos dos rios Taquari e Guaporé, zonas de várzea e áreas de encosta com inclinação acentuada.

O processo de análise instigou debates espontâneos, nos quais os estudantes relacionaram as informações topográficas aos impactos observados em enchentes anteriores, como destruição de pontes, alagamento de áreas residenciais e deslocamento de famílias. Esse diálogo revelou que a mediação docente favoreceu a construção de interpretações mais consistentes, em que os estudantes passaram a compreender que o relevo não apenas influencia o escoamento superficial das águas, mas também condiciona a intensidade e a abrangência dos danos.

Além disso, a atividade proporcionou uma situação de aprendizagem colaborativa, pois os estudantes trabalharam em pares ou pequenos grupos, compartilhando hipóteses e validando observações. Essa interação reforçou o caráter investigativo da proposta e permitiu que a construção de conhecimento se desse de forma socializada, em consonância com perspectivas construtivistas da aprendizagem.

Esta etapa apresentou grande potencial para análise na dissertação, pois evidencia como recursos tecnológicos digitais podem ampliar a compreensão de fenômenos ambientais complexos. A experiência aponta para três eixos de análise possíveis, conforme o Quadro 14:

- **Eficácia das ferramentas digitais na mediação do conhecimento geocientífico:** O uso do *Topographic-map.com* aproximou os estudantes de dados reais e georreferenciados, favorecendo a percepção espacial e fortalecendo a relação teoria-prática;

- **Relação entre aprendizagem ativa e engajamento estudantil:** A autonomia conferida pela exploração livre do mapa e pela interação com dados visuais contribuiu para a motivação intrínseca e para a participação de todos os estudantes, incluindo aqueles com menor predisposição inicial para atividades de caráter teórico;
- **Integração interdisciplinar e contextualização regional:** A vinculação da análise topográfica com um evento climático recente e local (enchentes no Vale do Taquari) aumentou a relevância da atividade, estimulando reflexões críticas sobre vulnerabilidade, gestão de risco e responsabilidade social.

Quadro 14: Rubrica de Avaliação - Resultados

Código	Eixo de Análise	Indicador Observável	Escala de Avaliação (1-5)	Pontuação
EF-1	Eficácia das ferramentas digitais	Utiliza corretamente recursos de zoom, altimetria e sobreposição de camadas.	1 – Não compreende; 2 – Pouco; 3 – Parcialmente; 4 – Bem; 5 – Plenamente	3
EF-2	Eficácia das ferramentas digitais	Relaciona dados topográficos com a ocorrência de enchentes.	1 – Não relaciona; 2 – Pouco; 3 – Parcialmente; 4 – Bem; 5 – Plenamente	4
AA-1	Aprendizagem ativa e engajamento	Participa voluntariamente nas discussões.	1 – Nenhuma; 2 – Pouca; 3 – Moderada; 4 – Alta; 5 – Muito alta	3
AA-2	Aprendizagem ativa e engajamento	Explora autonomamente áreas além das propostas.	1 – Não explora; 2 – Pouco; 3 – Parcialmente; 4 – Bastante; 5 – Muito	5
IC-1	Integração interdisciplinar e contextualização regional	Integra conceitos de relevo, hidrografia e vulnerabilidade socioambiental.	1 – Não integra; 2 – Pouco; 3 – Parcialmente; 4 – Bem; 5 – Plenamente	5
IC-2	Integração interdisciplinar e contextualização regional	Relaciona os dados analisados com eventos climáticos recentes na região.	1 – Não relaciona; 2 – Pouco; 3 – Parcialmente; 4 – Bem; 5 – Plenamente	5

Fonte: Autor (2025)

A análise dos indicadores da rubrica evidencia um desempenho globalmente positivo dos estudantes, com especial destaque para os aspectos relacionados à aprendizagem ativa, integração interdisciplinar e contextualização regional.

No eixo “Eficácia das ferramentas digitais”, o indicador EF-1 (“Utiliza corretamente recursos de *zoom*, altimetria e sobreposição de camadas”) obteve pontuação 3, sugerindo uma compreensão parcial dessas funcionalidades. Este resultado indica que, embora os estudantes demonstrem familiaridade inicial com os recursos tecnológicos, ainda há espaço para aprimoramento na manipulação plena dessas ferramentas. Tal limitação pode estar associada à complexidade técnica de determinadas funcionalidades ou ao tempo de exposição relativamente reduzido a este tipo de recurso digital. Por outro lado, o indicador EF-2 (“Relaciona dados topográficos com a ocorrência de enchentes”) obteve 4, demonstrando que, mesmo sem domínio total da interface, os estudantes conseguem estabelecer relações consistentes entre informações geoespaciais e fenômenos ambientais, o que é coerente com as propostas de ensino baseado em problemas contextualizados.

No eixo Aprendizagem ativa e engajamento, a participação voluntária nas discussões (AA-1) apresentou pontuação 3, denotando envolvimento moderado. Isso pode refletir fatores como diferenças individuais no perfil de engajamento ou insegurança inicial diante de um ambiente de aprendizagem mais aberto. Entretanto, o indicador AA-2 (“Explora autonomamente áreas além das propostas”) atingiu 5, revelando que, quando estimulados, os estudantes ultrapassam as fronteiras do conteúdo prescrito e investigam temas ou regiões adicionais de forma autônoma. Esse comportamento está alinhado com as abordagens construtivistas, nas quais a curiosidade e a exploração livre são vistas como motores do aprendizado significativo.

No eixo Integração interdisciplinar e contextualização regional, tanto IC-1 quanto IC-2 atingiram a pontuação máxima 5, indicando que os estudantes não apenas compreendem a inter-relação entre conceitos de relevo, hidrografia e vulnerabilidade socioambiental, como também são capazes de correlacionar esses dados a eventos climáticos recentes na região. Este resultado reforça o potencial das tecnologias imersivas e da cultura maker para favorecer a aprendizagem contextualizada, pois oferecem oportunidades para que o estudante visualize e

manipule dados de maneira integrada, estabelecendo conexões concretas entre teoria e realidade local.

Embora a proficiência técnica no uso de ferramentas digitais ainda demande atenção, a capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em contextos reais e interdisciplinares já se encontra em um nível altamente satisfatório. Esse cenário sustenta a hipótese de que tecnologias imersivas mediadas por metodologias ativas, podem promover não apenas o domínio conceitual, mas também o desenvolvimento de competências críticas, como análise espacial, pensamento sistêmico e tomada de decisão fundamentada em evidências.

Na Figura 19 os estudantes utilizaram os computadores da escola para acessar o site *topographic map*, a fim de utilizar a ferramenta para visualizar as cidades de Encantado, Muçum e Roca Sales, todas no Rio Grande do Sul, em seu contexto de relevo e topografia, assim observam a posição das cidades em relação ao Rio Taquari.

Figura 19: Uso do site (Mapas Topográficos)



Fonte: Autor (2025)

v. Momentos 5 – Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker

Nesta etapa da sequência didática, os estudantes deram início ao processo de construção das maquetes topográficas das cidades de Muçum, Roca Sales e Encantado, municípios do Rio Grande do Sul que sofreram intensamente com eventos climáticos extremos.

Os materiais foram previamente organizados, e os grupos divididos por cidade. Foram disponibilizados todos os itens indispensáveis à atividade, como papelão, tesouras, cola, serragem e tintas guache, de modo a garantir que os estudantes pudessem iniciar seus protótipos de forma estruturada. A orientação inicial incluiu tanto instruções sobre o manuseio adequado dos materiais quanto um resgate dos conteúdos já trabalhados sobre eventos climáticos extremos e o papel das tecnologias imersivas no estudo e compreensão dessas situações.

Nessa etapa, os grupos se organizaram em torno das mesas, planejando as primeiras formas de relevo em papelão e discutindo como representar fielmente os territórios estudados. O trabalho foi marcado pela cooperação e pelo diálogo entre os integrantes, que iniciaram a modelagem básica de suas maquetes. Ainda que os recursos manuais tenham sido predominantes neste primeiro momento, os estudantes também tiveram contato com os equipamentos de fabricação digital disponíveis na Sala Maker, como a Impressora 3D, a Cortadora a Laser e a Plotter de Recorte. Esses equipamentos ampliaram as possibilidades criativas, oferecendo maior precisão para as representações.

É importante destacar que esta atividade corresponde apenas ao início do processo de construção. Sendo assim, a sequência didática teve continuidade, possibilitando o aprofundamento na elaboração das maquetes e a finalização das representações topográficas, sempre articulando conhecimentos científicos, práticas colaborativas e cultura maker. Abaixo na Figura 20 os estudantes estão iniciando os primeiros recortes para desenvolver as maquetes topográficas.

Figura 20: Estudantes desenvolvendo as maquetes topográficas



Fonte: Autor (2025)

vi. Momento 6 – Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker

Após a etapa inicial de contextualização e análise dos eventos climáticos extremos, os estudantes já se encontravam apropriados das informações científicas e geográficas necessárias para a construção das maquetes topográficas referentes aos municípios de Muçum, Roca Sales e Encantado, no Rio Grande do Sul. Antes do início da atividade prática, os grupos realizaram consultas ao site *Topographic Map*, o que possibilitou a análise detalhada da topografia dos territórios estudados. Essa etapa investigativa contribuiu para que os estudantes pudessem compreender a variação altimétrica, identificar áreas mais suscetíveis a enchentes e deslizamentos, além de fornecer subsídios técnicos para a modelagem física em sala de aula.

Na continuidade da sequência didática, os grupos iniciaram o processo de recorte e montagem das camadas em papelão, transpondo os dados bidimensionais obtidos digitalmente para representações tridimensionais. Com o auxílio de tesouras, estiletes e moldes impressos, os estudantes começaram a estruturar os relevos das cidades, aplicando os conhecimentos adquiridos sobre cartografia e topografia.

O ambiente marcado pela cooperação, engajamento e protagonismo estudantil, no qual os participantes discutiam estratégias de representação, definindo conjuntamente a organização das camadas e o detalhamento das áreas críticas.

Esse processo, além de estimular o trabalho colaborativo, potencializou o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, autonomia e resolução de problemas, características fundamentais das metodologias ativas e da cultura maker.

Assim, esta etapa da sequência didática representou um momento de síntese entre a investigação digital e a prática manual, aproximando os estudantes da realidade dos territórios analisados e promovendo uma aprendizagem com sentido, que articula ciência, tecnologia e ação prática.

vii. Momento 7 – Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker

Esta etapa da sequência didática teve como foco o estudo dos eventos climáticos extremos que afetaram o estado do Rio Grande do Sul, especialmente nas cidades de Encantado, Muçum e Roca Sales, durante os anos de 2023 e 2024. As atividades foram desenvolvidas em um ambiente maker, com ênfase na aprendizagem prática, colaborativa e investigativa, tendo como produto a construção de maquetes topográficas representando relevos e bacias hidrográficas locais. O principal objetivo foi possibilitar a compreensão das causas, consequências e possíveis soluções relacionadas aos desastres ambientais recentes, articulando o ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental em uma perspectiva interdisciplinar.

Inspirada nos princípios da Cultura Maker e da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), esta etapa promoveu o protagonismo estudantil, integrando investigação científica, pensamento crítico e produção colaborativa.

Os estudantes deram sequência na construção das maquetes utilizando materiais acessíveis e sustentáveis, tais como: papelão reciclado, cartolina, cola, tesoura, estilete e tintas guache. A escolha desses recursos teve como objetivo reforçar o comprometimento ambiental e estimular a criatividade e inovação com base em práticas sustentáveis.

Durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes foram conduzidos a refletir e discutir temas centrais relacionados às causas e efeitos dos eventos climáticos extremos no estado do Rio Grande do Sul, como:

- A intensificação do regime de chuvas e suas causas climáticas;

-
- O papel do desmatamento e da urbanização desordenada;
 - A importância dos sistemas de alerta e da educação ambiental.

A metodologia maker adotada favoreceu o “aprender fazendo” (*learning by doing*), permitindo que os estudantes desenvolvessem habilidades técnicas e cognitivas, ao mesmo tempo em que aplicavam conceitos científicos e geográficos.

As maquetes foram modeladas em camadas de papelão reciclado, representando os diferentes níveis altimétricos e a morfologia do relevo. Essa representação tridimensional possibilitou aos estudantes compreender de maneira prática como o relevo e o uso do solo interferem na dinâmica das águas durante períodos de chuvas intensas. Durante a execução da atividade, os grupos:

- Planejaram o traçado dos rios e identificaram as áreas de risco e de ocupação urbana;
- Utilizaram tintas guache (nas cores azul, verde e marrom) para representar corpos d’água, vegetação e áreas de solo exposto;
- Aplicaram conceitos de altimetria, declividade e escoamento superficial, correlacionando-os com os impactos das enchentes observadas nas cidades estudadas.

Essa prática interdisciplinar articulou conhecimentos de Ciências da Natureza e Geografia Física, favorecendo a visualização dos fenômenos ambientais e o entendimento sobre o planejamento territorial e ambiental.

Com os modelos tridimensionais prontos, os estudantes analisaram e discutiram como a ocupação irregular das margens dos rios e o desmatamento das encostas aumentam a vulnerabilidade das populações aos desastres naturais. Foram propostas medidas mitigadoras baseadas em soluções sustentáveis, como: O reflorestamento de encostas e áreas de preservação permanente; A contenção de encostas e controle da impermeabilização do solo urbano e o monitoramento preventivo e a implementação de políticas públicas eficazes. Essas análises permitiram aos estudantes compreender que os eventos climáticos extremos são fenômenos naturais, porém seus efeitos desastrosos são amplificados pela ação antrópica e pela falta de planejamento urbano e ambiental. Observe no quadro 15 as

médias das chuvas no estado do Rio Grande do Sul, especialmente nos anos de 2023 e 2024.

Quadro 15: Dados Científicos sobre os Eventos no Rio Grande do Sul

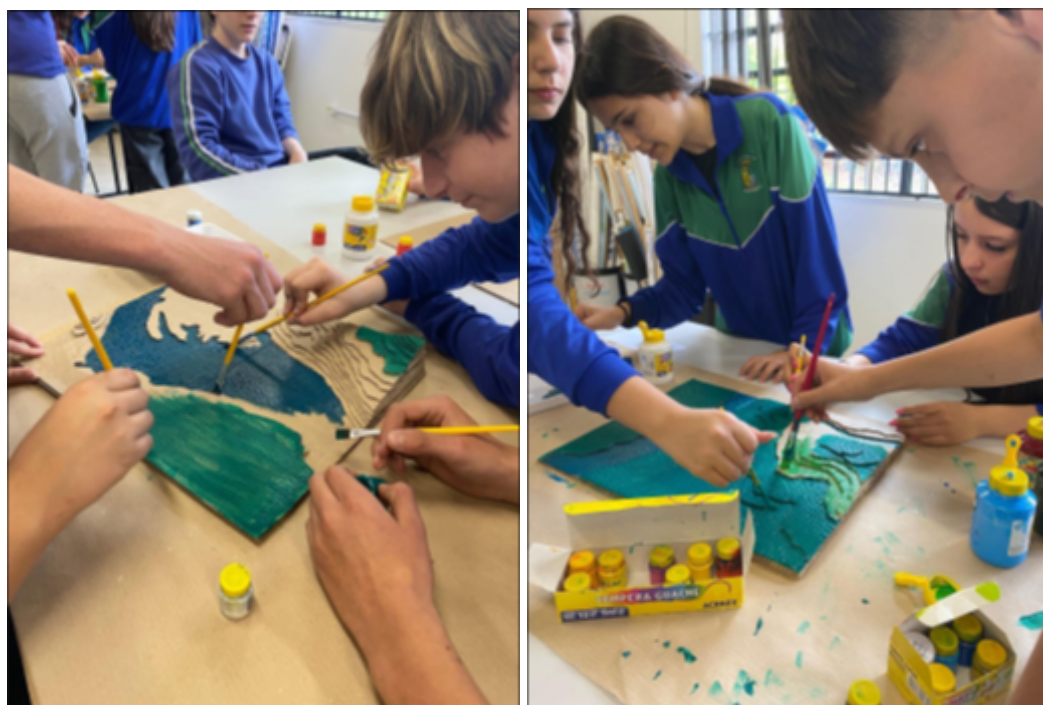
Municípios	Data do Evento	Volume de Chuva (mm)	Principais Impactos	Desabrigados
Muçum	Setembro/2023	320 mm em 48h	Enchentes, destruição de pontes, colapso de energia elétrica	3.500
Roca Sales	Setembro/2023	298 mm em 48h	Inundação total da área central, perda de comércios e residências	2.800
Encantado	Maio/2024	270 mm em 36h	Transbordamento do Rio Taquari, danos em infraestrutura pública	1.900

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024); Defesa Civil do Rio Grande do Sul (2024).

A atividade evidenciou a importância da educação ambiental crítica como eixo articulador entre ciência, tecnologia e sustentabilidade, permitindo que os estudantes compreendessem os fenômenos climáticos sob uma perspectiva socioambiental e cidadã. O processo de construção das maquetes possibilitou a materialização dos conceitos teóricos, estimulando a aprendizagem ativa, o trabalho em equipe e o pensamento sistêmico. Além disso, a vivência maker consolidou a integração entre teoria e prática, reforçando o potencial transformador das metodologias ativas no ensino de ciências. Os estudantes reconheceram que o enfrentamento das mudanças climáticas exige: Planejamento urbano sustentável e resiliente; Preservação e recuperação ambiental contínua e políticas públicas efetivas e participação comunitária.

O registro dessa experiência demonstrou que o uso da Cultura Maker em contextos escolares promove o protagonismo juvenil e a formação científica crítica, preparando os estudantes para atuarem como agentes conscientes e participativos na mitigação dos impactos das mudanças climáticas e na construção de um futuro mais sustentável. Nas Figuras 21 e 22 é possível observar os estudantes desenvolvendo a etapa de construção das maquetes.

Figura 21: Maquetes topográficas em construção



Fonte: Autor (2025)

Figura 22: Estudantes finalizando as maquetes topográficas



Fonte: Autor (2025)

viii. Momento 8 – Avaliação da SD

A etapa de avaliação da Sequência Didática (SD) teve como objetivo principal verificar a percepção dos estudantes acerca da aplicação da SD, que envolveu o uso de metodologias ativas, com jogos de tabuleiro, construção de maquetes e experimentação com tecnologias imersivas, incluindo Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Conforme previsto, foi elaborado e aplicado um instrumento do tipo questionário (APÊNDICE F). A distribuição do instrumento ocorreu por meio da infraestrutura tecnológica ubíqua do ambiente de ensino: os estudantes receberam o *link* de acesso ao formulário *Google Forms* via plataforma *Google Classroom*, utilizando seus e-mails institucionais.

A participação dos estudantes demonstrou elevado engajamento. No dia previsto para a aplicação, 22 dos 25 estudantes matriculados responderam ao questionário. A consistência na coleta digital reforça essa adesão: as respostas às diferentes questões, tanto abertas quanto de múltipla escolha, variaram entre 20 e 21 participantes válidos, assegurando uma amostra representativa para a análise das percepções sobre as atividades desenvolvidas. A Figura 23 apresenta um registro dos estudantes durante o processo de preenchimento do questionário. A análise detalhada dos resultados obtidos a partir dessas respostas está no APÊNDICE G.

Figura 23: Estudantes respondendo o questionário



Fonte: Autor (2025)

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo é dedicado à apresentação dos resultados obtidos na aplicação da Sequência Didática (SD) e à discussão interpretativa desses achados à luz do referencial teórico adotado. A construção das categorias analíticas utilizadas nesta seção seguiu a orientação metodológica proposta por Minayo, que compreende a categorização como um processo interpretativo de organização e sistematização dos sentidos presentes nos dados qualitativos. Para esse fim, foram mobilizadas três fontes principais de evidências: (i) os registros provenientes da observação participante durante a aplicação da SD, contemplando interações, comportamentos e falas espontâneas dos estudantes; (ii) as respostas do questionário estruturado, composto por itens fechados e questões abertas que permitiram acessar percepções subjetivas e avaliações da experiência; e (iii) os artefatos materiais produzidos pelos estudantes, em especial as maquetes topográficas, entendidas como expressões concretas de sua compreensão conceitual.

A partir desse conjunto de dados, e orientada pelos referenciais teóricos de Jean Piaget e Seymour Papert, foram definidas três categorias interpretativas que estruturam a discussão dos resultados: (1) Construção Cognitiva e Equilibração; (2) Aprender Fazendo e Construção de Artefatos; e (3) Autonomia, Protagonismo e Ação Reflexiva.

9.1. Construção Cognitiva e Equilibração

A aplicação da SD sugere que a trajetória formativa proporcionada foi marcada por processos de reorganização conceitual, mudanças qualitativas no modo como os estudantes compreendem os fenômenos climáticos extremos e, principalmente, por situações de conflito cognitivo que impulsionaram novas formas de pensar. Para compreender esses movimentos, a epistemologia genética de Jean Piaget oferece um arcabouço teórico adequado, permitindo interpretar a aprendizagem como uma construção progressiva que emerge da interação ativa entre o sujeito e os objetos de conhecimento.

Ao observar as atividades que compõem a SD, o jogo didático, as experiências imersivas com RV e RA, a análise de mapas topográficos e a construção da maquete, é possível perceber que a aprendizagem não ocorreu pela

simples recepção de informações, mas pela ação transformadora dos estudantes sobre os materiais, problemas e situações apresentadas. Como afirma Piaget, “conhecer não consiste, com efeito, em copiar o real, mas em agir sobre ele e transformá-lo” (Piaget, 1973, p. 15).

Essa premissa é particularmente visível nas etapas iniciais da SD. O jogo didático “Eventos Climáticos Extremos” funcionou como o primeiro catalisador de perturbações cognitivas, pois mobilizou desafios, charadas e situações-problema que desestabilizaram concepções prévias dos estudantes sobre risco geográfico, eventos climáticos e ações humanas. A participação intensa e o envolvimento emocional observados durante o jogo apontam para o que Piaget denomina de “desequilíbrio produtivo”: situações que não se encaixam plenamente nos esquemas existentes, exigindo uma reorganização interna para retomar o equilíbrio.

Esse desequilíbrio não é apenas cognitivo, mas também atitudinal. Os relatos espontâneos, como “ajuda a cuidar da natureza” e “aumenta a consciência sobre os atos humanos”, indicam que o jogo provocou um deslocamento entre o que os estudantes acreditavam inicialmente e o que passaram a considerar após vivenciar as dinâmicas lúdicas. A partir da perspectiva piagetiana, essas manifestações constituem evidências de processos simultâneos de assimilação e acomodação, mecanismos que, conforme explica o autor, “são os dois pólos de uma interação que se desenvolve entre o organismo e o meio, constituindo a condição indispensável de todo funcionamento biológico e intelectual” (Piaget, 1973, p. 328).

No caso da SD, a assimilação ocorreu quando os estudantes utilizaram conhecimentos prévios, como suas vivências com enchentes, notícias e eventos climáticos locais e regionais, para interpretar as situações propostas. Contudo, a complexidade dos problemas apresentados, somada ao engajamento afetivo e social provocado pela gamificação, tornou insuficientes alguns esquemas pré-existentes. Nesse ponto emerge a acomodação: a necessidade de modificar ideias anteriores para compreender relações entre relevo, intensidade das chuvas, ocupação humana e vulnerabilidade socioambiental.

As tecnologias imersivas (RV e RA) aprofundaram esse processo. A visualização tridimensional de cenários climáticos extremos acessou uma dimensão

não disponível no cotidiano dos estudantes, permitindo observar fenômenos inacessíveis à percepção ordinária. Nas palavras de Piaget, a construção do conhecimento depende da coordenação entre as ações físicas e as ações interiorizadas, e a RV atuou justamente nessa fronteira, permitindo que os estudantes atuassem virtualmente sobre objetos ausentes no mundo físico, mas presentes em sua ação intelectual.

A RA, por sua vez, introduziu uma oportunidade ainda mais clara de conflito cognitivo: ao sobrepor elementos digitais ao mundo real, instigou os estudantes a confrontarem suas concepções iniciais sobre risco geográfico com representações mais precisas. Esse movimento é coerente com o que Piaget descreve como *equilíbrio*, que ocorre quando o sujeito transcende uma simples reorganização de esquemas, construindo formas de pensamento mais amplas e integradoras.

Esse ciclo de perturbação, reorganização e superação, alcançou um ponto de maior consolidação na construção das maquetes topográficas. Aqui, a cultura maker converteu-se em um espaço privilegiado para a ação transformadora, em consonância com o princípio piagetiano de que o conhecimento emerge da coordenação entre ação e representação. Ao manipular materiais, testar formas de relevo, corrigir erros e discutir possíveis rotas de escoamento da água, os estudantes passaram de uma compreensão intuitiva para uma compreensão estruturada dos conceitos de risco, vulnerabilidade e dinâmica da água no relevo.

O relato “Aprendi que por conta da diferença entre os relevos, tem terrenos mais propícios a ter enchentes” é exemplar: ele mostra que o estudante reconstruiu seu entendimento ao articular conceitos geocientíficos com materiais físicos e representacionais. Esse tipo de avanço cognitivo corresponde, segundo Piaget, ao processo pelo qual a inteligência “organiza o mundo, organizando a si própria” (Piaget, 1973, p. 330).

Assim, a SD promoveu um percurso de desenvolvimento coerente com a lógica piagetiana. O jogo gerou *desequilíbrios* iniciais; a RV e a RA ampliaram o campo da observação e da abstração; os mapas topográficos exigiram a coordenação de múltiplas variáveis espaciais; e a maquete consolidou o ciclo de

equilíbrio, permitindo que os conhecimentos ganhassem maior consistência, porém passíveis de novas ampliações.

Por fim, os dados sugerem que a transição do pensamento concreto para formas de pensamento mais abstratas, especialmente no que diz respeito à análise sistêmica dos eventos climáticos, foi evidenciada em diferentes momentos. A integração entre ação, reflexão e reconstrução conceitual permitiu que os estudantes avançassem qualitativamente em sua compreensão. Em termos piagetianos, a SD não apenas favoreceu a aprendizagem de conteúdos, mas pode ser interpretada como um dispositivo de desenvolvimento cognitivo, atuando na própria constituição do sujeito epistêmico.

9.2 Aprender Fazendo e Construção de Artefatos (Papert)

A etapa de Cultura Maker (CM), estruturada nos Momentos 5, 6 e 7 da SD, dialogou com os princípios do Construcionismo de Seymour Papert. Diferentemente de atividades de caráter apenas ilustrativo ou manual, a construção das maquetes pode ser compreendida como um espaço de experimentação conceitual e de expressão criativa, no qual os estudantes puderam transformar ideias em artefatos concretos. Papert defende que pensar é essencialmente uma forma de ação e, portanto, a aprendizagem se fortalece quando o aprendiz manipula materiais e cria mecanismos que externalizam seu raciocínio. Como sugere o autor, “uma ação mental não difere de uma ação física; pensar é agir” (Papert, 2008, p. 172). Assim, a atividade maker pode ser compreendida como mais do que um complemento, configurando-se como um elemento relevante na aprendizagem dos conteúdos sobre eventos climáticos extremos.

Dentro dessa perspectiva, a maquete topográfica assumiu o papel de um “objeto para pensar”, conceito central no construcionismo. Longe de ser apenas um produto final, o artefato funcionou como mediador entre a construção mental e a construção material. Ao planejar, cortar, sobrepor camadas de papelão e decidir como representar rios, declividades e áreas de risco, os estudantes engajaram-se em um processo de depuração de ideias, o que Papert denomina de *debugging*. Esse ciclo de tentativa, erro e refinamento corporifica o que o autor chama de “ciência do concreto”, uma forma de pensamento que emerge do fazer e da experimentação. Nas palavras de Papert, “a construção que ocorre ‘na cabeça’

ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, ‘no mundo’” (Papert, 2008, p. 188).

As observações realizadas durante a construção revelaram que a manipulação concreta permitiu uma compreensão aprofundada de processos geofísicos que, de outra forma, permaneceriam abstratos. A criação de modelos tridimensionais com “camadas de papelão representando níveis altimétricos e morfologia do relevo” levaram os estudantes a mobilizar conceitos de altimetria, drenagem, declividade e ocupação urbana. Ao decidir o traçado dos rios, identificar áreas suscetíveis a enchentes ou definir locais de moradia, eles converteram dados espaciais em representações tangíveis, articulando discurso científico e ação prática. Esse movimento apontou para o potencial da aprendizagem baseada na construção de artefatos, pois desloca o estudante da posição de receptor para a de produtor ativo de conhecimento. O próprio relato estudantil, “Aprendi que por conta da diferença entre os relevos, tem terrenos mais propícios a ter enchentes”, ilustra esse processo de apropriação conceitual a partir da manipulação concreta.

Outro elemento relevante observado na atividade foi a autoria. Papert enfatiza que aprender é assumir um papel de designer, e que projetos significativos emergem quando o estudante sente que o artefato lhe pertence. A CM materializou essa ideia ao permitir que as decisões de construção, escolha das cores, organização das camadas, posicionamento das casas, definição dos caminhos das águas que refletissem a criatividade e o pensamento geoespacial de cada grupo. O uso de materiais sustentáveis e acessíveis, como papelão reciclado e tintas guache, reforçou práticas de bricolagem, valorizadas por Papert não apenas pela simplicidade, mas pelo potencial de improvisação e experimentação que promovem. Em sua concepção, o construcionismo envolve “a construção de artefatos públicos e compartilháveis, como castelos de areia, máquinas Lego ou programas de computador” (Papert, 1994, p. 157), e as maquetes produzidas pelos estudantes inserem-se exatamente nessa lógica: objetos visíveis, discutíveis e coletivamente aprimorados.

A construção colaborativa também desempenhou papel fundamental. Ao trabalharem em grupos, debatendo estratégias de representação, redistribuindo tarefas e ajustando decisões, os estudantes vivenciaram processos de coautoria e

negociação conceitual. Esse engajamento emocional e social reforçou o pertencimento ao projeto e intensificou o vínculo com o objeto construído. Os relatos reforçam essa percepção, já que a maquete apareceu como o elemento mais mencionado entre as atividades favoritas da sequência, inclusive com destaque em relação às tecnologias imersivas e à gamificação. Essa preferência sugere que a oportunidade de construir o próprio objeto de estudo atuou como um dos fatores que contribuíram para o engajamento dos estudantes.

Por fim, a análise dos registros apontou que a CM ampliou o escopo do *learning by doing*, tradicionalmente associado ao fazer manual, para uma compreensão mais profunda da aprendizagem situada. Nesse processo, teoria e prática deixaram de ser esferas separadas: a representação tridimensional, palpável e socialmente construída, pareceu atuar como catalisadora da aprendizagem geográfica. A articulação entre construção física e elaboração conceitual contribuiu para que a maquete fosse compreendida como um dispositivo de pensamento, demonstrando que, conforme defende Papert, aprender é construir, por dentro e por fora.

9.3 Autonomia, Protagonismo e Ação Reflexiva

A análise da aplicação da SD indicou que a autonomia, o protagonismo e a ação reflexiva desempenharam papel importante no percurso formativo dos estudantes, articulando-se diretamente com princípios das teorias de Piaget e Papert. Em ambas as perspectivas, o desenvolvimento cognitivo se constrói na e pela ação: o estudante transforma o objeto de conhecimento e, ao fazê-lo, transforma também seus esquemas de pensamento. Como afirma Piaget, “conhecer não consiste em copiar o real, mas em agir sobre ele e transformá-lo” (Piaget, 1973, p. 15), ideia que perpassa as atividades que compõem a SD.

A autonomia emergiu de forma consistente nos momentos em que os estudantes puderam explorar livremente recursos e situações, fazendo escolhas próprias e conduzindo investigações sem depender de orientação direta. Isso foi observado, por exemplo, na exploração da plataforma *Topographic-map.com*, em que vários grupos ampliaram voluntariamente o escopo da análise para além dos municípios inicialmente sugeridos. Esse comportamento investigativo aproxima-se

do construcionismo de Papert, que defende que os aprendizes “farão melhor descobrindo (‘pescando’) por si mesmos o conhecimento específico de que precisam” (Papert, 2008). A curiosidade demonstrada ao manipular mapas, comparar regiões e testar hipóteses revela que o ambiente criado favoreceu não apenas a execução da tarefa proposta, mas o desenvolvimento de uma postura ativa diante do conhecimento.

O jogo didático “Desafios do Clima Extremo” também contribuiu para a autonomia intelectual. As charadas e situações-problema exigiram decisões baseadas em cenários hipotéticos relacionados a enchentes e deslizamentos. A justificativa das escolhas, realizada em grupo, mobilizou formas de raciocínio próximas ao pensamento hipotético-dedutivo descrito por Piaget no estágio das operações formais, no qual o sujeito é capaz de operar mentalmente sobre possibilidades e relações não imediatamente observáveis. O jogo, portanto, funcionou como mediador de ações cognitivas mais complexas, ao estimular previsões, argumentações e revisões de ideias.

O protagonismo, por sua vez, manifestou-se tanto no plano individual quanto no coletivo. Nos trabalhos em grupo, especialmente durante a construção das maquetes, os estudantes precisaram coordenar pontos de vista, negociar tarefas e justificar decisões, processos que se relacionam com a construção da moralidade cooperativa em Piaget. Segundo o autor, a autonomia moral emerge quando as regras deixam de ser impostas e passam a ser elaboradas entre os pares por meio de acordos e justificativas mútuas. Esse tipo de interação foi amplamente observado nos diálogos em torno da organização das camadas de papelão, do posicionamento de elementos do relevo e das representações cartográficas simplificadas.

Um aspecto particularmente significativo do protagonismo foi a participação engajada de uma estudante neurodivergente, especialmente nas atividades de Realidade Virtual. Seu envolvimento, reforçado por adaptações de acessibilidade realizadas durante a aplicação, indica que a SD ofereceu condições para que diferentes perfis de estudantes assumissem papéis ativos no processo. Tal experiência dialoga com a concepção de Papert, segundo a qual a aprendizagem se torna mais poderosa quando o sujeito estabelece uma relação pessoal com o objeto de conhecimento e encontra espaço para se expressar de modo significativo.

Os registros escritos e as falas espontâneas também evidenciaram protagonismo intelectual. Em diversos momentos, os estudantes elaboraram argumentos científicos ao interpretar fenômenos, relacionando características do relevo, ocupação humana e risco socioambiental. Essa mobilização discursiva sugere que a SD estimulou a construção de explicações próprias, processo que, conforme Papert defende, se fortalece quando os estudantes têm oportunidade de “fazer para compreender” (Papert, 1980), construindo conhecimento ao mesmo tempo em que constroem artefatos ou soluções conceituais.

Essa eficácia pedagógica é corroborada pelos depoimentos dos estudantes, que destacaram o impacto da metodologia em seu processo de aprendizagem. Ao afirmarem que foi “muito boa essa experiência, o modo do aprendizado” e que tiveram contato com “coisas novas sobre o clima”, os estudantes demonstraram que a proposta superou o ensino tradicional. A percepção de “aulas diferentes e mais divertidas” e o contentamento com a “dinâmica entre se divertir e aprender” reforçam que a ludicidade e a prática foram fios condutores para a compreensão dos conteúdos. Além disso, a segurança na mediação docente foi validada pela percepção de que o professor “aplicou as aulas de forma que entendi”, levando alguns estudantes a concluírem que “não mudariam nada” no percurso realizado.

A ação reflexiva, por fim, esteve presente em várias etapas da SD. A vinculação da aprendizagem ao contexto das enchentes do Vale do Taquari favoreceu a elaboração de análises mais sensíveis às dinâmicas sociais e ambientais envolvidas em eventos extremos. As tecnologias imersivas contribuíram ao permitir que os estudantes acessassem representações tridimensionais de cenários desconhecidos ou distantes de sua experiência cotidiana. Em reflexões registradas nos instrumentos avaliativos, alguns destacaram que a atividade lhes permitiu “pensar de outro jeito sobre as enchentes” ou que a visualização em RV ajudou a “entender melhor a força da água”. Essas percepções indicam que a SD não apenas promoveu compreensão conceitual, mas ampliou a consciência crítica sobre vulnerabilidade, desigualdade de acesso e responsabilidade coletiva.

Esse conjunto de experiências sugere que a SD favoreceu a passagem do estudante de um lugar predominantemente receptivo para um papel mais ativo e auto regulado, em consonância com a ideia de Papert de que a aprendizagem com

sentido ocorre quando o sujeito se torna “autor de sua própria ação” e constrói conhecimento ao transformar o mundo “por dentro e por fora” (Papert, 2008). Assim, autonomia, protagonismo e reflexão não aparecem como efeitos pontuais, mas como processos integrados que atravessam a lógica da SD e sustentam a formação crítica dos estudantes.

9.4 Articulações Integradas dos Resultados

Os resultados indicam que a articulação entre Piaget e Papert sustentou um ambiente de aprendizagem no qual ação, reflexão e participação ativa se complementam. Recursos como o jogo didático, a Realidade Virtual e a exploração dos mapas topográficos atuaram como disparadores de perturbações cognitivas, favorecendo processos de assimilação e acomodação, conforme proposto por Piaget. Os estudantes foram convidados a agir sobre os objetos de conhecimento, elaborando hipóteses, justificando escolhas e reorganizando seus esquemas à medida que interpretavam informações e enfrentavam desafios. A curiosidade demonstrada na exploração autônoma dos mapas e o engajamento nas experiências imersivas sinalizam que a SD favoreceu tanto a investigação quanto o desenvolvimento de formas de pensamento mais abstratas, aproximando-se do que Piaget descreve como operações formais.

A etapa maker aprofundou esse percurso ao concretizar princípios centrais do construcionismo de Papert. A maquete operou como um “objeto para pensar”, permitindo que a construção “no mundo” apoiasse a construção “na cabeça”, em um movimento coerente com o *learning by doing* e o processo de *debugging*. As discussões sobre representação, os ajustes realizados pelos grupos e o envolvimento observado durante a atividade sugerem que o artefato funcionou como mediador para a autoria, a apropriação conceitual e a cooperação, elementos também próximos da moralidade cooperativa discutida por Piaget. De maneira geral, a integração entre práticas maker, tecnologias imersivas e atividades investigativas favoreceu um percurso formativo no qual os estudantes se posicionaram como agentes ativos, ampliando a compreensão dos eventos climáticos extremos e fortalecendo processos de reflexão crítica sobre risco, vulnerabilidade e participação social.

10. PRODUTO EDUCACIONAL

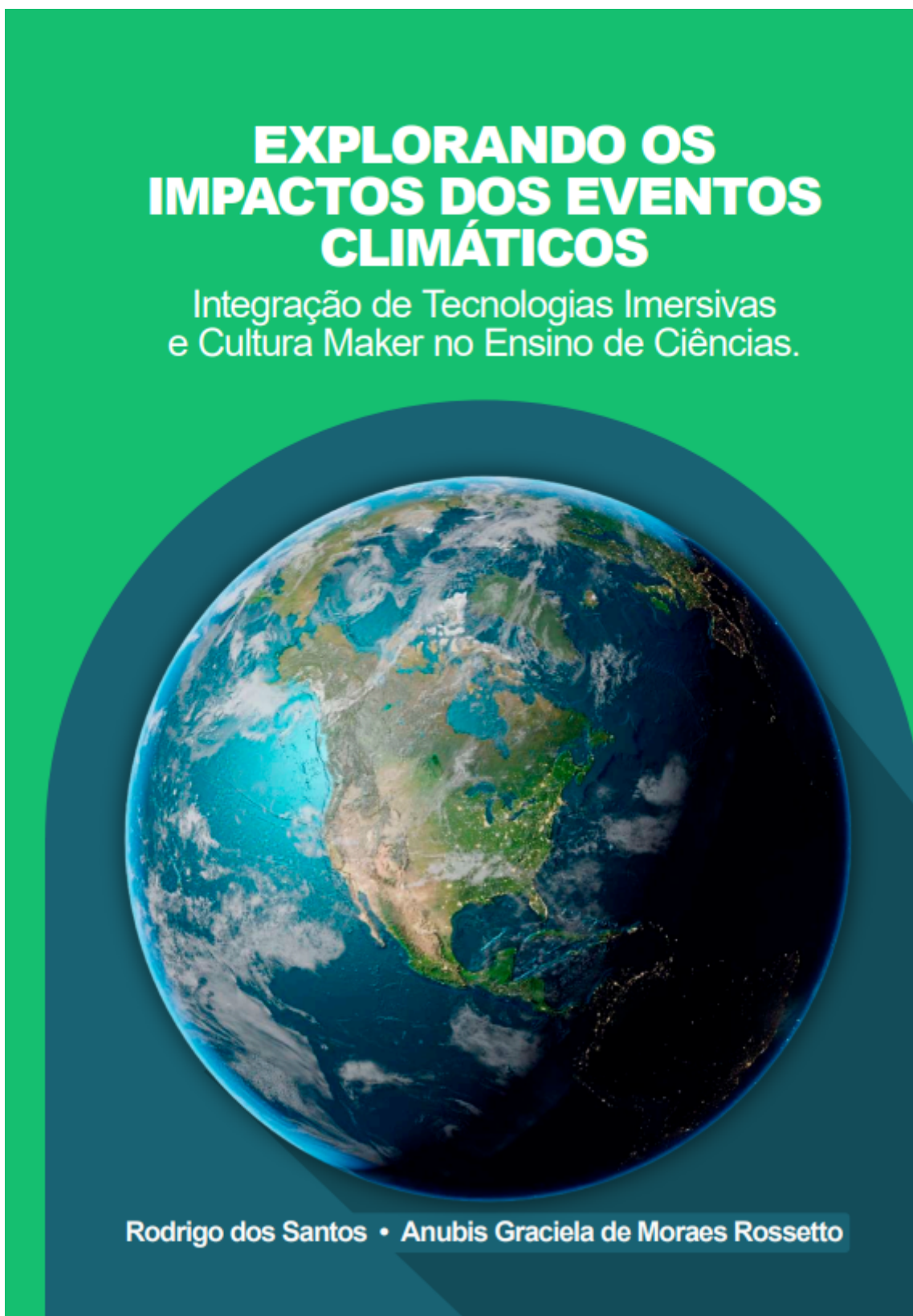
O Produto Educacional apresentado neste documento consiste em uma Sequência Didática (SD) voltada ao aprimoramento do ensino de ciências sobre eventos climáticos extremos para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, fundamentada em metodologias ativas, tecnologias imersivas e Cultura Maker. O objetivo central da proposta é promover o engajamento dos estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem com sentido por meio da integração entre ciência, tecnologia e sustentabilidade.

A fundamentação teórica que sustenta a SD está ancorada na teoria construtivista, segundo a qual a aprendizagem ocorre quando o sujeito assimila e acomoda novas informações às suas estruturas cognitivas preexistentes, resultando em um desenvolvimento contínuo do pensamento (Piaget, 1976). Nesse contexto, o processo de ensino deve estimular a experimentação, a investigação e a resolução de problemas, favorecendo a autonomia e a reflexão crítica. O professor, portanto, assume o papel de mediador do conhecimento, criando situações que desafiam o estudante a construir ativamente suas próprias compreensões sobre o mundo natural e tecnológico.

A SD tem como principal referência teórica a concepção de Zabala (1998), que define a sequência didática como um instrumento estruturante do processo de ensino e aprendizagem, composto por atividades organizadas de forma progressiva e articulada. Para o autor, a sequência deve possibilitar a articulação entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os novos conteúdos, promovendo aprendizagens contextualizadas. Além disso, sua estrutura flexível permite adequações conforme o nível de compreensão e o ritmo de aprendizagem da turma, tornando o ensino mais dinâmico e responsivo às necessidades reais dos estudantes.

Os objetos de conhecimento contemplados incluem: mudanças climáticas, efeito estufa, aquecimento global, fenômenos naturais (furacões, secas, enchentes e deslizamentos), sustentabilidade, resiliência ambiental e impactos do derretimento das geleiras e aumento do nível do mar. A Figura 24 ilustra a capa do Produto Educacional, enquanto a Figura 25 mostra o sumário.

Figura 24: Capa do Produto Educacional



Fonte: Autor (2025)

Figura 25: Sumário do Produto Educacional

SUMÁRIO	
01 - INTRODUÇÃO	05
02 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: O Conhecimento como Construção Ativa e Criação de Artefatos	06
03 - EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS, CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL E A URGÊNCIA DE MITIGAÇÃO	09
04 - CULTURA MAKER E TECNOLOGIAS IMERSIVAS: Inovação e Aprendizagem com Sentido	11
4. - ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	13
4.1 - MOMENTO 01 - Introdução ao tema dos Eventos Climáticos extremos.....	17
4.2 - MOMENTO 02 - Jogo Didático - Contexto sobre os Eventos Climáticos Extremos	21
4.3 - MOMENTO 03 - Uso de Tecnologias Imersivas	24
4.4 - MOMENTO 04 - Mapas Topográficos e Sustentabilidade.....	28
4.5 - MOMENTOS 5, 6 e 7 - Construção de Maquetes Topográficas com Cultura Maker	32
4.6 - MOMENTO 8 - Avaliação.....	36
05 - REFLEXÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA: Efetividade e Formação Crítica	39
06 - ADAPTAÇÕES DA CULTURA MAKER: Foco no "Aprender Fazendo" com Materiais Acessíveis	41
07 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
08 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
APÊNDICE A - JOGO DIDÁTICO "DESAFIOS DO CLIMA EXTREMO"	47
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.	54

Fonte: Autor (2025)

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, intitulada "Explorando os Impactos dos Eventos Climáticos: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências", teve como objetivo principal desenvolver, aplicar e avaliar uma Sequência Didática (SD) que integra tecnologias digitais imersivas (Realidade Aumentada, e Realidade Virtual) e a Cultura Maker. O estudo buscou responder como essa integração poderia enriquecer o ensino de Ciências sobre eventos climáticos, promovendo o envolvimento e a formação crítica dos estudantes.

Após a elaboração da Sequência Didática (SD), fundamentada nos referenciais construtivistas e construcionistas, foi feita implementação da SD em sala de aula, envolvendo atividades de gamificação, tecnologias imersivas, análise de mapas topográficos e práticas maker. A aplicação foi desenvolvida na EMEF Senador Pasqualini em Passo Fundo/RS com a participação de 22 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. A aplicação da SD permitiu observar indícios de que a articulação entre ação, experimentação e mediação tecnológica pode favorecer processos de aprendizagem mais ativos e contextualizados.

Com base nos resultados e nas discussões apresentadas, é possível afirmar que a SD desempenhou um papel relevante na promoção do envolvimento dos estudantes e no estímulo à formação crítica, aspecto que se evidencia em três eixos principais de contribuição:

- **Eixo 1. Envolvimento Sustentado e Colaborativo (Gamificação):** A utilização do jogo didático "*Desafios do Clima Extremo*" funcionou como um importante catalisador de engajamento social e cognitivo, combinando alta aceitação com interações colaborativas e indícios de conscientização ambiental, expressos nas falas sobre jogar com os colegas e sobre a importância do cuidado com o meio ambiente;
- **Eixo 2. Internalização Conceitual e a Concretude do Risco (Cultura Maker):** A construção das maquetes topográficas de cidades atingidas no Rio Grande do Sul (Roca Sales, Encantado e Muçum) foi a etapa mais apreciada da sequência didática, frequentemente mencionada pelos estudantes como "as construções das maquetes" ou simplesmente "fazer a maquete". Essa

atividade atuou como um dispositivo que possibilitou a passagem do conhecimento teórico, relacionado ao relevo e à topografia, para uma compreensão concreta e visual dos processos geográficos, favorecendo a internalização da relação causal entre a paisagem e a vulnerabilidade. O envolvimento prático característico da Cultura Maker também contribuiu para uma percepção amplamente positiva da metodologia, justificando que as atividades propostas permitiram compreender o conteúdo;

- **Eixo 3. Formação Crítica sobre Acesso e Tecnologia (Imersivas):** O uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) contribuiu tanto para tornar as atividades mais envolventes quanto para estimular reflexões críticas sobre o acesso às tecnologias digitais. Os estudantes demonstraram reconhecer que essas ferramentas não fazem parte de seu cotidiano, o que revelou uma percepção ampliada acerca das desigualdades de acesso e reforçou o caráter formativo da experiência. Além disso, as tecnologias imersivas foram compreendidas como recursos capazes de potencializar a aprendizagem, favorecendo a visualização de fenômenos complexos e ampliando a compreensão conceitual dos conteúdos trabalhados.

A pesquisa apresenta um conjunto de características que sugerem potencial de contribuição para o campo da Educação em Ciências:

- **Integração Tecnológica e Metodológica:** Uma das forças do estudo está na articulação intencional entre Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Cultura Maker. A revisão realizada indica que ainda são pouco frequentes propostas que integrem simultaneamente esses elementos para abordar eventos climáticos no Ensino Fundamental, o que sugere um caráter inovador dentro de seu escopo;
- **Pertinência Social e Contextualização Regional:** A investigação ganha relevância ao dialogar diretamente com a catástrofe climática ocorrida no Rio Grande do Sul em 2024. A utilização de dados regionais e de exemplos referentes a municípios afetados contribuiu para aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes e favorecer reflexões críticas sobre risco e vulnerabilidade socioambiental. A atividade maker, ao propor a construção de maquetes topográficas de cidades impactadas, permitiu explorar de forma mais concreta a relação entre relevo e exposição aos eventos climáticos;

-
- **Fundamentação Teórica e Alinhamento Curricular:** O estudo também se apoia em referenciais sólidos, articulando princípios do Construtivismo piagetiano e do Construcionismo de Papert com metodologias ativas orientadas à centralidade do estudante. Esse alinhamento teórico-metodológico se mostra coerente com o público-alvo do 8º ano, que se encontra em processo de transição para formas mais abstratas e hipotético-dedutivas de pensamento. Além disso, a proposta estabelece diálogo com a BNCC e com diretrizes de Educação para a Sustentabilidade, incluindo o ODS 13, reforçando sua pertinência educativa e curricular.

A aplicação da SD revelou um conjunto de desafios práticos e limitações que merecem consideração para o aperfeiçoamento de propostas futuras:

- **Desafios Técnicos e Condições de Infraestrutura:** Uma das principais dificuldades esteve relacionada ao uso do aplicativo de Realidade Aumentada, cuja necessidade de download prévio e incompatibilidade com dispositivos iOS limitou o acesso de parte dos estudantes. Esses aspectos apontam para a necessidade de um planejamento tecnológico mais cuidadoso e sensível à equidade digital. Soma-se a isso o fato de que a proposta depende de infraestrutura e equipamentos nem sempre disponíveis nas escolas, o que pode restringir a replicação integral da experiência;
- **Proficiência no Uso de Ferramentas Digitais:** No Momento 4 (Mapas Topográficos), os estudantes demonstraram boa compreensão das relações conceituais, mas apenas domínio parcial das funcionalidades avançadas da plataforma. O desempenho intermediário no uso técnico sugere que interfaces mais complexas podem exigir maior tempo de familiarização ou mediação docente mais específica.
- **Gestão do Tempo e Engajamento Heterogêneo:** Outro aspecto observado foi o tempo de execução: o Momento 2 (Jogo Didático) demandou mais tempo do que o previsto devido ao alto engajamento, indicando a necessidade de maior flexibilidade temporal. Além disso, a participação nas discussões variou entre os estudantes, possivelmente por diferenças individuais ou influência de práticas tradicionais, reforçando a importância de estratégias que promovam diálogo e participação equitativa.

Embora este trabalho apresente resultados promissores, ele deve ser entendido como um ponto de partida para investigações futuras, e não como uma abordagem conclusiva sobre o tema. Em síntese, ao integrar tecnologias imersivas (RA e RV) e a Cultura Maker em uma SD voltada ao ensino de eventos climáticos extremos, a pesquisa atingiu seu objetivo de promover o envolvimento e estimular a formação crítica dos estudantes do 8º ano, evidenciando o potencial dessa abordagem. Contudo, dada a complexidade do fenômeno estudado, o caráter aplicado do Mestrado Profissional e o estágio ainda inicial da integração entre essas tecnologias no contexto escolar, não se buscou esgotar o campo de possibilidades pedagógicas. A revisão de literatura revelou a escassez de estudos que articulam simultaneamente esses descritores, indicando que esta investigação inaugura uma linha de pesquisa que pode ser ampliada e aprofundada em trabalhos futuros.

Diante das limitações observadas, como os desafios técnicos no uso da RA e a necessidade de maior tempo para garantir o envolvimento pleno nas atividades, tornam-se necessárias pesquisas adicionais que aprofundem e testem a proposta em diferentes contextos. Alguns caminhos promissores incluem:

- **Ampliação da Experimentação Tecnológica:** dedicar mais tempo ao uso das ferramentas imersivas e considerar alternativas offline, favorecendo o aproveitamento pedagógico e a equidade de acesso digital;
- **Formação Docente:** desenvolver investigações voltadas à formação continuada de professores, de modo a promover a apropriação crítica das metodologias ativas e dos recursos digitais.

Em síntese, os achados indicam o potencial da SD para promover aprendizagens contextualizadas e estimular a participação ativa dos estudantes, sugerindo que a articulação entre tecnologia, criação e reflexão pode contribuir para a formação de sujeitos mais autônomos e críticos diante dos desafios socioambientais contemporâneos.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN, Edith. **Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference? Future of Learning Group**, 2001, p. 90. Disponível em: http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.
- ANDERSON, C. **Makers: a nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- ANDRADE, M.; SILVA, L. **Cultura Maker na Educação: práticas e potencialidades**. São Paulo: Cortez, 2021.
- AZEREDO, Thalía Machado de. **Pensamento espacial e tecnologia de realidade aumentada: proposta interdisciplinar com o aplicativo AR Solar System**. *Revista Educação Geográfica em Foco*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 13, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaeducacaogeograficaemfoco/article/view/1931>. Acesso em: 4 maio 2025.
- AZUMA, Ronald. **A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.
- BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BACICH, L. **Por que metodologias ativas na educação?** In: SZUPARITS, B. (org.). **Crescer em Rede: metodologias ativas. Inovações na prática pedagógica: formação continuada de professores para competências de ensino no século XXI**. São Paulo: Instituto Crescer, 2018b.
- BARROWS, Howard S.; TAMBLYN, Robyn M. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer, 1980.
- BECKER, Fernando; MACHADO, Debora Cristina Alves. **Metodologias ativas na educação: princípios, propostas e práticas**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: PENSO, 2014.
- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. Washington: ISTE, 2012.
- BILLINGHURST, Mark; DUENSER, Andreas. **Augmented Reality in the Classroom. Computer**, v. 45, n. 7, p. 56–63, 2012.
- BLIKSTEIN, P. **O Movimento Maker**. *Revista Porvir*, 2014. [Disponível em: *Insira o link, caso a fonte seja a edição online, ou a referência completa da edição impressa*].

BRASIL. IPEA: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. (ed.). **Ação Contra Mudança Global do Clima**: tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods13> .html. Acesso em: 17 jul. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Complemento de Computação**. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <<https://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cne-ceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>>. Acesso em: 20 mar 2025.

BRASILEIRO, Cesar de Castro. **O ensino de ciências e a Cultura Maker com o Laboratório de Fabricação Digital FabLearn: um estudo de caso da elaboração de sequências didáticas no Ensino Fundamental II no município de Sobral**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Sobral, 2021.

BOAVENTURA DE SOUSA SANTOS. **Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes**. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.). *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010. p. 31-83.

CANVA. [Apresentação interativa no Canva]. [S.l.]: Canva, [s.d.]. Disponível em: <https://www.canva.com/design/DAGc2oCdRH4/dEWc12t4AhmEVj_MBYsqTw/edit>. Acesso em: 22 dez. 2024.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2002.

CARDOSO, E. S.; et al. **Metodologias Lúdicas e Conscientização Ambiental: uma cartilha sobre mudanças climáticas**. 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/10865/Metodologias%20%C3%BAlicas%20e%20conscientiza%C3%A7%C3%A3o%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 2024.

CALDERAN, A. M. **Mosaico das Mudanças Climáticas: Um jogo como recurso para o ensino sobre os impactos das mudanças climáticas no ambiente rural**. 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/17804/Vers%C3%A3o%20final%20para%20o%20Reposit%C3%B3rio%20MOSAICO%20DAS%20MUDANC%CC%A7AS%20CLIMA%CC%81TICAS.pdf>>. Acesso em: 22 dez 2024.

CLIMATEMPO. **Estudo aponta que tragédias como a do RS podem se tornar cinco vezes mais frequentes**. ClimaInfo, 29 abr. 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2025/04/29/estudo-tragedias-climaticas-como-a-do-rs-serao-cinco-vezes-mais-frequentes/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

COLL, César. **Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.

COLL, César. **Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. 5. ed. São Paulo: Ática, 2000.

COSTA, Luís Fernando. **Realidade virtual na educação: práticas inovadoras para o aprendizado imersivo**. Lisboa: Editora Acadêmica, 2021.

COSTA, Gercimar Martins Cabral et al. **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis: IGM, 2020.

CUNHA, Maria Isabel da. *O saber da experiência*. Campinas: Papirus, 1997.

CUNHA, Maria Isabel da. **Pesquisa participante: história e reflexões**. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 60, p. 51-54, nov. 1986.

DELISLE, Robert. **How to Use Problem-Based Learning in the Classroom**. Alexandria: ASCD, 1997.

DEWEY, John. **Experiência e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1953.

DEWEY, John. **Democracia e educação**. São Paulo: Nacional, 1959.

DOUGHERTY, D. **The maker mindset**. In: HONEY, Margaret; KANTER, David E. (org.). **Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators**. New York: Routledge, 2013.

DOUGHERTY, Dale. **Free to Make: how the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds**. North Atlantic Books. Berkley, California, 2016.

DOUGHERTY, D. **The Maker Movement**. *Innovations*, v. 7, n. 3, p. 11–14, 2012.

FIALHO, A. B. **Realidade Virtual e Aumentada: Tecnologias para aplicações profissionais**. São Paulo: Saraiva, 2018.

FRANÇA, S. R. F. et al. **Desastres climáticos e impactos na saúde do trabalhador: enchentes no Rio Grande do Sul em 2024**. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 49, e24, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/xgT79nxPjstmpWWFpQKXZth/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

FREINET, Célestin. **Pedagogia do Bom Senso**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, Moacir. **Educação e saberes: novas perspectivas pedagógicas**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2001.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

GERSHENFELD, N. **Fab: the coming revolution on your desktop – from personal computers to personal fabrication**. New York: Basic Books, 2005.

GHISLENI, T. **Cultura Maker e a escola pública: desafios e possibilidades**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2019.

GRATISPNG. Imagem digital disponível para download. [S.I.]: GratisPNG, 2025. Disponível em: <https://www.gratispng.com/png-2x7muc/download.html>. Acesso em: 3 fev. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HACAR, B. **Learning through making: The Construcionism of Seymour Papert**. In: *The Palgrave Handbook of Constructivist Learning*. Palgrave Macmillan, 2017.

HALVERSON, E. R.; SHERIDAN, K. M. The maker movement in education. **Harvard Educational Review**, Cambridge, MA, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

HATCH, Mark. **The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers**. McGraw Hill Education, 2013.

HATCH, M. **The maker movement manifesto**. New York: McGraw-Hill, 2014.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Relatórios meteorológicos e registros pluviométricos do Estado do Rio Grande do Sul – 2024**. Brasília, DF: INMET, 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 12 out. 2025.

INTERNATIONAL CLIMATIC DATA CENTER – CLIMDEX. **Indices: Rx5day – Maximum 5-day precipitation amount**. Disponível em: <https://www.climdex.org/indices.html>. Acesso em: 27 jul. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, 2021.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. 4. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020.

LANDSCAPAR. **LandscapAR: Augmented Reality App**. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar&hl=pt_BR&pli=1. Acesso em: 24 mar. 2025.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIBÂNEO, José Carlos. **Educação escolar: Teoria e prática**. São Paulo: Cortez, 2001.

LARA, E. M. de O. et al. (orgs.). **Guia prático de introdução às metodologias ativas de aprendizagem** [recurso eletrônico]. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2022.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental: abordagem crítica e epistemológica**. São Paulo: Cortez, 2018.

MARTIN, L. **The promise of the maker movement for education**. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 3, p. 338-341, 2015.

MARTINS, F.; VALENTE, J. A. **Espaços Makers e Aprendizagem Criativa**. Campinas: Unicamp, 2020.

MICHAELSEN, Larry K.; SWEET, Michael. **Team-Based Learning: Transforming Classroom into Learning Teams**. *New Directions for Teaching and Learning*, n. 116, p. 7–27, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 33. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MONTESSORI, Maria. **Educação para um Mundo Novo**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004.

MORAES, Josiane Moreira. **Educação Ambiental Crítica: uma proposta de ensino investigativo sobre mudanças climáticas**. 2022. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

MOREIRA, M. A. **Ensino de ciências: críticas e desafios**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2006.

MORAN, J. M. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27-42.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: BACICH, Lilian. MORAN, José (Orgs.). 13. Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; UNESCO, 2000.

MORAES, J. M. **Educação Ambiental Crítica: uma proposta de ensino investigativo sobre mudanças climáticas**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/15250/1/Dissertacao_EducacaoAmbientaProposta.pdf>. Acesso em: 2024.

MORAVCSIK, Michael J. **Teaching Science for Social Responsibility**. New York: Routledge, 2020.

MORAVCSIK, Eva. **Desafios e perspectivas para a integração de tecnologias digitais emergentes no ensino de Ciências**. Revista Brasileira de Educação em Ciências e Tecnologias, v. 13, n. 2, p. 234-248, 2020.

NOBRE, Carlos Afonso. **Mudanças climáticas e seus impactos no Brasil**. In: MARCONDES, Danilo (org.). **Ciência e mudanças climáticas: contribuições para o Brasil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2019. p. 137-156.

NOGUEIRA, V. S. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicação ao Ensino Fundamental**. 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9221/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_ValdeciNogueira_PROFCIAMB.pdf>. Acesso em: 2024.

NORONHA, Daisy Pires; FERREIRA, Sueli Mara Soares Pinto. **Revisões de literatura**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

NORONHA, Diva; FERREIRA, Maria Cristina. **O papel da revisão bibliográfica nas pesquisas científicas**. Revista Brasileira de Educação, v. 5, n. 14, p. 189-195, 2000.

OLIVEIRA, M. A. S. **O Processo Educacional Utilizando a Realidade Aumentada**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifap.edu.br/jspui/bitstream/prefix/259/1/Marco%20%282020%29%20-%20O%20PROCESSO%20EDUCACIONAL%20UTILIZANDO.pdf>>. Acesso em: 2024.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 17 objetivos para transformar nosso mundo**. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 20 set. 2024.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIAGET, J. (1973). **Biologia e Conhecimento: Ensaio sobre as Relações entre as Regulações Orgânicas e os Processos Cognitivos**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Vozes.

PIAGET, Jean. **Biologia e Conhecimento**. (Guimarães, F.M., Trad.). Petrópolis: Vozes, 1973a. (Original publicado em 1967).

PIAGET, Jean. **A construção do real na criança**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

PIAGET, Jean. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Summus, 1992.

PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: José Olympio, 1973

PIAGET, Jean. **A psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1976.

PIAGET, Jean. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança**. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **O desenvolvimento das operações formais**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PAPERT, S. **A computer laboratory for elementary schools**. LOGO Memo n. 1. Cambridge, Massachusetts: MIT, 1971. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/5834>. Acesso em: 17 julho 2024.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática (edição revisada)**. Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. **Situating Constructionism**. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (Eds.). *Constructionism: research reports and essays, 1985-1990*. Norwood: Ablex Publishing, 1991. p. 1-11.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, Seymour. **The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap**. Atlanta: Longstreet Press, 1996.

PAPERT, S. **A Família em Rede**. Lisboa: Relógio D'Água, 1997

RANGEL, Renan Santos. **Utilização de aplicativos digitais com a Realidade Aumentada para o ensino de ciências**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Saúde) – Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy, Duque de Caxias, 2022.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Tradução: Mariana Casetto Cruz, Livia Rulli Sobral; Revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020. 234 p.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play**. The MIT Press: Cambridge, MA, 2017.

ROJO, R. **Multiletramentos**. In: **Formação de professores no contexto dos multiletramentos e da educação inclusiva: a experiência do PIBID-LETRAS/UFRGS**. Porto Alegre: UFRGS, 2017. p. 4.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Boletim de Impactos das Enchentes de 2024**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/estudo-destaca-impactos-socioeconomicos-dos-eventos-extremos-de-2024>. Acesso em: 25 jul. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. DEFESA CIVIL. **Boletins de ocorrência e relatórios de eventos climáticos extremos – 2024**. Porto Alegre: Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://defesacivil.rs.gov.br>. Acesso em: 12 out. 2025.

SANCHIS, Isabelle de Paiva; MAHFOUD, Miguel. **Interação e construção: o sujeito e o conhecimento no construtivismo de Piaget**. *Ciências & Cognição*, v. 12, p. 165-177, 2007.

SANTOS, Maria Clara. **BNCC e educação científica: desafios e perspectivas para o século XXI**. Curitiba: Editora Pedagógica, 2019.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2019.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A difícil democracia: reinventar as esquerdas**. São Paulo: Boitempo, 2019.

SANTOS, Rita de Cássia Paulo dos. **As ilustrações como recurso didático facilitador no ensino de mudanças climáticas**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

SHERIDAN, K. M. *et al.* **Studying collaboration and learning in a design-based makerspace for children**. *Educational Technology & Society*, v. 17, n. 4, p. 119–131, 2014.

SILVA, R. A. S. **Cultura Maker e Educação Sustentável nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: um estudo da motivação em interface com a BNCC e ODS**. 2023. Disponível em:

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18160/tde-28082023-090022/publico/DissertSilvaRenataArantesdosSCorrig.pdf>>. Acesso em: 2024.

SILVA, A. R. L.; BIEGING, P.; BUSARELLO, R. I. (orgs.). **Metodologia ativa na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2017.

SILVA, João; PEREIRA, Ana; COSTA, Maria; SANTOS, Carlos; ALMEIDA, Lucas; RIBEIRO, Clara. **Movimento DIY: origens, evolução e impacto social**. São Paulo: Editora Alternativa, 2020.

SILVA, Patricia Bastos da. **Desenvolvimento de experimentos baseados em metodologias ativas: uma experiência com o uso de Recursos Educacionais Abertos (REA's) através da apropriação da Cultura Maker**. 2023. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação) – Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2023.

SILVA, Ricardo Moreira da. **Tecnologia social aplicada à educação maker de baixo custo: uma proposta de robótica educacional para o Ensino Fundamental II (anos finais)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2023.

SMILE AND LEARN - PORTUGUÊS. Vídeo ODS 13: Ação contra a mudança global do clima. [S.l.]: YouTube, 2023. 1 vídeo (7 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3RmI2bfozG0>. Acesso em: 22 jan. 2025.

TAVARES, Sérgio A. **A flexibilidade e a interdisciplinaridade no ensino: abordagens e desafios**. São Paulo: Editora Educacional, 2010.

TOPOGRAPHIC. **Mapa topográfico gratuito, altitude, relevo**. Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com/world/>>. Acesso em: 24 mar. 2025.

TORI, Romero. **Educação sem distância: tecnologias interativas na sala de aula e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem**. Brasília: UNESCO, 2017.

VALENTE, J. A. **Tecnologia digital e inovação no ensino de Ciências**. Campinas: Papirus, 2019.

VALENTE, José Armando. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2019.

VALENTE, José Armando. **Tecnologia digital na educação: o futuro já chegou**. Campinas: UNICAMP, 2019.

VALENTE, José Armando. **Tecnologias digitais na educação: propostas para a formação de professores**. Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 399-418, 2014.

VALENTE, José A. **A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia**. In: BACICH, Lilian. MORAN, José (Orgs.). 13. Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB.

VALENTE, José Armando. **Sala de aula invertida e a possibilidade de personalizar o ensino**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 777–795, jul./set. 2014.

VALENTE, J. A. et al. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino**. Revista Diálogo Educacional. Curitiba. v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

WORLD WEATHER ATTRIBUTION. **South Brazil floods, May 2024. Netherlands: WWA, 2024.** Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/south-brazil-floods-may-2024/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

13. APÊNDICES

APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS – VISCONDE DA GRAÇA

Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação - PPGCITED

Curso de Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação

CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu, **Rodrigo dos Santos**, CPF 58222880063, residente e domiciliado sito Rua Dona Elisa, 270, cidade de Passo Fundo, solicito autorização da Escola EMEF Senador Pasqualini, localizada no município Passo Fundo, estado do Rio Grande do Sul, para a realização de atividades de pesquisa associadas a dissertação que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologias na Educação do Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia – Campus Passo Fundo - Visconde da Graça, Passo Fundo/RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental [Aplicação de uma sequência didática - SD com o título “**EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS CLIMÁTICOS: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências**”. O período de aplicação das atividades na escola será entre os meses de maio e julho de 2025 e contará com a visita do professor orientador do estudo.

☒ Autorizo

☐ Não autorizo



Jaqueline Timm

Diretora

Portaria 3.050/2024

Responsável pela Escola

Nome, cargo e carimbo

Eu, **Rodrigo dos Santos**, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.



Rodrigo dos Santos - Mestrando

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado(a) responsável,

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: **“EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS CLIMÁTICOS: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências”**, conduzida pelo pesquisador RODRIGO DOS SANTOS, sob orientação da Dr(a). ANUBIS GRACIELA DE MORAES ROSSETTO, vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologias na Educação do IFSul. O objetivo da pesquisa é investigar como as tecnologias digitais imersivas e a cultura maker podem contribuir para enriquecer o ensino e a aprendizagem sobre a problemática dos eventos climáticos nas aulas de Ciências, promovendo a formação de cidadãos preparados para enfrentar desafios ambientais. As atividades ocorrerão no espaço escolar, durante aproximadamente 8 encontros, no componente curricular de Ciências, e poderão envolver: aplicação de questionários, coleta de materiais produzidos pelos(as) estudantes e atividades Maker. A participação é voluntária, e seu(sua) filho(a) poderá desistir a qualquer momento, sem prejuízo algum. Durante toda a pesquisa, você poderá solicitar, ainda, esclarecimentos e ter acesso às informações coletadas. As informações obtidas serão analisadas de forma anônima, sem identificação nominal dos participantes, e serão utilizadas, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, com garantia de confidencialidade e sigilo. A participação de filho(a) não implica em riscos físicos, morais, materiais ou psicológicos. No entanto, caso ele(a) demonstre qualquer sinal de desconforto ou sofrimento, pedimos que nos comunique imediatamente. Garantimos que, se necessário, o(a) participante será orientado(a) a procurar o serviço de apoio psicológico disponível na instituição ou na rede de saúde. Por fim, esclarecemos que a participação de seu(sua) filho(a) neste estudo não acarretará quaisquer custos, tampouco haverá pagamento pela sua colaboração. Ressaltamos, contudo, a relevância dos benefícios que essa participação pode proporcionar, tanto em termos de aprendizado e desenvolvimento pessoal para o(a) participante, quanto pelas contribuições que a pesquisa poderá trazer para a comunidade acadêmica e a sociedade em geral. Se houver dúvidas sobre o estudo ou seus procedimentos, você pode entrar em contato com o(a) pesquisador RODRIGO DOS SANTOS pelo e-mail rodrigasantos.vg037@academico.ifsul.edu.br, ou com o Programa de

Pós-Graduação pelo e-mail: vg-ppgcited@ifsul.edu.br. Caso esteja de acordo com a participação de seu(sua) filho(a) e com as informações apresentadas, pedimos que preencha os dados abaixo e assine este Termo. Informamos que este documento será igualmente assinado pelos(as) pesquisadores(as) responsáveis.

Autorização para uso de imagem exclusivamente para fins acadêmicos da pesquisa:

- () Autorizo o uso da imagem.
() Não autorizo o uso da imagem.

Passo Fundo, xx de xxxx de 2025.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Rodrigo dos Santos

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “**EXPLORANDO OS IMPACTOS DOS EVENTOS CLIMÁTICOS**: Integração de Tecnologias Imersivas e Cultura Maker no Ensino de Ciências”, desenvolvida pelo pesquisador RODRIGO DOS SANTOS, sob orientação do(a) Prof.(a) Dr.(a) ANUBIS GRACIELA DE MORAES ROSSETTO, ORIENTADORA no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação – PPGCITED, do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Passo Fundo Visconde da Graça. O objetivo desta pesquisa é investigar como as tecnologias digitais imersivas e a cultura maker podem contribuir para enriquecer o ensino e a aprendizagem sobre a problemática dos eventos climáticos nas aulas de Ciências, promovendo a formação de cidadãos preparados para enfrentar desafios ambientais. As atividades ocorrerão durante aproximadamente 8 encontros, no componente curricular Ciências, e incluirão: aplicação de questionários, bem como a coleta de materiais produzidos pelos estudantes. Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária e que você poderá desistir a qualquer momento, sem necessidade de justificativa e sem prejuízo de qualquer natureza. Você poderá, ainda, solicitar informações sobre a pesquisa e acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações coletadas serão tratadas de forma confidencial. Os dados serão transcritos, analisados de forma agrupada, e não incluirão sua identificação nominal. Os resultados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, garantindo-se o sigilo e a privacidade das informações. Sua participação não implica riscos físicos, morais, materiais ou psicológicos. Caso seja identificado qualquer desconforto emocional durante sua participação, recomendamos que informe à equipe da pesquisa, para que sejam adotadas as medidas adequadas. Esclarecemos que você não terá despesas nem receberá qualquer pagamento por participar deste estudo. Caso tenha dúvidas sobre a pesquisa ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com o pesquisador RODRIGO DOS SANTOS pelo e-mail rodrigasantos.vg037@academico.ifsul.edu.br, ou com o Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação pelo e-mail vg-ppgcited@ifsul.edu.br.

Autorização para uso de imagem exclusivamente para fins acadêmicos da pesquisa:

- () Autorizo o uso da imagem.
() Não autorizo o uso da imagem.

Declaro que li, compreendi e fui devidamente esclarecido(a) quanto aos objetivos, procedimentos e implicações da presente pesquisa. Recebi uma via deste termo e concordo, de forma livre e esclarecida, em participar do estudo.

Passo Fundo, xx de xxxx de 2025.

Nome do(a) participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Pesquisador(a) responsável: _____

Rodrigo dos Santos

APÊNDICE D - Registro Reflexivo (Aplicação da Sequência Didática)

Quadro 16: Fenômenos Ambientais e Tecnologias Imersivas	
Escola: EMEF Senador Pasqualini	
Professor: Rodrigo dos Santos	
Componente Curricular: Pensamento Científico	
Turma/Série: 8 Série – Turma 81	
Data: 06 de Agosto de 2025	
Contextualização da Atividade	
<ul style="list-style-type: none"> Este momento da sequência didática teve como propósito investigar fenômenos ambientais por meio do uso de tecnologias imersivas, especificamente Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). A proposta foi planejada com base em princípios da aprendizagem ativa, cultura maker e ensino investigativo, buscando integrar os conceitos científicos à vivência experimental e digital dos estudantes. A avaliação das dimensões qualitativas ocorreu por meio de observações sistemáticas e registros em escala de 1 (baixo) a 5 (alto), abrangendo aspectos cognitivos, afetivos, técnicos e inclusivos. 	
Dimensões de Análise e Reflexão	
Engajamento geral dos estudantes	O engajamento dos estudantes foi o aspecto mais expressivo, obtendo 5 pontos. As experiências imersivas proporcionaram alta motivação, curiosidade e participação coletiva, refletindo a eficácia das tecnologias digitais na promoção de uma aprendizagem ativa e com sentido. O uso de RA e RV favoreceu o envolvimento contínuo, o diálogo entre pares e a construção colaborativa do conhecimento científico.
Interesse pelos impactos ambientais	O interesse pelos impactos ambientais também recebeu avaliação máxima (5). As simulações tridimensionais de eventos climáticos extremos despertaram reflexões espontâneas, comentários críticos e conexões com a realidade cotidiana. Tal envolvimento evidencia que o uso de tecnologias imersivas potencializa a problematização dos conteúdos e o desenvolvimento da consciência ambiental, atendendo aos princípios da BNCC no que se refere à formação cidadã e sustentável.
Compreensão dos conceitos de Realidade Aumentada e Realidade Virtual	A compreensão dos conceitos de RA e RV foi satisfatória (4). Os estudantes demonstraram capacidade de reconhecer aplicações concretas dessas tecnologias em contextos acadêmicos, científicos e ambientais, embora alguns apresentassem dificuldades iniciais de caráter técnico e conceitual.
Produção de registros reflexivos	A dimensão referente à produção de registros reflexivos também alcançou nota 4. Os estudantes revelaram habilidades de síntese, argumentação e interpretação, articulando conhecimentos científicos com percepções pessoais sobre os fenômenos ambientais estudados. Essa prática favoreceu a metacognição, possibilitando que os estudantes refletissem sobre o próprio processo de aprendizagem e consolidassem o pensamento crítico.

Dificuldades técnicas com o aplicativo de Realidade Aumentada	As dificuldades técnicas constituíram o ponto de menor desempenho, com 2 pontos. Observou-se a necessidade de <i>download</i> prévio do aplicativo e a incompatibilidade com o sistema iOS, o que impossibilitou o acesso pleno por parte de alguns estudantes. Essa limitação evidencia a importância de um planejamento tecnológico antecipado, com testes prévios e alternativas de acessibilidade, a fim de garantir a equidade digital no ambiente escolar.
Participação da estudante neurodivergente	A participação da estudante neurodivergente foi um dos pontos mais positivos, obtendo nota máxima (5). Sua interação nas atividades e nas discussões coletivas confirmou o potencial inclusivo das tecnologias imersivas, que ampliam as possibilidades de expressão e engajamento. A vivência reforça a relevância de estratégias pedagógicas que reconheçam a diversidade cognitiva e promovam a inclusão educacional efetiva.
Síntese Reflexiva Docente	De modo geral, a experiência revelou que o uso de RA e RV contribuiu significativamente para a aprendizagem dos estudantes, fortalecendo o interesse científico, a consciência ambiental e o trabalho colaborativo. Apesar dos desafios técnicos, a proposta mostrou-se eficaz na promoção de ambientes de aprendizagem inovadores, inclusivos e interativos, reafirmando o potencial das tecnologias imersivas como ferramentas pedagógicas contemporâneas alinhadas à BNCC e às competências da Educação 4.0.
Considerações Finais A análise das dimensões evidencia que as tecnologias imersivas, quando integradas de forma planejada e crítica, promovem engajamento, inclusão e reflexão científica. Recomenda-se ampliar o tempo de experimentação tecnológica, prever opções <i>offline</i> e formações continuadas para docentes, de modo a garantir o pleno aproveitamento pedagógico desses recursos.	

Fonte: Autor (2025)

APÊNDICE E - JOGO DIDÁTICO “DESAFIOS DO CLIMA EXTREMO”

Jogo Didático

REGRAS GERAIS

1. Objetivos

- Ensinar conceitos sobre eventos climáticos extremos de forma interativa, promovendo o aprendizado e a consciência ambiental.
- Compreender os impactos das mudanças climáticas e eventos extremos no meio ambiente e na sociedade.
- Estimular o pensamento crítico e a tomada de decisões conscientes, por meio da resolução de desafios relacionados à adaptação e mitigação ambiental.
- Promover o trabalho em equipe e a sensibilização para atitudes sustentáveis, incentivando a cooperação e a responsabilidade socioambiental.

2. Público-alvo

- Estudantes do ensino fundamental (séries finais), mas também pode ser adaptado para outros públicos.

3. Materiais Necessários

- Tabuleiro com um percurso de casas (pode ser desenhado em papel/cartolina ou impresso).
- Cartões de desafios (com perguntas, charadas, desenhos, e outras atividades).
- Peças para representar os jogadores (tampinhas, botões, ou outros marcadores).
- Dado comum (ou digital, caso não tenha um físico).
- Marcadores de pontos (fichas, estrelinhas, ou outro tipo de marcador).

4. Regras do Jogo

- Divida os participantes em times ou jogue individualmente.
- Cada jogador começa na primeira casa do tabuleiro.
- Os jogadores se revezam jogando o dado e movendo suas peças pelo tabuleiro.
- Ao cair em uma casa com um desafio, o jogador precisa cumpri-lo para ganhar pontos.
- Caso não consiga completar o desafio, o jogador perde a vez e o próximo continua.
- O jogo termina quando um jogador ou equipe alcança a última casa do tabuleiro.
- O vencedor é quem tiver mais pontos.

Jogo Didático

5. Tabuleiro

- O tabuleiro deve ter um percurso de 30 casas, com casas especiais e desafios espalhados.
- Exemplo de casas especiais:
- Casa 5: Avance 2 casas! Você plantou uma árvore e ajudou o planeta.
- Casa 10: Volte para a casa 2! Uma enchente interrompeu o caminho.
- Casa 14: Volte para a casa 12! Vai chover 200 milímetros. Perigo!
- Casa 17: Avance para a casa 21: Você contribui com o meio ambiente.
- Casa 20: Fique uma rodada sem jogar. Uma onda de calor te deixou cansado.
- Casa 26: Volte para a casa 24! Queimadas na Amazônia! Perigo.

6. Tipos de Desafios

6.1. Perguntas de Múltipla Escolha

Pergunta: Qual é o principal gás que causa o efeito estufa?

- (a) Oxigênio
- (b) Dóxido de Carbono (CO_2)
- (c) Nitrogênio

Resposta Correta: (b)

6.2. Complete a Palavra

- En_ch_nt_ (Resposta: Enchente)
- S_c_ (Resposta: Seca)

6.3. Desenhe e Descubra

- O jogador deve desenhar a palavra/_____ sorteada para que os outros adivinhem.
- Palavras: Furacão, Queimadas, Enchentes.

6.4. Charadas

- "Eu sou causado por chuvas fortes e aumento do nível do mar. O que sou?" (Resposta: Enchente).

6.5. Desafios de Ação

- Imitar um vento forte como se fosse um furacão!
- Fingir que está derretendo como uma geleira.

7. Pontuação

- Cada desafio completado corretamente vale um ponto.
- Desafios específicos (como desenhar ou explicar conceitos) valem dois pontos.

Jogo Didático

- Caso o jogador erre ou não consiga realizar o desafio, ele não ganha pontos e passa a vez.

8. Conceitos Ensinados no Jogo

- Mudanças climáticas.
- Efeito estufa.
- Aquecimento global.
- Fenômenos como furacões, secas, enchentes e deslizamentos.
- Sustentabilidade e resiliência.
- Impactos do derretimento de geleiras e aumento do nível do mar.

9. Benefícios do Jogo

- Promove o aprendizado de forma lúdica e interativa.
- Incentiva o trabalho em equipe e a resolução de problemas.
- Desenvolver habilidades como criatividade, comunicação e pensamento crítico.

Figura 26: Tabuleiro



Fonte: Adaptado de Canva (2024)

Figura 27: Cartas Desafios



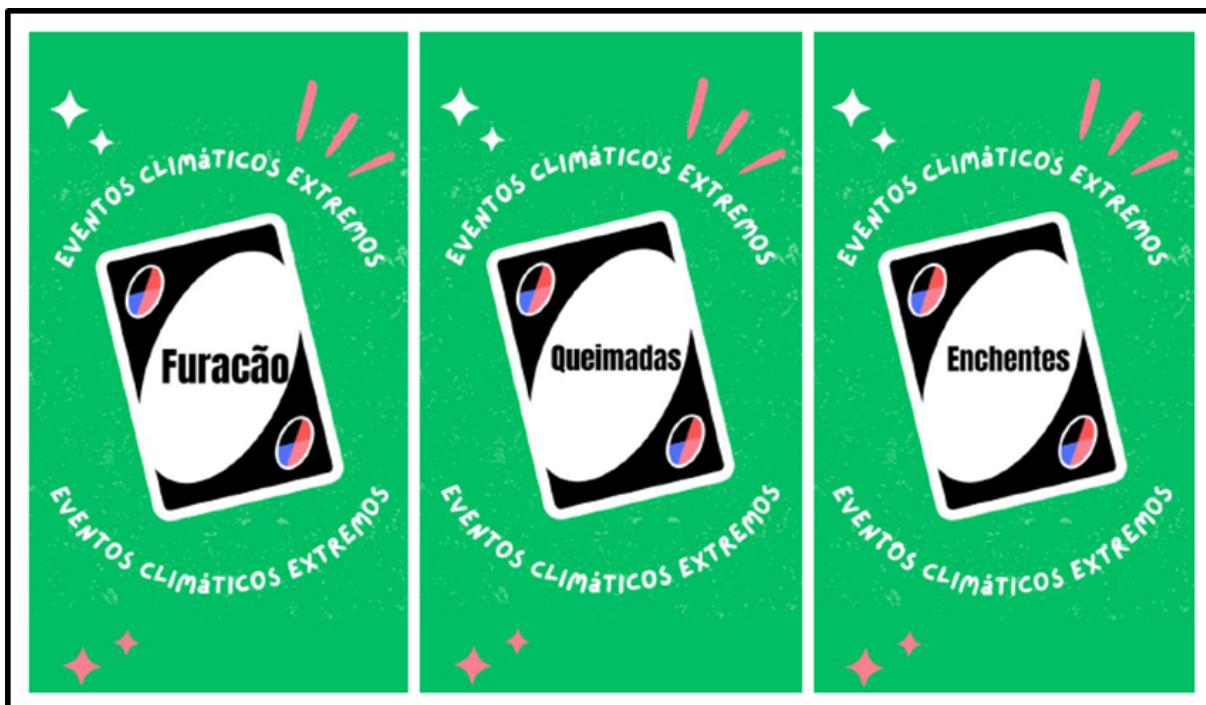
Fonte: Adaptado de Canva (2024)

• **Figura 28: Charadas**



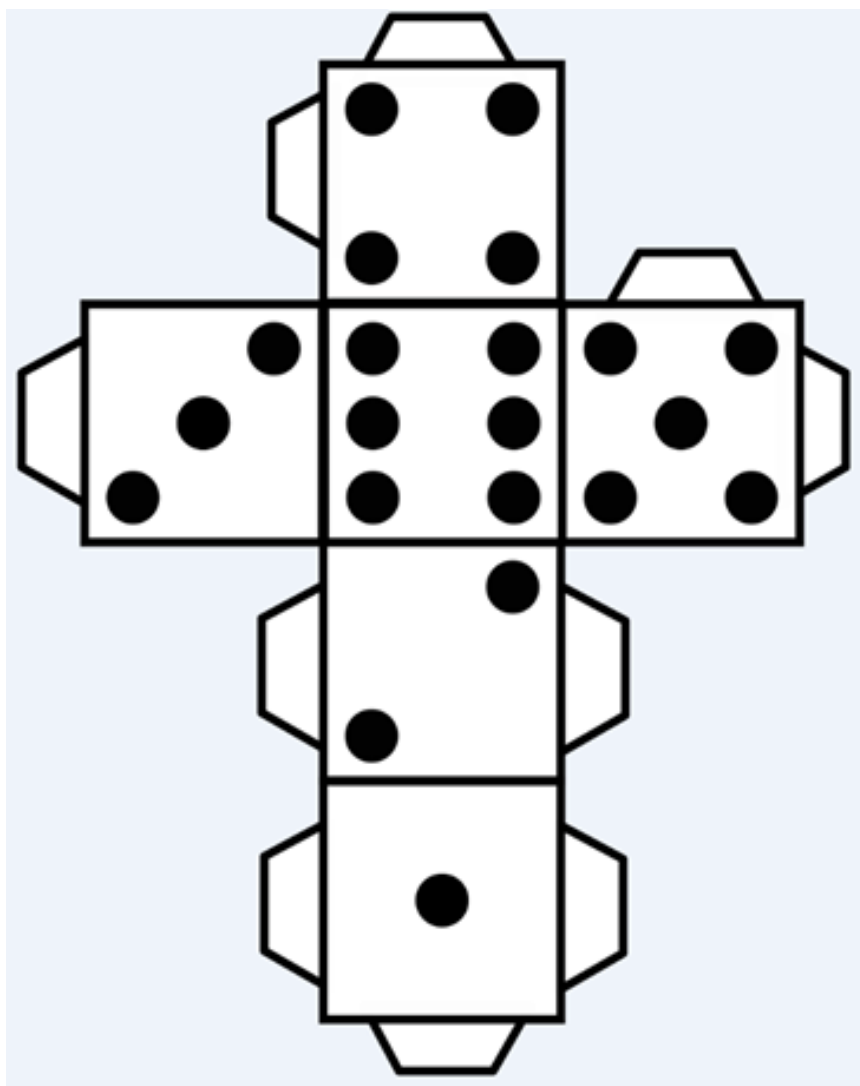
Fonte: Adaptado de Canva (2024)

Figura 29: Cartas Eventos



Fonte: Adaptado de Canva (2024)

Figura 30: Modelo - Dado



Fonte: Grátispng (2025)

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Parte 1 – Sobre o tema e as aulas

1. O tema “Eventos Climáticos Extremos” foi:

<input type="checkbox"/> Muito interessante	<input type="checkbox"/> Interessante
<input type="checkbox"/> Pouco interessante	<input type="checkbox"/> Nada interessante

2. Você já tinha estudado esse tema antes?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Não lembro
------------------------------	------------------------------	-------------------------------------

3. As atividades ajudaram você a compreender melhor os impactos das mudanças climáticas?

<input type="checkbox"/> Sim, muito	<input type="checkbox"/> Sim, um pouco	<input type="checkbox"/> Não ajudaram	<input type="checkbox"/> Não sei dizer
-------------------------------------	--	---------------------------------------	--

Parte 2 – Sobre os jogos didáticos

4. O jogo “Desafios do Clima Extremo” foi:

<input type="checkbox"/> Muito divertido e aprendi bastante	<input type="checkbox"/> Divertido, mas aprendi pouco
<input type="checkbox"/> Difícil de entender	<input type="checkbox"/> Não gostei

5. O que você mais gostou no jogo? (Resposta aberta)
6. Você aprendeu algo novo com o jogo? Se sim, o quê? (Resposta aberta)

Parte 3 – Sobre o uso de tecnologias (RA e RV)

7. Usar Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) ajudou você a visualizar e entender melhor os eventos climáticos?

<input type="checkbox"/> Sim, com certeza	<input type="checkbox"/> Um pouco
<input type="checkbox"/> Não fez diferença	<input type="checkbox"/> Não gostei

8. Essa foi a sua primeira vez usando RA?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------

9. Essa foi a sua primeira vez usando RV?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------

10. O que achou da experiência com as tecnologias imersivas? (Resposta aberta)

Parte 4 – Sobre as atividades maker (maquetes)

11. Construir as maquetes topográficas ajudou você a entender melhor como os desastres naturais afetam certas regiões?

- ☐ Sim, bastante
- ☐ Um pouco
- ☐ Não entendi muito bem
- ☐ Não gostei da atividade

12. O que você aprendeu durante a construção da maquete? (Resposta aberta)

Parte 5 – Reflexões gerais

13. O que você mais gostou nas aulas? (Resposta aberta)

14. O que você mudaria ou melhoraria nessa sequência de aulas? (Resposta aberta)

15. Depois dessas aulas, você diria que:

- ☐ Está mais atento(a) às questões ambientais
- ☐ Continua com a mesma opinião sobre o meio ambiente
- ☐ Não se interessou muito pelo tema

16. Deixe aqui um comentário final sobre sua experiência: (Resposta aberta)

APÊNDICE G - RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

A seguir são apresentados os resultados das 16 questões do *Questionário de Percepção dos Estudantes sobre a Aplicação da Sequência Didática* (APÊNDICE F), respondido por 22 estudantes. O instrumento buscou identificar como os estudantes perceberam a sequência didática, que integra gamificação, cultura maker e tecnologias imersivas, e em que medida sua aplicação contribuiu para o ensino de Ciências sobre Eventos Climáticos Extremos, promovendo maior envolvimento e o desenvolvimento de uma postura crítica.

Parte 1 – Sobre o tema e as aulas

Os dados do questionário mostram que o tema “Eventos Climáticos Extremos” foi bem recebido pela turma. Entre os 22 estudantes participantes, 10 o classificaram como “muito interessante”, outros 10 como “interessante”, e apenas 2 o consideraram “pouco interessante”. Em síntese, 91% avaliaram o tema de forma positiva, indicando boa receptividade inicial e alinhamento com seus interesses.

Quanto ao impacto das atividades na compreensão dos conteúdos, os resultados também foram favoráveis. Questionados sobre se as ações propostas ajudaram a compreender melhor os impactos das mudanças climáticas, 13 estudantes responderam “sim, muito” e 9 afirmaram “sim, um pouco”. Assim, 100% relataram algum grau de contribuição, sugerindo que a Sequência Didática favoreceu a construção e o aprofundamento do entendimento sobre o tema.

Parte 2 - Sobre os jogos didáticos

O jogo de tabuleiro constituiu uma atividade significativa dentro da proposta, funcionando como um importante elemento de engajamento social e cognitivo. A avaliação dessa experiência foi fundamental para confirmar o potencial da gamificação em contextos educacionais formais e para sustentar sua aplicação de maneira intencional e pedagógica.

O Quadro 17 apresenta os resultados para as opções da questão “O jogo Desafios do Clima Extremo”. O resultado evidencia a aceitação metodológica, com 77,3% dos estudantes afirmando ter encontrado o equilíbrio ideal entre diversão e

aprendizagem. Este dado mitiga o argumento de que a atividade lúdica poderia desviar o foco do conteúdo, demonstrando que a gamificação, quando bem desenhada, potencializa os objetivos pedagógicos. A taxa combinada de rejeição e dificuldade de compreensão totaliza apenas 9%, confirmando a adequação da complexidade do jogo à faixa etária e ao tema.

Quadro 17: Avaliação da Experiência Geral com o Jogo de Tabuleiro (N = 22)		
Categoria de Resposta	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Muito divertido e aprendi bastante	17	77,3%
Divertido, mas aprendi pouco	3	13,6%
Difícil de entender	1	4,5%
Não gostei	1	4,5%
Total	22	100%

Fonte: Autor (2025)

O quadro 18 apresenta as respostas abertas da questão “O que você mais gostou no jogo?” que revela a valorização dos componentes intrínsecos e extrínsecos da atividade. Os resultados indicam que o jogo cumpriu uma função importante na promoção da aprendizagem colaborativa. A valorização da interação entre os estudantes sugere que o ambiente gamificado facilitou a discussão e a troca de saberes, transformando o jogo em um dispositivo de construção social do conhecimento

Quadro 18: Respostas da questão “O que você mais gostou no jogo?” (N = 21)		
Categoria de Apreciação	Exemplos de Respostas	Frequência Temática (Alta)
Interação Social	A interação entre os estudantes; de jogar com meus amigos; Conversar sobre o assunto com meus colegas.	Alta
Dinâmica e Desafio	Os desafios; O modo de jogo; O sistema do jogo; Gostei das perguntas.	Alta
Dimensão Educativa	Gostei da dinâmica entre se divertir e aprender; De ver que questões climáticas podem virar um jogo.	Média

Fonte: Autor (2025)

Em relação à questão 6, “Você aprendeu algo novo com o jogo? Se sim, o quê?”, das 20 respostas obtidas, a maioria dos estudantes confirmou a aquisição de novos conhecimentos. Os aprendizados relatados não se limitaram a informações factuais, mas também abarcaram aspectos atitudinais, fundamentais para o desenvolvimento de uma postura crítica frente às questões ambientais.

- **Conhecimento Factível:** Aprendizado de *curiosidades do jogo e coisas novas sobre o clima*, incluindo *mais sobre os eventos climáticos*.
- **Consciência Ambiental (Formação Crítica):** A citação mais recorrente no domínio afetivo é a conscientização sobre a importância do cuidado com o meio ambiente e a preocupação em *cuidar do meio ambiente*.

O jogo, portanto, não se limitou à exposição de conteúdos, atuando também como um vetor de mudança de atitude e sensibilização ecológica, aspecto essencial no ensino de Ciências Ambientais.

Parte 3 – Sobre o uso de tecnologias (RA e RV)

O uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) insere a tecnologia digital imersiva no ensino de Ciências. Em relação às questões 8 e 9, que investigaram o contato prévio dos estudantes com tecnologias imersivas, observa-se um forte caráter de novidade tanto para a Realidade Aumentada (RA) quanto para a Realidade Virtual (RV). Na questão 8 “Essa foi sua primeira vez usando RA?”, 18 estudantes (81,8%) responderam afirmativamente, enquanto apenas 4 (18,2%) já haviam utilizado a tecnologia antes. Já na questão 9 “Essa foi sua primeira vez usando RV?”, a tendência se intensifica: 19 estudantes (86,4%) afirmaram ser sua primeira experiência com RV, contra apenas 3 (13,6%) que já tinham algum contato prévio. Esses percentuais demonstram que ambas as tecnologias representaram experiências inéditas para a grande maioria dos participantes, o que reforça o caráter inovador da proposta.

As 20 respostas da Questão “O que achou da experiência com as tecnologias imersivas?”, apresentadas no quadro 19, refletem o impacto dessa tecnologia. A contribuição das tecnologias imersivas transcende o simples fator novidade. A análise demonstra que a experiência é percebida como importante em função da

escassez de acesso a tais recursos no ambiente cotidiano do estudante: pelo fato de nem sempre ter acesso a essa tecnologia.

Esta percepção é um pilar da formação crítica, pois os estudantes reconhecem a desigualdade de acesso tecnológico e valorizam a iniciativa pedagógica que oferece essa oportunidade. Além disso, a tecnologia é vista como um otimizador da aprendizagem (*“gosto de usar realidade aumentada para aprender melhor”*), validando a inserção da imersão como um recurso que potencializa a compreensão visual e conceitual de fenômenos climáticos complexos.

Quadro 19: Respostas à questão “O que achou da experiência com as tecnologias imersivas?” (N = 20)		
Categoria Temática	Respostas Exemplificativas	Frequência de Menção (Aprox.)
Prazer e Divertimento	Muito legal; Muito divertido; Eu gostei bastante.	Alta
Reconhecimento da Importância e Acesso	Achei uma experiência muito importante, porque nunca tinha experimentado antes; Achei muito interessante pelo fator de nem sempre ter acesso a essa tecnologia.	Média/Alta
Utilidade Cognitiva	legal, eu gosto de usar realidade aumentada para aprender melhor.	Média

Fonte: Autor (2025)

Parte 4 – Sobre as atividades maker (maquetes)

A construção das maquetes representa a aplicação da *cultura maker* (*hands-on learning*), transformando o conhecimento teórico sobre relevo e impacto climático em uma representação tridimensional e palpável. Para a questão 11, “Construir as maquetes topográficas ajudou você a entender melhor como os desastres naturais afetam certas regiões?”, os resultados indicam que a construção das maquetes teve impacto significativo na compreensão espacial e na capacidade de visualizar a relação entre relevo e vulnerabilidade a eventos extremos, uma vez que 77,3% dos estudantes responderam “Sim, bastante”. Ainda assim, os 22,7% que marcaram “Um pouco” sugerem que a eficácia da atividade pode variar conforme o estilo de aprendizagem ou o grau de envolvimento dos estudantes com tarefas manuais. Isso reforça a necessidade de diversificar estratégias maker e oferecer múltiplos pontos de apoio conceitual.

O quadro 20 apresenta os resultados da questão 12. As respostas destacam aspectos como relevo, impacto das chuvas e dinâmica dos desastres. Embora úteis, muitas respostas são breves, sugerindo que nem todos conseguiram verbalizar o processo reflexivo em profundidade.

Quadro 20: Respostas à questão “O que você aprendeu durante a construção da maquete?” (N = 21)	
Domínio de Aprendizagem	Detalhamento das Respostas
Geografia Física e Risco	Sobre o relevo; aprendi a topografia um pouco; Aprendi que por conta da diferença entre os relevos, tem terrenos mais propícios a ter enchentes.
Impacto Climático e Societário	Sobre as cidades atingidas; sobre como as cidades foram destruídas; A situação climática é delicada; Que as mudanças climáticas afetam bastante o ambiente.
Habilidades Transversais	A trabalhar em grupo; O cuidado com o meio ambiente.

Fonte: Autor (2025)

A maquete atuou como um dispositivo de mediação pedagógica que permitiu a passagem do abstrato para o concreto. A afirmação *“Aprendi que por conta da diferença entre os relevos, tem terrenos mais propícios a ter enchentes”* é a principal evidência de que os estudantes conseguiram estabelecer a relação causal entre a geomorfologia e a vulnerabilidade.

O aprendizado se concentrou na espacialização do risco: ao modelar fisicamente o ambiente, os estudantes internalizaram as dinâmicas de desastres, compreendendo *como as coisas acontecem*. Além disso, a maquete reforçou o senso de trabalho em grupo, essencial para a formação de cidadãos capazes de atuar coletivamente em cenários de risco.

Parte 5 – Reflexões gerais

As reflexões finais dos estudantes (Questões 13, 14 e 16) fornecem a validação global da sequência didática e confirmam a formação crítica dos sujeitos.

Apesar da apreciação pelo jogo e pela RV/RA, a cultura maker foi o elemento mais citado como favorito, como pode ser observado no quadro 21. A preferência pela maquete (atividade *maker*) sugere que o envolvimento físico e a oportunidade

de construir o próprio objeto de estudo são fatores determinantes para o engajamento e a consolidação das aprendizagens.

Quadro 21: Elementos Favoritos da Sequência Didática		
Elemento Apreciado	Mais	Exemplos de Respostas (Q13)
Maquetes (<i>Maker</i>)		<i>“As construções das maquetes”, “Fazer a maquete”, “De fazer a maquete das cidades”.</i>
Metodologia/Dinâmica		<i>“As aulas são diferentes e mais divertidas”, “Gostei de usar recursos diferentes e fazer aula fora do comum”, “O modo de aprendizado”.</i>
Imersão Tecnológica		<i>“Os óculos VR”, “Usar realidade imersiva”, “A imersão”.</i>

Fonte: Autor (2025)

Em relação à questão “O que você mudaria ou melhoraria nessa sequência de aulas?”, as 20 respostas (Quadro 22) mostram predominância de comentários que afirmam não haver mudanças a fazer, indicando satisfação discente, embora essa ausência de críticas deva ser lida com cautela, pois pode refletir tanto aprovação quanto limitações de avaliação. As poucas sugestões, principalmente ampliar atividades práticas, reforçam o engajamento gerado pela cultura maker e apontam ajustes possíveis. Os elogios à condução docente evidenciam mediação bem recebida. No conjunto, os dados sinalizam boa aceitação da sequência didática, sem implicar inexistência de aspectos a aperfeiçoar.

Quadro 22: Respostas à pergunta “O que você mudaria ou melhoraria nessa sequência de aulas?”		
Categoria de Resposta (Q14)	Frequência de Menção (Aprox.)	Implicação Acadêmica
Ausência de Mudança (Nada)	13+	Aceitação e satisfação integral com o <i>design</i> .
Reforço/Repetição	3	Desejo mais atividades de sucesso (<i>Mais atividades de maquetes</i>).
Aprovação Explícita	4	<i>Não mudaria nada o professor aplicou as atividades que deu para compreender.</i>

Fonte: Autor (2025)

Em relação à última questão, “Deixe aqui um comentário final sobre sua experiência”, às 21 respostas revelam percepções majoritariamente positivas, embora devam ser lidas com cautela, pois comentários finais costumam refletir também o contexto emocional da atividade. Muitos relatos indicam aprendizagens e reflexões que sugerem sensibilização para o tema, ainda que dentro dos limites próprios do autorrelato discente. Mesmo assim, o conjunto aponta que a sequência didática gerou envolvimento e ampliou a compreensão dos estudantes. A seguir alguns dos comentários dos estudantes:

- **Relevância Social:** A experiência é classificada como "Muito especial e importante para nossas vidas" e "Muito importante e especial, para nossas vidas".
- **Valor do Conhecimento:** Houve um reconhecimento explícito do valor intrínseco do conteúdo: "É muito importante ter esse conhecimento".
- **Aprovação Metodológica Reforçada:** Os estudantes reiteraram o sucesso do formato, destacando *"a forma que foi aplicado os trabalhos"* e o desejo de repetição: *"Foi uma experiência muito boa e gostaria de fazer mais vezes"*.

Por fim, o desenvolvimento da Sequência Didática (SD) sobre “Eventos Climáticos Extremos” sugere o potencial de uma abordagem pedagógica integrada, apoiada na boa aceitação dos estudantes e nos indícios de avanço em sua aprendizagem conceitual e formação crítica. Os resultados apontam para a possibilidade de que a articulação entre tecnologias digitais imersivas e práticas de cultura maker contribua para deslocar o estudante de uma postura mais receptiva para um papel mais ativo na construção do conhecimento.

A Parte 1 (Tema e Aulas) evidenciou a relevância do conteúdo e o valor das experiências prévias dos estudantes, marcadas por “expressiva curiosidade e participação discente” e por associações “impactantes e concretas” com o tema (como “furacão”, “incêndios florestais” e “inundações”). Embora o tema tenha sido considerado “muito interessante” pela maioria, a etapa inicial também revelou um conhecimento fragmentado, o que reforça a pertinência de aprofundamento ao longo da SD.

A Parte 2 (Jogos Didáticos) sugere que a gamificação pode atuar como um importante elemento socializador, favorecendo a articulação entre envolvimento e aprendizagem. O jogo de tabuleiro obteve 77,3% de avaliações na categoria máxima (“Muito divertido e aprendi bastante”), o que indica que a atividade foi bem recebida e pode ter contribuído para mitigar a percepção de que práticas lúdicas desviam o foco do conteúdo. Além do potencial cognitivo, alguns relatos mencionam reflexões relacionadas ao “cuidado com o meio ambiente”, apontando para possíveis efeitos atitudinais. O engajamento também se mostrou relevante, já que vários estudantes demonstraram interesse em continuar a atividade mesmo após o encerramento da aula, o que pode sinalizar que o jogo favoreceu a participação e a motivação.

A Parte 3 (Tecnologias Imersivas) aponta o potencial da Realidade Aumentada (RA) e da Realidade Virtual (RV) como mediadoras de uma aprendizagem ativa. As atividades receberam avaliações altas e foram acompanhadas por reflexões espontâneas e comentários críticos dos estudantes. As tecnologias parecem ter facilitado a compreensão visual de fenômenos complexos e atuado como recurso com efeito inclusivo, já que muitos destacaram a atividade como uma oportunidade rara, chamando atenção para a desigualdade de acesso tecnológico.

A Parte 4 (Atividades Maker) sugere um elevado nível de envolvimento prático. A cultura maker, especialmente a construção das maquetes, apareceu com frequência como uma das etapas preferidas pelos estudantes, que valorizaram “a parte em que construímos as coisas”. A maquete funcionou como um possível “dispositivo de mediação pedagógica”, favorecendo a aproximação entre conceitos abstratos e sua materialização concreta. Alguns relatos indicam a compreensão da relação entre geomorfologia e vulnerabilidade, como no comentário de que “por conta da diferença entre os relevos, tem terrenos mais propícios a ter enchentes”, sinalizando um movimento de construção conceitual relevante para a formação crítica.

Por fim, a Parte 5 (Reflexões Gerais) indica um movimento de síntese da formação crítica e da percepção positiva sobre a SD. A pouca quantidade de sugestões de melhoria, muitas justificadas pela compreensão adequada das atividades, sugere uma avaliação favorável, embora essa leitura deva ser feita com

cautela. Alguns estudantes destacaram que a experiência foi “muito especial e importante para nossas vidas”, apontando para possíveis impactos também na dimensão cívica. De modo geral, a SD articulou ações lúdicas, imersivas e práticas, favorecendo o envolvimento e estimulando reflexões críticas ao conectar o conteúdo teórico à realidade local e às questões ambientais vivenciadas pelos estudantes.