



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DA REDE NORDESTE DE
ENSINO (PPGEN)
DOUTORADO EM ENSINO

JOSIANE SILVA DOS REIS

MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER : UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

FORTALEZA

2025

JOSIANE SILVA DOS REIS

MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ensino. Área de concentração: Ensino, Currículo e Processos de Ensino-Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Carvalho Brandão

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria José Costa dos Santos.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R31m Reis, Josiane Silva dos.

Modelagem Matemática Maker : uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental / Josiane Silva dos Reis. – 2025.
216 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Jorge Carvalho Brandão.

Coorientação: Profa. Dra. Maria José Costa dos Santos Soares.

1. Matemática. 2. Construcionismo. 3. Cultura maker. 4. Prática docente. 5. Modelagem matemática. I. Título.

CDD 370.7

JOSIANE SILVA DOS REIS

MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ensino. Área de concentração: Ensino, Currículo e Processos de Ensino-Aprendizagem.

Aprovada em: 10/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Carvalho Brandão (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof^ª. Dr^ª. Maria José Costa dos Santos Soares (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Francisco Herbert Lima Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Solonildo Almeida da Silva
Instituto Federal do Ceará

Prof. Dr. Wendel Melo Andrade
Secretaria de Educação do Estado do Ceará

Prof. Dr. Cleidivan Alves dos Santos
Universidade Federal do Delta do Parnaíba

A Deus.

À minha mãe, Maria Santa.

AGRADECIMENTOS

A Deus somente.

Agradeço por tudo o que Ele é, por tudo o que fez, faz e continuará fazendo em minha vida. Agradeço por ter me despertado, certa madrugada, há exatos cinco dias do fim das inscrições para a seleção de doutorado da Rede Nordeste de Ensino, e ter-me dito que eu deveria continuar o projeto, aquele mesmo que eu já havia abandonado, vencida pelo cansaço de cuidar da minha mãe, então adoentada. Se hoje concluo esta etapa, é por causa d'Ele, por Ele e para Ele.

Agradeço a Deus pelo sustento. Ainda que tenha sido necessário vender tudo o que havia em minha casa para conseguir me mudar para o Ceará, nada nos faltou. Em tudo, Ele cuidou. Sou grata.

Agradeço a Deus pela vida e saúde da minha mãe, **Maria Santa**, ou Santinha, como carinhosamente é chamada por todos. Mesmo diante de suas fragilidades, teve força e coragem para trilhar essa jornada ao meu lado. Em meio às dores, não poupou esforços para preparar nossas refeições, permitindo que eu me dedicasse aos estudos. Mesmo diante dos medos, não hesitou em ficar sob os cuidados de outras pessoas para que eu pudesse viajar para eventos ou compromissos do curso. Na verdade, ela nunca hesitou. Criou-me sozinha, enfrentou o abandono com fé, e se hoje estou neste lugar, é porque Deus lhe deu amor, resiliência e a esperança necessária para seguir. Sou grata.

Agradeço a Deus pela memória e pela história dos meus avós, **Francisco Américo** e **Francisca Américo**, cearenses que não estão mais aqui para ver-me tornar doutora, mas que foram fundamentais em minha formação. Ainda que eu não fosse neta de sangue, fui neta de alma, de afeto e de acolhimento. Sei que eles estariam profundamente orgulhosos. Sou grata.

Agradeço a Deus pela vida do meu orientador, **Jorge Carvalho Brandão**, um ser humano de coração íntegro, que sempre me direcionou palavras de ânimo e encorajamento. Em meio à pressão do mundo acadêmico, foi sopro de leveza e serenidade. Suas mensagens começavam com cuidado: “Como estão você e sua mãe?”, e cada pequena conquista minha era celebrada por ele como se fosse imensa. Sou grata.

Agradeço a Deus pela vida da minha coorientadora, **Maria José Costa dos Santos**, por quem nutro profunda admiração e respeito. Ela me abriu portas, oportunidades e experiências que levo comigo com gratidão. Nunca hesitou em responder às minhas dúvidas, por mais simples que fossem. Acreditou na minha pesquisa, às vezes mais do que eu mesma.

Percebeu meus medos e fragilidades, e esteve presente o tempo todo, me defendendo até mesmo daquilo que eu não pude me defender. Incentivou-me a seguir, encorajou-me a ir à Europa apresentar um trabalho e, com generosidade, até suas roupas me emprestou. Celebra cada artigo publicado como se fosse o primeiro. É alguém que quero levar para sempre no meu coração e na minha vida. Sou grata.

Agradeço a Deus pela vida dos meus irmãos em Cristo que me acolheram com amor no Ceará, especialmente o irmão Sandoval, que não descansou até encontrar um lar para mim e minha mãe; a irmã Meire, pelo carinho sincero com que nos recebeu; ao irmão Jeanderson e família, por todo cuidado comigo e minha mãe. Agradeço a todos os irmãos da Igreja Cristã Maranata, Benfica e Centro, que me proporcionaram momentos de comunhão, fé e alegria na presença do Senhor. Sou grata.

Agradeço a Deus pelos amigos que, mesmo distantes, me sustentaram com palavras de apoio e orações. Em especial à Gisele, que dirigiu ao meu lado na mudança para o Ceará, trazendo comigo tudo o que coube no carro: algumas roupas, painéis e minhas duas fiéis cachorrinhas. À Érika, amiga desde os tempos da escola, que sempre me ofereceu carinho, incentivo e acolhimento. Aos queridos amigos Tancredo, Franciane, Eneyda, Graça e Silvio, companheiros de trabalho e parceiros na vida. Sou grata.

Agradeço a Deus pelos amigos que o doutorado me deu: Jairo, Alessandra, Jéssyka, Robério, Francisco, Renee, Cleuton, Dina Mara, Gabriela, Italândia, Tânia e Amsranon. Pessoas que me abraçaram nos dias difíceis, que me ajudaram academicamente, que foram rede, alicerce e amparo em meio às exigências e incertezas da pós-graduação. Sou grata.

Agradeço a Deus pela vida de cada professor e professora que contribuiu, de alguma forma, para meu crescimento acadêmico. Em especial ao professor **Wendel Melo**, cuja sabedoria e generosidade admiro profundamente, sempre pronto a me auxiliar na construção metodológica da pesquisa. Ao professor **Daniel Brandão**, pela generosidade e por seu incentivo profissional e acadêmico que me motivam a buscar aprender sempre mais; ao professor **Cleidivan Alves**, sempre disponível e atencioso quando precisei de ajuda; e aos membros da banca, que dedicaram seu tempo à leitura do meu relatório de tese e contribuíram valiosamente para o aprimoramento deste trabalho. Sou grata.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), especialmente ao polo da Universidade Federal do Ceará, a coordenação do Doutorado, à Faculdade de Educação *lôcus* da pesquisa e a direção da referida instituição. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

de Nível Superior– Brasil (CAPES)– Código de Financiamento 001 e da Fundação Cearense de Apoio do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), que tornou possível a realização desta pesquisa.

Agradeço a Deus por cada pessoa que Ele colocou em meu caminho, neste lugar e ao longo da vida. Cada uma, à sua maneira, foi instrumento divino para que eu chegasse até aqui.

Sou grata. Eternamente grata.

“É fazendo que se aprende a fazer aquilo que se deve aprender a fazer” (Aristóteles, 350 - 330 a.c).

RESUMO

Na busca pela compreensão dos processos de ensino da Matemática, destacam-se investigações no campo da Educação Matemática que analisam ações pedagógicas voltadas à contextualização dos conteúdos e à valorização do raciocínio investigativo, aproximando os estudantes da natureza exploratória dessa ciência. Nesse cenário, a Modelagem Matemática e a Cultura Maker apresentam-se como abordagens capazes de articular a matemática escolar a situações concretas, estimulando a participação dos estudantes na formulação e resolução de problemas. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a Modelagem Matemática mostra-se especialmente relevante ao promover a construção de significados a partir de situações do cotidiano, enquanto a Cultura Maker vem ganhando espaço por defender práticas baseadas na experimentação, na criatividade e na investigação. Nesse sentido, esta investigação toma como objeto a prática de professores que atuam nos anos iniciais, orientada pela seguinte questão: Como a articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker, sob a perspectiva construcionista, pode configurar-se como uma estratégia didática que favorece o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Assim, o objetivo central desta tese consiste em conceituar a Modelagem Matemática Maker como estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais fundamentada na teoria construcionista. Dessa forma, o objetivo central desta tese é conceituar a Modelagem Matemática Maker como uma estratégia didática, fundamentada na teoria construcionista, compreendendo-a como resultado da articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker. Metodologicamente, desenvolve-se uma pesquisa qualitativa, de natureza básica, exploratória e explicativa, organizada em três etapas: (1) revisão sistemática da literatura; (2) estudo de caso mediante curso de extensão formativo para professores dos anos iniciais; e (3) elaboração e sistematização do texto final da tese. O curso, intitulado “Modelagem Matemática e a Prática Docente nos Anos Iniciais”, contou com a participação de vinte e um professores da rede pública de Fortaleza-Ceará. O corpus de análise foi constituído por fóruns de discussão, roteiros de atividades, diário de campo e fichas de observação, os quais foram examinados à luz da Análise de Conteúdo. Esse procedimento possibilitou identificar regularidades, significados e sentidos atribuídos pelos professores às práticas desenvolvidas, permitindo a categorização das percepções, desafios e potencialidades emergentes na articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker. Os resultados evidenciam uma convergência teórico-metodológica entre Modelagem Matemática e Cultura Maker, possibilitando conceituar a Modelagem Matemática Maker como uma estratégia em que os artefatos

produzidos pelos estudantes se materializam como soluções para os problemas investigados, constituindo expressões concretas dos resultados obtidos ao longo do processo de modelagem. Conclui-se que a Modelagem Matemática Maker se configura como uma estratégia didática que favorece o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, ancorada nos princípios do “aprender fazer” e do “aprender pelo querer fazer”, oriundos da teoria construcionista. A estratégia culmina na elaboração de soluções *maker*, compreendidas como resultados concretos das situações problematizadas, integrando conceitos matemáticos, criatividade, experimentação e o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e investigativo.

Palavras-chave: matemática; construcionismo; cultura maker; prática docente; modelagem matemática.

ABSTRACT

In the pursuit of understanding the processes of Mathematics teaching, research in the field of Mathematics Education has highlighted investigations that analyze pedagogical actions aimed at contextualizing content and valuing investigative reasoning, bringing students closer to the exploratory nature of this science. Within this context, Mathematical Modeling and Maker Culture emerge as approaches capable of linking school mathematics to concrete situations, encouraging students' participation in the formulation and solution of problems. In the early years of Elementary Education, Mathematical Modeling proves to be particularly relevant by promoting the construction of meaning from everyday situations, while Maker Culture has been gaining ground by advocating practices based on experimentation, creativity, and investigation. In this sense, the present study focuses on the practice of teachers working in the early years, guided by the following research question: How can the articulation between Mathematical Modeling and Maker Culture, from a constructionist perspective, be configured as a didactic strategy that fosters the teaching of mathematics in the early years of Elementary Education? Thus, the central objective of this thesis is to conceptualize Mathematical Modeling Maker as a didactic strategy for teaching mathematics in the early years, grounded in constructionist theory. Accordingly, this thesis seeks to conceptualize Mathematical Modeling Maker as a didactic strategy, grounded in constructionist theory, understanding it as the result of the articulation between Mathematical Modeling and Maker Culture. Methodologically, this study adopts a qualitative approach of a basic, exploratory, and explanatory nature, organized into three stages: (1) a systematic literature review; (2) a case study conducted through a formative extension course for teachers in the early years; and (3) the development and systematization of the final text of the thesis. The course, entitled "Mathematical Modeling and Teaching Practice in the Early Years," involved the participation of twenty-one teachers from the public school system of Fortaleza, Ceará. The corpus of analysis consisted of discussion forums, activity guides, a field diary, and observation forms, which were examined in light of Content Analysis. This procedure made it possible to identify regularities, meanings, and senses attributed by the teachers to the practices developed, allowing for the categorization of perceptions, challenges, and emerging potentialities in the articulation between Mathematical Modeling and Maker Culture. The results indicate a theoretical-methodological convergence between Mathematical Modeling and Maker Culture, making it possible to conceptualize Mathematical Modeling Maker as a strategy in which the artifacts produced by students materialize as solutions to the problems

investigated, constituting concrete expressions of the results obtained throughout the modeling process. It is concluded that Mathematical Modeling Maker is configured as a didactic strategy that favors the teaching of Mathematics in the early years of Elementary Education, anchored in the principles of learning by doing and learning by wanting to do, derived from constructionist theory. The strategy culminates in the development of maker solutions, understood as concrete outcomes of the problematized situations, integrating mathematical concepts, creativity, experimentation, and the development of a more dynamic and investigative teaching and learning process.

Keywords: mathematical; constructionism; maker culture; teaching practice; modeling mathematical.

RESUMEN

En la búsqueda de la comprensión de los procesos de enseñanza de las Matemáticas, se destacan investigaciones en el campo de la Educación Matemática que analizan acciones pedagógicas orientadas a la contextualización de los contenidos y a la valorización del razonamiento investigativo, acercando a los estudiantes a la naturaleza exploratoria de esta ciencia. En este escenario, la Modelación Matemática y la Cultura Maker se presentan como enfoques capaces de articular las matemáticas escolares con situaciones concretas, estimulando la participación de los estudiantes en la formulación y resolución de problemas. En los primeros años de la Educación Primaria, la Modelación Matemática se muestra especialmente relevante al promover la construcción de significados a partir de situaciones cotidianas, mientras que la Cultura Maker ha ido ganando espacio al defender prácticas basadas en la experimentación, la creatividad y la investigación. En este sentido, la presente investigación toma como objeto la práctica de docentes que actúan en los primeros años, orientada por la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo puede la articulación entre la Modelación Matemática y la Cultura Maker, desde la perspectiva construccionista, configurarse como una estrategia didáctica que favorezca la enseñanza de las matemáticas en los primeros años de la Educación Primaria? Así, el objetivo central de esta tesis consiste en conceptualizar la Modelación Matemática Maker como una estrategia didáctica para la enseñanza de las matemáticas en los primeros años, fundamentada en la teoría construccionista. De este modo, esta tesis busca conceptualizar la Modelación Matemática Maker como una estrategia didáctica, basada en la teoría construccionista, comprendiéndola como el resultado de la articulación entre la Modelación Matemática y la Cultura Maker. Desde el punto de vista metodológico, se desarrolla una investigación cualitativa, de carácter básico, exploratorio y explicativo, organizada en tres etapas: (1) revisión sistemática de la literatura; (2) estudio de caso mediante un curso de extensión formativo para docentes de los primeros años; y (3) elaboración y sistematización del texto final de la tesis. El curso, titulado «Modelación Matemática y la Práctica Docente en los Primeros Años», contó con la participación de veintiún docentes de la red pública de Fortaleza, Ceará. El corpus de análisis estuvo constituido por foros de discusión, guías de actividades, diario de campo y fichas de observación, los cuales fueron examinados a la luz del Análisis de Contenido. Este procedimiento permitió identificar regularidades, significados y sentidos atribuidos por los docentes a las prácticas desarrolladas, posibilitando la categorización de las percepciones, los desafíos y las potencialidades emergentes en la articulación entre la Modelación Matemática y

la Cultura Maker. Los resultados evidencian una convergencia teórico-metodológica entre la Modelación Matemática y la Cultura Maker, lo que permite conceptualizar la Modelación Matemática Maker como una estrategia en la que los artefactos producidos por los estudiantes se materializan como soluciones a los problemas investigados, constituyendo expresiones concretas de los resultados obtenidos a lo largo del proceso de modelación. Se concluye que la Modelación Matemática Maker se configura como una estrategia didáctica que favorece la enseñanza de las Matemáticas en los primeros años de la Educación Primaria, anclada en los principios del aprender haciendo y del aprender por querer hacer, propios de la teoría construccionista. La estrategia culmina en la elaboración de soluciones maker, entendidas como resultados concretos de las situaciones problematizadas, integrando conceptos matemáticos, creatividad, experimentación y el desarrollo de un proceso de enseñanza y aprendizaje más dinámico e investigativo.

Palabras - clave: matemática; construccionismo; cultura maker; práctica docente; modelización matemática.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	—	Elementos essenciais da abordagem construcionista.....	12
Figura 2	—	Balança entre currículo e maker	12
Figura 3	—	Características da pesquisa	12
Figura 4	—	Registro do encontro presencial	12
Figura 5	—	Registro do encontro remoto	12
Figura 6	—	Fluxograma do processo de extração dos artigos.....	12
Figura 7	—	Processo de análise dos dados	21
Figura 8	—	Registro do encontro de planejamento dos roteiros de atividade	12
Figura 9	—	Processo de montagem das peças do protótipo da piscina	12
Figura 10	—	Esquema representativo	12

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Média dos indicadores observados.....	124
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	—	Ciclos de modelagem	12
Quadro 2	—	Descrição das atividades do curso de extensão.....	12
Quadro 3	—	Etapas do processo de pesquisa, procedimentos e instrumentos adotados na pesquisa em função dos objetivos	12
Quadro 4	—	String de busca automática utilizada nas bases de dados	12
Quadro 5	—	Crítérios de inclusão, exclusão e qualidade	12
Quadro 6	—	Artigos relacionados	12
Quadro 7	—	Organização das categorias de análise	12
Quadro 8	—	Panorama dos aspectos observados	12
Quadro 9	—	Habilidades evidenciadas	12
Quadro 10	—	Síntese dos roteiros de atividade elaborados pelos colaboradores	12
Quadro 11	—	Ações que evidenciam a articulação entre modelagem matemática e cultura maker	12
Quadro 12	—	Recursos e materiais identificados	12
Quadro 13	—	Aspectos metodológicos observados	12
Quadro 14	—	Habilidades observadas	12
Quadro 15	—	Desafios observados	12
Quadro 16	—	Análise comparativa	12

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BOCEHM	Boletim Cearense de Educação e História da Matemática
CEP	Comitê de Ética em Pesquisas
CM	Cultura <i>Maker</i>
EPMEM	Encontro Paranaense de Modelagem Matemática na Educação Matemática
FACED	Faculdade de Educação
GTERCOA	Grupo Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem
LDE	Laboratório Digital Educacional
MM	Modelagem Matemática
PAAP	Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico
PROPAG	Programa de Articulação entre Graduação e Pós-Graduação
QP	Questão de Pesquisa
RENOEN	Rede Nordeste de Ensino
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UC	Unidade de Contexto
UFC	Universidade Federal do Ceará
UR	Unidade de Registro
ZDP	Zona de desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	TEORIA CONSTRUCIONISTA: FUNDAMENTOS E IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA DOCENTE	29
2.1	O construcionismo de Papert.....	29
2.2	Ambientes educacionais construcionistas.....	33
3	MODELAGEM MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS, METODOLÓGICOS E FORMATIVOS.....	38
3.1	Pressupostos teóricos e epistemológicos	38
3.2	A modelagem matemática como metodologia de ensino nos anos iniciais do Ensino Fundamental	42
3.3	A formação de professores em modelagem matemática	47
4	CULTURA MAKER E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO CONTEXTO EDUCACIONAL	52
4.1	Cultura <i>maker</i> : do movimento à educação	52
4.2	Educação <i>maker</i> : implicações na prática docente	56
5	DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA	61
5.1	Caracterização da pesquisa	62
5.2	Lócus da pesquisa.....	63
5.3	Colaboradores da pesquisa.....	68
5.4	Delineamento da pesquisa em função dos objetivos.....	70
5.4.1	<i>Etapa 1: a pesquisa bibliográfica</i>	71
5.4.2	<i>Etapa 2: o estudo de caso</i>	71
5.4.3	<i>Etapa 3 : Produção do relatório de tese</i>	74
5.5	Descrição dos procedimentos, técnicas e instrumentos de coleta de dados.....	74
5.5.1	<i>Pesquisa bibliográfica com revisão sistemática de literatura</i>	74
5.5.2	<i>Observação não participante: fóruns de discussão</i>	78
5.5.3	<i>Observação participante : roteiros de atividade e diário de campo</i>	79
5.5.4	<i>Observação estruturada: plano de observação</i>	79
5.6	Metodologia de análise de dados	80
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	85
6.1	Unidade de análise 1: Relação teórico metodológica entre modelagem matemática e cultura <i>maker</i>	85
6.1.1	<i>Categoria 1 Convergências teórico-metodológicas</i>	86
6.1.2	<i>Categoria 2 Desenvolvimento de habilidades</i>	96

6.2	Unidade de análise 2: Caracterização do processo didático	102
6.2.1	<i>Categoria 3 Planejamento e organização das atividades.....</i>	102
6.2.2	<i>Categoria 4 Inserção de recursos e materiais da cultura maker.....</i>	113
6.3	Unidade de análise 3: Prática docente no contexto investigado	116
6.3.1	<i>Categoria 5 Articulação entre modelagem matemática e cultura maker</i>	116
6.3.2	<i>Categoria 6 Desafios e potencialidades na implementação das atividades</i>	122
7	MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER: CONCEITOS, FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS	132
8	CONCLUSÃO	140
	REFERÊNCIAS	145
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL	157
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .	160
	APÊNDICE C – MODELO DO ROTEIRO DE ATIVIDADE	162
	APÊNDICE D – ROTEIROS DE ATIVIDADE ELABORADOS	163
	APÊNDICE E – FÓRUMS DE DISCUSSÃO	172
	APÊNDICE F – DIÁRIO DE CAMPO DA PESQUISADORA	180
	APÊNDICE G – PLANO DE OBSERVAÇÃO ESTRUTURADA	184
	APÊNDICE H – FICHAS DE OBSERVAÇÃO	186
	ANEXO A – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA	207
	ANEXO B – EDITAL DO CURSO DE EXTENSÃO	211

1 INTRODUÇÃO

As investigações na área da Educação Matemática têm avançado no sentido de compreender os processos de ensino e aprendizagem que se materializam no espaço escolar. Tais estudos não se limitam à descrição de práticas pedagógicas, mas buscam analisar, de forma crítica, as condições que favorecem ou dificultam a aprendizagem da matemática, bem como as implicações dessas condições no desempenho dos estudantes. Nesse movimento, a produção científica da área tem se dedicado à avaliação de metodologias de ensino, à identificação de fatores socioculturais e cognitivos que interferem na apropriação dos conceitos matemáticos e à proposição de estratégias que respondam às demandas do cotidiano escolar.

Práticas pedagógicas inovadoras e o uso de recursos digitais compõem um conjunto de estratégias que vêm sendo cada vez mais incorporadas ao ensino de matemática, com o objetivo de torná-lo mais dinâmico, acessível e significativo para os estudantes. Na visão de Silva *et al.* (2020), essas práticas devem adequar-se à realidade dos alunos com o intuito de criar situações reais de aprendizagem, “compreendendo os conhecimentos da disciplina como parte integrante do cotidiano, não somente nos conteúdos ministrados no ambiente escolar” (Silva *et al.*, 2020, p.6).

Nesse sentido, as Metodologias Ativas têm ganhado destaque por promoverem abordagens que rompem com os modelos tradicionais de ensino, priorizando o protagonismo dos estudantes no processo de construção do conhecimento. Segundo Moran (2019), essas metodologias “constituem-se como alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem nos aprendizes” (Moran, 2019, p. 66).

Nessa conjuntura, a Modelagem Matemática (MM)¹ e a Cultura Maker (CM) apresentam-se como abordagens didáticas coerentes com os princípios das Metodologias Ativas, ao promover um ensino mais investigativo, contextualizado e centrado no estudante. Elas valorizam a construção coletiva do conhecimento, o diálogo entre diferentes saberes e a articulação da matemática com outras áreas do conhecimento, potencializando a formação integral dos estudantes e sua preparação para os desafios do século XXI.

Diante desse contexto, e considerando a necessidade de oferecer estratégias didáticas alternativas para professores que ensinam Matemática desde os anos iniciais do Ensino Fundamental (EF), esta investigação tem como objeto de estudo a prática docente de

¹ Neste texto, os termos Modelagem Matemática e Modelagem serão utilizados de forma intercambiável.

professores dos anos iniciais, no que se refere ao planejamento e desenvolvimento de atividades que promovam a articulação entre MM e CM.

De acordo com Burak (1992), a Modelagem caracteriza-se como uma metodologia de ensino da Matemática que se fundamenta na resolução de problemas oriundos de contextos reais ou fictícios, nos quais os estudantes são desafiados a investigar, representar, interpretar e validar situações por meio de conceitos matemáticos. Autores como Silva e Barbosa (2018) e Almeida e Silva (2020), destacam que a MM, além de promover a aprendizagem, amplia a compreensão sobre o papel da Matemática na sociedade, ao proporcionar espaços de diálogo, criatividade e tomada de decisões.

Nas últimas décadas, a MM tem sido tópico recorrente em debates acerca do ensino e da aprendizagem da matemática em diferentes países mundo afora (Sousa, Almeida, 2021, p.2). Apesar da ocorrência de algumas dificuldades para sua aplicação, a utilização dessa metodologia tem sido promissora, especialmente quando se expande o debate com o fim de refletir a utilização da modelagem segundo aquele que a adota, o professor (Mutti; Klüber, 2021). Assim, tão importante quanto pensar a MM como uma possibilidade metodológica eficiente para o ensino de matemática é pensar na prática docente do professor que a utiliza em sala de aula, ou seja, na sua formação.

Em uma pesquisa sobre formação de professores em MM na Educação Matemática, Oliveira e Klüber (2017) apontam a necessidade de que pesquisas sejam inseridas nesse contexto, “a fim de que possibilite formandos e formadores refletirem sobre a formação em Modelagem, levando em consideração suas especificidades, para que possam programá-la e, desenvolvê-la em sala de aula, de modo mais efetivo”(Oliveira; Klüber, 2017, p.184).

Na perspectiva da Educação Matemática, Fogaça *et al.* (2021) afirmam que, a MM propicia a efetivação das propostas abordadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). De acordo com os autores, o docente que utiliza a MM em suas aulas é apoiado pela BNCC, pois essa prática está em consonância com os princípios da educação integral, da contextualização e da resolução de problemas.

A última edição do Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM), ocorrido em setembro de 2022, trouxe como temática central “As práticas e pesquisas atuais em modelagem na Educação Matemática: ampliando os debates”, mostrando a relevância e a necessidade de ampliar os debates sobre modelagem na Educação Matemática, reconhecendo-a como uma abordagem pedagógica atual.

Nossa² trajetória pessoal com a MM inicia-se, ainda, no período do Mestrado. Embora não tenha constituído o foco central da nossa pesquisa naquele momento, o interesse consolidou-se por meio de leituras acadêmicas e relatos de outros educadores da área. Esse movimento resultou na incorporação gradual da MM à nossa prática docente, por meio do desenvolvimento de atividades em sala de aula que buscavam explorar as potencialidades dessa metodologia no processo de ensino e aprendizagem da matemática.

No ano de 2020, o distanciamento social imposto pela pandemia da COVID-19 representou um novo desafio: desenvolver atividades de MM em um contexto de ensino remoto. A constatação de que as atividades propostas durante o período pandêmico apresentavam-se, em sua maioria, superficiais e pouco eficazes em termos de engajamento discente nos levou a identificar na MM uma alternativa metodológica viável para o trabalho com a matemática naquele cenário adverso.

Dentre as atividades de MM desenvolvidas nesse período, destaca-se uma proposta originada a partir de uma discussão em um grupo de *WhatsApp* sobre a rotina dos alunos durante o distanciamento social. A partir dessa interação, emergiu uma problemática real vivenciada por alguns alunos, que serviu de base para o desenvolvimento da atividade em torno da temática “venda de chocolate”. Essa atividade resultou em um artigo intitulado “Modelagem Matemática e o Ensino Remoto no contexto da pandemia” publicado em 2021 no Boletim Cearense de Educação e História da Matemática (BOCEHM).

Esse artigo, apresentou uma análise detalhada sobre a integração da MM ao contexto do ensino remoto durante a pandemia, explorou os desafios enfrentados pelos alunos e docentes, bem como as estratégias adotadas para superá-los. Além disso, discutiu os benefícios e as limitações dessa abordagem, oferecendo possibilidades para o trabalho docente, especialmente em situações de ensino à distância. Sua publicação no BOCEHM contribuiu significativamente para que buscássemos conhecer as possíveis relações da MM com outras abordagens didáticas.

Grande parte das atividades de modelagem por nós desenvolvidas resultou em propostas de caráter prático, caracterizadas pela construção ou elaboração de materiais concretos. Um exemplo encontra-se na atividade descrita no artigo anteriormente citado, na qual os estudantes produziram diferentes tipos de embalagens em formatos de cubos, prismas e cilindros, utilizando materiais de papelaria. A proposta teve como objetivo levar os alunos a

² Na introdução, opta-se pelo uso da primeira pessoa do plural, por compreendermos que esse posicionamento expressa o caráter coletivo da construção do trabalho. Nas demais seções, será utilizada a terceira pessoa, em consonância com as convenções da escrita acadêmica.

investigar, a partir do cálculo de áreas, diferentes configurações de embalagens, a fim de identificar aquelas que se mostravam mais econômicas para distintos tamanhos de bombons, estabelecendo relações entre conceitos geométricos e situações do cotidiano.

O desenvolvimento de atividades práticas para a abordagem de conteúdos matemáticos sempre constituiu uma característica intrínseca à nossa prática docente, as quais compreendemos como ações didáticas pautadas na aplicação concreta de conhecimentos teóricos, por meio do envolvimento direto dos estudantes em propostas que incluem a manipulação de materiais concretos, a realização de experimentações e o uso de simulações.

Os conceitos apresentados por Blinkstein (2013) tratam a aprendizagem prática através da experimentação como uma ferramenta capaz de catalizar o potencial de solucionar problemas. Por essa razão, o interesse da pesquisadora pela CM surgiu de forma natural, à medida que reconheceu, nessa abordagem, uma ampliação das possibilidades de promover a aprendizagem por meio do fazer. A CM, com sua ênfase na criação, e na experimentação, mostrou-se compatível com a concepção de ensino da pesquisadora e com os princípios da MM.

Nosso primeiro contato com as bases teóricas da CM ocorreu em 2021, durante um curso de aperfeiçoamento intitulado “Tecnologia na Educação, Ensino Híbrido e Inovação Pedagógica”, promovido pelo Laboratório Digital Educacional (LDE), em parceria com a Secretaria de Educação de Sobral no Ceará. Ao longo do curso, as leituras e as experiências compartilhadas ampliaram sua visão sobre metodologias inovadoras, despertando reflexões acerca da viabilidade de articular a MM com a CM em sua prática docente.

Esse contexto de imersão possibilitou uma compreensão mais aprofundada dos potenciais benefícios da abordagem *Maker*, especialmente à luz do Construcionismo, despertando o interesse pela elaboração de um projeto de pesquisa que propusesse a articulação entre a MM e a CM como eixos centrais de uma estratégia didática voltada ao ensino da matemática. Tal projeto foi posteriormente selecionado e aprovado no processo seletivo para o curso de doutorado da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), consolidando, assim, a incorporação da CM como eixo estruturante de sua investigação acadêmica.

Na educação, a CM tem proporcionado uma abordagem contemporânea que valoriza a experimentação, a colaboração e a criatividade nos processos de ensino e aprendizagem. Para Blinkstein (2013), “há apelos em todos os lugares para abordagens educacionais que estimulam a criatividade e a inventividade” (Blinkstein, 2013, p. 2), e a CM pode representar uma nova e significativa abordagem para proporcionar oportunidades às

crianças, jovens e adultos expressarem suas ideias e explorarem sua criatividade de maneira inovadora.

Chris Anderson (2012), autor do livro *Makers: a nova revolução industrial*, vai além ao declarar a CM como precursora de uma nova revolução industrial, na qual qualquer pessoa poderá fabricar seus próprios produtos com algum conhecimento em design, impressão 3D, corte a laser e robótica. Essa ideia rompe com a lógica tradicional do consumismo passivo, ao incentivar que os indivíduos deixem de ser meros consumidores para se tornarem criadores de soluções para suas próprias necessidades.

Nesse sentido, estudos recentes têm buscado evidenciar os impactos dessa abordagem no contexto educacional. Garofalo (2018) aponta que estudantes que vivenciaram a aprendizagem *maker* tiveram desempenho 30% superior ao de colegas submetidos ao ensino convencional. No entanto, a autora ressalta que a implementação da CM ainda representa um desafio para escolas públicas brasileiras, demandando formação docente adequada e investimentos em infraestrutura.

O interesse em investigar as potencialidades da CM para o ensino de matemática nos anos iniciais do EF emergiu a partir de nossas experiências na instrutoria do Programa de Articulação entre Graduação e Pós-Graduação (PROPAG), da Universidade Federal do Ceará (UFC). Esse programa tem como objetivo principal contribuir para a elevação da qualidade acadêmica dos cursos de graduação da UFC, por meio da participação ativa e colaborativa de estudantes de mestrado e doutorado em ações voltadas ao ensino e à aprendizagem.

Durante a instrutoria, trabalhamos diretamente com acadêmicos do Curso de Licenciatura em Pedagogia, o que resultou na produção e publicação de dois artigos acadêmicos: “Animais articulados: uma atividade *maker* para os anos iniciais do Ensino Fundamental”, publicado na revista *Educar Mais*, e “Modelagem Matemática e o ensino da unidade grandezas e medidas: vivências com estudantes do curso de Pedagogia no âmbito do PROPAG”, publicado na revista *Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade*. Essa experiência proporcionou uma imersão nas demandas formativas específicas dos anos iniciais do EF, contribuindo significativamente para a consolidação do nosso projeto de pesquisa.

Diante desse percurso teórico e investigativo, delineia-se a problemática central desta pesquisa, pois, ao reconhecermos as potencialidades da MM e da CM no contexto educacional, torna-se necessário investigá-las de maneira articulada, a fim de fundamentar e validar a estratégia didática proposta neste estudo, denominada Modelagem Matemática Maker. Sendo assim, busca-se por meio da análise da prática docente de professores obter a resposta para a seguinte questão: Como a articulação entre Modelagem Matemática e Cultura

Maker, sob a perspectiva construcionista, configurar-se como uma estratégia didática inovadora para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

Frente à questão central desta pesquisa, levantamos a hipótese de que a articulação entre a Modelagem Matemática e a Cultura *Maker*, configura-se como uma estratégia didática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do EF, que favorece a elaboração de soluções concretas para problemas oriundos do processo de modelagem, contribuindo para a compreensão e a vivência de conhecimentos matemáticos mobilizados por meio de atividades práticas.

Com efeito defende-se a tese de que a articulação entre MM e CM, ancorada na perspectiva teórica construcionista, institui a Modelagem Matemática Maker como uma estratégia didática que favorece o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse sentido, torna-se necessário compreendê-la e analisá-la no âmbito de um processo formativo que articule teoria e prática, subsidiando a práxis educativa e possibilitando aos professores refletirem sobre as abordagens de forma a favorecer o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades matemáticas.

Diante do exposto, delineamos como objetivo central desta investigação conceituar a Modelagem Matemática Maker como estratégia didática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, entendendo-a como resultado da articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker, fundamentada no construcionismo. Para alcançar tal objetivo e responder à questão de pesquisa proposta, definem-se os seguintes objetivos específicos:

I - Identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico - metodológica entre Modelagem Matemática e Cultura Maker;

II - Analisar como professores dos anos iniciais concebem e planejam atividades de Modelagem Matemática articuladas à Cultura Maker e,

III - Apresentar os aspectos metodológicos presentes na implementação de atividade que articulam Modelagem e Cultura Maker, subsidiando a constituição da Modelagem Matemática Maker como estratégia didática de ensino.

Na fundamentação teórica desta tese, atribuímos centralidade às contribuições de Seymour Papert (1980, 1986, 2008), cuja teoria construcionista fornece as bases epistemológicas que sustentam a estratégia didática aqui delineada. O construcionismo concebe a aprendizagem como um processo ativo, no qual o estudante constrói conhecimento ao interagir com problemas significativos e ao elaborar artefatos que materializam suas ideias.

Nesse sentido, o construcionismo orienta não apenas a compreensão do papel do aluno como protagonista do processo de aprendizagem, mas também o do professor como mediador que cria condições para que experiências concretas e contextualizadas favoreçam a ressignificação de conceitos.

No que se refere a MM, adotamos como referência os estudos desenvolvidos por Burak (1992, 2004, 2023), cuja perspectiva destaca a Modelagem como um processo investigativo que articula realidade, problematização e construção de conhecimento matemático; e no que se refere a CM, toma-se como principal referencial os trabalhos de Blikstein (2013), que evidenciam a aprendizagem pela criação, pela experimentação e pelo uso crítico de tecnologias digitais em contextos educacionais.

No âmbito da formação docente, recorre-se, sobretudo, aos escritos de Barbosa (2001), Oliveira e Klüber (2017) e Klüber (2024), cujas contribuições abordam a formação de professores no contexto da MM, com foco nas especificidades da Educação Matemática brasileira. Esses autores evidenciam que a inserção da MM na prática docente requer não apenas o domínio conceitual da metodologia, mas também processos formativos que favoreçam a reflexão crítica, a autonomia pedagógica e a capacidade de articular situações reais às demandas curriculares.

Em relação à CM, a tese fundamenta-se nos aportes de autores que discutem a CM e suas implicações para os processos educativos e formativos. Destacam-se, especialmente, os estudos de Blikstein (2013, 2018), cujas investigações enfatizam a aprendizagem pela criação, pela experimentação, pela prototipagem e pelo uso crítico das tecnologias digitais em contextos educacionais. No que se refere especificamente à formação docente em contextos *maker*, destacam-se as contribuições de Moura (2019), que discute a formação *maker* como um processo que articula prática, reflexão e autoria, evidenciando seu potencial para o desenvolvimento da autonomia pedagógica, da postura investigativa e da integração entre tecnologias, currículo e práticas educativas significativas.

Metodologicamente, para atender aos objetivos desta pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa de natureza básica, com finalidade exploratória e explicativa, utilizando o método de estudo de caso. A pesquisa exploratória permitiu identificar aspectos relevantes ainda pouco estudados, enquanto a explicativa buscou aprofundar a análise, elucidando os fatores que influenciaram ou determinaram o objeto de estudo.

Para a análise dos dados, adotou-se a técnica de Análise de Conteúdo (AC), conforme a perspectiva proposta por Bardin (2016). A partir do referencial teórico que orienta esta pesquisa, procedeu-se à categorização e à interpretação crítica das informações, com o

intuito de compreender como a articulação entre a MM e a CM se estabelece enquanto estratégia didática. Esse processo analítico possibilitou a construção de inferências consistentes e alinhadas aos objetivos da investigação, garantindo a coerência entre os dados empíricos, os referenciais adotados e a problemática central do estudo.

O *lócus* de produção dos dados desta pesquisa foi o curso de extensão intitulado “Modelagem Matemática e a Prática Docente nos Anos Iniciais”, de caráter formativo, realizado no primeiro semestre de 2024 sob a coordenação do Grupo de Pesquisa Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (GTERCOA/CNPq). Participaram como colaboradores da investigação nove professores que atuam no ensino de Matemática nos anos iniciais do EF, em escolas da rede pública municipal de Fortaleza.

Esta pesquisa foi estruturada em três etapas complementares. A primeira consistiu em uma pesquisa bibliográfica, conduzida por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o intuito de identificar, organizar e analisar criticamente a produção científica relacionada à temática em foco. A segunda etapa correspondeu ao desenvolvimento de um estudo de caso, realizado a partir das atividades promovidas no curso de extensão. A terceira, e última, etapa compreendeu a elaboração do relatório de tese, no qual os dados coletados foram sistematizados, analisados e discutidos na seção de resultados.

Diante do exposto, com o propósito de atender aos objetivos propostos, responder à questão de pesquisa e, conseqüentemente, desenvolver o conhecimento necessário à comprovação desta tese, este relatório foi estruturado da seguinte forma: a seção introdutória, na qual são apresentados o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e os caminhos metodológicos; as seções teóricas, compostas por três eixos principais: (i) a Teoria Construcionista, que constitui o alicerce epistemológico da investigação, destacando seus pressupostos e contribuições para o campo educacional; (ii) a Modelagem Matemática, com ênfase em suas origens, concepções e potencialidades como metodologia de ensino; e (iii) a Cultura Maker, abordada em sua relação com a Educação Básica, enfatizando seus princípios, práticas e contribuições para o desenvolvimento de práticas criativas e colaborativas.

Na seção metodológica, são explicitados os procedimentos adotados para a coleta e análise dos dados, bem como os pressupostos teóricos que fundamentam as escolhas metodológicas da pesquisa. Detalham-se os instrumentos utilizados, o percurso investigativo, os critérios de seleção dos participantes e o referencial teórico que orienta a interpretação dos dados. Em seguida, apresenta-se a seção de resultados destinada à exposição e análise dos resultados, os quais foram obtidos por meio da pesquisa bibliográfica e do estudo de caso, permitindo a articulação entre os dados coletados e a fundamentação teórica.

Na sequência, desenvolve-se uma seção voltada à definição da Modelagem Matemática Maker como estratégia didática, bem como à explicitação de seus fundamentos, elementos constitutivos e contribuições para o ensino de Matemática nos anos iniciais do EF. Por fim, a pesquisa é concluída com a seção de conclusão, na qual são discutidas as principais contribuições do estudo, suas limitações e possíveis desdobramentos para investigações futuras ou para a prática docente.

Em consonância com o que foi exposto, a pesquisa avança para a seção seguinte, com o objetivo de apresentar as compreensões teóricas que fundamentam o objeto de estudo.

2 TEORIA CONSTRUCIONISTA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA DOCENTE

Para sustentar os objetivos desta investigação e fundamentar os conhecimentos que orientam a construção da presente tese, esta seção apresenta a Teoria Construcionista de Seymour Papert destacando seus fundamentos teóricos e as implicações para a prática docente. A escolha desse referencial não se restringe a um aporte conceitual, mas constitui um caminho necessário para a formulação da hipótese central da pesquisa, oferecendo bases sólidas para compreender e analisar a estratégia didática aqui delineada.

2.1 O construcionismo de Papert

A teoria denominada Construcionista foi criada por Seymour Aubrey Papert (1928-2016) inspirada na teoria Construtivista de Jean Piaget (1896-1980). Papert foi reconhecidamente o mais importante pensador sobre o uso de computadores na educação, ele foi pioneiro nos estudos sobre inteligência artificial e desenvolvimento de tecnologias digitais; mesmo antes de existirem e se popularizarem os computadores pessoais, o autor já vislumbrava a ideia do uso desses equipamentos pelos estudantes em sala de aula. De acordo com Massa *et al.* (2022), Papert é também referência fundamental na discussão de muitos outros temas educacionais em voga na atualidade: educação *maker*; metodologias ativas; aprendizagem significativa; aprender a aprender; aprendizagem criativa (Massa, *et al.*, 2022, p. 121).

O Construcionismo, proposto por Papert, parte do princípio de que os estudantes podem colocar em prática suas ideias, transformando-as e atuando de acordo com aquilo que concebem. Além disso, destaca-se que essas ideias emergem de interesses próprios dos estudantes, o que favorece o envolvimento e a motivação no processo de ensino e aprendizagem. Para o autor, tem-se que:

Construcionismo é uma palavra mnemônica por dois aspectos da teoria educacional em que este projeto se baseia. As teorias construtivistas da psicologia nos levaram ao entendimento de que aprendizagem é construção, ao invés de transmissão de conhecimento. A partir daí, ampliamos a ideia de uso de materiais manipuláveis numa proposta em que o aprendizado é mais efetivo quando o aprendiz vivencia uma atividade de construção que gera um produto significativo (Papert, 1987, p. 2)

Na perspectiva de Wisniewski (2022), a teoria construcionista teve forte influência da teoria construtivista de Jean Piaget e também da teoria sócio-interacionista de Vygotsky.

Segundo o autor, a teoria construcionista segundo entendimento do próprio Papert é uma reconstrução pessoal do Construtivismo, ou seja, teve suas origens nos ensinamentos de Piaget, o qual apresenta a ideia de que conhecimento não pode ser simplesmente transferido “pronto” de uma pessoa a outra (Wisnieski, 2022).

Na teoria construtivista, segundo Piaget (1982), o conhecimento é construído internamente pelo aluno por meio da interação dele com o meio, ou seja, com outros indivíduos e com objetos utilizando-se de símbolos, dessa forma o conhecimento, que não é cumulativo, é transformado. Nessa visão, o conhecimento depende tanto da estrutura cognitiva do indivíduo como da interação deste com os objetos, de forma que nada pode ser considerado como pronto ou finalizado.

Papert (1980) discorda de Piaget com relação à interpretação dos estágios de desenvolvimento. Para Piaget, o estágio operatório concreto é uma etapa para se atingir o estágio operatório formal. Para Papert ambos estágios coexistem simultaneamente e se aproximam das formas de aprender e não de estágios. Assim, há uma reformulação da importância do concreto que se manifesta em duas características do Construcionismo: 1) O aprendiz constrói algo tangível; 2) O aprendiz constrói algo que desperte sua motivação, e o envolvimento afetivo com essa construção torna a aprendizagem mais significativa.

Para Valente (2017), no Construcionismo de Papert, o aprendiz se engaja na construção de um produto significativo usando o computador, este produto construído, está relacionado à realidade do aprendiz, ou seja, contextualizado como proposto por Freire. E para Blikstein (2016),

O foco de Freire no humanismo e a ênfase de Papert na criação de artefatos ligados aos interesses do aluno são complementares. Uma tecnologia expressiva e construtiva torna possível avançar a agenda de emancipação de Paulo Freire, talvez de maneira tão contundente como a linguagem e a alfabetização. (Blikstein, 2016, p. 842).

Esse é um ponto extremamente importante da teoria construcionista. Ela vai além do aspecto cognitivo, incluindo também uma abordagem social e afetiva da educação, abrindo espaço para estudos relacionados à tecnologia, cultura, motivação e interesses que normalmente não são tratados em abordagens educacionais mais tradicionais.

Apesar de a tecnologia, relacionada ao uso do computador, ter um papel importante na visão construcionista de Papert (2008), seu foco era no *locus* da produção intelectual, ou seja, na mente.

Embora a tecnologia tenha um papel essencial na realização da minha visão do futuro da educação, meu foco central não está na máquina, mas na mente e,

particularmente, sobre a forma em que movimentos intelectuais e culturas definem-se e crescem (Papert, 2008, p. 9, tradução livre)

Isso motivou Papert a buscar nas teorias sobre cognitivismo e epistemologia genética de Piaget, modelos de construção intelectual. Papert alertou que suas interpretações da teoria de Piaget eram pouco ortodoxas. Segundo Papert, ele adotou um modelo de Piaget no qual as crianças são tidas como construtoras de suas próprias estruturas intelectuais (Papert, 2008).

A teoria sócio-interacionista de Vygotsky (1984, 1988), difere em parte do construcionismo, pois, acredita que o fundamento da aprendizagem está no processo de aprender, e segundo o autor, é nesse processo que ocorre o desenvolvimento das estruturas cognitivas, entretanto Piaget acreditava que a estrutura mental do indivíduo precedia esse desenvolvimento.

A teoria de Vygotsky estabelece como fundamental, a interação que o indivíduo tem com o meio em que está inserido, e sugere o termo Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida por aquilo que o indivíduo já sabe e por aquilo que ele ainda tem o potencial de aprender (Wisnieski, 2022). Nesse sentido, quanto mais diversa e rica são as interações sociais, maior será o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, sendo que quando um conhecimento em potencial é alcançado, ele se torna um conhecimento real.

Ambas as teorias, indicam uma grande influência das relações sociais para o desenvolvimento cognitivo do aluno, porém enquanto elas estão mais focadas nesse aspecto cognitivo, o Construcionismo está mais focado no potencial de se “aprender fazendo” e da prática concreta do “aprender a aprender”.

As influências do Construtivismo sobre a teoria de aprendizagem Construcionista podem ser compreendidas a partir das convergências entre seus idealizadores, conforme a interpretação de Edith Ackermann (1991). Segundo a autora,

I - Ambas teorias são construtivistas do ponto de vista das crianças serem as construtoras de suas ferramentas cognitivas assim como de suas realidades externas;

II - Ambas teorias defendem que o conhecimento é uma experiência pessoal para ser ativamente construído e que o mundo é moldado e transformado através das experiências pessoais;

III - Em ambas teorias o conhecimento e o mundo são construídos e reconstruídos constantemente através das experiências pessoais, cada um influenciando diretamente sua existência e forma;

IV - Ambos teóricos (Papert e Piaget) são desenvolvimentistas, ou seja, compartilham do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo da criança como incremental, através das interações com o fenômeno;

V - A inteligência é definida como adaptação entre a assimilação e a acomodação;

VI - O objetivo comum, de ambas é descrever os processos pelos quais a criança supera sua visão corrente do mundo e constrói uma compreensão mais profunda sobre ela mesma e seu meio ambiente.

Desse modo, evidencia-se que o Construcionismo emerge como uma ampliação do Construtivismo, preservando seus fundamentos epistemológicos, mas incorporando a dimensão do “fazer” como meio de expressão e construção do conhecimento. Ao valorizar a criação de artefatos e o uso de tecnologias como suporte ao pensamento, Papert amplia a visão piagetiana do aprender, conferindo-lhe um caráter mais ativo, criativo e situado.

Com o intuito de fomentar suas concepções sobre o Construcionismo, Papert também cunhou o termo Instrucionismo, que engloba todo o processo de ensino em que aluno recebe as informações de forma escalonada, ou seja, o professor como elemento central do processo, transmite de forma compartimentalizada e unilateral aquilo que considera necessário que o aluno aprenda. Valente (2002) concorda com a definição de Instrucionismo quando aponta que o computador assume o papel de máquina de ensino em contraposição ao modelo construcionista. Assim, o Instrucionismo configura-se como uma teoria educacional que está focada pura e simplesmente em melhorar as técnicas de instrução, do material e conhecimento a serem transferidos de forma unilateral ao educando e por intermédio de um computador (Papert, 2008).

Pode-se inferir que o Instrucionismo se fundamenta na premissa de que o aprendizado do indivíduo pode ser facilitado por meio da instrução provida por outro agente, seja este um professor ou um computador. “[...] o instrucionismo puro, caracteriza-se essencialmente pela informatização dos métodos de ensino tradicionais mascarados pelos aparatos tecnológicos da informática” (Wisnieski, 2022, p.5). Este paradigma, por ter seu foco na prática da repetição, frequentemente priva o aluno de oportunidades para a reflexão crítica e o desenvolvimento de sua criatividade. Os conteúdos e informações são veiculados de maneira dissociada da realidade do estudante, suas habilidades e interesses.

Nesse contexto, a interação dialética delineada por Papert (1986) entre o Instrucionismo e o Construcionismo emerge como um elemento central para a apreensão da teoria Construcionista e suas ramificações no âmbito do processo educativo. Esta relação

dialética se torna essencial para a compreensão das implicações do Construcionismo no contexto específico desta pesquisa.

2.2 Ambientes educacionais construcionistas

A premissa construcionista tem o objetivo de incluir a ideia do mundo real para apoiar a construção do conhecimento, seja por meio de um programa de computador, um robô, um desenho, uma história ou uma composição musical. “O construcionismo é ao mesmo tempo uma teoria de aprendizagem e uma estratégia de educação que orienta o ensino e a concepção de ambientes de aprendizagem” (LOGO Foundation, tradução livre, 2024).

A ideia central do construcionismo ganhou força quando Seymour Papert, em parceria com pesquisadores do MIT, desenvolveu a linguagem de programação LOGO, considerada o principal pilar estruturante da teoria (Wisnieski, 2022). Esse ambiente possibilitou que crianças, jovens e até adultos programassem computadores em vez de serem programados por eles, transformando o computador em uma ferramenta de materialização do pensamento e de construção de conhecimento.

O LOGO, ao favorecer a criação de representações concretas a partir de construções internas do sujeito, instaurou um processo cíclico entre o abstrato e o concreto, em que cada nova elaboração gera possibilidades de reformulação e aprofundamento conceitual (Papert, 2008). Mais do que uma ferramenta de ensino de programação, o LOGO consolidou-se como um cenário privilegiado para o desenvolvimento da teoria construcionista, pois não apenas ampliou o pensamento computacional, mas também instigou os aprendizes a refletirem sobre o próprio ato de aprender ou, como afirma Papert (1986), a exercitar o “*thinking about thinking*” (pensar sobre o pensar).

O ambiente LOGO tradicional contém uma tartaruga gráfica, um robô pronto para responder aos comandos de seu usuário. Uma vez que a linguagem é interpretada, o resultado é mostrado imediatamente após digitar-se o comando. Nas versões antigas, a maioria dos comandos, refere-se a desenhar e pintar, contudo em versões mais atuais, como o AF LOGO³, os comandos podem ser muito mais abrangentes, trabalhando com textos, fórmulas e até inteligência artificial, servindo como excelente ferramenta para o ensino regular.

³ O AF Logo é um projeto que desenvolve uma versão da linguagem LOGO de forma totalmente adaptada ao nosso idioma, ele é capaz de compreender palavras usuais, gírias, expressões idiomáticas, diversos verbos para a mesma ação, entre outros. Pode ser encontrado em: <https://www.adrianofreitas.com/mnu-projeto-af-logo>

Para Papert, a maioria das críticas levantadas contra o LOGO (ou contra o uso do computador na educação) baseia-se em critérios tecnicistas, onde o computador é colocado em primeiro plano e os aspectos sociais e culturais são considerados como meros facilitadores do uso da tecnologia. “O contexto para o desenvolvimento humano é sempre uma cultura, nunca uma tecnologia isolada” (Papert, 1990, p.3).

A partir dos estudos realizados com o ambiente LOGO, foram elaboradas as cinco dimensões que formam a base do Construcionismo e que serviram de suporte para criação de ambientes de aprendizagem, conforme (Papert, 1986, p. 93):

- Dimensão Pragmática: Esta dimensão estabelece as condições para o aluno desenvolver alguma coisa que lhe possa ser útil de imediato. Para tanto este deverá lançar mão de novos conceitos para consecução de seu trabalho, isto criará estímulos para a busca de novos saberes.

- Dimensão Sintônica: Nesta dimensão as condições estabelecidas devem estar de acordo e em sintonia com o que o aluno considera importante, portanto, deve participar da escolha do que vai desenvolver.

- Dimensão Sintática: Esta dimensão relaciona-se com os auxílios didáticos que fazem parte do laboratório de aprendizagem e a facilidade e interatividade com que o estudante pode manipulá-los, para a construção de seu conhecimento.

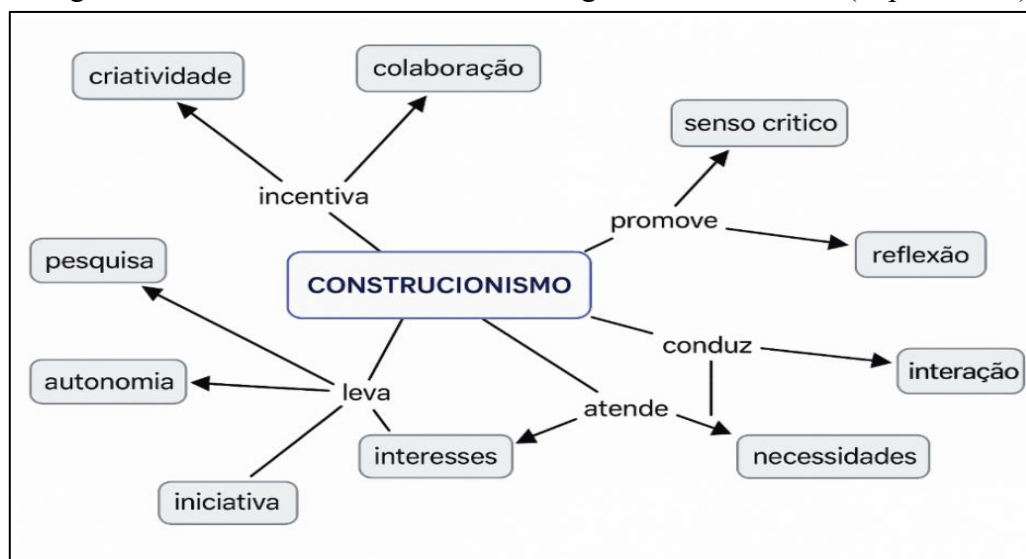
- Dimensão Semântica: Diz respeito aos significados existentes que os alunos descobrem na medida em que vão interagindo com os auxílios didáticos. Com isto novos conceitos vão sendo agregados à estrutura cognitiva do aluno.

- Dimensão Social: Esta dimensão aborda a interação que pode e deve existir entre os significados existentes nos auxílios didáticos manipulados pelos alunos com o meio social em que estão inseridos.

As cinco dimensões que formam a base do Construcionismo, constituem não apenas princípios teóricos, mas orientações práticas que sustentam propostas pedagógicas inovadoras, nas quais o conhecimento emerge de um processo dinâmico de experimentação, colaboração e reconstrução conceitual.

A Figura 1, apresenta os elementos da abordagem construcionista de Papert, que integrados à utilização do computador, apresentam uma opção ao processo de ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico (Scheller, *et al.*, 2014).

Figura 1 - Elementos essenciais da abordagem construcionista (Papert, 2008)



Fonte: Scheller, *et al.*, (2014)

Esses elementos revelam a centralidade do sujeito no processo de ensino e aprendizagem e a transformação do papel do professor em um mediador reflexivo. Além disso, o mapa conceitual aponta que o construcionismo promove o senso crítico e a reflexão, aspectos fundamentais para uma formação que não se limita ao acúmulo de informações, mas busca desenvolver sujeitos capazes de interpretar, analisar e propor soluções.

É importante destacar que, ainda que a tecnologia tenha sido o foco da teoria construcionista, sua abordagem conceitual vai além do uso de computadores e ambientes digitais de programação. Sua essência não se restringe à tecnologia, mas ao princípio de que a aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva quando o sujeito constrói algo tangível que represente seu pensamento, servindo como um “objeto para pensar” (*object-to-think-with*) (Papert, 1980).

Isso significa que práticas como a produção de objetos manipuláveis, confecção de jogos com materiais recicláveis, a dramatização de situações ou até a resolução coletiva de problemas cotidianos podem assumir caráter construcionista, desde que promovam a reflexão crítica e a elaboração conceitual a partir da ação. Nesses contextos, o valor pedagógico não está no recurso tecnológico em si, mas na experiência de criação e reconstrução de significados, que permite ao aluno transformar ideias abstratas em representações concretas (Blikstein, 2013).

Ao expandir o construcionismo para contextos que não se restringem ao uso direto de tecnologias digitais, amplia-se o horizonte para a constituição de ambientes educacionais construcionistas em diferentes níveis de ensino, com destaque para os anos iniciais do EF.

Nesse cenário, práticas como a construção de protótipos com materiais de sucata ou a recriação de brinquedos e jogos a partir de recursos recicláveis e de baixo custo assumem relevância pedagógica, pois possibilitam a mobilização integrada de conceitos matemáticos, científicos e criativos.

De acordo com Martinez e Stager (2013), embora o uso de tecnologias digitais, quando disponíveis, possa potencializar as experiências construcionistas, estas não se definem exclusivamente por sua presença. O elemento central dessa perspectiva consiste no envolvimento dos estudantes em processos investigativos nos quais o erro, a experimentação e o refinamento das ideias são compreendidos como etapas constitutivas da aprendizagem (Valente; Blikstein, 2019). Nesse sentido, seja por meio de recursos de alta tecnologia, seja a partir de materiais simples e acessíveis do cotidiano, o construcionismo configura-se como uma abordagem capaz de potencializar a prática docente, ao promover situações em que os estudantes aprendem fazendo, refletem criticamente sobre suas ações e atribuem significado contextualizado ao conhecimento matemático e a outros saberes escolares.

Para se caracterizar um processo de ensino como construcionista, é necessário um ambiente que motive a criança a querer aprender, um ambiente rico de materiais que instigue a curiosidade e respeite as características inerentes a cada indivíduo, seu contexto, seus desejos, sua cultura e suas singularidades. Nesse sentido, o construcionismo empodera o professor ao deslocá-lo da função de mero transmissor de conteúdos para o papel de mediador de experiências. Como apontam Blikstein (2013) e Valente (2019), essa abordagem fortalece a prática docente, pois permite ao professor articular saberes curriculares a problemas reais, promovendo ambientes de aprendizagens significativos.

A esses ambientes Papert (1985) denominava como “micromundos”. Esses micromundos são considerados vias que melhoram o desempenho de determinado ensino, despertando interesse e curiosidade das crianças para um efetivo aprendizado. Segundo Papert (1985), os micromundos permitem que os aprendizes aprendam de forma ativa, testando suas suposições, moldando a realidade, modificando e construindo novas alternativas. Um exemplo de micromundo seria o próprio ambiente LOGO, que possibilita a aprendizagem da matemática baseada na da geometria da tartaruga.

A ênfase dada por Papert à noção de micromundos foi tão fortemente defendida que sua proposta inspirou a criação de recursos como os kits de robótica educacional desenvolvidos pela LEGO na década de 1980, os quais incorporam a filosofia de aprender brincando e estimularam o surgimento de práticas pedagógicas baseadas em robótica em diferentes países. Hoje, consolidada como área de pesquisa e intervenção, a robótica

educacional tornou-se objeto de estudos e experimentações em muitas escolas, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais ao cidadão do século XXI, como a colaboração, a resolução de problemas, a autonomia e a criatividade (Lessa *et al.*, 2015).

Em síntese, a teoria construcionista, ao valorizar a aprendizagem por meio da ação e da construção de artefatos significativos, ampliou as possibilidades pedagógicas para além do uso das tecnologias digitais. Ao integrar recursos simples ou sofisticados, promover ambientes de investigação e respeitar as singularidades dos aprendizes, o construcionismo consolidou-se como um referencial teórico-metodológico potente para repensar a prática docente, ressignificar os conteúdos curriculares e formar sujeitos críticos, criativos e protagonistas de seus próprios processos de aprendizagem.

A próxima seção apresenta os pressupostos teóricos e metodológicos da MM defendida nesta tese bem como uma metodologia de ensino da matemática.

3 MODELAGEM MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS, METODOLÓGICOS E FORMATIVOS

Nesta seção, apresentam-se os fundamentos teóricos que situam a MM) como uma tendência e metodologia de ensino no campo da Educação Matemática. Inicialmente, retomam-se aspectos históricos que evidenciam seu surgimento e seu processo de consolidação como área de investigação e como prática pedagógica. Para essa discussão, recorreremos às contribuições de autores como Maria Magnus e Ubiratan D'Ambrosio, cujos estudos fornecem subsídios essenciais para compreender a evolução da MM e seu papel no contexto educacional.

Na sequência, discutem-se diferentes concepções de modelagem presentes na literatura, a partir das contribuições de Tiago Klüber, Rodney Bassanezi, Jonei Cerqueira Barbosa, Maria Salete Biembengut e Nelson Hein. Destaca-se, nesse conjunto, a abordagem proposta por Dionísio Burak, amplamente difundida no cenário brasileiro e especialmente adotada nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Por fim, aborda-se a importância da formação docente para a implementação qualificada da Modelagem Matemática em sala de aula, entendendo-a como condição fundamental para o desenvolvimento de práticas pedagógicas investigativas, contextualizadas e alinhadas aos pressupostos contemporâneos da Educação Matemática

3.1 Pressupostos teóricos e epistemológicos

A origem da MM como campo de investigação e prática educativa está profundamente vinculada às transformações ocorridas no ensino da Matemática ao longo do século XX. Embora a prática de modelar fenômenos da realidade utilizando a linguagem matemática remonte à Antiguidade, presente em contextos científicos, físicos e de engenharia, sua sistematização como proposta pedagógica emerge de movimentos internacionais de reflexão sobre o ensino da Matemática.

Em 1908, foi criada em Roma a *Commissione Internazionale de l'Enseignement Mathématique* (CIEM), posteriormente denominada *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI). Sob a presidência de Félix Klein, a comissão tinha como propósito central realizar um levantamento abrangente dos métodos de ensino de Matemática adotados em diferentes países, com vistas a compreender suas potencialidades e limitações

(Aragão; Barbosa, 2016). Essa iniciativa marca o início de uma preocupação internacional em articular o ensino da Matemática com a formação científica e cultural dos estudantes.

Após uma análise crítica do contexto educacional da época, constatou-se que as metodologias de ensino então vigentes apresentavam inúmeras limitações. Os relatos de experiências e as propostas pedagógicas disponíveis indicavam que o ensino de Matemática se mostrava pouco atrativo e pouco eficaz na formação de estudantes capazes de resolver situações novas e complexas, restringindo-se, em geral, à reprodução de procedimentos rotineiros aprendidos em sala de aula.

Diante desse cenário, Félix Klein propôs uma renovação pedagógica pautada na valorização das aplicações e dos exemplos práticos como elementos essenciais para a compreensão dos conceitos matemáticos. Para ele, as relações entre a teoria e a prática deveriam ser exploradas sistematicamente, de modo a tornar o ensino mais significativo e conectado às experiências dos alunos (Aragão; Barbosa, 2016).

As ideias de Klein inspiraram matemáticos e educadores nas décadas seguintes, entre os quais se destacam Hans Freudenthal e Henry Pollak, que contribuíram para consolidar a noção de que a Matemática deve ser compreendida como uma atividade humana, construída na relação com o mundo. Freudenthal (1973) argumentava que o ensino deveria permitir aos alunos reinventar a Matemática, construindo significados a partir de situações reais. Nessa linha, Pollak (1969) defendia que as aplicações matemáticas constituíam não apenas um fim, mas também um meio para o desenvolvimento do raciocínio e da compreensão conceitual, ideias que viriam a fundamentar o surgimento da MM como metodologia de ensino.

Décadas mais tarde, o movimento da Matemática Moderna, nas décadas de 1950 e 1960, introduziu novas perspectivas sobre o ensino da Matemática. Esse movimento, fortemente influenciado pela estrutura formal da Matemática, buscava promover a renovação curricular por meio de uma abordagem mais rigorosa e abstrata (D'Ambrosio, 1986). Entretanto, conforme argumentam Almeida *et al.* (2025), tal renovação acabou gerando uma crise educacional, na medida em que o excesso de formalismo e a distância em relação à realidade dos alunos tornaram o ensino ainda menos acessível. Nesse contexto, a MM emergiu como resposta alternativa, propondo a retomada do significado e da aplicabilidade do conhecimento matemático, com foco na resolução de problemas reais e na integração entre teoria e prática.

No Brasil, esse movimento encontrou terreno fértil especialmente nas décadas de 1970 e 1980, período marcado por uma crise educacional acentuada durante o regime militar.

Magnus (2023) sintetiza os principais desafios do ensino da Matemática naquele contexto em dois enunciados recorrentes: “os alunos têm dificuldade na aprendizagem da Matemática” e “a Matemática é distante da realidade”. Essas percepções impulsionaram o surgimento de propostas inovadoras que buscavam ressignificar o ensino, tornando-o mais contextualizado e alinhado às experiências cotidianas dos estudantes.

A partir dos anos 1980, o Construtivismo, especialmente na vertente piagetiana, passou a exercer forte influência sobre as práticas e teorias educacionais. A concepção de que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito, em interação com o meio, trouxe novos fundamentos para compreender o papel do aluno e do professor no processo educativo.

No contexto educacional, “a teoria de Piaget sugere que o papel do professor consiste em desenvolver situações que permitam aos estudantes reorganizar suas estruturas mentais” (Lima, Lopes, 2024, p. 6). Para Burak (2004) e Biembengut e Hein (2002), a Modelagem baseia-se em uma visão epistemológica segundo a qual o conhecimento matemático é dinâmico e socialmente construído, emergindo da investigação e da problematização de situações reais. Nessa perspectiva, a MM passou a ser entendida não apenas como um instrumento de aplicação da Matemática, mas como um processo de construção de conhecimento (Magnus, 2019).

As bases epistemológicas da MM dialogam, portanto, com as concepções construtivistas de Piaget (1976), segundo as quais o sujeito aprende ao assimilar e acomodar novas informações em esquemas mentais, construindo estruturas cognitivas cada vez mais complexas. Essa concepção encontra correspondência direta na prática da Modelagem, que desafia o estudante a formular problemas, levantar hipóteses, coletar dados, construir e validar modelos matemáticos que expressem sua interpretação da realidade (Burak, 2004; Bassanezi, 2002).

Além do construtivismo, outras influências teóricas contribuíram para os fundamentos epistemológicos da Modelagem. A Didática da Matemática francesa, com Brousseau (1986) e Chevallard (1985), enfatizou a importância de compreender o ensino e a aprendizagem como fenômenos contextuais e situados. Para Brousseau (1986), ensinar não significa transmitir saberes prontos, mas criar condições para que o aluno produza conhecimento em situações de aprendizagem. Essa perspectiva consolidou o entendimento de que a Matemática deve emergir de situações significativas, aproximando-se da vida cotidiana e dos interesses dos estudantes.

No cenário internacional, essas discussões impulsionaram o fortalecimento da MM como campo de pesquisa e prática pedagógica. No Brasil, professores e pesquisadores

como Aristides C. Barreto, Ubiratan D'Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani tiveram papel decisivo na introdução e difusão da Modelagem entre o final da década de 1970 e o início da década de 1980 (Biembengut, 2009). Esses autores contribuíram para consolidar a MM como uma tendência da Educação Matemática, ampliando seu alcance em diferentes níveis de ensino e contextos formativos.

Rodney Bassanezi (2002), um dos principais sistematizadores da Modelagem no Brasil, define o ato de modelar como “traduzir situações do real em linguagem matemática, com o objetivo de compreendê-las e interpretá-las” (Bassanezi, 2002, p. 16). Para o autor, o processo de modelagem possibilita a integração entre o rigor teórico e a prática cotidiana, favorecendo a compreensão e a intervenção sobre fenômenos reais. Biembengut e Hein (2000) também concebem a Modelagem como uma metodologia que “possibilita ao aluno compreender, criticar e transformar a realidade por meio da Matemática”. De modo convergente, Burak (1992; 2004) a caracteriza como uma metodologia que busca aproximar o ensino da realidade vivida pelos estudantes, tornando-o mais dinâmico, significativo e participativo.

A MM pode ser compreendida sob diferentes vertentes teóricas e epistemológicas, educacional, aplicada, crítica e interdisciplinar, as quais, embora distintas em seus propósitos, compartilham o compromisso de tornar o ensino mais contextualizado e significativo. A vertente educacional enfatiza o papel formativo e reflexivo da Modelagem, que estimula a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes (Burak, 2004; Biembengut; Hein, 2000). A vertente aplicada, por sua vez, destaca sua função instrumental na resolução de problemas concretos, aproximando a Matemática da prática científica e tecnológica (Bassanezi, 2002).

A vertente crítica, inspirada em Skovsmose (2000), propõe a Modelagem como meio de leitura e transformação da realidade, incorporando dimensões éticas, políticas e culturais ao ensino. Já a vertente interdisciplinar ressalta a capacidade da Modelagem de integrar diferentes campos do saber, promovendo um olhar mais amplo e articulado sobre os fenômenos (Borgo; Burak, 2011).

Dessa forma, a MM pode ser compreendida simultaneamente como ferramenta de compreensão da realidade, estratégia de ensino contextualizado e metodologia investigativa e reflexiva. Essa multiplicidade de funções evidencia sua potência pedagógica ao favorecer o diálogo entre teoria e prática, entre saber científico e saber cotidiano. Além disso, reforça a distinção entre o modelo matemático, entendido como produto final, uma representação

simplificada de um fenômeno, e a modelagem matemática, compreendida como processo dinâmico de investigação, formulação e reconstrução conceitual.

Enquanto o modelo traduz a realidade em linguagem matemática, a modelagem enfatiza o percurso cognitivo e social que conduz à sua elaboração, privilegiando o aprender a pensar matematicamente a partir do mundo vivido. Ao propor que os alunos levantem hipóteses, construam modelos e reflitam criticamente sobre os resultados, a MM reafirma seu caráter inovador e sua relevância pedagógica. Sua trajetória, da condição de tendência até a consolidação como metodologia, confirma sua importância no campo da Educação Matemática e abre caminho para análises mais aprofundadas sobre sua articulação com abordagens contemporâneas de ensino.

3.2 A modelagem matemática como metodologia de ensino no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental

No contexto da Educação Matemática, a MM vem se configurando como uma maneira de se “fazer matemática” dentro ou fora da sala de aula, e também pode ser compreendida como uma forma de se ler o mundo e de se educar matematicamente (Meyer *et al.*, 2017). Pautada nos princípios de problematização e investigação (Barbosa, 2004), a MM privilegia atividades nas quais os alunos são convidados a levantar questões acerca de determinado tema, bem como a buscar, selecionar e organizar informações que contribuam para a solução de um problema.

Nos anos iniciais, a MM emerge como uma estratégia metodológica capaz de aproximar a aprendizagem matemática da realidade das crianças, promovendo o desenvolvimento de competências cognitivas, criativas e investigativas (Barbosa, 2001; Burak, 1992). Quando conduzida de maneira adequada, permite que os estudantes explorem diferentes caminhos de resolução, aprendam com os erros e elaborem justificativas fundamentadas, estimulando posturas reflexivas no processo de construção do conhecimento matemático (Burak, 2010; Barbosa, 2004).

Diferentemente dos níveis mais avançados de escolaridade, as crianças nos anos iniciais possuem linguagem matemática ainda em desenvolvimento e apresentam necessidade de apoios concretos para a compreensão de conceitos abstratos (Piaget, 1982). Nesse contexto, estratégias como o uso de jogos, manipulação de materiais, representação de situações por meio de desenhos e histórias, e experimentações práticas tornam-se essenciais para mediar a aprendizagem (Biembengut; Hein, 2000; Almeida *et al.* 2025).

Estudos recentes apontam que, mesmo em ambientes com recursos limitados, é possível promover experiências significativas de modelagem, desde que o professor esteja preparado para mediá-las e explorar materiais de baixo custo ou facilmente acessíveis (Barbosa, 2020; Biembengut, 2016).

De acordo com Biembengut e Hein (2016), a MM, enquanto metodologia de ensino e aprendizagem, parte de uma situação ou tema, a partir do qual são desenvolvidas questões que buscam ser resolvidas por meio da aplicação de ferramentas matemáticas e da pesquisa relacionada ao tema. Essa abordagem alinha-se a perspectiva de Burak (2005), que afirma que o objetivo da MM enquanto metodologia de ensino da Matemática é “buscar tornar o ensino mais dinâmico, mais vivo, mais significativo” (Burak, 2005, p. 154). Para que isso seja alcançado, a MM baseia-se em duas premissas fundamentais: 1) o interesse do grupo de pessoas envolvidas; 2) a coleta de dados nos contextos que despertam esse interesse (Burak, 2010, p. 18).

Os objetivos da MM como metodologia de ensino da Matemática envolvem, entre outros aspectos, a aproximação da matemática com outras áreas do conhecimento, a ênfase em sua importância para a formação dos estudantes e o estímulo ao interesse pela disciplina em função de sua aplicabilidade. Além disso, destacam-se a melhoria na apreensão de conceitos, o desenvolvimento da habilidade para resolver problemas e o incentivo à criatividade. Tais objetivos, segundo Biembengut e Hein (2000), são retomados por Souza (2021) ao discutir o potencial da MM no contexto educacional.

Ao longo de suas obras, Dionísio Burak (1992, 2004, 2010, 2012) mantém uma visão consistente que concebe a Matemática como instrumento essencial para a formação do estudante no nível da Educação Básica e em outras modalidades educacionais desse mesmo nível. Nesse sentido, Burak (1992) afirma que:

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões (Burak, 1992, p. 62).

O que se percebe é que, quando investigada na Educação Matemática, a modelagem assume perspectivas distintas daquelas que tratam essencialmente da solução de problemas por meio da Matemática. A aplicação da MM no contexto escolar conduz a algumas mudanças quanto à organização dos trabalhos de Modelagem e quanto aos objetivos de sua utilização (Almeida *et al.*, 2025). Segundo Klüber e Burak (2009), quando o foco, na Educação Matemática, é a modelagem matemática:

[...] há uma tendência de que o ensino de Matemática seja predominantemente empirista. Assim, acredita-se que apenas o desenvolvimento da atividade embasada no fazer matemático e na própria prática do professor oferecerá as respostas para um bom desenvolvimento do ensino de Matemática, como se a aprendizagem fosse uma causa/consequência imediata do ensino. Essa perspectiva caracteriza-se como problemática, uma vez que pode impedir avanços significativos no reconhecimento de aspectos como: o conteúdo, o sujeito da aprendizagem, o papel da construção do conhecimento e outros; que, em nosso entender, constituem-se como fundamentais para qualquer prática educativa. Tal visão não é condizente com uma base epistemológica que leva em consideração não apenas o fazer, mas o compreender a Matemática, aliada a uma concepção de sujeito que aprende e uma concepção de construção de conhecimentos (Klüber; Burak, 2019, p.13).

É nesse contexto que se insere a presente pesquisa, com o objetivo de fomentar o debate sobre os usos da Matemática em atividades de MM, tendo como desafio sua articulação com a CM. Além disso, busca-se compreender de que forma essa abordagem pode se consolidar na prática docente, considerando a MM como uma metodologia de ensino da Matemática capaz de não apenas transmitir os conceitos fundamentais da disciplina, mas também contextualizá-los em situações reais do cotidiano.

Tradicionalmente associada a campos como física, engenharia e ciências naturais, a MM é, também, empregada para descrever e prever fenômenos físicos e naturais. No entanto, as abordagens de Almeida *et al.* (2025), Burak (1992, 2010, 2014) e Biembengut (2000, 2009, 2016) introduzem uma perspectiva única ao reconhecer a importância da MM no contexto educacional. Suas propostas buscam integrar a MM ao processo de ensino e aprendizagem, transformando-a em uma ferramenta pedagógica poderosa.

De acordo com Biembengut (2016), a MM pode se apresentar sob dois enfoques: Método de Pesquisa e Método de Ensino. No que se refere ao enfoque Método de Ensino, Biembengut (2016) afirma que a Modelagem pode ser aplicada em qualquer disciplina, e em qualquer etapa da escolaridade. Esse método é denominado pela autora como Modelação.

A Modelação é um método em que se utiliza a essência do processo da Modelagem no ensino e na aprendizagem da Educação formal. Orienta-se pelo ensino do conteúdo do programa curricular da disciplina (e não curricular) a partir de um tema/assunto e, paralelamente, pela orientação dos estudantes à pesquisa sobre algo que lhes possa interessar. (Biembengut, 2016, p. 176 - 177).

De acordo com Biembengut (2016), na disciplina de Matemática, a Modelagem pode ser utilizada de forma a dar um sentido ao conhecimento matemático, que no ambiente escolar é representado por algoritmos, e que não é muito bem recebido por parte dos estudantes. Dessa forma, a Modelagem é vinculada não apenas ao processo de buscar

situações do cotidiano na Matemática, mas, também, com as mais distintas situações da vivência do ser humano.

Essa abordagem para o ensino de Matemática destaca a ideia de uma disciplina não limitada a um contexto isolado, mas sim construída através da interação do estudante com o mundo, uma Matemática que possui uma história. Com esta ideia Burak (2019) destaca sete aspectos importantes relacionados à MM:

I - Maior interesse, como resultado do compartilhamento do processo de ensino e das escolhas pessoais;

II - Maior interação, como resultado da dinamismo dado ao processo de ensino;

III - Postura docente diferenciada, como resultado da descentralização do professor em relação ao processo de ensino;

IV - Ruptura do currículo vigente, como resultado da inversão do paradigma tradicionalmente usado nas escolas no qual o conteúdo define os problemas a serem trabalhados;

V - As diretrizes curriculares, como resultado da necessidade de um ensino mais científico e interdisciplinar superando a visão estanque e revigorando a integração e a articulação dos conhecimentos, num processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade;

VI - A relação entre ensino e pesquisa, como resultado da necessidade de trabalhar-se com temas diversos e de livre escolha do grupo, favorecendo a ação investigativa como forma de conhecer, compreender e atuar na realidade;

VII - Contextualização, como resultado das Diretrizes Curriculares Nacionais, quando preconizam que essa forma de tratar o conhecimento se constitui em um recurso para retirar o estudante da condição de espectador passivo.

Esses aspectos refletem uma abordagem centrada no estudante que integra teoria e prática ao aproximar o ensino da realidade cotidiana. É nessa abordagem que a pesquisa em questão sustenta-se.

Em sua tese, Burak (1992) já destacava que a modelagem constitui-se em um processo de ações e interações no ensino-aprendizagem, no qual a problematização e a investigação têm papel central. Mais especificamente, em trabalhos voltados aos anos iniciais, como “Considerações sobre a modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental a partir de atividades desenvolvidas em sala de aula”, o autor evidencia que,

A Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possibilita ao estudante perceber que ele está inserido em um mundo no qual interage

permanentemente e é por meio dessa interação que a Matemática se constitui e adquire significado. (Burak; Kaviatkovski, 2014, p. 12)

Na obra “Modelagem Matemática e interdisciplinaridade: perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais”, Burak (2011), em coautoria com Valéria Borgo, discute a articulação entre MM e interdisciplinaridade, apresentando contribuições teóricas e práticas para o trabalho pedagógico nesse nível de ensino. Por sua vez, no artigo “Modelagem Matemática nos anos iniciais da Educação Básica: uma discussão necessária”, o autor examina os aspectos que tornam a Modelagem uma metodologia potencializadora do ensino nos anos iniciais, propondo etapas de desenvolvimento de atividades fundamentadas no interesse e na participação ativa dos estudantes.

Para descrever a dinâmica de desenvolvimento de uma atividade de MM, a literatura apresenta diferentes estruturas conhecidas como ciclos de modelagem (Sousa; Almeida, 2021). Esses ciclos organizam o processo em etapas que orientam a condução das atividades, possibilitando ao professor compreender o percurso formativo dos estudantes durante a investigação. O Quadro 1, a seguir, apresenta alguns desses ciclos propostos por diferentes autores, a fim de evidenciar as aproximações na condução da MM nos contextos educativos.

Quadro 1 - Ciclos de modelagem

Autor	Burak (1992, 2010, 2014, 2023)	Bassanezi (2002)	Biembengut; Hein (2000, 2016)	Almeida; Silva e Vertuan (2025)
Fases propostas	I - Escolha do tema II - Pesquisa Exploratória III - Levantamento de problemas IV- Resolução de problemas V - Análise crítica das soluções	I - Escolha do tema II - Coleta de dados III - Análise de dados e formulação de modelos IV- Validação dos modelos	I - Inteiração com o assunto II - Matematização III - Modelo matemático	I - Inteiração II - Matematização III - Resolução V - Interpretação dos resultados e validação

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

O ciclo de modelagem apresentado por Burak (1992, 2010 2014, 2023) para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem não requer necessariamente a obtenção de um modelo matemático. O diferencial desta concepção para as outras é que esta não se preocupa em encontrar um modelo específico, mas preocupa-se em acompanhar e valorizar o processo de conhecimento do educando, portanto as etapas são importantes para que a Modelagem se efetive na prática.

Por este motivo, esta investigação respalda-se no ciclo de modelagem proposto pelo pesquisador Dionísio Burak, no qual são identificadas cinco etapas para o

desenvolvimento do trabalho com a MM. É relevante ressaltar que tais etapas não são estáticas, podendo ser ajustadas conforme a necessidade percebida pelo pesquisador. São elas:

I - Escolha do tema: etapa que emerge quando os estudantes escolhem o tema e o professor acaba por realizar algumas sugestões caso sejam necessárias, do contrário fica as ideias iniciais propostas pelos estudantes;

II - Pesquisa exploratória: os alunos buscam conhecimentos por meio de pesquisas em diversos meios, para subsídio do tema pesquisado;

III - Levantamento dos problemas: permite com que os alunos possam elaborar problemas dos mais simples aos mais complexos;

IV - Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema: neste momento o aluno tenta responder os problemas levantados com o auxílio de conteúdos matemáticos;

V - Análise crítica das soluções: Este momento, é marcado pela criticidade no qual o aluno consegue refletir e perceber toda a sua construção do conhecimento durante as outras etapas.

Essas etapas orientam a estruturação do trabalho pedagógico planejado para a implementação do curso de extensão, o qual será conduzido para coletar os dados necessários à presente pesquisa, pois entende-se que, nessa concepção, a MM é compreendida como um estudo matemático acerca de um problema não essencialmente matemático, que envolve a formulação de hipóteses e simplificações adequadas para analisar um problema.

Nesse aspecto, a MM vai além da ideia utilitarista de aplicar a Matemática para resolver problemas. O desenvolvimento do conhecimento reflexivo, visando à formação de um cidadão crítico, também se insere entre os objetivos a serem atingidos quando se faz uso da MM em ambientes de ensino e aprendizagem na sala de aula.

Dessa forma, a implementação da MM nos anos iniciais do EF enfrenta desafios que precisam ser considerados. Entre eles, destacam-se a necessidade de formação docente adequada, a limitação de tempo para planejamento e execução das atividades, a adaptação do currículo e a disponibilidade de materiais e recursos (Almeida, 2018; Dias; Neri Júnior, 2020; Burak, 2019). Superar esses obstáculos requer, dentre outras coisas, políticas educacionais que valorizem a formação contínua, espaços de aprendizagem flexíveis e estratégias pedagógicas que promovam a autonomia e o protagonismo dos estudantes.

3.3 A formação de professores em modelagem matemática

A formação de professores em MM configura-se como um componente estratégico para implementação de práticas de ensino que articulem raciocínio matemático e resolução de problemas. “Embora as pesquisas apontem para potencialidades de incorporação de atividades de MM em sala de aula, esta ainda se configura como um desafio para os professores” (Silva, *et al.* 2020, p. 73).

Estudos e revisões recentes como de Lopes (2023), revelam que a formação continuada em MM é essencial, porém ainda insuficiente para que essa prática se consolide efetivamente nas salas de aula da Educação Básica. A pesquisa, baseada no relato de sete professores, revela a necessidade de que a formação ultrapasse a temporalidade restrita às pesquisas acadêmicas, como mestrado e doutorado, e supere modelos tradicionais que desconectam a formação da realidade escolar, limitando-se apenas à apresentação da Modelagem aos docentes.

Na literatura distingue-se a formação inicial, usualmente a licenciatura em Matemática ou programas de formação de professores, e a formação continuada, voltada para professores já em exercício. No âmbito da formação inicial, estudos como de Oliveira e Klüber (2017) analisaram os relatórios do GT-10 da SBEM (2006 - 2015) e verificaram que, embora a formação de professores em modelagem seja tema crescente, ela ainda aparece de forma secundária nas pesquisas.

Em relação a formação continuada, tem-se apresentado exemplos de oficinas, cursos de extensão e programas de mestrado profissional que incorporam a modelagem como eixo formativo. Silva e Tortola (2022) investigaram um mestrado profissional que enfocou modelagem para professores da Educação Básica e apontam para a pertinência de três eixos: aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem. Ambos os níveis formativos demandam articulação entre teoria e prática, com ênfase em tarefas de modelagem, reflexão docente e aplicação real em sala de aula.

Um dos principais pontos de interesse nas discussões sobre a formação de professores para a inserção de práticas de MM nas aulas, em diferentes níveis de escolaridade, diz respeito à efetiva implementação dessa abordagem (Barbosa, 2001; Mutti; Klüber, 2018; Sousa, 2020). Embora a literatura aponte amplamente os benefícios e incentive o uso da modelagem matemática no contexto escolar, sua concretização nas práticas pedagógicas ainda depende, em grande medida, da decisão e da iniciativa do próprio professor (Mutti; Klüber, 2018).

Ainda de acordo com os autores, embora haja alguma clareza na literatura sobre o papel decisivo das decisões dos professores na implementação da MM em suas salas de aula,

e além disso, seja possível reconhecer a influência da formação nesse processo, ainda são poucas as pesquisas sobre a formação de professores em MM (Cararo; Klüber, 2023) que investigam as práticas pedagógicas dos professores de Matemática como objeto de estudo.

De acordo com Pereira (2023), para a execução da MM em sala de aula é necessária uma formação que prepare os professores para este ato. Blum (2015) afirma que é necessário investir no desenvolvimento de competências dos professores para ensinar matemática por meio da MM e também para ensinar sobre a MM. Nesse sentido, diversos estudos têm se dedicado à questão da formação docente e a utilização da MM, como por exemplo: Mutti, Matioli e Klüber (2019), Mutti e Klüber (2018), e Klüber e Tambarussi (2017). Isto torna-se imprescindível devido à, ainda, incipiente formação sobre esta metodologia, exigindo uma certa segurança para garantir o sucesso em sua prática (Pereira, 2023). Oliveira (2020) declara que,

Se há uma intenção clara de que a Modelagem Matemática tem de ser incorporada às práticas pedagógicas, ela precisa ser inculcada, debatida, experienciada e explorada, no campo de formação inicial e continuada de professores, como uma condição para que essas experiências sejam promovidas (Oliveira, 2020, p. 83).

Ao enfatizar a incorporação da MM nas práticas pedagógicas, o autor destaca que essa abordagem não é apenas uma opção, mas sim uma necessidade para tornar o ensino e a aprendizagem da matemática mais significativos e relevantes para os alunos. Neste caso, em uma situação de formação de professores, além das ações de vivência, são necessárias também as ações didático-pedagógicas de MM, a fim de possibilitar a sua incorporação no fazer pedagógico do professor.

De acordo com Almeida (2018), esse fazer pedagógico requer o desenvolvimento de competências docentes específicas para o trabalho com a MM, as quais envolvem a capacidade de mediar atividades que articulam conhecimentos matemáticos e extramatemáticos de forma integrada. A autora destaca que a MM matemática como prática pedagógica exige que o professor possua competências para articular a matematização da realidade, promover a resolução de problemas contextuais e interpretar os resultados de forma crítica e contextualizada.

Além disso, Almeida (2018) ressalta, ainda, a importância de competências que favoreçam o desenvolvimento do pensamento investigativo dos alunos, incentivem a inovação e permitam ao professor atuar como facilitador na construção do conhecimento matemático por meio da modelagem. Esta abordagem ressalta a importância de não apenas dominar os conteúdos matemáticos, mas de possuir habilidades pedagógicas eficazes para facilitar o

processo de ensino e também utilizar o conhecimento que advém da própria experiência. Nesse sentido, a formação docente para a MM se revela crucial para que os saberes práticos, ou da experiência, sejam partilhados e aprimorados, garantindo o desenvolvimento de uma metodologia mais eficiente.

Tal entendimento alinha-se com a perspectiva de Niss e Blum (2020), o qual ressalta que o processo de ensino mediado pela MM apresenta uma série de desafios, demandando que o docente possua conhecimentos específicos a fim de conduzir de maneira eficaz as atividades de modelagem em sala de aula. É neste contexto, que o conhecimento do professor entra em cena, sendo necessário que a formação em MM contemple, para além de conhecimentos teóricos, conhecimentos associados ao fazer MM, bem como ao uso da MM para o ensino.

Nesse sentido, Mutti e Klüber (2018) argumentam que se o objetivo central da formação em MM é a inserção da modelagem à prática pedagógica, então, é crucial que haja o reconhecimento da experiência docente “o que implica na compreensão de que a utilização de estratégias de formação exclusivamente teóricas e generalistas podem não atender as necessidades formativas características dos professores” (Mutti; Klüber, 2018, p.104).

Entre as diversas competências necessárias à inserção da MM na prática docente, destaca-se a capacidade do professor de articular teoria e prática de forma coerente e reflexiva. Conforme apontam Sousa e Almeida (2021), quando os professores estabelecem essa articulação, reconhecem a natureza dinâmica do ciclo de modelagem, percebem a existência de múltiplas possibilidades de solução e, com isso, fortalecem seus conhecimentos sobre a área. Nesse sentido, Burak (1992) enfatiza que compreender e desenvolver atividades de Modelagem Matemática requer que o professor vivencie o processo, refletindo sobre sua própria aprendizagem.

Esse movimento permite ao professor compreender que as etapas do ciclo de modelagem não constituem uma sequência linear rígida, mas organizam processos de idas e vindas que promovem o refinamento das abordagens e soluções matemáticas. Além disso, a articulação entre teoria e prática potencializa o desenvolvimento do pensamento investigativo e a autonomia dos alunos, pois o docente atua como mediador capaz de adaptar estratégias conforme os desafios emergentes nas atividades de modelagem (Sousa; Almeida, 2021). Ao admitir a existência de múltiplas rotas e soluções, professores fortalecem sua compreensão do caráter aberto e investigativo da modelagem matemática, ampliando as perspectivas de ensino e aprendizagem

Na formação de professores para modelagem, é relevante que os conteúdos formativos incluam: a caracterização da modelagem matemática (etapas típicas do ciclo de modelagem), tipos de tarefas de modelagem, contextos reais e interdisciplinaridade, discussão de simplificações, validação de modelos, e reflexão didática sobre como levar a modelagem para a sala de aula.

Quanto às tarefas formativas, destacam-se: estudos de caso de modelagem, projetos de modelagem prolongados, análise e adaptação de tarefas existentes, micro-ensinamentos onde o professor-formando ensina uma atividade de modelagem, oficinas de co-planejamento e videogravação de aulas de modelagem. A estratégia formativa que inclui “aprender por meio da modelagem” e “ensinar usando modelagem” tem se comprovado eficaz (Silva; Tortola, 2022).

Apesar das potencialidades, a formação em MM possui diversos desafios. Entre eles, a formação inicial tradicional que muitas vezes privilegia a matemática linear, a memorização e a ausência de contexto, o que diminui a familiaridade dos futuros professores com tarefas de modelagem (Mutti; Klüber, 2021). Outros fatores incluem a falta de recursos didáticos apropriados, carga horária limitada para formação específica em modelagem, cultura escolar resistente à inovação, e professores já atuantes com pouco incentivo para mudança pedagógica (Biembengut; Hein, 2000).

De maneira geral, a formação de professores em MM não se limita apenas a prepará-los para a inclusão de atividades de modelagem em suas salas de aula. Deve também proporcionar-lhes confiança no uso dessas práticas e a coragem necessária para desafiar os paradigmas estabelecidos nos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Isso se torna especialmente relevante diante das estruturas escolares que frequentemente limitam a autonomia dos professores e devido a questões pessoais de formação, como destacado por Mutti e Klüber (2018).

Dessa forma, entende-se que a formação de professores em modelagem matemática demanda uma articulação integrada entre saberes matemáticos, tarefas de modelagem, recursos e reflexão pedagógica. Tanto na formação inicial quanto na continuada, o foco deve ser no desenvolvimento de competências específicas, por meio de tarefas autênticas, reflexão, mediação e acompanhamento. Superados os desafios institucionais e formativos, a modelagem pode se tornar uma prática transformadora no ensino da Matemática.

4 CULTURA MAKER E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Nesta seção, discutem-se a gênese e os princípios da CM, suas bases teóricas e pedagógicas, bem como as formas pelas quais tem sido incorporada aos contextos educacionais contemporâneos. Para isso, apresentam-se os fundamentos que aproximam a CM da perspectiva construcionista, especialmente a partir das contribuições de Mitchel Resnick, Paulo Blikstein e José Armando Valente, cujas pesquisas evidenciam o potencial de ambientes de aprendizagem que integram criação, experimentação e resolução colaborativa de problemas. Também se consideram as contribuições de Chris Anderson, que amplia a compreensão da Cultura Maker ao discutir sua dimensão sociotécnica, os movimentos de democratização tecnológica e o papel dos makerspaces na formação de sujeitos criadores.

No que diz respeito à formação docente, exploram-se os desafios e as demandas para a implementação qualificada da prática maker em sala de aula. Para esse debate, mobilizam-se as contribuições de Éliton Moura, Regina Gavassa e André Raabe, que problematizam a necessidade de repensar concepções tradicionais de ensino e aprendizagem, bem como a importância de processos formativos que integrem o fazer, o pensar e o aprender de forma articulada. Nesse sentido, destaca-se a urgência de oportunizar aos professores experiências formativas que promovam o domínio técnico, a autonomia criativa e a fluência no uso pedagógico das tecnologias, consolidando condições para a adoção de práticas investigativas e centradas na autoria estudantil.

4.1 Cultura *maker*: do movimento à educação

Em uma perspectiva inicial, a CM tem suas raízes na tradição humana de criar e produzir com as próprias mãos. Conforme Moura (2019), “a essência dessa cultura é a ideia de que pessoas comuns podem construir, consertar, modificar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e/ou projetos”(Moura, 2019, p. 39). O termo *maker*, de origem inglesa, deriva do verbo *to make* e significa “fazer” ou “criar”. Segundo Lopes (2019), o termo passou a designar os entusiastas que utilizavam máquinas digitais em suas invenções. Dessa forma, a CM está intrinsecamente relacionada ao ato de criar e de materializar ideias, expressando-se como uma verdadeira cultura do fazer.

Na década de 1950, no contexto pós-Segunda Guerra Mundial, a escassez de recursos e o aumento da necessidade de mão de obra levaram muitas pessoas a realizarem pequenas construções e reparos por conta própria. Diante desse cenário, segundo Moura

(2019), programas de televisão passaram a ensinar técnicas de bricolagem, enquanto as empresas adaptaram seus produtos para venda em pequenas quantidades, acompanhados de manuais de instruções. Esse movimento de valorização do “fazer” consolidou as bases culturais e sociais que, décadas depois, dariam origem ao Movimento *Maker*, caracterizado pela apropriação de tecnologias digitais e pela cultura colaborativa do compartilhamento (Dougherty, 2012; Hatch, 2013; Anderson, 2012).

O Movimento *Maker* fundamenta-se na lógica do *Do It Yourself (DIY)*, “faça você mesmo”, que incentiva a reutilização e o reparo de objetos em oposição à cultura do descarte e do consumo excessivo (Lopes, 2019). O *DIY* esteve fortemente vinculado à contracultura e a movimentos de protesto, como o punk e as práticas alternativas de ocupação e expressão social (McKay, 1998). O fazer, nesse caso, configurava-se como um ato de empoderamento e contestação, um modo de reapropriar-se dos meios de produção e afirmar identidades coletivas e políticas fora dos circuitos comerciais estabelecidos.

Em uma análise mais aprofundada, o *DIY* propõe uma ressignificação da ideia de posse, ao mesmo tempo em que desafia os padrões de consumo consolidados na visão de mundo dominante (Sturmer; Mauricio, 2021). Para Brockveld *et al.* (2017), os avanços industriais afastaram as pessoas do contato direto com as ferramentas e com a compreensão dos processos produtivos. A CM, nesse contexto, propõe o caminho inverso: retomar o envolvimento direto com a criação e o entendimento dos objetos que utilizamos no cotidiano.

De acordo com Dougherty (2011), o Movimento *Maker* amplia a mentalidade do faça você mesmo ao estimular que as pessoas aprendam, a partir de uma ideia, a fabricar produtos e reutilizar materiais. Anderson (2012) acrescenta que o movimento emerge de uma mudança cultural, impulsionada pelo fascínio pelas tecnologias de fabricação digital e pela busca de novas formas de produção, tanto pessoais quanto industriais.

Ainda segundo o autor, o Movimento *Maker* apresenta três características fundamentais: (1) o uso de ferramentas digitais para o desenvolvimento e prototipagem de projetos de novos produtos; (2) a cultura de compartilhamento de projetos e de colaboração entre comunidades; (3) a adoção de formatos comuns de arquivos de projetos (Anderson, 2012, p. 24). Hatch (2013) inspirado por Dougherty e Anderson desenvolve o Manifesto do Movimento *Maker* considerando como princípios mínimos, mas não restritos, o fazer, compartilhar, dar, aprender, acessar ferramentas, brincar, participar, apoiar e mudar.

Em seu livro intitulado “Jardim de infância para toda a vida”, Mitchel Resnick (2020) aborda a necessidade de propiciar às crianças oportunidades de aprendizagem que incentivem explorações lúdicas e criação de projetos significativos, e isso não deve ocorrer

apenas na infância, mas em toda trajetória escolar e inclusive na vida. Essa perspectiva nos leva a refletir sobre a sala de aula e o que pode ser feito para torná-la mais atrativa e engajadora para crianças e adolescentes.

Em busca dessas respostas, a CM emerge como um fundamento conceitual capaz de transcender a estrutura tradicionalmente rígida da sala de aula, promovendo um ambiente propício para a efetivação do processo educativo de forma engajadora e satisfatória. Para Resnick (2020), é por meio da aprendizagem “mão na massa” que os alunos são encorajados a explorar, experimentar e criar, desafiando assim as limitações impostas pelo modelo convencional de ensino e aprendizagem.

O termo “mão na massa” tem caracterizado as atividades que são desenvolvidas no âmbito da CM, são as chamadas atividades *maker*. Do ponto de vista pedagógico, especificamente na Educação Básica, as atividades *maker* se fundamentam na abordagem Construcionista (Papert, 1980), que enaltece os benefícios do envolvimento do estudante em projetos em que ele assume o protagonismo e promove a criação de algum objeto que possa ser socializado.

Nesse sentido, Raabe *et al.* (2018), observam um período de valorização de abordagens educacionais que enfatizam o protagonismo dos alunos no ambiente pedagógico. Os autores destacam que no contexto escolar, multiplicam-se iniciativas que adotam a abordagem baseada em projetos, resolução de problemas e práticas alinhadas ao *design thinking*. Este último é um método orientado à resolução de problemas, pautado na colaboração coletiva durante o desenvolvimento de projetos e, mais recentemente, a influência do Movimento *Maker*, que enfatiza a aprendizagem baseada na prática (Raabe *et al.*, 2018).

Embora suas origens remontem à década de 1960, o Movimento *Maker* inicia sua influência na educação formal a partir dos anos 2000, com a criação do primeiro FabLab no Centro de Bits e Átomos do MIT, em 2002, como um ambiente pedagógico para possibilitar que pessoas comuns resolvessem seus problemas através da produção dos recursos necessários, ao invés de terceirizar ou comprar a solução ou parte dela. De acordo com Soster (2018), Blikstein adaptou o modelo para a educação básica com o *FabLab@School* que posteriormente passou a chamar-se de *FabLearn*. Atualmente *FabLearn* e *FabLab Foundation*, fornecem suporte e formação para implantação destes laboratórios e criação de redes locais.

Inicialmente concebidos como espaços de experimentação, colaboração e aprendizagem mediada por ferramentas digitais, esses ambientes foram gradualmente

incorporados a escolas, universidades e indústrias. Equipamentos como impressoras 3D, cortadoras a laser e fresadoras tornaram-se recursos que, além de potencializar o ensino e a pesquisa, despertam o interesse pela criação e pela inovação. Segundo Lopes (2019, p. 27), tais tecnologias reforçam a crença de que é possível “fazer (quase) qualquer coisa”. Para Blikstein (2013), esses ambientes representam um espaço potencialmente disruptivo na educação, no qual os estudantes podem, de forma segura, produzir, desenvolver e compartilhar suas criações.

Sob esse enfoque educacional constitui-se a Educação *Maker*. No entendimento de Moura (2019), a Educação *Maker* é toda e qualquer ação ou atividade que, com viés educativo e utilizando-se das Tecnologias, conduza a um processo de prototipação, construção ou restauração de um produto, físico ou digital, relacionando tal processo a um conteúdo científico. Contudo, diferentemente de outros autores, Blikstein (2016) inclui como referência para Educação *Maker* a perspectiva freiriana, apontando o foco no humanismo de Paulo Freire como complementar à ênfase na criação de artefatos dada por Papert.

A partir de alguns estudos de caso, Blikstein (2016) percebeu que o uso de kits caros e tecnológicos pode ser substituído por equipamentos e materiais mais simples. Nessa mesma perspectiva, Zsigmond (2017) aponta que o fazer *maker* pode ocorrer tanto com o uso de tecnologias digitais quanto por meio da construção de soluções significativas sem, necessariamente, depender delas. Assim, o aspecto essencial é o processo de criação e resolução de problemas, mais do que o uso das ferramentas em si.

Essa compreensão mais ampla do fazer *maker* é aprofundada por Anderson (2012), ao ampliar o conceito de criação para além do contexto tecnológico, incluindo práticas como artesanato, culinária, jardinagem e costura. O autor reconhece que toda atividade que envolve inventividade e expressão criativa pode ser considerada *maker*. Desse modo, um espaço *maker* pode ser entendido como qualquer ambiente que favoreça o fazer, a experimentação e a criação, inclusive a sala de aula, desde que as atividades promovam o protagonismo e a autoria dos estudantes.

Na perspectiva de Paulo Freire e Papert, segundo Dias Vaz e Neri Júnior (2020), “os espaços *makers* podem ser entendidos como ambientes de aprendizagem que possibilitam a ação construcionista (o construcionismo em ação) e, deste modo, potencializam a autonomia, colaboração, criatividade e interdisciplinaridade” (Dias Vaz; Neri Júnior, 2020, p.139). O principal motivo de associarmos o Movimento *Maker* a Papert também se deve ao fato de ele ter projetado o primeiro kit de robótica programável, o Lego TC Logo.

A linha da Lego, que viria a ser comercializada com o nome de “Mindstorm”, hoje é amplamente usada em aulas de robótica (Stager, 2017). A contribuição de Papert (2008) por meio de seus projetos não apenas estabeleceu as bases para a disseminação do Movimento *Maker*, mas também influenciou significativamente o campo da educação, permitindo a integração prática de conceitos de programação e engenharia em ambientes de aprendizagem criativa.

Compreende-se, portanto, que um espaço *maker* pode ser definido como qualquer ambiente que disponha de ferramentas e materiais que viabilizem processos de criação e experimentação prática. Esses ambientes, segundo Papert e Solomon (1971), devem permitir a construção do conhecimento por meio do aprender fazendo, raciocinando em cima do que está se fazendo, o que possibilita ao estudante refletir sobre o próprio processo de pensamento e revisar suas ações diante de uma determinada questão.

Nessa direção, Valente (2017) aprofunda a discussão ao propor uma reflexão crítica sobre a relação entre as atividades *maker* e os objetivos de aprendizagem, destacando que o fazer precisa estar articulado ao compreender. Para o autor, a prática *maker* deve ser orientada não apenas pela execução de tarefas, mas pela construção conceitual e reflexiva do conhecimento, de modo que o ato de criar seja também um ato de pensar sobre o que se faz.

Com o exposto, entende-se que a CM apoia-se nos pressupostos construcionistas apresentando em seu cerne a ideia de que os estudantes devem fazer, criar e construir para que possam então aprender. Assim como Papert materializou suas ideias permitindo que as crianças construíssem conhecimentos matemáticos, “pensando como matemáticos”, ao invés de “aprender sobre matemática”, a CM apresenta, parte do princípio que os estudantes possam pensar como criadores ao invés de serem ensinados sobre as criações. Esta linha de pensamento é essencialmente uma das premissas desta pesquisa.

4.2 Educação *Maker*: implicações na prática docente

A Educação *Maker* (termo cunhado por Dale Dougherty, em 2013) (Dougherty, 2013), emerge no cenário contemporâneo como uma proposta pedagógica que desafia os modelos tradicionais de ensino e aprendizagem. Blikstein (2013, 2016, 2021), um dos principais estudiosos da área, defende que a Educação *Maker* representa uma nova ecologia de aprendizagem, na qual os estudantes constroem conhecimento de forma ativa, manipulando materiais, tecnologias e ideias em processos de experimentação e reflexão. Nesse contexto, o

papel do professor é radicalmente ressignificado, deslocando-se da centralidade da transmissão para o papel de mediador, orientador e curador de experiências de aprendizagem.

No contexto das práticas docentes vinculadas à Educação *Maker*, há um consenso entre pesquisadores da área de que o papel do professor assume uma dimensão de mediação e orientação da aprendizagem (Blikstein, 2021). Para Barbieri *et al.* (2022), o termo mediação é uma ação educativa que possibilita ao professor, junto com o aluno, uma busca contínua pelo conhecimento.

Nessa perspectiva, o docente precisa desenvolver competências que extrapolam o domínio técnico das ferramentas digitais, envolvendo também a capacidade de planejar situações de aprendizagem abertas, fomentar a curiosidade dos estudantes e lidar com a incerteza e a imprevisibilidade dos processos criativos (Moura, 2019). Assim, o papel do professor no contexto *maker* não é apenas aquele que domina ferramentas tecnológicas, mas aquele que cria condições para que o estudante se torne autor de seu próprio processo de aprendizagem, utilizando o erro como parte do caminho investigativo e criativo (Martinez; Stager, 2013).

Dessa forma, pode-se afirmar que a Educação *Maker* demanda um novo perfil docente, pautado na flexibilidade, na criatividade e na disposição para aprender continuamente com os estudantes. Essa perspectiva amplia as possibilidades pedagógicas, ao mesmo tempo em que desafia a escola a repensar seus espaços, tempos e formas de ensinar e aprender. Ao reconhecer o erro como parte do processo e o fazer como caminho para o conhecimento, o professor torna-se um agente de transformação, capaz de integrar práticas inovadoras ao currículo de maneira crítica e contextualizada.

As implicações da Educação *Maker* na prática docente também se manifestam na reorganização curricular e metodológica. Ao promover a integração entre teoria e prática, o professor é desafiado a articular saberes de diferentes áreas do conhecimento, desenvolvendo projetos interdisciplinares e permitindo que os estudantes reconheçam a relevância social e prática dos conteúdos escolares. Assim, para atuar de maneira eficaz na Educação *Maker*, o professor necessita desenvolver um conjunto diversificado de competências, pedagógicas, tecnológicas e socioemocionais, que se articulam de modo interdependente.

As competências pedagógicas envolvem a capacidade de planejar atividades desafiadoras, realizar avaliações formativas e estimular a colaboração e o pensamento crítico. O educador *maker* atua como um designer de experiências de aprendizagem (Martinez; Stager, 2013), criando situações em que os alunos possam explorar, prototipar e iterar ideias. Já as competências tecnológicas não exigem especialização avançada, mas sim familiaridade com

ferramentas digitais e analógicas, como o uso de microcontroladores Arduino, softwares de modelagem 3D e materiais recicláveis, e uma mentalidade de aprendizagem contínua.

As relações interpessoais, por sua vez, constituem a base da aprendizagem colaborativa, pautadas no respeito, na escuta e na construção coletiva do saber. Essas dimensões são fundamentais para consolidar uma cultura de aprendizagem que valoriza tanto o produto final quanto o processo criativo e reflexivo que o antecede (Moura, 2019).

Nesse sentido, Blikstein *et al.* (2020), defendem que uma atividade educacional *maker* eficaz deve manter o equilíbrio entre a intencionalidade curricular e a liberdade criativa. O professor, portanto, precisa planejar experiências em que os estudantes aprendam os conteúdos previstos, mas por meio de processos criativos, investigativos e conectados com o mundo real. Os autores ilustram esse pensamento por meio da metáfora da balança conforme a Figura 2.

Figura 2 - Balança entre currículo e *maker*



Fonte: Blikstein *et al.* (2020, p. 8)

A metáfora da balança sugere que os dois componentes, o currículo e as práticas *maker*, devem manter-se em equilíbrio, de modo que nenhum deles prevaleça sobre o outro. É necessário que o rigor e a intencionalidade curricular caminhem junto com a criatividade e a experimentação próprias das atividades *maker*. Ou como abordado pelos próprios autores “de um lado, o currículo, que para ser colocado em prática envolve a formação do professor, o desenvolvimento científico e o conhecimento a ser trabalhado; de outro, o trabalho *maker*, envolvendo criação, desenvolvimento tecnológico e o mundo real” (Blikstein *et al.* 2020).

A inserção da prática *maker* na educação exige, portanto, uma profunda ressignificação do papel docente. Para Dias Vaz e Neri Júnior (2020), o educador *maker* guia os estudantes na formulação de perguntas e na busca por soluções, promovendo um processo de reflexão constante sobre a construção do conhecimento. O ambiente *maker*, assim, não é um espaço de simples execução de tarefas, mas um laboratório de ideias, onde a curiosidade, o erro e a descoberta compõem o processo educativo.

Esse movimento transforma a sala de aula em um espaço dinâmico, em que os estudantes assumem o protagonismo do próprio aprendizado e o professor se torna um facilitador das interações e das descobertas. Além disso, as práticas *maker* contribuem para o fortalecimento de competências socioemocionais, como a persistência diante do erro, a empatia e o trabalho em equipe, elementos essenciais para uma educação integral e significativa (Mota, 2025).

A gestão da sala de aula *maker* também requer novas abordagens. Moura (2019), baseado em Vasconcellos (2003), identifica quatro dimensões essenciais para o desenvolvimento da prática docente no contexto da Educação *Maker*: tempo, espaço, currículo e relações interpessoais. De acordo com o autor, o professor *maker* precisa ser flexível na organização do tempo, permitindo que o processo de criação respeite o ritmo e as descobertas dos estudantes. O espaço deve ser adaptado para favorecer a colaboração e o acesso aos materiais, e o currículo deve ser entendido como uma orientação dinâmica, capaz de incorporar as demandas emergentes das práticas experimentais.

Contudo, pesquisas recentes indicam que muitos professores ainda enfrentam desafios relacionados à infraestrutura, à falta de tempo para o planejamento e à ausência de experiências formativas que favoreçam a vivência com atividades *maker* (Blikstein, 2020). Para que a prática docente seja efetivamente transformada, é necessário que o professor vivencie a CM em processos formativos que promovam a experimentação, a reflexão crítica e a colaboração, permitindo-lhe compreender os princípios pedagógicos que sustentam essa abordagem (Martinez; Stager, 2013).

A formação docente para a prática *maker*, entretanto, enfrenta desafios significativos, entre eles a resistência à mudança, a falta de infraestrutura e a rigidez dos currículos escolares. Barbieri *et al.* (2022) destacam que, para superar tais barreiras, é necessário repensar a formação inicial e continuada de professores, promovendo experiências formativas que integrem prática, reflexão e colaboração. A formação docente, nesse sentido, deve ser compreendida como um processo contínuo de desenvolvimento profissional e pessoal, no qual o professor aprende por meio da ação e da interação. Essa perspectiva dialoga com as ideias de Blikstein (2021), que defende uma formação que vá além da instrumentalização técnica, valorizando a experimentação, o pensamento crítico e o compromisso ético com a inovação educacional.

Discutir a formação docente é um movimento indispensável diante das transformações curriculares, tecnológicas e sociais. Conforme argumentam Barbieri *et al.* (2022), essa discussão envolve três dimensões: as políticas públicas e normativas; as

demandas mercadológicas que influenciam as escolas; e a base epistemológica que sustenta os pressupostos teórico-metodológicos da prática pedagógica. É nesta última que se concentra o debate sobre a Educação Maker, uma vez que ela propõe uma reconfiguração das práticas docentes e, conseqüentemente, da própria formação do professor. Ao adotar uma postura investigativa e colaborativa, o educador torna-se um agente de mudança, capaz de criar ambientes de aprendizagem mais equitativos, criativos e significativos.

Sobre esse aspecto, Stella *et al.* (2021) argumentam que a formação inicial e continuada voltada à implementação da CM ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no que se refere à falta de infraestrutura adequada e à limitação do tempo pedagógico. Diante disso, os autores defendem a importância de investir em políticas de formação docente que preparem os professores para atuar em ambientes de aprendizagem criativos, colaborativos e inovadores, capazes de ressignificar as concepções de ensinar e aprender (Stella *et al.*, 2021).

Na mesma perspectiva, Blikstein *et al.* (2021) sugerem que programas de formação e políticas públicas devem incentivar práticas colaborativas, redes de professores e o uso de recursos abertos (open source). Esses elementos reforçam a dimensão comunitária e solidária do movimento maker, destacando o papel do professor como articulador de comunidades de aprendizagem.

Em síntese, a Educação *Maker* representa uma abordagem potente para a renovação pedagógica e o fortalecimento da autonomia discente. Ao transformar o papel do professor em mediador e facilitador de aprendizagens, promove-se uma cultura educacional centrada no fazer, no experimentar e no refletir. Mais do que ensinar conteúdos, o educador *maker* ensina a aprender, a criar e a pensar criticamente sobre o mundo. Como defende Blikstein (2016), “a cultura maker não é sobre impressoras 3D ou robótica, mas sobre empoderar as pessoas para serem protagonistas na construção do futuro”. Investir na formação docente para essa cultura é, portanto, investir na transformação da própria escola e na construção de uma educação mais justa, criativa e humanizadora.

5 DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos desta pesquisa, destacando sua natureza e características em relação à problemática e aos objetivos, assim como seus procedimentos técnicos e os instrumentos de coleta de dados. Além disso, são descritos o *lôcus* da pesquisa e os colaboradores, o Curso de Extensão, sua metodologia e as práticas docentes oriundas do curso.

Esta pesquisa fundamenta-se, sobretudo, nas obras de Gil (2002, 2019) para embasar os procedimentos e técnicas adotados, assim como nas contribuições de Bardin (2016), que sustentam a estruturação dos procedimentos de análise ancorados na abordagem da Análise de Conteúdo (AC).

Buscando preservar os fundamentos éticos na condução da pesquisa, destaca-se que a realização desta investigação obteve o consentimento do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFC, obtendo assim aprovação de acordo com o parecer Nº 6.301.271 (Anexo A), pois entendemos, assim como Carvalho (2018), que concebe a ética na pesquisa como “a capacidade de avaliar situações ao longo de toda a investigação e tomar decisões que levem em conta os direitos, o bem-estar e as expectativas do participante da pesquisa” (Carvalho, 2018, p. 156).

É fundamental destacar que o desenho metodológico desta pesquisa foi construído com base em sua questão central: Como a articulação entre Modelagem Matemática e Cultura *Maker*, sob a perspectiva construcionista, configurar-se como uma estratégia didática inovadora para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

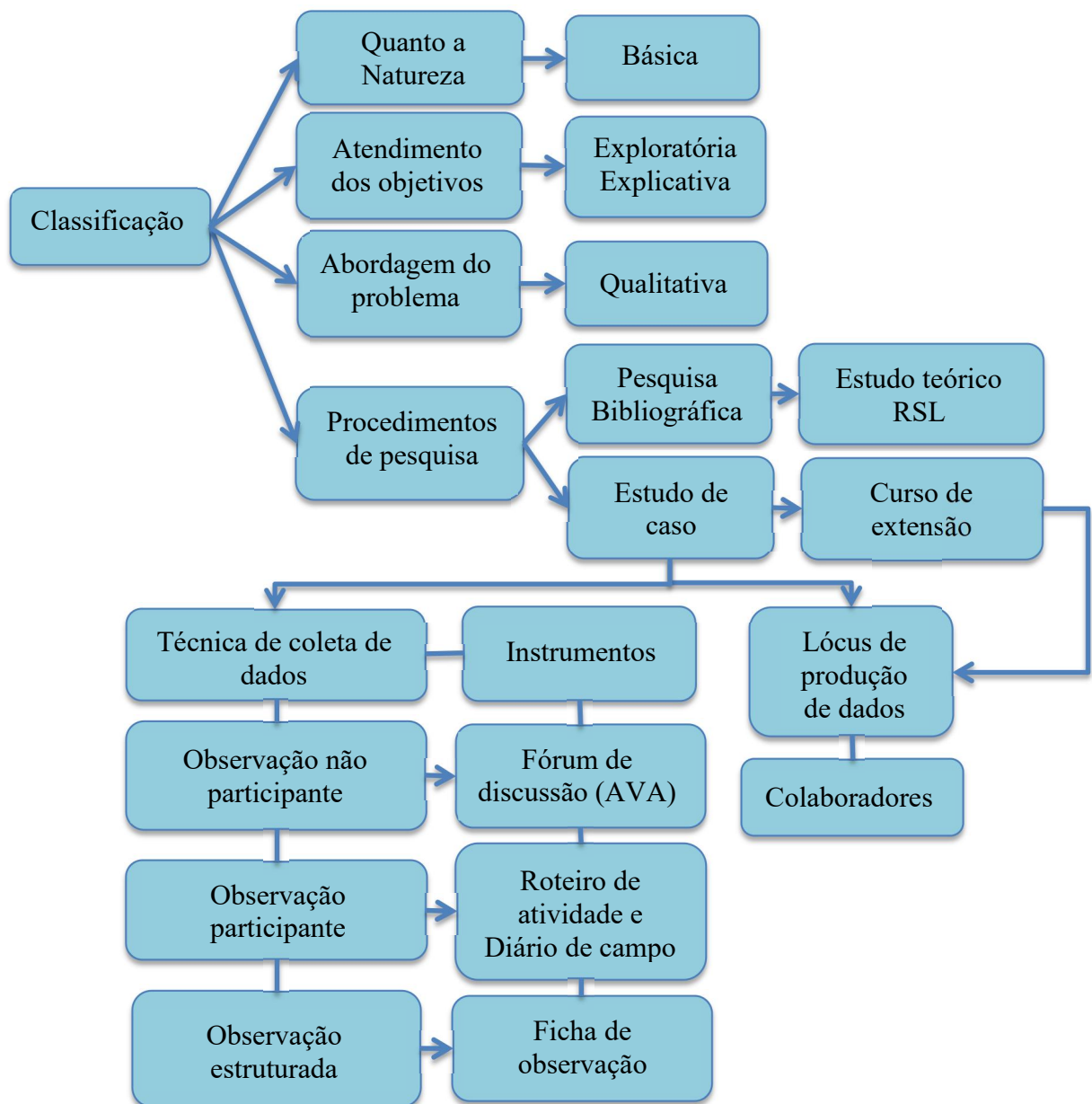
A partir desta questão, estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos: (1) Identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico - metodológica entre MM e CM; (2) Analisar como professores dos anos iniciais concebem e planejam atividades de MM articuladas à CM e, (3) Apresentar os aspectos metodológicos presentes na implementação dessas atividades na prática docente, de modo a subsidiar a constituição da Modelagem Matemática *Maker* como estratégia didática.

Com o atendimento de tais objetivos, busca-se atender ao objetivo geral que consiste em: Conceituar a Modelagem Matemática *Maker* como uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Essa estratégia é concebida como resultado da articulação entre a MM e a CM, fundamentada na perspectiva construcionista e ancorada na prática docente dos professores participantes desta pesquisa.

5.1 Caracterização da pesquisa

Nesta seção, apresenta-se o delineamento da pesquisa, com ênfase nos critérios que nortearam sua estruturação. A Figura 3 oferece uma síntese das principais características do estudo, as quais serão exploradas e detalhadas ao longo desta seção metodológica.

Figura 3 - Características da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Com base no referencial teórico apresentado, esta pesquisa classifica-se, quanto à sua natureza, como uma pesquisa básica, uma vez que não tem como objetivo imediato a

aplicação prática de seus resultados, mas sim a ampliação do conhecimento, o qual poderá subsidiar investigações futuras. Conforme Gil (2002), a pesquisa básica visa aprofundar a compreensão sobre fenômenos e teorias, contribuindo para o avanço do saber científico em determinado campo. Neste estudo, busca-se, ampliar os conhecimentos a respeito da articulação entre MM e CM, com vistas à sua utilização como estratégia didática para o ensino da matemática.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa classifica-se como exploratória e explicativa, uma vez que tem por finalidade, além de explicitar como se dá a articulação entre a MM e a CM, explicar como essa articulação pode contribuir para delinear a Modelagem Matemática *Maker* como uma estratégia didática para o ensino de matemática. Conforme destaca Gil (2019), uma mesma pesquisa pode assumir simultaneamente um caráter exploratório e explicativo, especialmente quando se busca, por um lado, levantar informações preliminares sobre determinado fenômeno ainda pouco investigado e, por outro, compreender os fatores que o influenciam, suas implicações e os sentidos atribuídos pelos sujeitos envolvidos.

No tocante à abordagem do problema, esta pesquisa é qualitativa, uma vez que adota uma perspectiva interpretativa visando compreender os fenômenos em termos dos significados atribuídos a eles pelas pessoas. Gil (2002), afirma que a pesquisa qualitativa baseia-se no caráter subjetivo dos fenômenos e deve esclarecer detalhadamente o processo de pesquisa com base em suas etapas, procedimentos adotados e recursos alocados para atingir os objetivos propostos.

Ao adotar uma perspectiva investigativa sobre a articulação entre a MM e a CM no contexto da prática docente, constatou-se que a abordagem qualitativa revelou-se mais adequada aos objetivos da presente pesquisa. Tal abordagem possibilitou a análise aprofundada da prática docente em relação às abordagens mencionadas, bem como a compreensão dos aspectos subjetivos do processo didático e dos significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos ao fenômeno estudado.

Detalha-se na seção seguinte o *lôcus* desta pesquisa.

5.2 *Lôcus* da pesquisa

O curso de extensão, “Modelagem Matemática e a prática docente nos anos iniciais”, considerado o *lôcus* de produção de dados desta pesquisa, foi promovido pelo GTERCOA por meio do edital N.02/2024 (Anexo B), que regulamenta o processo de inscrição em cursos de extensão oferecido pela Faculdade de Educação (FACED/ UFC). A

seleção dos cursistas foi realizada por meio de edital publicado nos canais digitais da UFC e do GTERCOA.

O curso, ministrado por duas pesquisadoras, foi realizado entre os meses de abril e junho de 2024, adotando uma abordagem híbrida de formação. A proposta formativa foi estruturada de modo a articular fundamentos teóricos, práticas docentes e momentos de reflexão coletiva sobre o ensino de matemática nos anos iniciais, com foco na articulação entre MM e CM. Após a publicação do edital de seleção, foram registradas 64 inscrições de professores da rede pública e privada de ensino. Desses, 36 iniciaram efetivamente a primeira etapa do curso, participando dos encontros presenciais e das atividades introdutórias no ambiente virtual. Ao final do percurso, 21 professores concluíram a formação e receberam certificação correspondente a uma carga horária total de 100 horas.

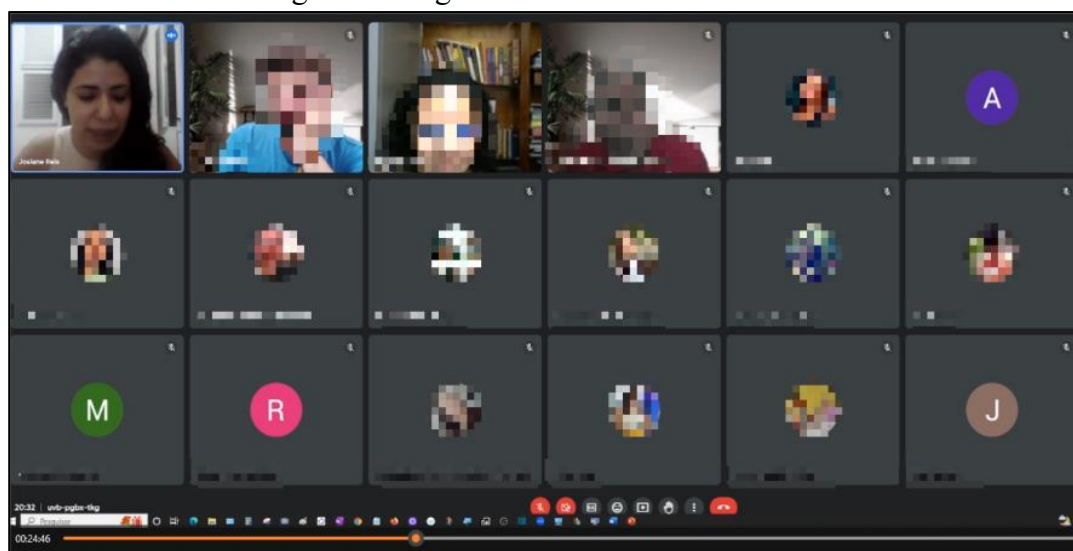
A estrutura do curso foi organizada em seis módulos, contemplando encontros presenciais, aulas síncronas e atividades assíncronas, realizadas semanalmente aos sábados. Os encontros presenciais ocorreram nas dependências da FACED/UFC, enquanto as aulas síncronas foram realizadas por meio da plataforma *Google Meet*, que viabilizou a interação remota entre os participantes por videoconferência. A Figura 4 apresenta o registro de um dos encontros presenciais, e a Figura 5, por sua vez, ilustra um dos momentos de interação durante as aulas remotas do curso.

Figura 4 - Registro de um dos encontros presenciais



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025)

Figura 5 - Registro de um dos encontros remotos



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025)

Para realização das atividades assíncronas utilizou-se o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)⁴ do Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico (PAAP) da UFC que é uma plataforma que visa a integração dos usuários com as tecnologias educacionais emergentes, a partir de propostas formativas que tenham como finalidade a melhoria da qualidade acadêmica, em uma perspectiva das metodologias ativas. Atualmente a plataforma conta com duas modalidades de curso: cursos *online* que são compostos por momentos síncronos e assíncronos e cursos MOOC que são totalmente assíncronos podendo o usuário se inscrever e realizar o curso a qualquer momento.

As principais ferramentas do AVA utilizadas no curso incluíram o repositório de arquivos, onde foram disponibilizados materiais didáticos em formato de texto e vídeo; os fóruns de discussão, nos quais eram propostas questões relacionadas às temáticas abordadas ao longo da formação; e o repositório de tarefas, onde os cursistas realizavam e submetiam as atividades propostas, possibilitando o acompanhamento do desempenho, a devolutiva individualizada por parte das formadoras e o registro do percurso formativo de cada participante.

Os fóruns desempenharam um papel relevante nesta pesquisa, pois possibilitaram a coleta de informações significativas para os propósitos investigativos do estudo. Cada fórum foi cuidadosamente planejado para contemplar um dos objetivos específicos da pesquisa, de modo que as discussões geradas contribuíssem diretamente para a construção e a análise dos dados. Assim, os fóruns funcionaram não apenas como espaços de interação entre os

⁴

Ambiente Virtual de Aprendizagem - PAAP (ufc.br)

participantes, mas também como instrumento metodológico fundamental para a obtenção de percepções, reflexões e experiências relacionadas à temática investigada.

O Quadro 2 apresenta, de forma detalhada, a descrição dos três primeiros módulos do curso, os quais serviram de base para o desenvolvimento desta pesquisa.

Quadro 2 - Descrição das ações realizadas no curso de extensão

Módulo	Ação	Data	Descrição	Objetivos
-	Aula Inaugural	20/04	- Apresentação geral dos cursos oferecidos pelo GTERCOA - Socialização das propostas dos cursos de extensão	- Introduzir os participantes à dinâmica do curso. - Apresentar a estrutura e os objetivos gerais da formação
Módulo I	Encontro 1 (Presencial)	27/04	- Estabelecimento dos acordos didáticos - Discussão sobre a Modelagem Matemática como metodologia de ensino - Apresentação das etapas do processo de Modelagem Matemática	- Apresentar a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino da matemática que pode ser trabalhada nos anos iniciais do Ensino Fundamental
Modelagem Matemática	Atividades assíncronas	-	- Aplicação do Questionário inicial (disponibilizado no AVA) - Assinatura do TCLE (disponibilizado no AVA) - Estudo do material disponível no AVA	- Identificar o perfil e o conhecimento prévio dos participantes - Garantir os procedimentos éticos da pesquisa - Compartilhar materiais e artigos científicos da área
Módulo II	Encontro 2 (Remoto)	04/05	- Introdução à Cultura Maker na sala de aula. - Exploração das possibilidades do uso da Cultura Maker no ensino de matemática. - Apresentação de atividades Maker com materiais de baixo custo e tecnologia digital.	- Apresentar os principais autores da área que discutem sobre a Cultura Maker na sala de aula - Refletir sobre o uso da Cultura Maker como abordagem didática, com ou sem tecnologia digital.
Cultura Maker	Atividades assíncronas	-	- Fórum 1: Na sua visão, quais aspectos da Modelagem Matemática podem ser, também, encontrados na Cultura Maker? - Fórum 2: Como poderíamos unir Modelagem Matemática e Cultura Maker em uma atividade para sala de aula? - Estudo do material disponível no AVA	- Relacionar conceitos da Modelagem Matemática e da Cultura Maker - Analisar a percepção dos professores quanto à articulação das duas abordagens - Compartilhar materiais e artigos científicos da área
Módulo III	Encontro 3 (Presencial)	11/05	- Planejamento de uma atividade de Modelagem Matemática articulada à Cultura Maker. - Discussão sobre possibilidades e desafios das atividades propostas	- Orientar a elaboração de atividades de Modelagem Matemática com o uso da Cultura Maker - Avaliar a viabilidade e a aplicabilidade das propostas.
Mão na Massa	Atividade assíncrona	-	- Vivência da atividade planejada em sala de aula - Visita ao Laboratório de Fabricação Digital da UFC - Fórum 3: Qual sua percepção ao	- Proporcionar a experiência prática da atividade elaborada. - Explorar o uso de materiais de fabricação digital.

			utilizar a Cultura Maker em atividades de Modelagem Matemática na sua prática docente?	
	Encontro 4 (Remoto)	18/05	- Orientações	- Orientar alguns colaboradores quanto as atividades desenvolvidas e quanto a apresentação da atividade final
	Encontro 5 (Presencial)	01/06	- Socialização das vivências sobre a atividade desenvolvida em sala de aula.	- Compreender os aspectos metodológicos que orientam a articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker na prática docente.

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A aula inaugural teve como propósito apresentar os cursos oferecidos pelo GTERCOA, socializar as propostas das atividades de extensão e introduzir os participantes à dinâmica formativa. Além disso, foi momento de explicitação da estrutura geral e dos objetivos do curso, estabelecendo as bases para os encontros subsequentes.

O Módulo I teve início com o Encontro 1, momento dedicado à construção dos acordos didáticos que orientariam a dinâmica formativa ao longo do curso. Nesse encontro, foi discutida de forma aprofundada a concepção de MM como metodologia de ensino e apresentadas as etapas constitutivas do processo de modelagem, enfatizando sua pertinência e aplicabilidade no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

As atividades assíncronas deste módulo incluíram a aplicação de um questionário inicial, a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o estudo de materiais de apoio disponibilizados na plataforma virtual. Essas ações tiveram como finalidade identificar o perfil dos participantes, assegurar o cumprimento dos procedimentos éticos e oferecer uma base teórica preliminar para subsidiar as discussões posteriores.

O Módulo II teve início no Encontro 2, dedicado à introdução da CM no contexto da sala de aula, com ênfase nas possibilidades de articulação com o ensino de matemática. Nesse encontro, foram apresentadas atividades *maker* que contemplaram desde o uso de materiais de baixo custo até o emprego de tecnologias digitais acessíveis, criando oportunidades para que os participantes refletissem criticamente sobre sua aplicabilidade no ambiente educacional.

As atividades assíncronas contemplaram dois fóruns de discussão: no Fórum 1, solicitou-se que os professores refletissem sobre os aspectos da MM que poderiam ser encontrados também na CM; no Fórum 2, o foco foi a reflexão sobre como articular as duas abordagens. Houve, ainda, estudo dirigido de materiais e artigos científicos disponibilizados no AVA, com vistas a consolidar o diálogo entre teoria e prática.

O Módulo III compreendeu os Encontros 3, 4 e 5, nos quais os participantes foram orientados a planejar uma atividade de MM articulada à CM. Esse processo de planejamento não se restringiu à proposição de ideias iniciais, mas buscou aprofundar a análise sobre como cada proposta poderia ser efetivamente implementada na sala de aula. Para isso, os participantes refletiram tanto sobre os potenciais de cada atividade, no sentido de favorecer aprendizagens significativas, quanto sobre as limitações práticas que poderiam surgir, como a disponibilidade de tempo, de materiais ou mesmo as condições estruturais da escola.

Todas essas discussões foram orientadas pelos referenciais teóricos previamente estudados ao longo do curso, que ofereceram sustentação conceitual e metodológica às escolhas realizadas. Além disso, a BNCC (2018) foi utilizada como referência fundamental, funcionando como um orientador para a seleção e organização dos conteúdos matemáticos que poderiam ser contemplados em cada atividade planejada, garantindo, assim, alinhamento às competências e habilidades previstas para os anos iniciais do EF.

No Módulo III, as atividades assíncronas contemplaram a vivência, em sala de aula, dos roteiros de atividade elaborados pelos participantes, bem como a visita ao Laboratório *FabLearn* do Centro de Excelência em Políticas Educacionais (CENPE) da UFC, que possibilitou o contato direto, de dois colaboradores, com equipamentos e processos de prototipagem. Além disso, foi realizado um terceiro fórum, destinado ao compartilhamento de percepções sobre as experiências desenvolvidas, no qual os cursistas refletiram criticamente sobre a aplicabilidade e os desafios das propostas. O módulo foi concluído com a socialização dessas vivências no último encontro presencial, favorecendo a troca de aprendizagens e a coleta de parte dos dados da pesquisa.

Em cada um destes módulos foram realizadas discussões, pesquisas, atividades relacionadas à temática e encontros virtuais de estudo ou encontros presenciais. O material disponibilizado no AVA constitui-se de artigos científicos, vídeos e entrevistas com pesquisadores da área. Todas as respostas apresentadas nos fóruns de discussão e as atividades elaboradas e vivenciadas pelos cursistas, constituem-se elementos de análise desta investigação, buscando o atendimento dos objetivos desta tese.

A seguir, apresentam-se os colaboradores desta pesquisa.

5.3 Colaboradores da pesquisa

Este estudo contou com 9 colaboradores professores que atuam no ensino de matemática nos anos iniciais do EF, em escolas da rede pública de Fortaleza. Embora o curso

tenha contado com a participação efetiva de 21 cursistas, apenas 9 foram considerados colaboradores da pesquisa, uma vez que atenderam ao critério estabelecido de implementar, em suas salas de aula, as atividades planejadas ao longo do curso. Desse modo, foram excluídos da análise os cursistas que, por diferentes motivos, não conseguiram realizar a implementação das propostas em seus contextos escolares, especialmente em função de demandas institucionais, organizacionais ou pedagógicas das escolas em que atuavam.

Para traçar o perfil dos colaboradores, aplicou-se um questionário inicial (Apêndice A) com o propósito de identificar tanto suas características quanto seu grau de conhecimento sobre as temáticas do curso. O questionário foi aplicado por meio de um formulário eletrônico com o auxílio do *Google Forms*⁵.

Em conformidade com os princípios éticos que regem a pesquisa, os colaboradores assinaram o TCLE (Apêndice B), autorizando o uso dos dados coletados ao longo da formação, bem como a utilização de suas imagens, exclusivamente para fins desta investigação. Para garantir o anonimato dos participantes, seus nomes foram preservados, sendo identificados por códigos alfanuméricos, de C1 (Colaborador 1) a C9 (Colaborador 9).

A partir dos dados obtidos por meio do questionário aplicado, constatou-se que o grupo de colaboradores desta pesquisa é formado, predominantemente, por professoras pedagogas com ampla experiência docente nos anos iniciais do EF. Todos os colaboradores atuam na rede pública de ensino, sendo que um deles possui formação em nível de mestrado e quatro possuem especialização na área da educação. No que se refere ao conhecimento sobre MM e CM, predominam respostas que indicam ausência ou conhecimento limitado sobre essas abordagens, sendo que apenas uma participante (C1) afirmou possuir conhecimento elevado sobre CM.

Conhecer a formação dos colaboradores e identificar o nível de familiaridade deles com as abordagens desenvolvidas no curso mostrou-se fundamental para a condução do processo formativo. Esse mapeamento inicial possibilitou a identificação de lacunas conceituais, contribuindo para a elaboração de um percurso formativo mais alinhado às necessidades dos participantes. Ressalta-se que o questionário aplicado teve exclusivamente esse propósito diagnóstico, não sendo, portanto, considerado nesta pesquisa como instrumento de coleta de dados vinculado aos objetivos da tese.

⁵ O *Google Forms* é um serviço gratuito para criar formulários *online*. Nele, o usuário pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções.

A seguir, apresenta-se o delineamento metodológico da pesquisa, elaborado em função dos objetivos propostos.

5.4 Delineamento da pesquisa em função dos objetivos

O delineamento de pesquisa é um meio de mostrar como a pesquisa foi realizada, explorando a metodologia e os procedimentos executados para coletar os dados. De acordo com Gil (2008), delineamento de pesquisa é o “planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados” (Gil, 2008, p.49). Para o autor, traçar o delineamento significa considerar o ambiente onde os dados são coletados e os meios de controle das variáveis.

O delineamento metodológico desta pesquisa foi estruturado em três etapas. O Quadro 3 apresenta uma síntese dessas etapas, organizadas de acordo com os objetivos da investigação, e acompanhadas de seus respectivos procedimentos metodológicos, procedimentos técnicos e instrumentos utilizados.

Quadro 3 - Etapas do processo de pesquisa, procedimentos e instrumentos adotados na pesquisa em função dos objetivos

Etapas	Procedimentos de pesquisa	Procedimentos técnicos	Instrumentos	Objetivos
Etapa 1	Pesquisa bibliográfica	Estudo teórico por meio de pesquisas em materiais já publicados	Livros, Teses, Dissertações e artigos científicos	Objetivo específico 1
Etapa 2	Estudo de caso	Observação não participante	Fórum de discussão 1	Objetivo específico 1
			Fórum de discussão 2	Objetivo específico 2
			Fórum de discussão 3	Objetivo específico 3
		Observação participante	Roteiro de atividade Diário de campo	Objetivo específico 2
		Observação estruturada	Fichas de observação	Objetivo específico 3
Etapa 3	Produção do relatório da tese	Análise de conteúdo	Dados coletados	Objetivo geral

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Cumprе ressaltar que os objetivos específicos desta pesquisa são: (1) identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico-metodológica entre a MM e a CM; (2) analisar como professores dos anos iniciais concebem e planejam atividades de MM articuladas à CM; e (3) apresentar os aspectos metodológicos presentes na implementação dessas atividades na

prática docente, de modo a subsidiar a constituição da Modelagem Matemática Maker como estratégia didática.

Na sequência detalha-se cada uma das etapas desenvolvidas nesta pesquisa.

5.4.1 Etapa 1: a pesquisa bibliográfica

A primeira etapa refere-se à Pesquisa Bibliográfica, voltada para o estudo teórico dos principais conceitos que fundamentam a investigação, com ênfase em duas abordagens centrais: a Modelagem Matemática e a Cultura *Maker*. Nesta investigação, a pesquisa bibliográfica constitui-se de um estudo teórico cujo objetivo é subsidiar, com base na literatura científica, a construção dos referenciais que fundamentam a análise dos dados. Segundo Gil (2002), esse tipo de pesquisa visa examinar criticamente as contribuições existentes sobre o tema, promovendo a sistematização do conhecimento e contribuindo para o aprofundamento teórico da investigação.

Esta pesquisa também se fundamenta nos dados obtidos por meio de uma RSL sobre o uso da CM no contexto da MM. No escopo da pesquisa bibliográfica, a RSL constitui-se a partir de um procedimento criterioso que busca mapear áreas de conhecimento; identificar, avaliar e interpretar os dados mais relevantes em uma temática; sintetizar as principais evidências de um fenômeno; e identificar em que áreas novos estudos são necessários (Kitchenham; Charters, 2007). Seu objetivo é fornecer uma síntese abrangente e imparcial das evidências existentes, a partir de um processo planejado e estruturado, que busca minimizar vieses e maximizar a confiabilidade dos resultados obtidos.

A RSL permitiu identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico-metodológica entre MM e CM no contexto educacional, atendendo assim ao primeiro objetivo específico da pesquisa. A partir de critérios previamente definidos, essa revisão possibilitou mapear lacunas na produção científica, bem como evidenciar contribuições teóricas e práticas que dialogam com os objetivos desta pesquisa.

5.4.2 Etapa 2: o estudo de caso

A segunda etapa da pesquisa corresponde ao Estudo de Caso, desenvolvido por meio de um Curso de Extensão intitulado “Modelagem Matemática e a prática docente nos anos iniciais”. Conforme destaca Gil (2002), um dos propósitos do estudo de caso é descrever detalhadamente a situação do contexto em que a investigação se insere, possibilitando uma

compreensão aprofundada do problema, bem como a identificação de fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

No contexto desta pesquisa, o estudo de caso foi adotado com o intuito de investigar de forma minuciosa como a CM pode ser articulada à MM, descrevendo de maneira cuidadosa todo o seu processo didático no âmbito do curso de extensão. A escolha desse cenário permitiu a observação das interações, das práticas docentes e estratégias adotadas durante o desenvolvimento das atividades, que foram elaboradas e vivenciadas em sala de aula pelos professores colaboradores, possibilitando uma análise aprofundada da articulação entre as duas abordagens no contexto da sala de aula.

No que se refere aos procedimentos técnicos, conforme orienta Gil (2002), o estudo de caso exige a utilização de múltiplas técnicas de coleta de dados. O autor ressalta que “obter dados mediante procedimentos diversos é fundamental para garantir a qualidade dos resultados obtidos” (Gil, 2002, p. 140), enfatizando a importância dessa variedade como estratégia para assegurar a validade e a confiabilidade das informações.

À luz dessa orientação metodológica, as técnicas empregadas neste estudo de caso foram definidas com o propósito de atender ao segundo e ao terceiro objetivos específicos da pesquisa. Nesse contexto, o delineamento metodológico estruturou-se a partir da utilização dos seguintes instrumentos e procedimentos de coleta de dados:

I - Observação não participante

A técnica de observação não participante foi empregada com o objetivo de captar as percepções dos colaboradores tanto em relação às abordagens teóricas discutidas no curso quanto às experiências práticas por eles vivenciadas ao longo da formação. De acordo com Gil (2019), a observação não participante consiste em acompanhar determinados acontecimentos ou interações sociais sem que o pesquisador participe ativamente deles, mantendo uma postura de distanciamento para não interferir nas ações dos sujeitos observados. Como instrumento, utilizou-se o fórum de discussão *online*, disponibilizado no ambiente Moodle do AVA GTERCOA. De acordo com Carlini (2010), os fóruns de discussão devem promover interações que envolvam a troca de saberes, perspectivas, experiências e opiniões. Para a autora, é fundamental que esse espaço se configure como um ambiente de reflexão.

No contexto desta pesquisa, a observação não participante foi adotada como técnica para o acompanhamento dos fóruns de discussão, por permitir à pesquisadora captar, de forma mais fidedigna, as manifestações espontâneas dos participantes durante o processo formativo. Essa escolha metodológica, visou garantir a autenticidade das contribuições

postadas, preservando a naturalidade das interações e assegurando uma análise mais precisa das compreensões construídas pelos cursistas em relação às abordagens trabalhadas e às atividades desenvolvidas.

II - Observação participante

A observação participante, também denominada observação ativa, caracteriza-se pela inserção efetiva do pesquisador nas atividades do grupo investigado, permitindo-lhe acompanhar diretamente as interações e dinâmicas do contexto estudado. De acordo com Gil (2019), “o principal objetivo da observação participante é entender o mundo dos sujeitos do ponto de vista deles” (Gil, 2019, p. 122). Como instrumento, utilizou-se os roteiros de atividade (Apêndice D), elaborado com base nas etapas do processo de MM, e o diário de campo da pesquisadora (Apêndice F).

Nesta pesquisa, a observação participante foi adotada como técnica para o acompanhamento dos roteiros de atividades, por permitir à pesquisadora vivenciar diretamente o processo de elaboração das atividades didáticas planejadas pelos colaboradores. Essa imersão possibilitou uma compreensão mais aprofundada das estratégias mobilizadas pelos participantes diante do desafio de planejar uma atividade que articulasse MM e CM, favorecendo a análise das decisões didáticas, das adaptações realizadas e dos significados atribuídos ao longo do processo de planejamento.

Para o registro de falas, expressões e argumentos relevantes aos objetivos da pesquisa, utilizou-se o diário de campo da pesquisadora, que é um instrumento de caráter pessoal utilizado pelo pesquisador para registrar, de forma sistemática, suas observações, impressões, comentários e reflexões ao longo da pesquisa (Campos *et al.*, 2021). Nesse contexto, optou-se pelo registro manual em caderno, por se tratar de uma forma prática e acessível de documentação, favorecendo a escrita imediata e a preservação de detalhes significativos da experiência observada. No entanto, esses registros foram digitalizados para melhor compreensão do leitor.

III - Observação estruturada

A observação estruturada é amplamente empregada em pesquisas cujo objetivo consiste em descrever com precisão determinados fenômenos ou em testar hipóteses previamente estabelecidas. De acordo com Gil (2019), essa modalidade de observação requer que o pesquisador delimite, de forma antecipada, os aspectos considerados significativos para o alcance dos objetivos da investigação. Como instrumento, utilizou-se as fichas de observação que compõem o plano de observação estruturada (Apêndice G), que é um

instrumento previamente elaborado pelo pesquisador com o objetivo de guiar a coleta sistemática de dados durante a observação de um fenômeno, situação ou prática específica.

No contexto desta pesquisa, a observação estruturada foi adotada com o intuito de analisar como os roteiros de atividade elaborados pelos colaboradores foram implementados em sala de aula. Para esse fim, o plano de observação teve com o objetivo identificar e registrar as ações didáticas mobilizadas ao longo das vivências, atentando-se especialmente aos aspectos metodológicos que permeiam a prática docente dos colaboradores.

5.4.3 Etapa 3: Produção do relatório da tese

A terceira e última etapa consiste na produção do relatório da tese, na qual os dados coletados foram organizados e analisados com base em procedimentos qualitativos, de acordo com os objetivos da pesquisa. Utilizou-se a AC para categorizar e interpretar esses dados, com intuito de compreender padrões e regularidades que emergiram ao longo do processo investigativo. Essa técnica permitiu uma aproximação sistemática e interpretativa dos dados, favorecendo a construção de categorias analíticas que subsidiaram a discussão dos resultados. Assim, esta etapa envolveu a sistematização dos achados, a elaboração das análises e a redação final da tese, contemplando as considerações decorrentes da investigação.

A integração entre as etapas e os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, orientada por uma análise interpretativa fundamentada nos pressupostos teóricos que a sustentam, oferece subsídios relevantes para delinear a Modelagem Matemática *Maker* como uma estratégia didática de ensino da matemática.

5.5 Descrição dos procedimentos, técnicas e instrumentos de coleta de dados

Nesta seção, apresentam-se em detalhe a pesquisa bibliográfica, realizada por meio da RSL, o estudo de caso conduzido a partir das atividades desenvolvidas no curso de extensão, bem como os procedimentos adotados para a coleta de dados. Esses procedimentos contemplaram a análise dos fóruns de discussão, dos roteiros de atividades elaborados pelos colaboradores, dos registros do diário de campo da pesquisadora e das fichas de observação estruturada.

Nas subseções a seguir, detalha-se cada um desses procedimentos.

5.5.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica corresponde ao levantamento e à análise do referencial teórico relacionado às temáticas centrais desta investigação. Conforme Severino (2007) e Gil (2002, 2019), a pesquisa bibliográfica envolve dados passados, ou seja, registros realizados por estudos anteriores que servem como base para o pesquisador compreender determinado tema ou problema, ela “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (Gil, 2002, p. 44).

Nesse sentido, as leituras selecionadas concentram-se nas temáticas centrais do estudo, com ênfase no Construcionismo, especialmente na concepção de Seymour Papert; na Modelagem Matemática, como uma metodologia de ensino de matemática; e na Cultura *Maker* no campo educacional, com destaque para sua articulação com a prática docente e suas implicações para o ensino de matemática.

Para o desenvolvimento da RSL, utilizou-se o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), que busca identificar, avaliar e interpretar os estudos que estejam disponíveis e que sejam importantes no contexto de determinadas questões de pesquisa. Como o objetivo da RSL foi compreender a relação teórico-metodológica entre a MM e a CM, indicado possibilidades para o uso da modelagem como metodologia orientadora da prática *maker*, foram definidas três questões de pesquisa principais (QP) que, em conjunto, buscaram atender o objetivo proposto.

(QP1): Quais metodologias vêm orientando a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de matemática?

(QP2): Em que contextos se originam as propostas de atividades ou projetos *maker*?

(QP3): Quais características da modelagem matemática podem ser identificadas no processo didático de atividades ou projetos *maker*?

A elaboração da *string* de busca baseou-se nos seguintes descritores: “cultura *maker*”, “modelagem matemática” e “matemática”. A partir dessas expressões, construiu-se a *string* final empregada na revisão. O Quadro 4 apresenta as bases de dados consultadas, juntamente com as *strings* utilizadas em português e em inglês. A adoção de ambas as versões foi necessária para ampliar o alcance da busca e garantir a inclusão de publicações nacionais e internacionais que abordassem a relação entre a CM e a MM no ensino de matemática.

Quadro 4 - String de busca automática utilizada nas bases de dados

Bases	String de busca
Nacionais (CAPES, SCIELO E GOOGLE SCHOLAR)	("cultura maker" OR "atividade maker" OR "movimento maker" OR "ensino maker") AND (matemática OR "ensino de matemática")
Internacionais (ERIC, ACM DIGITAL LIBRARY E SCIENCE DIRECT)	("maker culture" OR "maker activity" OR "maker movement" OR "maker education") AND (mathematics AND "math teaching")

Fonte: Reis *et al*, (2023).

Optou-se por não restringir o período de publicação dos estudos, uma vez que as *strings* de busca utilizadas não retornaram uma quantidade significativa de resultados. No entanto, foram estabelecidos critérios de inclusão, exclusão e qualidade com o intuito de orientar a seleção dos estudos primários que contribuíssem para a compreensão das possíveis relações entre a MM e a CM. No Quadro 5, apresentam-se os critérios adotados.

Quadro 5 - Critérios de inclusão, exclusão e qualidade

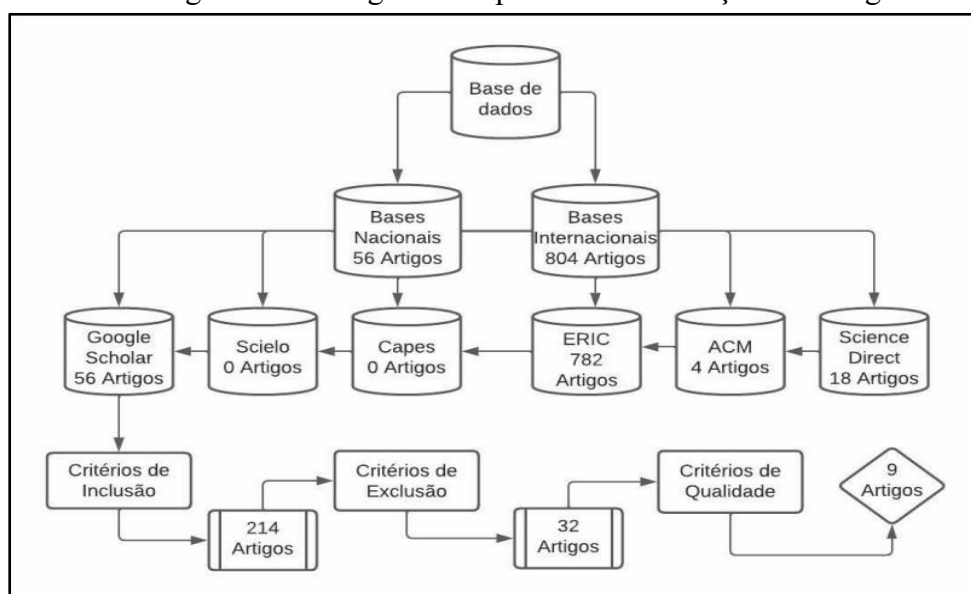
Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Critérios de Qualidade
Estar disponível em forma de artigo completo gratuito;	Artigos de revisão, estudos secundários, dissertações, teses, livros e/ou capítulos de livros	O estudo apresenta com clareza a metodologia utilizada?
Apresentam alguma abordagem <i>maker</i> no contexto educacional;	Estudos não completos e que apresentam lacunas no trabalho e/ou não apresentam a metodologia utilizada;	Fica evidente o nível educacional do estudo?
Abordam o ensino de matemática;	Não revisado por pares ou duplicados	Existe uma descrição dos resultados do estudo?
Abordam a modelagem matemática;	Artigos que não atendem aos critérios de inclusão	-
Revisado por pares.	Artigos de revisão, estudos secundários, dissertações, teses, livros e/ou capítulos de livros	-

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A extração dos artigos foi realizada por meio da leitura integral dos estudos selecionados, os quais foram obtidos manualmente, utilizando-se os recursos disponíveis em cada base de dados consultada.

A Figura 6, apresenta o fluxograma com as etapas do processo de extração.

Figura 6 - Fluxograma do processo de extração dos artigos



Fonte: Diagrama de Flow (Reis, *et al.*, 2023).

Inicialmente a busca foi realizada manualmente, com a articulação de expressões por meio de operadores booleanos⁶, e considerando os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Em seguida, procedeu-se à leitura dos resumos dos trabalhos, aplicando os mesmos critérios, o que resultou na seleção de 32 artigos. Por fim, realizou-se a leitura completa desses 32 estudos, aos quais foram aplicados os critérios de qualidade, culminando na seleção final de 9 artigos para compor a RSL.

O Quadro 6 apresenta os 9 artigos selecionados, identificados posteriormente como A1, A2, até A9, juntamente com as bases de dados em que foram encontrados e seus respectivos autores.

Quadro 6 - Artigos selecionados

	Artigo	Base	Autores/Ano
A1	<i>Maker education and Fab Lab Livre SP: experiences in social and enviromental challenges</i>	ACM	(Moura, Bueno, 2019)
A2	<i>Making and Implementing a Mathematics Day Challenge as a Makerspace for Teams of Students</i>	ERIC	(Doorman, et al., 2018)
A3	<i>A STEAM Practice Approach to Integrate Architecture, Culture and History to Facilitate Mathematical Problem-Solving</i>	ERIC	(Bedewy, et al., 2022)
A4	<i>Building a mathematical model related to electricity consumption in sailboats</i>	ERIC	(Erbilgin, 2018)

⁶ Os operadores booleanos são palavras e símbolos que permitem expandir ou restringir parâmetros, bem como criar vários conceitos e palavras-chaves alternativas. Esse conjunto de comandos pode ser usado em quase todos os mecanismos de pesquisas (simples ou complexas), banco de dados, catálogo online e etc.

A5	<i>Exploring STEM Pedagogy in the Mathematics Classroom: a Tool-Based Experiment Lesson on Estimation</i>	ERIC	(Leung, 2018)
A6	Modelagem tridimensional de objetos conceituais de matemática	Google Scholar	(Bavaresco, et al., 2018)
A7	Aprendendo matemática e sustentabilidade: metodologias ativas em uma horta hidropônica	Google Scholar	(Silva, et al., 2019)
A8	Educação Maker no currículo de matemática: catapultas e estudo de funções	Google Scholar	(Moura, et al., 2020)
A9	<i>A shape modification app and cyber-physical framework for collaborative manufacturing</i>	Science Direct	(Cecil, et al., 2019)

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2025)

Os artigos selecionados foram analisados com o objetivo de identificar estudos que contribuíssem para a compreensão da possível relação teórico-metodológica entre a MM e a CM. Nesse contexto, a pesquisa bibliográfica possibilitou a identificação de avanços, lacunas e tendências presentes na literatura, oferecendo um embasamento teórico consistente para a análise dos dados empíricos desta tese.

5.5.2 Observação não participante: fóruns de discussão

Conforme já mencionado, a técnica de observação não participante foi utilizada para a coleta de dados nos fóruns de discussão realizados no AVA/GTERCOA. Essa técnica possibilitou o acompanhamento sistemático das interações entre os participantes, sem interferência da pesquisadora.

Os Fóruns de discussão foram organizados a partir de três questões orientadoras:

Fórum 1 - Na sua visão, quais aspectos da Modelagem Matemática podem ser, também, encontrados na Cultura *Maker*?

Fórum 2 - Como poderíamos articular Modelagem Matemática e Cultura *Maker* em uma atividade para sala de aula?

Fórum 3: Qual sua percepção ao utilizar a Cultura *Maker* em atividades de Modelagem Matemática na sua prática docente?

Os Fóruns 1 e 2 foram disponibilizados após o segundo encontro (remoto) do curso de extensão, enquanto o Fórum 3 foi disponibilizado após o terceiro encontro (presencial). Ao todo, foram registradas 30 interações no Fórum 1, 27 no Fórum 2 e 18 interações no Fórum 3. Embora todos os 21 cursistas que concluíram o curso de extensão tenham participado dos fóruns, para os fins deste estudo foram consideradas apenas as interações dos 9 colaboradores definidos como sujeitos desta pesquisa.

Os dados coletados nos fóruns são apresentados na seção de resultados, acompanhados da identificação do colaborador. Esta abordagem visa garantir a rastreabilidade e a transparência das informações, em conformidade com os princípios éticos de pesquisa e a necessidade de rigor metodológico na análise dos dados.

5.5.3 Observação participante: roteiro de atividade e diário de campo

A observação participante constituiu a técnica utilizada para coleta de dados, os quais foram extraídos a partir dos roteiros de atividade elaborados pelos colaboradores desta pesquisa e também do diário de campo da pesquisadora. Essa técnica auxiliou significativamente na compreensão das dinâmicas e de como o processo didático com a MM e a CM poderia ser delineado, permitindo a obtenção de informações ricas e detalhadas para a análise e constituição da Modelagem Matemática Maker.

O roteiro de atividade foi elaborado no terceiro encontro presencial do curso de extensão. Em razão de seu caráter dialógico e colaborativo, recorreu-se ao diário de campo da pesquisadora (Apêndice F), que possibilitou registrar impressões, percepções e discussões dos colaboradores ao longo do processo de construção do roteiro. Campos *et al* (2021), afirmam que o diário de campo tem um caráter pessoal e pode ser subjetivo, pois a descrição dos fatos é feita pelos olhos do pesquisador. Nesse sentido, o diário de campo permitiu o registro de ações não mencionados no roteiro de atividade, como reações espontâneas dos colaboradores, interações informais, proposições, argumentos e adaptações realizadas durante a execução da atividade.

O roteiro de atividade foi estruturado da seguinte forma: Identificação, na qual são registrados dados como o nome do colaborador, a escola, a turma, o título da atividade e a data de aplicação; e os Eixos que envolvem a escolha da temática, a exploração do tema, os possíveis problemas e soluções e, por fim, análise dos resultados. Essa organização teve como objetivo assegurar a coerência entre as etapas da atividade e os princípios metodológicos da MM, além de favorecer a identificação e a análise dos elementos da CM incorporados aos roteiros.

Todos os roteiros de atividade foram enviados por meio da plataforma AVA GTERCOA, como parte das atividades obrigatórias do curso de extensão.

5.5.4 Observação estruturada: plano de observação estruturada

A técnica de observação estruturada exige, entre outros elementos, a definição prévia dos aspectos a serem observados, bem como a sistematização dos procedimentos de registro e análise. Em função dessa característica, foi elaborado e utilizado um plano de observação estruturada, com o intuito de registrar e analisar cada uma das vivências relatadas pelos colaboradores participantes desta pesquisa.

As observações estruturadas foram registradas nas fichas dos respectivos planos de observação, os quais, conforme Gil (2019), podem assumir a forma de uma grade fechada, na qual os aspectos a serem observados são previamente definidos, cabendo ao pesquisador apenas destacá-los no momento da coleta dos dados. Ainda segundo o autor, esse instrumento “pode assumir diferentes níveis de estruturação, conferindo ao pesquisador ampla liberdade para proceder às anotações” (Gil, 2019, p. 118).

Dessa forma, o plano de observação adotado nesta pesquisa foi estruturado com os seguintes componentes: objetivo da observação, tipo de observação, contexto da observação, unidade de análise, ficha de observação, forma de registro e procedimentos de análise dos dados.

As fichas de observação (Apêndice H) foram elaboradas com base em três eixos e treze indicadores, que buscaram assegurar a sistematização e a objetividade do registro. Essas fichas incluem, ainda, uma escala de avaliação sobre os indicadores, em que 0 corresponde a “Não observado”, 1 a “Parcialmente observado” e 2 a “Observado”, além de um campo destinado a anotações livres do observador, com o intuito de registrar informações relevantes que não estejam previamente contempladas pelos indicadores definidos.

O plano de observação estruturada contribuiu para tornar o processo de observação mais objetivo, ao estabelecer critérios previamente definidos, o que possibilitou a coleta de dados de forma sistemática entre os diferentes participantes. Além disso, o uso das fichas favoreceu a organização das informações obtidas, facilitando tanto a análise quanto a interpretação dos dados, ao permitir a identificação de padrões, recorrências e singularidades no modo como cada colaborador apresentou as atividades desenvolvidas.

Na próxima subseção detalharemos a metodologia de análise dos dados pensada para esta pesquisa.

5.6 Metodologia de análise dos dados

Para a análise dos dados coletados nesta pesquisa, adotou-se o método de AC, conforme proposto por Bardin (2016). Trata-se de um método amplamente utilizado por pesquisadores em diferentes níveis de formação, por permitir a identificação e interpretação

dos significados presentes nos dados, tanto em seu conteúdo manifesto quanto nas mensagens subjacentes. A AC contribui, assim, para uma leitura mais profunda e sistemática das informações, favorecendo a compreensão dos sentidos expressos e implícitos nos discursos analisados.

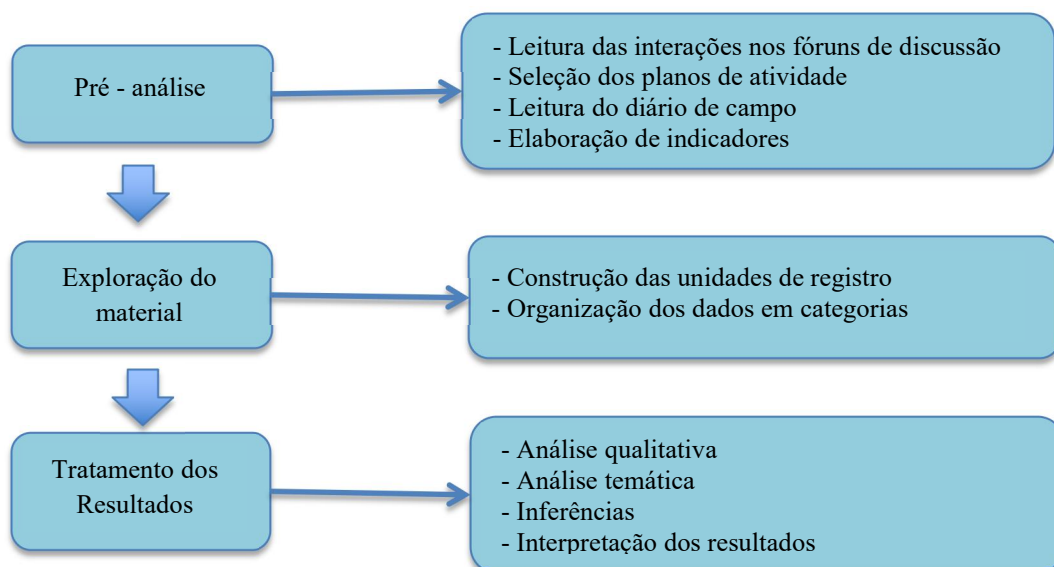
Pertencem ao domínio da Análise de Conteúdo todas as iniciativas que, a partir de um conjunto de técnicas parciais, mas complementares, consistam na explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens e da expressão deste conteúdo, com o contributo de índices passíveis ou não de quantificação, a partir de um conjunto de técnicas, que, embora parciais, são complementares (Bardin, 2016, p. 48)

A AC se concentra na interpretação e compreensão do conteúdo das mensagens tornando-o mais explícito e organizado. Nesta pesquisa, foram analisados os dados provenientes dos fóruns de discussão, dos roteiros de atividades elaborados pelos colaboradores, do diário de campo da pesquisadora e das fichas de observação. A análise desses materiais foi conduzida de forma sistemática, com o objetivo de identificar categorias emergentes, padrões de sentido, recorrências e elementos significativos que contribuíssem para o alcance do objetivo geral desta pesquisa.

De acordo com Bardin (2016), o desenvolvimento da AC ocorre em três etapas principais: (1) pré-análise, (2) exploração do material e (3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A primeira fase, denominada pré-análise, envolve a leitura flutuante dos materiais, a formulação de hipóteses iniciais e a definição dos indicadores que nortearão a análise. Na segunda etapa, procede-se à codificação dos dados e à elaboração das categorias, reagrupando as informações com base em regularidades temáticas. Nesse momento, são definidas as Unidades de Registro (UR); palavras, expressões ou temas que se repetem ao longo dos textos; e as Unidades de Contexto (UC), que correspondem aos trechos em que essas unidades de registro ocorrem, oferecendo significado mais amplo à análise.

Por fim, a terceira etapa constitui o núcleo do processo analítico na pesquisa qualitativa. Nela, realiza-se o tratamento dos dados, com a organização dos achados, o refinamento das categorias de análise e a elaboração de inferências que permitam interpretar os significados dos conteúdos observados, articulando-os aos objetivos da pesquisa e ao referencial teórico adotado. A Figura 7, a seguir, permite sintetizar como se deu o processo de análise dos dados desta pesquisa.

Figura 7 - Processo de análise dos dados



Fonte: Adaptado de Bardin (2016)

A pré-análise corresponde à fase inicial da AC e é composta por quatro etapas principais: leitura flutuante, seleção dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos, e elaboração de indicadores. Nesta pesquisa, a pré-análise foi realizada a partir da leitura dos fóruns de discussão, da seleção dos roteiros de atividades, do diário de campo da pesquisadora e das fichas de observação. A partir desse material, foram elaborados os indicadores que orientaram a construção das unidades de análise.

A etapa seguinte, de exploração do material, consiste na construção do sistema de codificação, o qual envolve o recorte dos textos em unidades de registro, a definição das regras de contagem e a classificação das informações em categorias temáticas (Bardin, 2016). No contexto desta pesquisa, cada informação coletada foi compreendida como um discurso, por representar os significados atribuídos pelos colaboradores ao longo das diferentes etapas do curso de extensão.

As categorias de análise foram orientadas pela análise temática, que, segundo Bardin (2016), busca identificar núcleos de sentido presentes na comunicação, cuja presença ou frequência de ocorrência revela significados relevantes para o objeto de estudo. O Quadro 7 apresenta as categorias distribuídas nas três unidades de análise previamente definidas, em articulação com os objetivos específicos da investigação. O quadro também apresenta a descrição de cada categoria e as fontes de onde foram extraídas.

Quadro 7 - Organização das categorias de análise

Unidades de análise	Categorias	Descrição	Fonte
Relação teórico metodológica entre Modelagem Matemática e Cultura Maker	1. Convergências teóricas e metodológicas	Esta categoria reúne e examina os elementos conceituais e procedimentais que se complementam entre a MM e a CM. Abrange os princípios que, sob uma perspectiva teórico-metodológica, evidenciam afinidades entre as duas abordagens, possibilitando sua articulação	Fórum 1 e Pesquisa Bibliográfica
	2. Desenvolvimento de habilidades	Esta categoria contempla as competências cognitivas e socioemocionais fomentadas pela articulação entre a MM e a CM	
Caracterização do processo didático	3. Planejamento e organização das atividades	Esta categoria apresenta os elementos que evidenciam como os professores organizam as atividades didáticas articulando MM e a CM	Fórum 2, Roteiros de atividade e Diário de Campo
	4. Inserção de recursos e materiais da Cultura Maker	Esta categoria examina a presença e o uso de recursos, ferramentas e materiais característicos da CM nas atividades de MM	
Prática docente no contexto investigado	5. Articulação entre Modelagem Matemática e Cultura Maker na prática docente	Esta categoria reúne os elementos que evidenciam como os professores articulam a MM e a CM em suas práticas docentes e analisa as contribuições dessa articulação para o entendimento da Modelagem Matemática Maker como estratégia didática	Fórum 3 e Plano de Observação
	6. Desafios e potencialidades na implementação das atividades	Esta categoria reúne as percepções docentes que evidenciam os desafios e as potencialidades da implementação das atividades, destacando ainda o potencial matemático que elas oferecem para o ensino de matemática nos anos iniciais do EF	

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A definição das categorias, apresentadas no Quadro 8, foi realizada a partir da análise das UR identificadas no *corpus* da pesquisa, considerando-se os núcleos de sentido recorrentes e relevantes para a compreensão da articulação entre MM e CM na prática docente dos colaboradores desta pesquisa. Essas categorias, portanto, emergem do material empírico em diálogo com o referencial teórico adotado, e constituem os eixos interpretativos que orientam a análise e a discussão dos dados.

A terceira fase da análise de conteúdo aborda o tratamento e interpretação dos resultados, validando e dando significado aos dados brutos, permitindo assim a inserção de inferências pelo pesquisador. Por inferência, em concordância com Bardin (2016), entende-se uma interpretação que contém informações complementares extraídas da mensagem. Faz parte do processo pelo qual o investigador, combinando o corpo do texto da pesquisa, associado com todo seu conhecimento teórico, é capaz de identificar aquilo que não está dito, o subentendido, o implícito da mensagem.

As informações analisadas foram compreendidas como expressões discursivas carregadas de significados. Conforme destaca Bardin (2016), o discurso não deve ser entendido como uma simples transposição fiel de opiniões ou como um produto acabado. Ao contrário, ele constitui um momento de elaboração subjetiva permeado por contradições e incoerências, no qual se confrontam motivações, desejos e investimentos do sujeito. Assim, cada enunciado analisado foi considerado em sua complexidade, reconhecendo os sentidos múltiplos e, por vezes, ambíguos presentes nas manifestações dos colaboradores.

Assim, os dados analisados por meio da AC foram interpretados de modo a atender ao objetivo geral desta pesquisa, que consiste em delinear a Modelagem Matemática *Maker* como uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Essa estratégia é concebida como resultado da articulação entre a MM e a CM, fundamentada na perspectiva construcionista e ancorada na prática docente dos professores participantes desta pesquisa.

A próxima seção apresenta as análises dos dados desta investigação.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Esta seção tem como objetivo analisar os dados obtidos por meio das técnicas e instrumentos descritos no Quadro 2 da seção metodológica. A organização da análise pauta-se nas unidades de análise previamente estabelecidas, a saber: (1) Relação teórico-metodológica entre MM e CM; (2) Caracterização do processo didático; e (3) Prática docente no contexto investigado. A sistematização dos resultados busca evidenciar padrões, interpretações e implicações de natureza didática, resultantes da articulação entre os referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa e as práticas docentes dos colaboradores.

Cada unidade de análise está articulada entre si e em consonância com os objetivos delineados nesta pesquisa. A Unidade de Análise 1 corresponde ao primeiro objetivo específico, que consiste em identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico-metodológica entre a MM e CM. A Unidade de Análise 2 está vinculada ao segundo objetivo específico, que busca analisar como professores dos anos iniciais concebem atividades de MM articuladas à CM.

A Unidade de Análise 3 está relacionada ao terceiro objetivo específico, o qual visa apresentar os aspectos metodológicos da prática docente no desenvolvimento de atividades de MM articuladas à CM nos anos iniciais, visando à constituição da Modelagem Matemática *Maker* como estratégia didática de ensino da matemática. O objetivo geral consiste em conceituar a Modelagem Matemática *Maker* como uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do EF.

As unidades de análise foram construídas a partir de diferentes fontes de dados, a saber: a pesquisa bibliográfica que é composta pelo estudo teórico e a RSL, as transcrições das postagens dos fóruns de discussão (Apêndice E), os roteiros de atividades (Apêndice D), os registros do diário de campo da pesquisadora (Apêndice F) e as fichas de observação (Apêndice H). Com base na análise desses materiais, as próximas subseções apresentam a discussão dos resultados à luz da problemática investigada, buscando oferecer subsídios para responder a questão central desta tese.

6.1 Unidade de análise 1 : Relação teórico-metodológica entre Modelagem Matemática e Cultura Maker

A partir da pesquisa bibliográfica realizada, que compreendeu tanto o referencial teórico sobre a MM e a CM quanto os dados da RSL desenvolvida no âmbito desta tese, foi

possível identificar aproximações entre as percepções manifestadas pelos colaboradores no Fórum de Discussão 1, os aportes da literatura especializada e os estudos analisados na RSL. Essa aproximação possibilitou a constituição de duas categorias de análise: (1) Convergências teóricas e metodológicas, e (2) Desenvolvimento de habilidades, as quais orientam a sistematização e a interpretação dos dados à luz do primeiro objetivo específico desta investigação.

6.1.1 Categoria 1 Convergências teórico-metodológicas

Nesta categoria, analisaram-se os aspectos presentes na MM, na CM e nas respostas dos colaboradores ao Fórum de Discussão 1, cujo questionamento foi: Na sua visão, quais aspectos da modelagem matemática podem ser, também, encontrados na cultura *maker*? O objetivo foi identificar pontos de convergência entre as duas abordagens, sob os enfoques teórico e metodológico, a fim de evidenciar elementos que sustentem o construto epistemológico da Modelagem Matemática *Maker*.

O Quadro 8 apresenta um panorama analítico que evidencia os principais aspectos identificados na pesquisa bibliográfica, em articulação com as UR extraídas das respostas dos participantes. Essa sistematização permite estabelecer relações entre os referenciais teóricos e as percepções empíricas, oferecendo uma visão abrangente e integrada dos elementos que sustentam a análise.

Quadro 8 - Panorama dos aspectos observados

Aspectos	Modelagem Matemática	Cultura Maker	Evidências - Fórum 1
Resolução de problemas	Uma atividade envolvendo a Modelagem Matemática, por exemplo, pode envolver a resolução de problemas, mas também o uso de tecnologia na confecção de uma tabela ou um gráfico, mostrando que essas tendências podem ser complementares em uma prática educativa (Klüber; Burak, 2008).	Para Carvalho e Alves (2011), a base do movimento maker, encontra-se na experimentação, tendo como ponto de partida a resolução de problemas e desafios ou da construção de algo significativo como resultado da resolução de problemas.	A modelagem e a cultura maker compartilham aspectos que convergem como a criatividade, experimentação, colaboração e resolução de problemas. Desse modo, oportuniza o protagonismo dos estudantes na busca de soluções para desafios reais do cotidiano, estimulando-os a aprender de forma contínua, contextualizada e interdisciplinar (C1)
Experimentação	Na Modelagem Matemática os os estudantes adquirem o espírito de pesquisa, aprendendo a consultar dados, fazer sua experimentação e sua sistematização (Fogaça <i>et al.</i> 2021)	Para Brockveld <i>et al</i> (2017) A base do movimento maker, então, encontra-se na experimentação.	[...] experienciar faz toda diferença em ambas as abordagens. (C4)

Erro	Brandt <i>et al.</i> (2016) defendem que, no contexto da modelagem matemática, os erros e tentativas dos alunos ao resolver problemas atuam como verdadeiras pontes para a construção do conhecimento.	Segundo Blikstein (2016), enquanto no ambiente educacional convencional o ato de falhar é sinônimo de tirar notas baixas, nestes espaços (espaços makers) é relacionado ao aprendizado e à melhoria contínua.	[...] tanto na modelagem matemática quanto na cultura maker, existe uma abordagem de aprendizado baseada na prática, onde o erro é encarado como uma oportunidade de aprendizado e melhoria contínua (C6)
Contexto	A Modelagem, como um ambiente de aprendizagem, pode possibilitar a exploração de questões relacionadas ao contexto e ao interesse dos alunos e, dessa maneira, fornecer significado aos conteúdos matemáticos estudados (Rosa et al. 2012)	Segundo Oliveira (2023), a curiosidade e a motivação natural do aluno pelo conhecimento são despertadas quando ele se envolve com demandas que são reais e contextualizadas para sua realidade. (Oliveira, 2023, p. 34)	[...] A questão de ser o autor de uma resolução de um problema, o torna pertencente daquela situação e contexto. Ou seja, ele é um sujeito atuante, sua opinião importa, o seu fazer importa, sua participação importa. (C5)
Interdisciplinar	A Modelagem Matemática deve promover uma leitura crítica da realidade, articulando todos os aspectos envolvidos na situação a ser modelada, como por exemplo, os aspectos matemáticos, interdisciplinares, tecnológicos, ambientais, econômicos, políticos e sociais. (Rosa; Orey, 2007, p.203)	“[...] uma prática que tem como base os princípios do Movimento Maker tem como uma de suas principais características a interdisciplinaridade, pois a tendência de abordar mais de uma área do conhecimento é muito maior” (Oliveira, 2023, p. 49)	Eu acho que a interdisciplinaridade é uma característica forte de ambas. Elas possibilitam integrar diferentes disciplinas para criar soluções e projetos que sejam palpáveis para as crianças (C5)
Protagonismo	Com a Modelagem Matemática, os alunos são os protagonistas de suas aprendizagens, além de serem instigados a pensar [...] (Piaia; Silva 2019)	No ano de 2006 com a criação do Movimento <i>Maker</i> , as escolas de Ensino Básico passaram a conhecer o advento da Educação <i>Maker</i> , que propõe uma pedagogia que prioriza o protagonismo do aluno nos processos interativos e criativos de aprendizagem (Lemos; Valente, 2023, p.6)	Com base no material textual, pode-se notar que o protagonismo do aluno é um fator determinante (C5)
Autonomia	Para Klüber e Burak (2008), a Modelagem continua a angariar adeptos pelas suas possibilidades metodológica [...] por meio dela almeja-se um dos principais objetivos da educação: o desenvolvimento da autonomia do educando	Stella <i>et al.</i> (2021), afirmam que através das atividades maker, o aluno desenvolve a autonomia, gerando sua própria personalidade [...]	Existem alguns aspectos em comum, especialmente a potencialidade de promoção do protagonismo e da autonomia estudantil, ao incentivar os estudante a buscarem soluções reais do cotidiano, articulando os conteúdos matemáticos e dos demais componentes curriculares na resolução de problemas (C2)

Mediação	Souza (2021) afirma que na MM o papel do professor é redefinido. “Ele deixa de ser o centro do processo de ensino e aprendizagem e passa a atuar como um mediador, fazendo uma ponte entre as disposições individuais e socioculturais do aluno e o objeto de conhecimento” (Souza, 2021, p. 243)	Para Paula (2022), aplicar o <i>maker</i> nas escolas contribui com o papel fundamental da ação do professor como mediador no processo de aprendizagem” (De Paula, 2022, p. 20).	[...] entender que o protagonista do aprendizado, são eles e que nós apenas mediamos esse processo, sempre atentos aos interesses cotidianos dos alunos e experimentando aulas práticas , estimulantes e atrativos, a modelagem matemática e a cultura <i>maker</i> , nos ajuda muito! neste processo enriquecedor! (C3)
----------	---	---	--

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Conforme apresentado na seção teórica desta tese, a MM tem suas bases firmadas em uma concepção construtivista do conhecimento, na qual o sujeito desempenha um papel ativo na construção do saber a partir da interação com o meio. No entanto, ao considerar alguns de seus fundamentos epistemológicos, como a valorização da resolução de problemas reais, a aprendizagem por experimentação e a construção do conhecimento, observa-se uma conexão com os princípios do construcionismo, especialmente no que se refere à aprendizagem ativa, contextualizada e mediada por artefatos.

Desse modo, o construcionismo oferece uma base teórico-metodológica consistente para a análise das inter-relações entre a MM e a CM, ao compreender o conhecimento como uma construção situada, colaborativa e orientada por propósitos pessoais e sociais. Com fundamento nos aspectos apresentados no Quadro 9, constata-se que a relação teórico-metodológica entre MM e CM se estrutura a partir dos seguintes princípios:

I - São abordagens que podem ser desenvolvidas como metodologias ativas

A partir da análise dos estudos relacionados à QP1 (Quais metodologias vêm orientando a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de matemática?) da RSL, infere-se que as pesquisas desenvolvidas no contexto da CM são, em sua maioria, acompanhadas por metodologias orientadoras que viabilizam sua aplicabilidade. Destaca-se nos trabalhos A2, A3, A5 e A6 várias metodologias envolvidas em sua proposta didática, tais como; resolução de problemas, investigação matemática, STEM, MM e a pedagogia baseada em ferramentas que é utilizada especificamente no artigo A5.

Em aproximadamente 90% dos estudos, essas metodologias são classificadas como metodologias ativas, desempenhando um papel central na condução do processo didático com base na abordagem *maker*, ao subsidiar escolhas coerentes com os objetivos de cada proposta de atividade.

O conceito de metodologias ativas implica o uso de estratégias pedagógicas que privilegiam o estudante como sujeito do processo de ensino e de aprendizagem (Moura, 2019).

Segundo Caldeira (2009), a MM pode ser compreendida como uma metodologia ativa que busca traduzir fenômenos reais em termos matemáticos, contribuindo para diminuir a angústia dos estudantes quanto à aplicabilidade dos conteúdos matemáticos no cotidiano. De acordo com Ribeiro *et al.*, (2024), a CM, também pode ser caracterizada como metodologia ativa, pois assume uma função instrumental ao proporcionar meios para a realização de atividades em que os alunos ocupam uma posição central no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o protagonismo e a autonomia configuram-se como indicadores fundamentais da centralidade do estudante no processo de ensino e aprendizagem, aspectos que se evidenciaram nas respostas de seis colaboradores desta pesquisa.

O colaborador C5, citado no Quadro 9, ressalta que, a partir das análises realizadas e dos materiais disponibilizados ao longo do curso, o protagonismo do estudante emerge como um elemento essencial para a efetividade das propostas envolvendo a MM e a CM (Fórum 1, 2024). Compartilhando dessa mesma perspectiva, o colaborador C1 afirma que ambas as abordagens “oportunizam o protagonismo e a autonomia dos estudantes na busca de soluções para desafios reais do cotidiano” (Fórum 1) e C2 destaca que, existem aspectos comuns às duas abordagens, “especialmente a potencialidade de promoção do protagonismo e da autonomia estudantil” (Fórum 1).

As contribuições de outros colaboradores também evidenciam a centralidade do protagonismo e da autonomia no contexto da MM e da CM. C4 destaca que o protagonismo estudantil, aliado a outros aspectos, possui o potencial de reconfigurar a dinâmica da sala de aula (Fórum1). C5 utiliza a expressão “ser autor” para indicar que o envolvimento do aluno na resolução de um problema o torna parte integrante da situação (Fórum 1). C6 e C8 ressaltam a autonomia como um elemento essencial, que pode ser significativamente estimulada por meio das práticas desenvolvidas tanto na MM quanto na CM, favorecendo a tomada de decisões, a iniciativa e a responsabilidade dos estudantes em seus percursos formativos (Fórum1).

Ao analisar as respostas dos colaboradores, é possível estabelecer uma relação com as concepções de Papert (2008), especialmente quando o autor afirma que “a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando” (Papert, 2008, p. 29). Tal perspectiva destaca a importância da ação ativa do estudante no processo de construção do conhecimento, evidenciando o protagonismo e a autonomia como elementos centrais da aprendizagem. Ainda segundo Papert, “a finalidade da escola como um local para aprender deve coexistir com uma cultura de responsabilidade pessoal” (Papert, 2008, p. 29), o que implica reconhecer o estudante como sujeito de decisões e produtor de conhecimento.

Nesse cenário, tanto a MM quanto a CM se configuram como abordagens coerentes com os princípios das metodologias ativas, ao colocarem o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, não apenas favorecendo a compreensão conceitual, mas também promovendo a autonomia e o protagonismo discente.

II - Privilegiam o processo de ensino e aprendizagem, não o resultado

No âmbito do construcionismo, o processo de ensino e aprendizagem é priorizado em detrimento de uma ênfase exclusiva no produto final. Para Papert (1980, 2008), o construcionismo valoriza esse processo como um caminho de experimentação, descoberta e construção de sentido, em detrimento de uma ênfase exclusiva nos produtos finais ou em respostas corretas. Nesse contexto, errar, revisar e criar tornam-se partes essenciais do aprender fazendo, sobretudo quando o estudante está engajado na construção de algo potencialmente significativo.

Tais aspectos são evidenciados nas contribuições dos colaboradores C2, C3, C6 e C8. Os colaboradores C2 e C6, por exemplo, destacam o erro “como uma oportunidade de aprendizado”, compreendendo-o não como falha, mas como parte integrante do processo de construção do conhecimento (Fórum 1). Nessa mesma direção, C8 ressalta que tanto a MM quanto a CM envolvem o ato de “tentar, errar e melhorar” (Fórum 1), o que reforça a centralidade da experimentação nessas abordagens. Complementando essa perspectiva, C3 observa que ambas as práticas “dão um sentido diferente para o erro dos alunos” (Fórum 1), evidenciando uma concepção de ensino que valoriza o percurso formativo em detrimento de respostas prontas ou da busca por acertos imediatos.

Nessa perspectiva, o erro deixa de ser um obstáculo a ser evitado e passa a ser compreendido como parte natural, e até mesmo necessária, do processo de construção do conhecimento. Sobre isso Moura (2019) afirma que,

Nas escolas, a educação *maker* enfatiza a importância da experiência orientada ao aluno, da aprendizagem interdisciplinar, do ensino ponto a ponto, da interação e da noção de “fracasso”, ou a ideia de que a aprendizagem baseada em erros é crucial para o processo de aprendizagem e eventual sucesso de um projeto (Moura, 2019, p. 175).

A noção de “fracasso” apontada por Moura (2019) pode ser compreendida, nesse contexto, como um componente formativo da experiência educativa, à medida que possibilita ao estudante revisar seus caminhos, reconstruir estratégias e desenvolver autonomia intelectual. Brandt *et al.* (2016) ressaltam que errar faz parte da aprendizagem na MM. Para os autores, cada erro e tentativa serve como uma ligação entre o conhecimento atual e um

novo saber. Em vez de interromper o processo, os erros mobilizam o pensamento, estimulam a reflexão crítica e promovem avanços conceituais.

Presente em seis, das nove respostas analisadas, a experimentação se entrelaça à questão do erro e da vivência prática, como se observa na fala do colaborador C4, ao afirmar que “experenciar” é um aspecto comum à MM e à CM (Fórum 1). O uso do termo “experenciar”, embora menos frequente do que “experimentar”, expressa a ênfase na vivência concreta e significativa das práticas, destacando que é por meio da imersão ativa em situações reais que o estudante constrói sentidos e ressignifica saberes no ambiente escolar.

O colaborador C6 menciona a questão do “aprender fazendo” (Fórum 1) como resultado das ações que envolvem a experimentação. Na visão de Papert (2008), a construção do conhecimento ocorre por meio do aprender fazendo, o que possibilita ao estudante refletir a partir das ações que realiza, avaliar os resultados de seu raciocínio e revisar continuamente seus modos de pensar sobre determinada situação.

Ao enfatizar o aprender fazendo, o foco das abordagens construcionistas desloca-se da simples obtenção de respostas corretas para a vivência de experiências que favoreçam a reflexão, a autoria e a construção compartilhada do conhecimento. Essa concepção aproxima-se da lógica investigativa que permeia tanto a MM quanto a CM, na qual o processo, com suas formulações, reformulações e interpretações, é mais valorizado do que o modelo final ou a solução obtida.

III - Integram saberes interdisciplinares

Ao analisar os estudos selecionados na RSL, constatou-se que aproximadamente 80% deles foram desenvolvidos a partir de problemáticas de natureza extramatemática, ou seja, situadas em contextos externos ao campo específico da Matemática. Como exemplo, o artigo A1 abordou o contexto da sustentabilidade na qual foram propostos projetos a partir da necessidade da revitalização de um espaço público que apresentava problemas como; descarte irregular de lixo, poluição, propagação de doenças virais, e a necessidade da coleta de água potável. Para Brockveld *et al.* (2017), a grande vantagem da CM é a possibilidade de unificar a interdisciplinaridade em projetos, aliando diversas áreas do conhecimento para desenvolver aprendizagens.

O artigo A4 da RSL tratou da necessidade de ampliar o uso de fontes de energia renováveis. Para isso, os alunos participantes elaboraram um modelo matemático do consumo de eletricidade em um veleiro e, com base nos resultados obtidos, avaliaram qual fonte de energia renovável seria mais adequada para o barco. Essa experiência evidencia como a interdisciplinaridade se torna elemento central, tanto nas práticas sustentadas pelos princípios

da CM (Oliveira, 2023), quanto na promoção de uma leitura crítica da realidade por meio de atividades de MM (Rosa; Orey, 2012), reforçando o potencial formativo da articulação entre ambas as abordagens.

Em consonância com essa perspectiva, o colaborador C1 destaca que tanto a MM quanto a CM promovem “o aprender de forma contínua, contextualizada e interdisciplinar” (Fórum 1). Essa característica também é evidenciada por C2, ao observar que ambas as abordagens estimulam a articulação entre diferentes áreas do conhecimento por meio de sequências de ações didáticas, possibilitando a integração entre conteúdos matemáticos e de outros componentes curriculares na resolução de problemas (Fórum 1).

Complementando essas percepções, o colaborador C5 afirma que as duas abordagens “possibilitam integrar diferentes disciplinas para criar soluções e projetos que sejam palpáveis para as crianças” (Fórum 1), ressaltando o caráter concreto e aplicado das atividades propostas. Ainda nesse sentido, C5 acrescenta que “as duas abordagens permitem ao professor trabalhar de forma interdisciplinar”, ampliando o foco das práticas pedagógicas para além da matemática (Fórum 1). C1 compartilha dessa mesma visão ao afirmar que tais propostas permitem “trabalhar várias disciplinas, e não só a matemática”, aspecto que considera especialmente interessante (Fórum 1).

Em uma de suas teses Papert (2008) critica o fato de que a Escola ainda valoriza um currículo disciplinar compartimentalizado, estruturado em áreas isoladas do conhecimento, sem conexão entre elas. Segundo o autor, a escola “raramente utiliza maneiras naturais de aprender, apegando-se a um currículo de disciplinas isoladas, transmitindo conhecimentos em pequenas doses, cobrados em provas mensais, semestrais, vestibulares” (Papert, 2008, p. 228).

Em consonância com as ideias de Papert, Brockveld *et al.* (2017) afirmam que,

A educação convencional separa o conhecimento em “caixas” para que seja facilitada a sua exposição e estudo. No ambiente *maker*, esses limites artificiais tendem a ser permeados pelos projetos que podem trabalhar simultaneamente as mais diversas áreas do saber” (Brockveld *et al.*, 2017, p. 20).

Sobre isso, Burak (1992, 2008, 2021) aponta que a MM, ao propor a investigação de situações-problema contextualizadas, também rompe com a fragmentação do conhecimento escolar ao exigir do aluno a mobilização de saberes diversos, frequentemente provenientes de diferentes disciplinas.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade configura-se como uma resposta ao modelo educacional criticado por Papert, o qual denuncia a fragmentação do conhecimento e a rigidez dos currículos escolares tradicionais. Trata-se, portanto, de um princípio que

perpassa tanto a MM quanto a CM, na medida em que ambas as abordagens integram diferentes áreas do saber.

IV - Trabalham a resolução de problemas

A resolução de problemas foi explicitamente identificada como metodologia nos artigos A2, A3 e A6 da RSL. No entanto, sua presença também se faz notar, ainda que de forma implícita, nos demais estudos analisados, em especial nos artigos A4 e A8 (Quadro 6), que adotam a MM como metodologia, e no artigo A5, fundamentado na Aprendizagem Baseada na Investigação (Leung, 2018). Nesses casos, a resolução de problemas emerge como elemento constitutivo do processo didático, articulando-se às abordagens investigativas propostas nos respectivos trabalhos.

No Fórum 1, a resolução de problemas revelou-se um aspecto recorrente nas respostas dos colaboradores. Em consonância com a fala do colaborador C1, citada no Quadro 9, o participante C2 destaca que ambas as abordagens, MM e CM, estimulam os estudantes a buscarem soluções por meio da “articulação dos conteúdos matemáticos e dos demais componentes curriculares na resolução de problemas” (Fórum 1). Expressões como “resolução de problemas do cotidiano” (C7), “resolver problemas do mundo real” (C8) e “resolução de problemas reais” (C9) evidenciam a valorização de propostas didáticas fundamentadas em situações concretas, próximas da realidade vivenciada pelos estudantes.

Em *Mindstorms* (1980), Papert demonstra como a linguagem de programação LOGO pode ser utilizada na resolução de problemas matemáticos de forma exploratória e lúdica, permitindo que as crianças desenvolvam estratégias próprias e conquistem confiança epistêmica. Nesse sentido, a resolução de problemas reais, aqueles que emergem das experiências concretas dos alunos, não apenas favorece a compreensão de conceitos matemáticos, mas também promove o desenvolvimento de uma postura investigativa frente ao conhecimento.

Essa perspectiva é reforçada pelas contribuições de C2, ao destacar a importância de incentivar os alunos a “buscarem soluções para desafios reais do cotidiano” (Fórum 1), e de C5, ao mencionar o potencial de “criar soluções” no contexto escolar. Tais depoimentos evidenciam uma concepção de ensino pautada na aprendizagem orientada à mobilização de saberes para a intervenção na realidade. Essa percepção decorre do reconhecimento de que tanto a MM quanto a CM inserem os estudantes em situações desafiadoras, que exigem tomada de decisão, reformulação de ideias e constante ativação de conhecimentos para lidar com a complexidade das situações propostas.

De acordo com Levin *et al.* (2025), tais situações envolvem, por exemplo, problemas desafiadores, para os quais o aluno, inicialmente, não dispõe de uma solução. Enfrentar esses desafios, segundo os autores, “revela-se útil, ou mesmo necessário, para o desenvolvimento e aprimoramento de habilidades técnicas” (Levin *et al.*, 2025, p. 9, tradução nossa).

Nessa perspectiva, a resolução de problemas não se restringe à aplicação de procedimentos previamente ensinados, mas configura-se como um processo ativo de construção do conhecimento. Nele, os estudantes são convocados a mobilizar saberes para intervir em situações reais, em um movimento que reflete tanto os princípios construcionistas propostos por Papert quanto a concepção de ensino defendida por C2 e C5, ao enfatizarem o potencial formativo de envolver os alunos na criação de soluções para desafios concretos do cotidiano escolar.

V - Reafirmam a importância do professor como mediador do processo educativo

Na RSL, não foram identificadas menções explícitas ao papel do professor como mediador no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, a partir da análise das propostas didáticas e das metodologias adotadas nos estudos examinados, é possível inferir que o professor ocupa uma função central na organização e condução das atividades, atuando como facilitador das experiências de aprendizagem dos estudantes. Essa mediação se manifesta, ainda que implicitamente, na seleção dos problemas, na proposição de desafios contextualizados e na criação de ambientes propícios à aprendizagem, o que evidencia uma concepção de ensino alinhada aos pressupostos do construcionismo.

No Fórum 1, os apontamentos feitos pelos colaboradores evidenciam a necessidade de o professor assumir o papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem. Como destaca o colaborador C7: “Nossos alunos precisam se sentir pertencentes ao processo de aprendizagem e nós precisamos mediar esse processo” (Fórum 1).

Nessa mesma perspectiva, o colaborador C3 argumenta que a MM e a CM possibilitam a articulação entre o concreto e o abstrato, sendo este último compreendido como uma barreira significativa, especialmente para estudantes com discalculia (Fórum 1). Tal obstáculo, segundo C3, pode ser superado quando o professor propicia situações de construção e experimentação, planejando e mediando intencionalmente as ações pedagógicas: “construímos algo com ele (o aluno), mediando as ações de forma planejada” (Fórum 1). Dessa forma, a ênfase recai sobre o papel ativo do docente como responsável por criar condições didáticas que favoreçam a compreensão e a participação dos estudantes no processo formativo.

Ao comentar a contribuição de C9 no Fórum 1, o colaborador C3 reforça ainda sua perspectiva ao afirmar que,

Nosso principal objetivo, em relação aos nossos alunos, é propiciar momentos de interpretação e compreensão de suas aprendizagens, com os alunos, entender que o protagonista do aprendizado, são eles e que nós apenas mediamos esse processo, sempre atentos aos interesses cotidianos dos alunos e experimentando aulas práticas, estimulantes e atrativos, a modelagem matemática e a cultura maker, nos ajuda muito neste processo enriquecedor (C3, Fórum 1, 2024)

A fala de C3 reflete os princípios centrais da perspectiva construcionista proposta por Papert, especialmente no que se refere ao papel do professor como mediador do processo de aprendizagem. Ao afirmar que “o protagonista do aprendizado são eles (os alunos) e que nós apenas mediamos esse processo”, C3 alinha-se à visão defendida por Papert, segundo a qual “o papel do professor é o de criar as condições para invenção em vez de fornecer instruções prontas” (Papert, 1994, p.2, tradução livre), o que se aproxima diretamente da fala de C3 de propiciar momentos de interpretação e compreensão das aprendizagens com os alunos, valorizando seus interesses cotidianos.

Papert (1994) ao propor que o professor crie condições para invenção, defende uma postura docente que rompe com a lógica transmissiva e estimula o estudante a aprender por meio da criação de artefato. Essa visão se articula diretamente com a proposição de Levin *et al* (2025), segundo a qual o processo educacional parte do pressuposto de que habilidades e motivações são desenvolvidas ao longo do próprio processo de construção do conhecimento, o qual se orienta para a resolução de tarefas significativas para o aluno, geralmente emergentes das interações com pessoas relevantes em seu contexto, como amigos, pais e professores.

A interação com o professor, mais do que uma simples troca de informações, configura-se como uma mediação intencional, na qual o docente atua como facilitador da aprendizagem. No contexto desta pesquisa, essa interação cria situações que podem favorecer a construção de conhecimento a partir dos interesses, necessidades e experiências do estudante. Assim, quando Levin *et al* (2025) destaca que as tarefas importantes emergem dessas interações significativas, entende-se que a mediação do professor é justamente o que transforma essas interações em oportunidades pedagógicas significativas, capazes de mobilizar habilidades cognitivas, emocionais e sociais.

O papel do professor como mediador no âmbito construcionista também é defendido por Wisniewski (2020) que reconhece que, mesmo após refletir e depurar suas ideias, o estudante pode não alcançar uma solução por conta própria, sendo nesse momento que a

mediação docente se torna essencial. “Esse tratamento especial dado ao professor como elemento chave é o que faz ampliar os ideais do construcionismo” (Wisniewski, 2020, p. 7).

Com base nos dados analisados na Categoria 1, constata-se que há uma convergência teórico-metodológica significativa entre a MM e a CM, especialmente no que se refere à centralidade do estudante, ao protagonismo e à autonomia, à valorização do processo de aprendizagem em detrimento do produto final, à interdisciplinaridade, à resolução de problemas e à mediação docente.

Tal convergência configura-se como elemento fundamental para uma compreensão consistente da Modelagem Matemática Maker, pois respalda a formulação de uma estratégia didática que articula, de forma intencional, os fundamentos epistemológicos da MM aos princípios norteadores da CM, sob a perspectiva da teoria construcionista. Nesse sentido, esse alinhamento teórico-metodológico contribui de maneira significativa para o aprofundamento da análise e a robustez da fundamentação desta tese.

6.1.2 Categoria 2 Desenvolvimento de habilidades

Nesta categoria, foram examinadas as habilidades evidenciadas nas respostas dos colaboradores ao Fórum 1, em articulação com os fundamentos teóricos que sustentam esta tese e em consonância com os referenciais contemporâneos da educação, particularmente aqueles expressos na BNCC (Brasil, 2018). A análise possibilitou identificar indícios consistentes do desenvolvimento de um conjunto diversificado de habilidades, cognitivas e socioemocionais, que tendem a emergir em contextos de práticas investigativas e colaborativas, típicas da MM e CM.

O Quadro 9 apresenta uma síntese das manifestações dessas habilidades, conforme evidenciado nas respostas dos colaboradores ao Fórum 1, destacando-se as UR que ilustram, de forma concreta, como essas competências se expressam nas percepções dos participantes e dialogam com os pressupostos teórico-metodológicos que orientam a presente investigação.

Quadro 9 - Habilidades evidenciadas nas contribuições dos colaboradores

Tipos de habilidade		Evidências - Fórum 1
Cognitivas	Pensamento crítico	[...] Desse modo, experienciar faz toda diferença em ambas as abordagens, pois isso leva os alunos a pensarem criticamente sobre o que fazem (C4) “[...] isso tudo leva ao desenvolvimento do pensamento crítico que é essencial na aprendizagem” (C7) “[...] Essas abordagens engajam e ajudam os alunos a aplicarem conceitos matemáticos de maneira crítica ” (C8)
	Criatividade	“A modelagem matemática e a cultura maker trás consigo aspectos relacionados a criatividade ” (C4) [...] tanto na Modelagem Matemática quanto na Cultura Maker, a criatividade é essencial para desenvolver novas ideias ...” (C9)
	Uso de tecnologias	“[...] e soluções e as duas podem fazer uso de tecnologia , seja por meio de software de modelagem ou ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D (C9)
Sociais emocionais	Colaboração	“A modelagem e a cultura maker compartilham aspectos que convergem como a criatividade, experimentação, colaboração e resolução de problemas” (C1) “Ambas abordagens valorizam a criatividade, a experimentação, o trabalho colaborativo e a aplicação prática do conhecimento” (C9)

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Na BNCC (Brasil, 2018), segundo Pinho e Carneiro (2024), existe uma diferença entre o conceito de competência e habilidade. Competências são conjuntos amplos que envolvem saberes, habilidades, atitudes e valores usados para lidar com situações diversas da vida e as habilidades são componentes mais específicos, ou seja, a capacidade de executar uma tarefa ou aplicar o que se aprendeu em determinada área do conhecimento (Pinho; Carneiro, 2024).

Assim, “as competências da BNCC (2018) se dividem em duas categorias de habilidades: socioemocionais e cognitivas” (Pinho; Carneiro; 2024, p. 3). As habilidades cognitivas são aquelas relacionadas ao pensamento, como raciocinar, resolver problemas, tomar decisões. Já as habilidades socioemocionais tratam dos relacionamentos interpessoais, como trabalho em equipe, resolução de conflitos, gerenciamento de emoções e outras questões.

O Quadro 10, foi elaborado com base nesses dois eixos: habilidades cognitivas e socioemocionais, conforme propõem Pinho e Carneiro (2024). As contribuições dos colaboradores ao Fórum 1 envolvem aspectos relacionados ao pensamento crítico, a criatividade e ao uso de tecnologias, todas relacionadas ao campo cognitivo. Paralelamente, emergem nas falas indícios de habilidades socioemocionais, como a colaboração e a empatia, especialmente em contextos de aprendizagem coletiva, onde os sujeitos atuam de forma interdependente e reflexiva.

O pensamento crítico é destacado por diversos autores como uma habilidade central no processo de aprendizagem e formação cidadã, especialmente quando associado a abordagens pedagógicas ativas. Nesse sentido, a resposta do colaborador C4 evidencia que a experiência, entendida como o envolvimento em ações concretas, desloca o estudante de uma posição passiva para uma postura investigativa: ao interrogar o que faz e por quais razões o faz, ele passa a refletir criticamente sobre o próprio processo de aprender e criar.

Ao afirmar que a MM e a CM “engajam e ajudam os alunos a aplicarem conceitos matemáticos de maneira crítica” (Fórum 1), o colaborador C8 faz referência ao pensamento crítico, pois reconhece que essas abordagens conduzem os estudantes a problematizar a aplicação da matemática. Em atividades de modelagem, os alunos precisam interpretar situações reais, construir e validar modelos, analisando se suas escolhas são pertinentes. Niss e Blum (2020) argumentam que a MM, ao articular a matemática escolar com situações do mundo real, não apenas contribui para a aprendizagem de conteúdos, mas também favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, na medida em que exige do estudante a análise, a tomada de decisões e a validação de soluções em contextos complexos.

Do mesmo modo, projetos *maker* exigem que o aluno avalie as soluções que constrói e ajuste estratégias, em vez de apenas reproduzir procedimentos. Esse processo de questionamento e reflexão sobre o próprio uso dos conceitos matemáticos é precisamente o que caracteriza o desenvolvimento do pensamento crítico. Blikstein (2013) defende que as atividades *maker* têm o potencial de transformar o ambiente escolar em um espaço mais dinâmico e investigativo, promovendo o desenvolvimento de múltiplas capacidades, entre elas o pensamento crítico, a pesquisa, a experimentação, a aprendizagem colaborativa e a resiliência frente aos erros.

A BNCC (Brasil, 2018) trata do pensamento crítico no âmbito da sua segunda competência geral, denominada: Pensamento científico, crítico e criativo. Segundo o Observatório Movimento pela Base, essa competência incentiva os estudantes a formular perguntas, experimentar e buscar soluções inovadoras para problemas, combinando ciência e criatividade; a ideia é que os alunos “pensem fora da caixa” e desenvolvam novas ideias e soluções.

Nesse sentido, Resnick (2020), ao propor o conceito de espiral da aprendizagem criativa, enfatiza a importância da reflexão contínua e da avaliação permanente do próprio processo de aprender. Tal perspectiva envolve uma postura de análise crítica do aprendiz em relação aos produtos que elabora, às ideias que formula e aos caminhos cognitivos que percorre. Assim, o ato de aprender transcende a simples execução de tarefas, configurando-se

como um exercício de pensamento crítico e metacognitivo, no qual o sujeito reflete, questiona e reconstrói suas próprias produções a partir da experiência.

A relevância da criatividade nas práticas de MM e CM encontra respaldo na literatura construcionista. Para Papert, “os computadores funcionam como ferramentas essenciais no processo de ensino e aprendizagem, atuando como instrumentos que facilitam o aprender e potencializam a criatividade das crianças” (Massa *et al.*, 2022). Essa perspectiva teórica sustenta as percepções dos participantes, que apontaram a criatividade como competência central: C1, C4 e C6 reconheceram sua presença intrínseca em ambas as abordagens, enquanto C8 observou que essas práticas favorecem a elaboração de soluções originais (Fórum 1). De modo semelhante, C9 ressaltou que “a criatividade é essencial para desenvolver novas ideias e soluções e as duas podem fazer uso de tecnologia” (Fórum 1), reforçando a ideia de que o uso de recursos tecnológicos pode ampliar significativamente o potencial criativo no contexto educacional.

Para Burak (2019), a incorporação da MM ao ensino da Matemática na Educação Básica potencializa o desenvolvimento de competências cognitivas complexas, entre as quais se destacam “mobilizar a imaginação e a criatividade” (Burak, 2019, p. 107). Tais competências expressam uma concepção de aprendizagem na qual a criatividade emerge como elemento estruturante. Nesse sentido, a MM, ao propor situações-problema abertas e contextualizadas, cria um ambiente fértil para que os estudantes elaborem hipóteses, explorem possibilidades e desenvolvam soluções originais e criativas, articulando raciocínio lógico, imaginação e sensibilidade investigativa.

Essa centralidade da inventividade aproxima-se do espírito “faça você mesmo” característico do movimento *maker*, o qual, segundo Neves (2015), fundamenta-se em valores como criatividade, curiosidade e inovação. Nessa mesma direção, Resnick (2020) argumenta que “a criatividade é desenvolvida a partir de um determinado tipo de esforço, que combina a exploração curiosa com a experimentação lúdica e a investigação sistemática” (Resnick, 2020, p. 19). Sob essa perspectiva, tanto a MM quanto a CM compartilham uma visão de que o ato criativo não se restringe à produção de algo novo, mas se configura como um processo de investigação contínua, sustentado pela curiosidade e pela criticidade do sujeito que aprende.

No que se refere ao uso de tecnologias digitais, apenas o colaborador C9 fez menção explícita a esse aspecto, conforme evidenciado no Quadro 10. O participante destacou que programas de modelagem e ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D, podem ser utilizados tanto na MM quanto na CM (Fórum 1), evidenciando o potencial dessas tecnologias para ampliar e diversificar as práticas pedagógicas em ambos os contextos.

A observação de C9 é pertinente, pois, na MM, a tecnologia constitui uma ponte entre o mundo real e o universo matemático, auxiliando na coleta de dados, na simulação e na validação de modelos. Brandt *et al.* (2016) assinalam que, na pesquisa exploratória, os estudantes consultam revistas, jornais e livros e recorrem a dispositivos digitais, como *tablets*, celulares e *notebooks*, para investigar a temática escolhida.

No contexto *maker*, a tecnologia é compreendida como meio de criação e prototipagem. Para Brockveld *et al* (2017), o foco em projetos, coletivos, empoderamento do aprendiz e a resolução de problemas complexos do mundo real, são propostas da vertente que visa ensinar conceitos teóricos através da prática em ambientes assistidos pela tecnologia. Portanto, embora pouco mencionada nas respostas do fórum, a utilização consciente de recursos tecnológicos em ambas as abordagens amplia as possibilidades investigativas e reforça o caráter construcionista do “aprender fazendo”.

Com esse mesmo enfoque, a BNCC (2018) reconhece que as tecnologias digitais devem ser usadas para ampliar, diversificar e aprofundar o processo de ensino e aprendizagem, e não apenas como recurso auxiliar ou decorativo. De acordo com o documento, na competência geral 4 é necessário “utilizar diferentes linguagens, verbal, corporal, visual, sonora e digital, de forma significativa e criativa” (BNCC, 2018).

Dos nove artigos analisados na RSL, seis fizeram uso de ambientes assistidos por tecnologia digital. A9, por exemplo, aborda a necessidade de criação de uma aplicação que possibilitava a modificação de formas geométricas em processo de impressão. A proposta envolveu a criação de um ambiente colaborativo de simulação de montagem baseado em Realidade Virtual que permite que seus usuários estudem alternativas de montagem envolvendo peças individuais que podem ser fabricadas por impressão 3D. Ou seja, ele permite que os usuários construam (ou montem) projetos mais complexos envolvendo peças individuais impressas em 3D.

Ao defender o uso do computador de forma criativa e reflexiva no processo de aprendizagem, Papert (1980) afirma que “ao ensinar o computador a pensar, a criança embarca numa exploração de como ela mesma pensa” (Papert, 1980, p. 19, tradução livre). Ao programar, testar hipóteses e corrigir erros, o estudante não apenas manipula a tecnologia, mas também desenvolve uma compreensão mais profunda sobre seus próprios modos de pensar, raciocinar e resolver problemas, elementos que evidenciam uma dimensão cognitiva presente na proposta construcionista.

No âmbito das habilidades socioemocionais, destacou-se nas respostas dos colaboradores a colaboração. C1, C6, C8 e C9 salientam a colaboração como componente

intrínseco das práticas de MM e de CM. As respostas indicam que o trabalho coletivo favorece a troca de ideias, o respeito às diferentes perspectivas e a elaboração conjunta de soluções para os desafios propostos, aspectos também destacados por pesquisas que atribuem a projetos de modelagem ganhos em comunicação e colaboração. Ao referir-se explicitamente ao “trabalho colaborativo”, o colaborador C9 reforça a concepção de que a aprendizagem é um processo interativo, construído em diálogo com os pares, e não uma atividade isolada (Fórum 1, 2024).

A BNCC (2018) reconhece a colaboração como uma competência essencial para a formação integral dos estudantes, inserida no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e sociais. Entre as competências gerais, destaca-se a necessidade de argumentar, negociar e tomar decisões coletivas, promovendo o diálogo, a escuta e o respeito à diversidade, bem como a participação cooperativa em diferentes contextos sociais.

Nesse sentido, Burak (2004) e Silva (2015) ressaltam que a MM instiga o trabalho em grupo, o que na concepção dos autores estimula o diálogo, a escuta e o compartilhamento de diferentes formas de pensar. Assim, a MM não apenas contribui para o desenvolvimento de competências matemáticas, mas também fortalece o espírito colaborativo e amplia as possibilidades de troca de experiências e saberes entre os alunos.

Na CM, segundo Stella *et al.* (2021), as atividades *maker* proporcionam um ambiente propício para o desenvolvimento de competências socioemocionais, especialmente no que se refere à colaboração. Para a educação, a ampla exposição à experimentação pode significar processos de aprendizagem que promovam o trabalho coletivo e a resolução de problemas de forma criativa e empática (Brockvel, 2017).

Na perspectiva construcionista, a aprendizagem é concebida como um fenômeno social, no qual o engajamento em comunidades de prática favorece a troca de ideias, a coautoria de projetos e a construção conjunta do conhecimento. Conforme observa Resnick (2017), discípulo de Papert, “o aprender é tanto social quanto pessoal, e a criatividade floresce na colaboração”, destacando que o trabalho coletivo não apenas potencializa a criatividade, mas também fortalece a compreensão individual e a capacidade de resolver problemas de forma criativa e integrada.

A análise evidencia que o pensamento crítico, a criatividade, o uso de tecnologias e a colaboração constituem habilidades centrais tanto da MM quanto da CM. Quando desenvolvidas a partir de uma perspectiva construcionista, essas habilidades podem ampliar significativamente as oportunidades de formação integral do estudante. Dessa forma, o construcionismo funciona como um referencial teórico que sustenta a relação teórico-

metodológica entre MM e CM, ao reconhecer tais habilidades como instrumentos essenciais para a construção do conhecimento, em consonância com os princípios formativos delineados pela BNCC (2018).

6.2 Unidade de análise 2 : Caracterização do processo didático

A caracterização do processo didático que articula a MM e a CM revela-se fundamental para a definição da Modelagem Matemática *Maker* enquanto estratégia didática para o ensino da Matemática. Por este motivo, esta unidade de análise tem como fontes de dados: o diário de campo da pesquisadora, os roteiros de atividades e as contribuições registradas no Fórum de Discussão 2, cuja questão norteadora foi: “Como poderíamos articular Modelagem Matemática e Cultura *Maker* em uma atividade para sala de aula?”.

A análise desse conjunto de dados possibilitou a construção de duas categorias de análise: (1) Planejamento e organização das atividades e (2) Inserção de recursos e materiais da Cultura *Maker*. Essas categorias revelam como os professores buscaram articular elementos da CM ao processo de modelagem, evidenciando tentativas de conexão entre o fazer concreto e a investigação matemática. Desse modo, as categorias contribuíram para compreender como essa articulação se concretiza nas atividades elaboradas pelos colaboradores.

6.2.1 Categoria 3 Planejamento e organização das atividades

Nesta categoria, analisaram-se as compreensões iniciais dos colaboradores acerca da articulação entre a MM e a CM, expressas no Fórum de Discussão 2 (Apêndice E) e nos roteiros de atividade elaborados pelos colaboradores (Apêndice D), nos quais se buscou integrar elementos da CM ao processo de modelagem. Cabe ressaltar que diversas intenções didáticas, argumentos e reflexões emergiram também no diário de campo da pesquisadora, o que possibilitou complementar e aprofundar a compreensão das percepções docentes, ampliando a análise das potencialidades e desafios dessa articulação no contexto da prática pedagógica.

O Fórum 2 foi realizado após as discussões teóricas dos dois primeiros encontros do curso de extensão, nos quais se abordaram os fundamentos conceituais e metodológicos da MM e da CM, com ênfase em seus princípios e possibilidades para o ensino de matemática. Já a elaboração dos roteiros ocorreu no terceiro encontro, de forma presencial, sendo precedida

por uma sondagem, dos colaboradores junto às suas turmas, para identificar temáticas de interesse de seus alunos, escola ou comunidade escolar. A Figura 8 ilustra o momento, em que os colaboradores se dedicaram ao planejamento dos roteiros.

Figura 8 - Registros do encontro para planejamento dos roteiros de atividade



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025)

A sondagem inicial se fez necessária pois conforme Burak (1992), o trabalho com a MM parte do interesse dos estudantes e dos dados coletados no contexto em que esse interesse se manifesta. Tal direcionamento mostrou-se fundamental para que os roteiros fossem analisados criticamente e ajustados em conformidade com os princípios metodológicos da MM.

É importante destacar que o planejamento dos roteiros de atividade contou com a observação participante da formadora, em caráter orientativo. Nesse processo, as discussões foram mediadas pela formadora, especialmente no que se refere à organização do tempo, à seleção dos possíveis materiais e à viabilidade didática das propostas. Essa mediação não teve caráter prescritivo, mas configurou-se como um suporte para ampliar a compreensão dos colaboradores acerca das etapas do planejamento, favorecendo escolhas mais realistas e adequadas a cada contexto.

O Quadro 10, destaca alguns elementos dos roteiros elaborados, como o tema, o problema, possíveis soluções e conteúdos abordados.

Quadro 10 - Síntese dos roteiros de atividades elaborados pelos colaboradores

Colaborador/ Turma	Temática ou Problemática	Problemas	Solução	Conteúdo Abordado
C1 2º Ano	Pane elétrica na escola	O que causou a pane elétrica na escola? Há ventilação adequada na sala de aula?	Construção de ventiladores manuais com garrafas PET	Geometria
C2 4º Ano	Animais em extinção	De que bicho você tem medo? Quais animais encontramos na escola? O que é extinção? Quais animais estão extintos na nossa região? Quanto tempo os animais vivem?	Prototipação dos animais, construção de bebedouros para os pássaros da escola	Geometria e Simetria de Reflexão
C3 4º Ano	Falta de água	De onde vem a água que usamos em casa? Como a água é captada da natureza? Que caminho a água percorre até chegar na torneira? Por que a água que chega até nós é potável?	Prototipar cisternas e poços artesanais com materiais recicláveis.	Geometria e Sistema de Medida
C4 5º Ano	Enchente no Rio Grande do Sul	Por que em alguns lugares chove mais e outros chove menos? Como os meteorologistas sabem que vai chover? Qual a previsão de chuva para nossa região?	Construir mapas destacando os locais com mais probabilidade de chuva.	Escala e Coordenadas geográficas
C5 5º Ano	O lixo na comunidade	Porque a comunidade joga tanto lixo do lado da escola? Como resolver o problema do lixo que se acumula do lado da escola?	Construir protótipos de lixeiras subterrâneas com auxílio da impressora 3D	Geometria
C6 1º Ano	Meios de transporte	Quantos lugares tem no carro? E no ônibus? Podemos sentar em qualquer lugar no ônibus?	Construção dos meios de transporte com materiais reciclados	Contagem e Sequências Numéricas
C7 5º Ano	A infraestrutur a da escola	Quais modalidades fazem parte dos jogos interclasse? Quais modalidades não podem ser realizadas na nossa escola por falta de estrutura?	Prototipar uma das quadras ou espaços para realização de alguma modalidade, utilizar materiais recicláveis e também o laboratório maker	Área e Perímetro
C8 3º Ano	O tubo da praça	Por que não podemos passar pelo tubo da pracinha? De quantas formas podemos chegar na escola sem passar pelo tubo? Quais os riscos de passar por dentro do tubo?	Construir uma maquete da pracinha com materiais de baixo custo	Geometria
C9 5º Ano	Como podemos nos divertir na hora do recreio?	O que podemos fazer na hora do recreio? Que brincadeiras e jogos poderíamos ter aqui na escola?	Criação de jogos e brincadeiras com uso de materiais reciclados e de papelaria	Não mencionado

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A elaboração dos roteiros iniciou-se com a discussão das temáticas sugeridas pelos colaboradores. C4 destacou o interesse de seus alunos em abordar as enchentes

ocorridas no Estado do Rio Grande do Sul e, a partir desse contexto, apresentou um problema matemático relacionado ao tema, utilizando-o como ponto de partida para o desenvolvimento da atividade.

Eu poderia começar com uma questão de divisão, por exemplo, se a escola do bairro mais atingido pelas enchentes recebeu a doação de 2500 garrafas de água, e elas foram organizadas em pacotes de 10, quantos pacotes a escola conseguiu montar? (C4, diário de campo, 2025).

Seguindo a ideia de C4, o colaborador C2 comentou que poderia começar sua atividade falando sobre os animais em extinção e, em seguida, pediria que os alunos fizessem a seriação desses animais, organizando-os por tamanho, peso ou até pelo grau de risco de extinção. Assim, “além de aprenderem sobre organização e comparação em Matemática, os estudantes também refletiriam sobre a importância de cuidar do meio ambiente e proteger as espécies ameaçadas” (C2, diário de campo, 2025).

Sobre isso, Burak (2014) destaca a modelagem como prática pedagógica que pode ser desenvolvida a partir de atividades lúdicas e que favorece a formação de conceitos matemáticos na criança, privilegiando a construção do conhecimento por meio da linguagem e conceitos iniciais, como lateralidade, formas, sequências, padrões, números, classificação e ordenação (Burak, 2014, p. 5).

Observou-se uma certa dificuldade inicial em conceber atividades que não partissem de um problema matemático previamente formulado, revelando a tendência de ancorar o planejamento em conteúdos definidos a priori. Tal movimento evidencia o estranhamento diante da MM, que pressupõe a investigação de situações reais das quais os conteúdos matemáticos emergem como ferramentas de análise e intervenção (Burak, 1992, 2004).

Embora os conteúdos possam ser antecipados em função da natureza do planejamento, é fundamental compreender que, no âmbito da MM, eles não devem ser previamente definidos de maneira rígida. Pelo contrário, emergem a partir das questões levantadas e podem ser previstos ao longo da pesquisa exploratória, conforme as necessidades que surgem no processo investigativo. Essa concepção é reforçada por Burak (1992), ao afirmar que a MM favorece a construção do conhecimento, na medida em que os conteúdos emergem do problema em estudo e ganham significado para os alunos.

Após a discussão inicial sobre as temáticas e/ou problemáticas, os colaboradores receberam o modelo de roteiro de atividade (Apêndice C) e iniciaram o planejamento. Durante esse processo, algumas temáticas inicialmente sugeridas foram descartadas,

sobretudo em razão da complexidade e do tempo que demandariam para o seu desenvolvimento. Essa decisão não ocorreu de forma arbitrária, mas evidenciou uma postura mais crítica e realista dos colaboradores diante das exigências inerentes à MM. Em especial, destacou-se a compreensão de que a metodologia se organiza em consonância com os dados da pesquisa exploratória, o que requer tempo, envolvimento e aprofundamento no tema investigado.

Durante a elaboração dos roteiros, após as definições das temáticas, observou-se alguns debates acerca de como se daria a pesquisa exploratória. Enquanto C1, C3, C5 e C9 indicaram que seria com o uso exclusivo da internet, outros mencionaram a possibilidade de a pesquisa ser realizada fora da sala de aula. C2, por exemplo, propôs realizar a pesquisa no terreno da escola e complementá-la com a exibição do filme Rio; diante dessa proposta, C1 repensou sua própria ideia, sugerindo também a visita aos espaços da escola afetados pela pane elétrica. Além disso, C4 considerou os noticiários sobre as enchentes no Estado do Rio Grande do Sul como base para a exploração do tema, e C6 propôs levar os alunos ao pátio da própria escola para analisar os veículos disponíveis.

A respeito disso, Brandt *et al.* (2016) afirma que na pesquisa exploratória, após a definição do tema, estudantes e educador recorrem a diferentes materiais e subsídios teóricos, técnicos e informativos que oferecem informações e noções relevantes sobre o objeto de investigação. Os autores destacam ainda que a pesquisa de campo desempenha papel fundamental na Modelagem, uma vez que o contato direto com o ambiente contribui para o desenvolvimento de aspectos formativos e investigativos do educando.

Esse aspecto investigativo da MM, pôde ser observado nas propostas dos colaboradores C1, C2, C6 e C8, que promoveram o contato direto dos alunos com o ambiente como estratégia para qualificar a compreensão da problemática investigada. C1 sugeriu que os alunos visitassem os espaços da escola onde aparelhos haviam sido danificados por uma pane elétrica, enquanto C2 propôs a saída da sala de aula para identificar o animal presente em uma árvore. De modo semelhante, C6 planejou levar a turma ao pátio da escola a fim de observar os meios de transporte ali encontrados, e C8 organizou um passeio à praça, onde os estudantes verificaram a localização de um tubo de concreto e refletir sobre os riscos de atravessá-lo.

Ao iniciar as discussões sobre os possíveis problemas e soluções, observou-se que os colaboradores, mais uma vez, apresentaram problemáticas predominantemente matemáticas. Diante disso, a formadora provocou uma reflexão, destacando a importância de que os participantes assumissem a perspectiva das crianças, procurando pensar nas perguntas que elas fariam, e não apenas a partir de uma lógica centrada no olhar do professor. A partir

dessa orientação, os colaboradores passaram a elencar possíveis problemas levantados pelos alunos e a sugerir soluções viáveis em cada contexto.

As soluções foram apresentadas e debatidas coletivamente ao longo do encontro, revelando distintos níveis de segurança e intencionalidade por parte dos colaboradores. Observou-se que alguns participantes, como C1, C5, C6 e C9, demonstraram convicção em relação às propostas que pretendiam desenvolver com seus alunos. O colaborador C1, por exemplo, evidenciou um raciocínio articulado ao problema da pane elétrica ao afirmar que “quando falar de calor, a primeira coisa que eles vão pensar vai ser no ventilador” (Diário de campo, 2024).

De modo semelhante, C5 expressou interesse em explorar o potencial criativo e tecnológico dos estudantes ao propor uma atividade prática no laboratório, afirmando: “vou pedir pra eles criarem uma lixeira diferente ou inventarem, aí a gente escolhe uma pra prototipar na impressora 3D” (Diário de campo). O colaborador C6, por sua vez, delineou sua proposta de forma imediata, motivado pelo hiperfoco de um de seus alunos, o que demonstra sensibilidade às especificidades cognitivas dos estudantes e à importância de incorporar suas particularidades no planejamento pedagógico. Já C9 identificou na problemática apresentada uma oportunidade para que os alunos projetassem a pracinha em uma maquete, revelando uma compreensão ampliada do potencial educativo da atividade.

Os demais colaboradores optaram por construir suas soluções de forma colaborativa, dialogando e negociando ideias até alcançarem um consenso sobre uma proposta viável. Nesse contexto, a formadora interveio ressaltando que a antecipação de possíveis soluções constitui uma etapa relevante no processo de planejamento. Contudo, enfatizou que a efetividade didática da atividade depende da participação ativa dos alunos, defendendo que as soluções devem emergir das interações e reflexões deles próprios, de modo que se sintam corresponsáveis pela construção do conhecimento.

Pesquisas como a de Silva *et al.* (2020) tratam a antecipação, ou previsão de soluções, como uma etapa inerente ao desenvolvimento da MM, auxiliando o professor a prever desdobramentos e a refletir sobre suas intenções antes da prática em sala. Essa antecipação é dinâmica, sujeita a ajustes e replanejamentos conforme as ações e soluções dos estudantes. Neste sentido, na estratégia didática desenvolvida nesta pesquisa, o professor pode prever como os alunos irão solucionar a situação-problema em estudo, contudo deve estar preparado para reconhecer e valorizar as diferentes formas de raciocínio e de solução apresentadas pelos estudantes. Isso implica compreender que, embora a previsão de soluções

contribua para o planejamento e para a organização das intervenções docentes, ela não deve restringir a autonomia investigativa dos alunos.

Diante das possíveis soluções apresentadas, os colaboradores foram convidados a identificar e explicitar, de forma reflexiva, ao menos uma habilidade prevista na BNCC (2018) que poderia ser mobilizada ou desenvolvida no contexto das propostas elaboradas.

Eu acho que como eles vão construir os animais a habilidade EF03MA16 é a que aborda a exploração e as características das figuras planas (C2, diário de campo, 2024)

Essa (EF03MA16) dá certo com a construção dos protótipos também, porque eles vão do plano pro espacial (C3, diário de campo, 2024)

Aqui eles vão precisar fazer muito cálculo de área e perímetro então vamos envolver a habilidade EF05MA20 (C7, diário de campo, 2024)

No que se refere aos conteúdos matemáticos contemplados nas soluções propostas, verificou-se um predomínio da Geometria, apontada de diferentes maneiras pelos colaboradores. Na BNCC (Brasil, 2018), a Geometria é considerada essencial para o desenvolvimento do raciocínio espacial e da capacidade de reconhecer, nomear, comparar e representar formas e figuras no espaço, competências que se alinham diretamente às atividades planejadas pelos professores.

Essa ênfase evidencia que a Geometria foi compreendida pelos colaboradores como um campo fértil para a articulação entre MM e CM, uma vez que seus conceitos podem ser aplicados de maneira concreta, por meio da manipulação de materiais e da criação de artefatos. Tal constatação reforça a ideia de que a aprendizagem geométrica ganha significado quando vinculada a práticas investigativas e concretas, aproximando-se da perspectiva construcionista ao articular conteúdos matemáticos a problemas de experimentação prática.

De acordo com Papert (1980), a geometria é uma das áreas mais férteis para o pensamento construcionista, pois permite que o estudante “pense com as mãos”, visualizando e manipulando formas, estruturas e relações espaciais. Papert via na Geometria da Tartaruga, desenvolvida no ambiente LOGO, um exemplo de como o computador poderia servir como “laboratório de ideias”, permitindo ao aluno construir figuras, testar conjecturas e compreender propriedades geométricas de forma intuitiva e reflexiva.

Além da ênfase em conteúdos geométricos, também foram mencionados outros tópicos matemáticos relevantes. O colaborador C4, por exemplo, destacou a possibilidade de “analisar os conteúdos matemáticos envolvidos na construção como escala e coordenadas geográficas” (Roteiro de atividade). Na visão do colaborador,

A noção de escalas e coordenadas, dialoga diretamente com a habilidade EF05MA14, que prevê a localização e o deslocamento de pontos no plano cartesiano,

e com a habilidade EF05MA15, que trata da leitura e interpretação de mapas” (C4, diário de campo, 2024).

De modo semelhante, C6 indicou que seria possível “trabalhar com contagem e sequências numéricas” (Roteiro de atividade). Em seguida, explicou que “essa atividade poderia se relacionar com o campo de Números da BNCC, mais especificamente com a habilidade EF03MA06, que trata do reconhecimento, leitura e escrita de números naturais em diferentes contextos” (C6, diário de campo). Já C3 destacou a necessidade de considerar o “sistema de medida utilizado” (Roteiro de atividade), e completou dizendo que “esse conteúdo aparece na habilidade EF03MA19, que fala sobre as medidas de comprimento e outras capacidades, usando instrumentos de medida convencionais” (C3, diário de campo, 2024).

Observou-se que, embora a Geometria tenha se configurado como o eixo predominante das propostas, outros campos da Matemática, como Números, Grandezas e Medidas, também foram contemplados, ainda que de forma mais pontual. Esse conjunto evidencia que a articulação entre MM e CM, na percepção dos colaboradores, favorece uma abordagem ampla da Matemática, em consonância com a BNCC (2018), ao mesmo tempo em que reafirma as potencialidades da estratégia didática em questão.

Considerando que o Fórum 2 ocorreu antes da elaboração dos roteiros, o Quadro 12 foi estruturado de modo a estabelecer uma correlação entre as ações mencionadas no Fórum 2 e as formas como essas ações passaram a integrar efetivamente o planejamento das atividades.

A escolha dessa correlação como procedimento analítico justifica-se por permitir compreender a percepção dos colaboradores, desde a apropriação conceitual inicial até o momento do planejamento das atividades, evidenciando o deslocamento do discurso teórico para a ação didática. Conforme defende Bardin (2016), a AC busca,

[...] obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (Bardin, 2016, p.48).

Assim, ao correlacionar as falas do Fórum 2 com os roteiros, foi possível identificar aproximações entre a compreensão inicial e a intenção didática dos colaboradores, bem como avaliar o grau de incorporação das estratégias discutidas na construção das atividades. O Quadro 11 apresenta as UR identificadas evidenciando como, na percepção dos docentes, pode ocorrer a articulação entre MM e CM.

Quadro 11 - Ações que evidenciam a articulação entre a MM e a CM

Unidades de Registro	Colaborador	Evidências - Fórum 2	Evidências - Roteiro de atividade
Atividades práticas	C1	“por meio de atividades práticas”	Construção de ventiladores com garrafa PET
	C3	“através do mão na massa”	Prototipar cisternas e poços artesianos
	C4	“construir modelos físicos ou digitais”	Construir mapas
	C5	“Articular a Modelagem e Cultura Maker pode ser feito incentivando os alunos a construir modelos que representem problemas reais”	Criar um protótipo de uma lixeira subterrânea com a impressora 3D que possa guardar uma quantidade maior de lixo e evitar o acúmulo ao lado da escola
	C6	“oportunizar os alunos a construir uma solução concreta”	Como os alunos gostam bastante de meios de transporte, após as perguntas, vou sugerir que eles me respondam fazendo os transportes que mais gostam
	C7	“com uma atividade que possa ser abordado de forma prática e prazerosa”	Prototipar uma das quadras ou espaços para realização de alguma modalidade
	C9	“proporcionar aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos para projetar e construir objetos físicos”	Criação de jogos e brincadeiras com uso de materiais reciclados e de papelaria
Artefato como solução	C3	“resolver o problema proposto com o maker” “encontrar um problema que possa ser solucionado por meio do maker”	Prototipar cisternas e poços artesianos com materiais recicláveis
	C6	“produzir um material que seja eficiente nessa solução”	Construção de meios de meios de transporte com materiais recicláveis

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Com base nos dados apresentados no Quadro 12, observa-se que a articulação entre MM e CM pode ser estabelecida a partir de dois eixos de ação: Eixo 1 - Atividades práticas e Eixo 2 - Artefatos como solução.

O Eixo 1 - Atividades Práticas

O primeiro eixo evidencia que, na perspectiva dos colaboradores, a articulação entre MM e CM ocorre, predominantemente, por meio da valorização das atividades práticas e da materialização de ideias em artefatos concretos. As manifestações nos fóruns e nos roteiros de atividades demonstram uma compreensão compartilhada de que essas atividades fortalecem o elo entre MM e CM.

As respostas dos colaboradores indicam uma convergência entre MM e CM no reconhecimento do fazer como meio de aprender. Expressões como “por meio de atividades práticas” (C1), “através do mão na massa” (C3) e “oportunizar os alunos a construir uma solução concreta” (C6) revelam uma concepção de ensino em que a aprendizagem é mediada pela ação e pela experiência. Nos roteiros, essa compreensão se concretiza em atividades como a construção de ventiladores com garrafa PET, a prototipagem de cisternas e poços

artesianos e a criação de jogos e brinquedos com materiais recicláveis, todas centradas na exploração de situações reais e na produção de artefatos que traduzem conceitos matemáticos em soluções tangíveis.

O caráter pragmático do construcionismo emerge da compreensão de que o pensamento se torna mais potente quando materializado em algo observável e manipulável. Ao projetar, construir, testar e aprimorar objetos, o aluno engaja-se em um ciclo contínuo de reflexão e ação, no qual o erro e a tentativa fazem parte do processo de construção do conhecimento. Papert (1994) argumenta que essa relação com o mundo, mediada pelo fazer, gera uma aprendizagem mais profunda, pois mobiliza afetos, intencionalidade e criatividade, integrando dimensões cognitivas e emocionais da experiência. Desse modo, o fazer pragmático papertiano não se restringe a uma prática manual, mas se configura como uma forma de pensamento que une ação, reflexão e produção de sentido, possibilitando que os aprendizes se tornem agentes transformadores de seu próprio processo de aprender.

Assim, as evidências indicam que, para os colaboradores, a articulação entre MM e CM se concretiza pela prática construcionista, que une ação, reflexão e criação de artefatos como forma de promover aprendizagens. A manipulação de materiais e a construção de soluções concretas são vistas não apenas como meios de aplicar conhecimentos, mas como estratégias para produzir novos entendimentos sobre a matemática e sobre o mundo.

Eixo 2 - Artefato como solução

Esse eixo evidencia a compreensão de que a materialização do conhecimento, por meio da criação de artefatos, constitui uma etapa fundamental na articulação entre a MM e a CM. As manifestações dos colaboradores, expressas em enunciados como “resolver o problema proposto com o maker” (C3) e “produzir um material que seja eficiente nessa solução” (C6), bem como nas propostas de atividades que envolvem “prototipar cisternas e poços artesianos com materiais recicláveis” (C3) e “construção de meios de transporte com materiais recicláveis” (C6), evidenciam uma concepção que valoriza o fazer como elemento articulador entre essas duas abordagens.

Essa compreensão está em consonância com a MM, na qual a construção de modelos constitui uma forma de compreender fenômenos e propor soluções. Entretanto, ao incorporar os princípios da CM, a modelagem ultrapassa o plano simbólico e assume uma dimensão material e experimental, o modelo deixa de ser apenas uma representação abstrata e passa a ser um artefato físico que expressa a criatividade dos estudantes. Na definição de Soster (2018),

A educação Maker acontece em um ambiente que estimula a expressão criativa na construção e compartilhamento de artefatos e produções intelectuais, através da promoção do desenvolvimento da autonomia, da identidade Maker, de conhecimentos poderosos e de habilidades em ferramentas, tecnologias, práticas e processos do contexto Maker, e demais áreas de conhecimento, de maneira integrada (Soster, 2018, p.133).

No contexto desta pesquisa, as atividades de MM elaboradas assumiram uma espécie de “identidade maker”, conforme explica Soster (2018). A inclusão de ações relacionadas ao fazer, construir e prototipar promoveram uma reconfiguração do processo de modelagem, que passou a transcender a mera compreensão de conceitos matemáticos. Nesse novo formato, a MM orienta-se para a produção de conhecimento contextualizado e colaborativo, em que as soluções se materializam por meio da criação de artefatos materiais, integrando ação, reflexão e experimentação como elementos centrais do processo de ensino.

Os dados indicam ainda que os colaboradores reconhecem o artefato como um elemento mediador entre a teoria e a prática. A ênfase em “produzir um material eficiente” (C6) evidencia a preocupação em avaliar a funcionalidade e a aplicabilidade da solução, o que reflete um pensamento projetual e investigativo, coerente com a abordagem *maker*. Ao mesmo tempo, essa postura se alinha ao princípio papertiano de que o erro e o processo de melhoria contínua fazem parte da aprendizagem significativa, pois é na tentativa de tornar o artefato mais eficiente que o estudante revisita conceitos e reformula hipóteses.

Em síntese, a categoria “Artefato como solução” evidencia que, para os colaboradores, a integração entre MM e CM concretiza-se no fazer criativo e funcional, em que o artefato produzido se torna expressão material do conhecimento construído. Essa concepção está profundamente alinhada aos princípios construcionistas, que valorizam o aprender fazendo, o protagonismo do estudante e a construção compartilhada de saberes a partir da ação e da reflexão.

Dessa forma, os três eixos de ação evidenciam que a articulação entre MM e CM não se limita a uma justaposição de abordagens, mas configura-se como um processo intencional e planejado. Nesse movimento, a MM oferece a estrutura investigativa, problematização e validação, enquanto a CM disponibiliza os meios concretos, experimentação e prototipação, para a materialização do conhecimento.

Esse entrelaçamento sustenta nossa hipótese de que a articulação entre MM e CM, fundamentada na perspectiva construcionista, configura-se como uma estratégia didática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do EF, que favorece a elaboração de soluções concretas para problemas oriundos do processo de modelagem, contribuindo para a

compreensão e a aplicação de conhecimentos matemáticos mobilizados por meio de atividades práticas.

6.2.2 Categoria 4 Inserção de recursos e materiais da cultura maker

Nesta categoria, foram analisados os diferentes recursos e materiais mencionados pelos colaboradores, tanto nas respostas ao Fórum 2 quanto nos roteiros de atividades elaborados. Parte-se do pressuposto de que uma atividade de MM, ao articular-se à CM, deve incorporar, em algum momento do processo, recursos e materiais diversificados que promovam o engajamento dos estudantes na criação ou prototipação de artefatos. Assim, os materiais deixam de ser meros instrumentos auxiliares e passam a desempenhar um papel fundamental na mediação entre a problematização matemática e a produção de soluções, dando “identidade *maker*” (Soster, 2018) às atividades propostas.

Partindo dessa premissa, realizou-se a análise do material selecionado com o objetivo de identificar quais tipos de recursos e materiais foram efetivamente considerados pelos colaboradores durante a elaboração dos roteiros de atividades. Para atender a esse propósito, o Quadro 12 foi organizado a partir das UR identificadas, de modo a evidenciar a relação entre os recursos e materiais mencionados nas discussões do fórum e aqueles que, de fato, foram incorporados aos roteiros. Esse procedimento analítico permitiu verificar em que medida as intenções expressas nas interações virtuais se concretizaram no planejamento das atividades, revelando a correspondência, ou possível distanciamento, entre o discurso dos colaboradores e seu planejamento.

Quadro 12 - Recursos e materiais identificados

Unidades de Registo	Colaborador	Evidências - Fórum 2	Evidências - Roteiro de atividade
Materiais recicláveis, sucata ou materiais de papelaria	C1	Não identificado	Garrafa PET, tampinhas de garrafa PET, palito de churrasco, cola quente, cola instantânea, papelão, barbante, estilete, pilha, motor e fita isolante.
	C2	“fornecer materiais de sucata ou recicláveis”	Papelão, EVA, canudos, palitos de picolé, lápis de cor, cola quente, materiais recicláveis como a garrafa pet
	C3	Não identificado	Materiais recicláveis
	C4	“criar um jogo diferente do bingo pra ser utilizado na festa junina da escola”	“construir mapas”
	C5	“materiais como papelão”	Não identificado
	C6	“podemos usar materiais reciclados que são mais acessíveis para os	Materiais recicláveis

		alunos ”	
	C7	“eu poderia pedir pra eles construir uma ponte de papelão ou palito e fazer eles irem testando o peso”	Materiais recicláveis
	C8	“a construção de robôs com caixas usadas”	Maquete com isopor, cartolina, cola, tesoura, pincel e tinta.
	C9	Não identificado	Materiais reciclados e de papelaria
Materiais e recursos tecnológicos digitais	C2	“introduzir a ideia de prototipagem e design iterativo” “recursos como a impressora 3D”	Não identificado
	C3	“A criação de protótipos com a caneta ou a impressora 3D”	Não identificado
	C5	“impressoras 3D para criar cenários tridimensionais” “eles podem programar simuladores ou usar softwares de design para modelar problemas”	Impressora 3D
	C7	Não identificado	Laboratório Maker
	C9	“ferramentas como impressoras 3D, placas de circuito, sensores”	Não identificado

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A análise das respostas dos colaboradores, juntamente com os roteiros de atividades, evidenciou que a compreensão inicial sobre a articulação entre MM e CM se fundamentou, sobretudo, na percepção da necessidade de incorporar elementos concretos ao processo de modelagem. Nos registros, foi recorrente a ideia de que o uso de materiais e recursos que remetem ao “fazer”, como protótipos, artefatos e construções manuais, constitui parte essencial da proposta de articular MM e CM. Essa concepção revela que os colaboradores identificaram a prototipagem não apenas como produto final, mas como recurso que potencializa a aprendizagem pela experiência, ainda que em alguns casos tenha aparecido de forma mais instrumental do que investigativa.

No Fórum 2, os colaboradores C2, C3, C5 e C9 destacaram explicitamente que a articulação entre MM e CM poderia ocorrer por meio do uso de tecnologias digitais e equipamentos de prototipagem. Entre os recursos mencionados, apareceram impressoras 3D, placas de circuito, sensores e softwares de design, evidenciando uma compreensão mais avançada sobre o potencial da prototipagem como elemento de integração entre as duas abordagens. No entanto, ao analisar os roteiros de atividades, percebe-se que apenas C5 incorporou efetivamente o uso da impressora 3D em sua atividade.

Esse distanciamento não reflete uma falta de compreensão quanto ao potencial pedagógico das tecnologias, mas revela a ausência de equipamentos e recursos nos contextos escolares. Sobre isso, Moura (2019) argumenta que a escassez de recursos e equipamentos

maker nos espaços escolares constitui uma barreira significativa à implementação efetiva da CM, limitando as possibilidades de inovação tecnológica no processo de ensino e aprendizagem.

Observou-se, ainda, que durante a elaboração dos roteiros, muitos colaboradores, embora demonstrassem entusiasmo diante da possibilidade de visitar o laboratório *maker* e explorar os materiais disponibilizados, sequer consideraram essa alternativa em seus planejamentos. Essa decisão esteve relacionada, principalmente, à ausência de condições de deslocamento até o espaço e às limitações estruturais de suas próprias escolas, que não dispunham de recursos semelhantes.

A respeito disso, Paula (2022), afirma que essas condições limitam o desenvolvimento de atividades práticas, restringindo as oportunidades de aprendizado criativo e colaborativo fundamentadas no movimento *maker*. Tal cenário reforça a distância entre a intenção didática e a efetiva implementação das práticas, revelando que, para além da motivação docente, esse tipo de estratégia didática depende de fatores externos, como acessibilidade, infraestrutura e apoio institucional.

Esse constatação dialoga com as análises de Blikstein (2013, 2018), que aponta a desigualdade de acesso a tecnologias *maker* como um dos principais entraves para a democratização dessa abordagem no espaço escolar. Segundo o autor, embora os discursos sobre inovação e prototipagem estejam cada vez mais presentes na educação, a realidade material das instituições impõe restrições significativas, que tendem a ampliar a distância entre intenção e prática.

Nos roteiros observou-se uma variedade significativa de recursos. C1, C3 e C9 não mencionaram nenhum tipo de material em suas respostas ao fórum; entretanto incorporaram em seus roteiros de atividade o uso de materiais recicláveis e de baixo custo. De modo geral, observou-se uma predominância de recursos simples e reaproveitáveis (C1, C3, C6, C7 e C9), acompanhada por propostas que exploraram, por exemplo, a construção de maquetes (C8) e a utilização do Laboratório Maker para prototipagem (C7).

Essa diversidade demonstra que a noção de prototipagem se manifestou em diferentes níveis de complexidade, desde a manipulação de materiais recicláveis até o emprego de equipamentos digitais. Sobre isso, Garofalo (2018) destaca que a CM favorece múltiplas formas de expressão material, indo do reaproveitamento de recursos cotidianos ao uso de tecnologias digitais sofisticadas.

Esse cenário revela a força da adaptação criativa: diante da ausência de laboratórios *maker* ou equipamentos digitais em muitas escolas, os colaboradores buscaram

caminhos viáveis para aproximar a CM de suas práticas, recorrendo a materiais recicláveis, sucata e itens de papelaria. Sob essa perspectiva, a análise aponta que a ausência de recursos tecnológicos não impediu a inserção da CM no processo de MM, mas condicionou a forma como ela foi apropriada.

Nesse sentido, é importante reconhecer que as atividades construcionistas não dependem exclusivamente da tecnologia. Embora Papert tenha concebido o computador como uma ferramenta poderosa e facilitadora do aprendizado construcionista, ele também enfatizou que o essencial reside no processo ativo de construção do conhecimento, um processo que pode se desenvolver com diferentes materiais e em variados contextos, não se limitando ao uso de recursos tecnológicos (Elias; Lemos, 2024).

O desafio, portanto, está em pensar a Modelagem Matemática Maker como uma estratégia didática que possa se adaptar tanto a ambientes escolares com infraestrutura limitada quanto àqueles que dispõem de laboratórios de fabricação digital. Essa flexibilidade é crucial para que a proposta seja exequível, inclusiva e capaz de garantir que a articulação entre MM e CM se consolide em diferentes realidades educacionais.

6.3 Unidade de análise 3: Prática docente no contexto investigado

A partir da análise das fichas de observação e das respostas dos colaboradores no Fórum 3, orientadas pela questão “Qual sua percepção ao utilizar a Cultura Maker em atividades de Modelagem Matemática na sua prática docente?”, foi possível compreender aspectos da prática docente relacionados a estratégia didática implementada. Esses aspectos estão relacionados aos momentos de execução, mediação e avaliação das atividades revelando percepções reflexivas dos participantes. As análises evidenciaram desafios enfrentados, potencialidades reconhecidas e aprendizagens construídas ao longo das experiências desenvolvidas, contribuindo para a compreensão do modo como a articulação entre MM e CM se concretiza na prática docente.

Desse modo, estabeleceram-se duas categorias de análise: (1) Articulação entre modelagem matemática e cultura maker na prática docente, que evidencia como os professores organizaram e ressignificaram sua atuação ao integrar as duas abordagens; e (2) Desafios e potencialidades na implementação das atividades, que tornam visíveis as condições, os limites e as oportunidades enfrentadas no processo de materialização dessa proposta em sala de aula. Em conjunto, essas categorias permitem compreender os aspectos metodológicos que permeiam o processo didático, ao evidenciarem tanto as potencialidades quanto as tensões

que configuram a constituição da Modelagem Matemática Maker como uma estratégia de ensino.

6.3.1 Categoria 5: Articulação entre modelagem matemática e cultura maker na prática docente

Nesta categoria, buscou-se apresentar como os docentes integraram a MM e a CM em suas práticas docentes, bem como de que modo essa integração se materializou no processo de ensino. A análise contempla, ainda, as estratégias adotadas para que a experimentação *maker* se tornasse parte constitutiva das atividades de modelagem, evidenciando os aspectos metodológicos que sustentam a estratégia didática defendida neste estudo e sua tradução em ações concretas na sala de aula.

Foram examinados, para essa finalidade, o Fórum 3 e as fichas de observação (Apêndice H), elaboradas a partir da socialização das experiências vivenciadas pelos colaboradores do curso. Essa socialização ocorreu durante o quinto encontro presencial, ocasião em que cada colaborador dispôs de aproximadamente quinze minutos para apresentar a atividade desenvolvida em sua turma.

As apresentações foram gravadas, garantindo a fidelidade das falas e possibilitando uma análise mais detalhada dos dados. Esse procedimento assegurou o resgate rigoroso de aspectos metodológicos, reflexões docentes e evidências do processo de integração entre MM e CM, contribuindo para a validação das interpretações produzidas ao longo da pesquisa.

No contexto deste estudo de caso, tal integração configurou-se como um dado empírico relevante para a compreensão aprofundada do fenômeno investigado, pois revelou como a proposta se concretizou na prática, permitindo examinar sua efetividade e coerência em relação aos objetivos inicialmente delineados.

Cabe destacar que os aspectos metodológicos observados dizem respeito à forma como os colaboradores conduziram as atividades em sala de aula. Isso envolve as estratégias de ensino adotadas, a organização do ambiente, os modos de acompanhar e avaliar o progresso dos estudantes, bem como a integração de diferentes recursos e tecnologias ao longo do processo.

O Quadro 13 apresenta as UR organizadas em três eixos da prática docente: Definição da estratégia de articulação, Mediação docente e Solução *Maker*. A análise dessas evidências permitiu estabelecer relações entre os dados empíricos e as reflexões dos

professores, proporcionando uma compreensão mais ampla e integrada do processo investigado.

Quadro 13 - Aspectos metodológicos observados

Unidades de Registro	Evidências - Fichas de Observação	Evidências - Fórum 3
Definição da estratégia de articulação	“Agora vamos responder as perguntas colocando a mão na massa” (C2) “eu perguntei se era possível representar essas soluções” (C3) “surgiu a ideia de construir o pluviômetro pra solucionar essa questão com o maker” (C4)	“As duas metodologias casam justamente quando um dos problemas pode ser resolvido” (C4) “o que é construído serve como uma resposta para o problema que foi posto” (C9)
Mediação docente	“eles trabalharam em duplas pra decidirem como iriam fazer, e eu fui orientando a medida que eles solicitavam ” (C1) “Depois fomos olhar os carros que haviam no pátio da escola e também o ônibus escolar. Aí eu pedi para eles dizerem quantos lugares eles achavam que tinha, depois pedi para eles contarem quantos lugares tinham de fato. Depois os alunos começaram as perguntas, algumas foram feitas por eles outras por mim.” (C6)	“quando eles começaram a criar os animais que eles escolheram foi que perceberam que tinham que saber as formas geométricas que se encaixavam, então eu fui só argumentando quais eram as mais adequadas” (C2) “Então eles puderam execer a criticidade em relação à estrutura da escola e eu pude mediar os conhecimentos que surgiam a medida que eles iam avançando” (C7)
Solução <i>Maker</i>	“entenderam a necessidade de cuidar dos animais para que não haja extinção, então essa foi a nossa solução maker” (C2) “Os poços e as cisternas ajudam a não deixar faltar água nas casas” (C3) “no final eu refiz as perguntas e eles respondiam olhando para os brinquedos que eles fizeram” (C6) “agora temos mais coisas pra fazer na hora do recreio” (C9)	“[...] eles tiveram a oportunidade de desenvolver as soluções com materiais recicláveis e visualizar o protótipo feito pela impressora 3D” (C5) “Percebi que solucionar o problema com o maker contribuiu para a compreensão dos componentes curriculares e a integração das crianças na atividade” (C6) “ [...] a solução das perguntas que eu fiz veio através do maker” (C8) “ [...] além disso o que é construído serve como uma resposta para o problema que foi posto” (C9)

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Da análise das evidências dispostas no Quadro 12, observou-se que os colaboradores, majoritariamente, trabalharam o *maker* como solução do problema levantado. As falas dos colaboradores (C2, C3 e C4) indicam que o planejamento e a condução das atividades envolveram a criação de artefatos como resposta a problemas matemáticos contextualizados, o que demonstra uma compreensão da prática como elemento articulador entre MM e CM. Expressões como “colocando a mão na massa” e “construir um pluviômetro para solucionar essa questão com o *maker*” evidenciam que a ação pedagógica foi intencionalmente orientada para o agir construtivo, central na epistemologia construcionista de Papert (1980, 1994, 2008).

Dos nove colaboradores, sete indicaram que a atividade *maker* foi incorporada após a proposição dos problemas, como se observa na fala de C6: “Vocês vão responder

construindo” (Ficha de observação), C4: “Por isso surgiu a ideia de construir o pluviômetro pra solucionar essa questão com o maker” (Ficha de observação) e C7 “[...] eles chegaram na escola mostrando pra direção os protótipos e dizendo que a escola precisava de um terreno maior” (Ficha de observação). Esse dado sugere que a CM, em muitas situações, foi compreendida como uma etapa de materialização das soluções, mais do que como elemento constitutivo de todas as fases do processo investigativo da modelagem.

Vale destacar que a construção de pluviômetros não estava prevista no roteiro de C4. A proposta inicial era elaborar mapas, contudo, segundo C4, durante a pesquisa exploratória, os alunos questionaram por quê a quantidade de chuva nas reportagens não era informada em litros, alegando que seria mais fácil de compreender. Diante disso, o colaborador incentivou a turma a investigar os instrumentos usados por meteorologistas e, após mencionarem alguns, sugeriu a construção de um pluviômetro para entender por que a chuva não é medida em litros.

Outros problemas e respectivas propostas de solução, também foram relacionadas as problemáticas dentre as quais: a elaboração de planilhas para o levantamento de materiais e equipamentos (C1, Ficha de observação); o registro do consumo diário de água na escola (C3, Ficha de observação); e o cálculo da quantidade de água por metro quadrado para a construção do pluviômetro (C4, Ficha de observação), bem como o esboço das dimensões do protótipo de piscina, conforme materiais compartilhados pelo colaborador C7 (Ficha de observação).

Esse tipo de registro configura-se, no âmbito da MM, como um modelo, isto é, representações construídas ao longo do processo investigativo. Na perspectiva de Biembengut (2009, 2016) e Bassanezi (2002), tais modelos resultam da seleção de variáveis, do estabelecimento de relações e da validação frente ao contexto, podendo assumir diferentes formas (tabelas, esquemas, gráficos, descrições procedimentais ou protótipos). Nesta pesquisa, compreende-se assim como Burak (1992, 2010, 2023) e Alves (2023), que o processo de modelagem não se encerra na obtenção de um modelo específico nem se limita às respostas formuladas para os problemas iniciais; trata-se de um percurso iterativo de investigação, validação e revisão.

Considerando o contexto dos anos iniciais do EF e da necessidade de articulação com a CM, entende-se, nesta pesquisa, que os modelos correspondem aos artefatos materiais e/ou digitais produzidos pelos estudantes ao longo do processo de modelagem. Esses artefatos configuram resultados do percurso investigativo e têm valor formativo equivalente ao próprio processo de exploração e experimentação que os sustenta. Por sua natureza, podem ser

recriados, reformulados ou revisados à medida que novas evidências e interpretações emergem.

Essa lógica converge com a CM: a coleta de dados, indispensável à construção de protótipos, alimenta ciclos de prototipagem, teste e refinamento, nos quais o artefato atua como modelo operativo do fenômeno. Ao realizar medições, registrar evidências e comparar resultados “antes/depois”, os estudantes deslocam a atividade de um “fazer por fazer” (C7, Fórum 3) para um fazer investigativo, no qual o protótipo incorpora hipóteses e possibilita validação empírica, como na aferição da vazão no pluviômetro (C4) e na definição das dimensões e da capacidade no protótipo de piscina (C7).

Tanto as observações quanto os relatos confirmam que a articulação MM e CM se mostrou mais efetiva quando partiu de problemas significativos e se consolidou na prototipagem, onde teoria e prática se encontraram. A convergência dos dados, portanto, confirma a prototipagem *maker* constituiu-se como elemento central da articulação, aproximando a matemática de problemas reais e atribuindo sentido às soluções propostas.

No que se refere à mediação docente, observa-se uma prática pautada na orientação investigativa e na colaboração ativa. As descrições dos colaboradores (C1, C2, C6 e C7) apontam para um acompanhamento que respeita a autonomia dos estudantes, permitindo que o professor atue como facilitador do processo de descoberta, uma característica essencial do construcionismo. O relato “eles trabalharam em duplas para decidirem como iriam fazer, e eu fui orientando à medida que solicitavam” (C1, Ficha de observação) demonstra uma postura docente que privilegia a autonomia e a coautoria discente, em oposição ao controle instrucional típico do ensino tradicional.

De modo semelhante, as observações “eu fui só argumentando quais eram as mais adequadas” (C2, Fórum 3), “fui apenas orientando na questão dos tamanhos” (C8, Ficha de observação), “fomos conversando sobre o que poderia melhorar” (C9, Ficha de observação) e “pude mediar os conhecimentos que surgiam à medida que eles iam avançando” (C7, Fórum 3) revelam um movimento de negociação e reconstrução do saber, no qual o conhecimento emerge da interação entre o aluno, o professor e o artefato. Tal perspectiva remete ao que Papert (1994) denomina de micromundos construcionistas, ambientes em que os aprendizes exploram ideias, testam hipóteses e reconfiguram suas compreensões por meio da experimentação.

O papel do professor evidencia-se de forma explícita na condução das atividades, não apenas pela orientação técnica, mas, sobretudo, pela criação de condições que favorecem a colaboração, a formulação de hipóteses e a reflexão crítica. Esse movimento dialoga com

Garofalo (2018) e Fields *et al.* (2021), que destacam como aspecto central da CM a mediação docente entendida como processo de estímulo à investigação, à experimentação e à tomada de posição crítica pelos estudantes.

O colaborador C1 relatou alguns questionamentos feitos pelos alunos como: Por que nossa sala é a mais quente?; O ventilador parou de funcionar por causa do sujo?; Quem vai consertar os ventiladores?; Por que na biblioteca tem ar condicionado?; Por que os computadores não foram danificados?. Cada um dos questionamentos foi debatido em sala de aula com alunos que ficaram curiosos em saber de todo processo que é necessário para que uma empresa vá até a escola consertar os ventiladores (Ficha de observação, 2024).

Nesse sentido, compreende-se, conforme, Martinez e Stager (2013), que os alunos “são capacitados para se conectarem com tudo o que sabem, sentem e perguntam para aprender novas coisas” (Martinez; Stager, 2013, p. 27, tradução livre). Isso faz do aprendiz um agente ativo no processo de aprendizagem, possibilita-o estabelecer conexão com sua “coleção de modelos” que auxiliará o desenvolvimento das atividades, proporcionando a ressignificação de conceitos e construção de conhecimento

O colaborador C7 estimulou a autonomia dos estudantes ao permitir que escolhessem uma modalidade esportiva para pesquisar, afirmando ter mediado os conhecimentos que emergiram no decorrer da atividade. Ao final, promoveu uma discussão abrangente: “Finalizamos conversando sobre toda atividade, não só sobre os conteúdos abordados, mas sobre tudo o que a atividade envolveu, como, por exemplo, a compreensão crítica deles sobre a infraestrutura da escola” (C7, Ficha de Observação, 2025).

No caso de C6, o diálogo estabelecido ainda no momento de exploração do tema, “no ônibus alguns não contaram direito aí eu fui e fiz a contagem com eles” (C6, Ficha de observação, 2025), aliado à liberdade dada aos alunos para escolherem o transporte que mais gostavam, resultou na compreensão de que o artefato construído respondia diretamente aos questionamentos iniciais. Tal prática reforça a centralidade da mediação docente como elemento estruturante da estratégia didática aqui delineada.

O entendimento de que as soluções apresentadas pelos alunos podem ser caracterizadas como *maker* foi evidenciado nas falas dos colaboradores. O participante C2, durante sua apresentação, utilizou reiteradamente o termo “solução maker” (Ficha de Observação) ao explicar que a construção dos animais representava uma resposta à questão sobre espécies em extinção. De forma semelhante, C3 destacou que sua turma reconheceu a criação de artefatos como uma resposta à problemática da escassez de água na região (Ficha

de Observação). Nessa mesma direção, C5 afirmou que “todas as construções foram entendidas como possíveis soluções para o problema do lixo” (Ficha de Observação).

Esses relatos evidenciam que, nas atividades analisadas, a resolução de problemas deixou de ser um exercício abstrato, assumindo a forma de um processo de criação material e intelectual, no qual os estudantes construíram significados ao projetar e prototipar soluções. Assim, a prototipagem foi compreendida como a materialização das respostas elaboradas, articulando o pensamento investigativo da MM com o fazer concreto e criativo da CM. Ainda que apenas dois colaboradores tenham recorrido ao uso de tecnologias digitais, a diversidade de materiais utilizados revela que a prototipagem foi reconhecida como um elemento essencial da estratégia didática, não pela natureza do recurso empregado, mas pelo valor formativo do processo de construção.

Conforme Blikstein *et al.* (2020), a prototipagem envolve tanto o uso de tecnologias digitais avançadas quanto a fabricação com materiais simples, como papelão, palitos, cola e sucata. Os autores enfatizam que a essência do fazer *maker* reside no engajamento ativo dos estudantes e na criação de objetos significativos, independentemente do tipo de material ou tecnologia utilizados. Nessa mesma perspectiva, Blikstein (2013) reforça que as práticas analógicas e digitais são igualmente válidas e complementares, favorecendo a aprendizagem criativa e construcionista.

Essa compreensão também aparece nas falas de C8 e C9, que afirmam, respectivamente, que “a solução das perguntas que eu fiz veio através do *maker*” e que “o que é construído serve como uma resposta para o problema que foi posto” (Fórum 3). Por sua vez, C6 relatou que seus alunos responderam às questões a partir da observação dos brinquedos construídos (Ficha de Observação), reforçando a ideia de que a produção material se configurou como expressão da solução elaborada.

De modo geral, a prototipagem *maker* foi compreendida pelos colaboradores como uma resposta representacional às problemáticas investigadas. A CM foi, assim, associada à etapa de resolução da MM, momento em que a construção do artefato materializa a solução do problema. Essa prática evidencia um movimento de articulação entre a investigação matemática e a construção material, consolidando a solução *maker* como elo entre teoria e prática, e como expressão concreta da aprendizagem promovida pela Modelagem Matemática *Maker*.

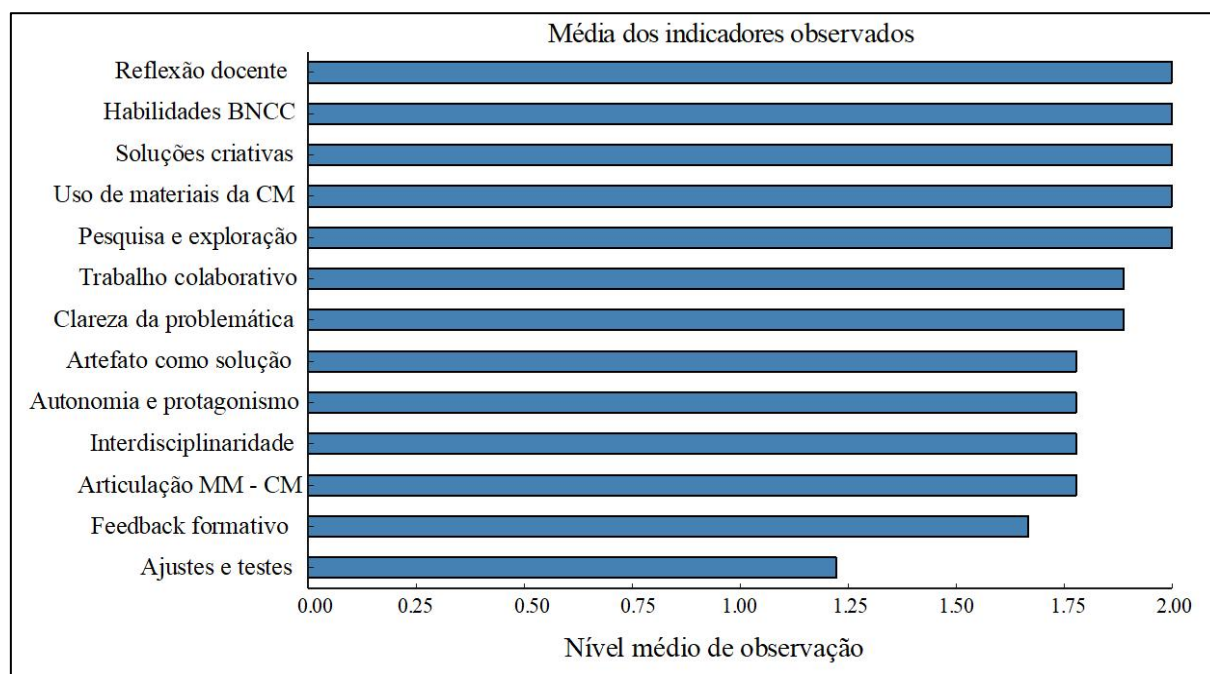
6.3.2 Categoria 6: Desafios e potencialidades na implementação das atividades

Nesta categoria, analisou-se os desafios e potencialidades identificados nas respostas dos colaboradores no Fórum 3 e nas fichas de observação. A análise permitiu compreender criticamente as condições que favorecem ou dificultam a consolidação das atividades elaboradas, fornecendo subsídios para refletir sobre a formação docente e sobre a viabilidade da estratégia didática proposta nesta pesquisa.

O Gráfico 1 apresenta a média dos indicadores que foram observados durante a socialização das atividades, obtidos a partir da análise das fichas de observação. Esses dados fortalecem os achados e auxiliam na compreensão dos desafios e das potencialidades na implementação das atividades na sala de aula.

Os indicadores foram avaliados segundo uma escala de observação, em que 0 corresponde a “Não observado”, 1 a “Parcialmente observado” e 2 a “Observado”. No eixo horizontal estão dispostos os diferentes indicadores analisados, enquanto o eixo vertical expressa o nível médio de observação, variando de 0 a 2.

Gráfico 1 - Média dos indicadores observados



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

O Gráfico 1 evidencia que os treze indicadores analisados nas fichas de observação apresentaram índices consideráveis de ocorrência, o que reforça as potencialidades da estratégia didática proposta nesta pesquisa. Ainda que alguns indicadores tenham obtido médias ligeiramente inferiores, o conjunto dos resultados demonstra que, de

modo geral, os professores articularam de forma pertinente os princípios da MM e da CM em suas práticas.

Os indicadores evidenciam que os professores não apenas implementaram as atividades planejadas, mas também refletiram criticamente sobre suas práticas, elaborando soluções criativas por meio do uso de materiais e recursos característicos da CM, incentivaram o trabalho colaborativo em articulação com as competências previstas na BNCC (2018). Ressalta-se que, embora as habilidades da BNCC (2018) não tenham sido explicitamente mencionadas pelos colaboradores, sua presença foi identificada nas práticas socializadas, conforme os registros analisados nas fichas de observação e organizadas no Quadro 14 a seguir.

Quadro 14 - Habilidades observadas

Colaborador	Habilidade (BNCC)	Evidências - Ficha de observação
C1	(EF02MA14)	“eles reconheceram o cone”
	(EF02MA23)	“eles organizaram no caderno todos os equipamentos que estavam com defeito”
C2	(EF04MA19)	“usamos a simetria de reflexão para ajustar o tamanho de alguns animais”
	(EF02MA15)	“fui questionando quais figuras geométricas melhor se enquadravam no animal”
C3	(EF04MA17)	“eles associaram os cones, os cilindros e prismas”; “analisaram e fizeram relações dos nomes das figuras espaciais”
	(EF04MA20)	“eles usaram a régua para medir o tamanho e o comprimento das coisas”
C4	(EF05MA17)	“eles reconheceram o paralelepípedo, relacionando com o quadrado que desenharam no chão da sala”
	(EF05MA21)	“fui mostrando quantos cubos cabiam naquele espaço pra eles poderem entender um pouco sobre volume”
C5	(EF05MA17)	“na construção das lixeiras e do caminhão eu fui questionando quais eram os lados e os ângulos”
C6	(EF01MA01)	“primeiro eles foram contando os lugares nos carros e perceberam que todos tinham a mesma quantidade de lugares, no ônibus alguns não contaram direito aí eu fui e fiz a contagem com eles”; “um deles afirmou que a placa do ônibus dizia qual era a quantidade, aí tive que explicar que era apenas um código”
C7	(EF05MA17)	“eles mesmos foram percebendo a necessidade de ajustar os polígonos para encaixar o paralelepípedo”
	(EF05MA19)	“pedi pra eles anotarem as informações do protótipo pra podermos trabalhar a noção de área”
C8	(EF03MA12)	“uns me mostravam o trajeto com o dedo na maquete”
	(EF02MA13)	“utilizamos a escola como referência para colocar o tubo, a pista e as outras coisas”; “questionei de quantas formas dava pra chegar na escola sem passar pelo tubo”; “eles foram comparando os materiais com as figuras geométricas que já tínhamos estudado”
C9	(EF05MA07)	“os jogos envolveram adição, subtração, multiplicação e divisão com números naturais”; “o jogo da memória envolveu o cálculo mental”

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

As habilidades apresentadas no Quadro 14 mostram que a estratégia didática proposta nesta pesquisa integrou, de forma efetiva, os conteúdos matemáticos previstos na BNCC (2018) para os anos iniciais do EF. A identificação de habilidades relacionadas à geometria espacial, medidas, grandezas e operações aritméticas indica que os professores mobilizaram conhecimentos matemáticos em contextos significativos, promovendo a aplicação dos conceitos por meio da construção de artefatos físicos.

A análise das habilidades envolvidas nas atividades permitiu identificar de que forma os conceitos e procedimentos matemáticos foram incorporados ao processo de construção dos artefatos, revelando o nível de complexidade das tarefas e o modo como os professores integraram a matemática às atividades em sua prática docente.

A promoção do trabalho colaborativo, bem como o incentivo à autonomia e ao protagonismo discente, configuraram-se como indicadores com médias expressivas de observação. Todas as atividades foram desenvolvidas em grupos ou duplas, o que favoreceu a interação, o diálogo e a corresponsabilidade entre os estudantes, promovendo um ambiente propício à construção coletiva do conhecimento.

No Fórum 3, os professores destacaram que essa dinâmica colaborativa fortaleceu o engajamento e o protagonismo dos alunos, uma vez que passaram a se reconhecer como participantes ativos do processo de construção das soluções. Essa dimensão reflete o princípio construcionista de que o conhecimento é construído de forma ativa e compartilhada, em um processo no qual o sujeito aprende fazendo e interagindo com o outro (Papert, 1994; Sousa; Brazão, 2021).

Os relatos reforçam essa compreensão. Para C8, “a maquete foi construída com o olhar deles e sobre algo que era interessante pra eles” (Fórum 3), evidenciando a valorização da experiência e do interesse dos alunos no processo criativo. De modo semelhante, C9 afirmou que “ver meus alunos trabalhando em conjunto, decidindo o que e como fazer os jogos foi muito diferente” (Fórum 3), revelando uma mudança na postura discente, marcada pelo envolvimento ativo e pela autonomia na tomada de decisões. Esses resultados indicam que o trabalho colaborativo ultrapassou o aspecto organizacional, consolidando-se como dimensão metodológica que potencializa o caráter investigativo e participativo das atividades.

Com exceção da atividade desenvolvida por C9, todas as demais apresentaram características interdisciplinares, aproximando a Matemática de outros componentes curriculares. O colaborador C1 relatou que sua turma estudou formas de evitar problemas elétricos em casa (Ficha de observação), enquanto C2 explorou a temática dos animais em

extinção, articulando a prototipagem a discussões sobre preservação ambiental (Ficha de observação).

C3 observou que as perguntas dos alunos suscitaram outros conteúdos, ao afirmar: “Falamos até da profundidade dos poços, o uso da água no dia a dia e de conteúdos que eles ainda não viram. Isso daria para organizar outras aulas” (Ficha de Observação). De forma semelhante, C6 afirmou que “a atividade não era de matemática, mas se tornou durante o processo de pesquisa” (Fórum 3), reforçando o potencial interdisciplinar e expansivo da atividade.

Ao elencar a interdisciplinaridade como condição para a promoção da inovação pedagógica, Sousa e Brazão (2021) afirmam que a interdisciplinaridade é um princípio essencial do construcionismo, refletindo a complexidade do conhecimento e a necessidade de romper com a fragmentação imposta pelos paradigmas tradicionais. Os autores, apoiando-se em Edgar Morin (2004), defendem que o pensamento educacional deve substituir a lógica que “isola e separa” por uma que “distingue e une”, favorecendo a interação entre diferentes áreas do saber e a construção coletiva do conhecimento.

As evidências também apontam para a relação entre teoria e prática, conforme ilustrado por C1, que afirmou ter conseguido “aproximar os conceitos matemáticos da realidade dos alunos” (Fórum 3), e por C5, que destacou a importância de “mostrar como a matemática pode ser utilizada fora do livro didático” (Fórum 3). Tais percepções indicam que a estratégia favoreceu aprendizagens, nas quais os conteúdos matemáticos foram compreendidos e aplicados de forma prática e contextualizada.

Os relatos dos colaboradores também revelam o engajamento dos estudantes, a criatividade e o entusiasmo despertado pelas atividades. O colaborador C1 observou que “os alunos estavam tão envolvidos que não queriam ir para o recreio” (Ficha de Observação), enquanto C5 afirmou que “foi uma experiência muito boa para eles verem como a matemática pode ser usada fora da sala de aula” (Fórum 3). Tais falas reforçam que o engajamento afetivo e cognitivo é um dos principais indicadores do sucesso da estratégia.

Nesse sentido, os problemas que desafiaram os alunos a construir os artefatos, o que está dentro dos princípios fundamentais do Construcionismo, fundamentado na dimensão Social preconizada por Papert (2008), ao entranhar-se à cultura do discente configuram-se como dispositivos com o potencial, em primeiro plano, de atenuar os efeitos decorrentes da falta de interesse por parte dos estudantes.

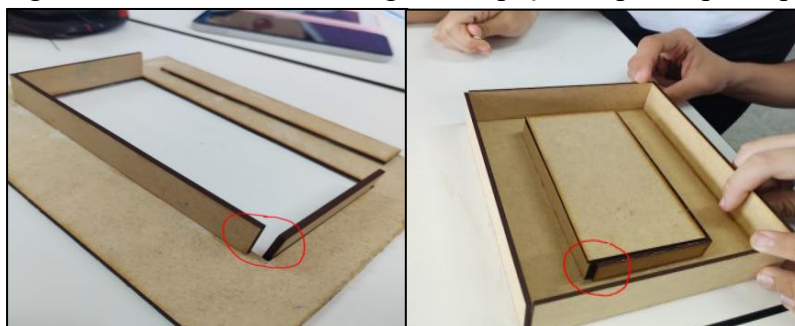
Os indicadores “artefatos como solução”, “articulação entre MM e CM” e “ajustes e testes” evidenciam que os professores compreenderam a CM como parte do processo de

modelagem. Além disso, a presença de ajustes, reformulações e testes nas atividades analisadas revela a natureza iterativa e experimental da aprendizagem *maker*, na qual o erro é entendido como parte do processo de descoberta e aprimoramento, aspecto central do construcionismo (Papert, 1994; Blikstein, 2013).

Sobre isso, destaca-se o relato de C4: “tivemos que refazer a área do metro quadrado porque a quantidade de água não tava dando certo com o cálculo que os meninos tinham feito” (Ficha de observação), de C5: “A roda do caminhão não tava girando direito, aí perguntei o que poderia ser feito e eles pensaram em aumentar o furo no papelão e deu certo” (Ficha de observação) e de C7: “ao perceberem que o paralelepípedo da piscina não se formava corretamente, os alunos reajustaram os polígonos” (Ficha de observação).

Segundo C7, mesmo após os ajustes, no momento da montagem das peças, os alunos acabaram montando a piscina de forma equivocada, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Processo de montagem das peças do protótipo da piscina



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025)

Essa situação favoreceu um processo de reflexão e reconstrução conceitual, alinhado à perspectiva papertiana segundo a qual “as crianças aprendem melhor quando descobrem por si mesmas o conhecimento de que precisam” (Papert, 1994, p. 125). Esse episódio exemplifica a natureza investigativa e construtiva da Modelagem Matemática Maker, em que o erro se torna um elemento para a aprendizagem. Nesse sentido, o episódio analisado evidencia um processo de aprendizagem pela descoberta, em que a intervenção pedagógica orienta, mas não substitui, a ação investigativa dos estudantes.

Todos os indicadores analisados foram compreendidos como aspectos metodológicos que potencializam a implementação das atividades desenvolvidas no âmbito desta investigação. Nesse contexto, as discussões e reflexões apresentadas no Fórum 3 corroboram essas evidências, reforçando as potencialidades das atividades desenvolvidas ao

demonstrar que a articulação entre a MM e a CM contribui para a consolidação de uma estratégia didática coerente com os princípios do construcionismo.

No que se refere aos desafios, identificaram-se limitações de ordem estrutural e pedagógica que comprometeram a execução e o alcance das algumas atividades. Entre os principais entraves, destacam-se a escassez de tempo destinado ao planejamento e à experimentação, a insuficiência de materiais e de espaços adequados, além da necessidade de uma formação docente voltada ao uso de tecnologias e recursos *maker*.

O Quadro 15 apresenta as UR que evidenciam os desafios mencionados pelos colaboradores no desenvolvimento das atividades em sua prática docente.

Quadro 15 - Desafios observados

Unidades de Registro	Evidências - Ficha de observação	Evidências - Fórum 3
Falta de tempo	A atividade foi cansativa e o tempo foi muito curto (C1) O tempo não permitiu a criação de um jogo online (C9) A atividade se estendeu mais do que o previsto e também foi mais trabalhosa do que o planejado (C9) Devido ao tempo, apenas alguns alunos tiveram a chance de manipular o computador para observar como os protótipos eram modelados digitalmente (C7) “[...] apesar do trabalho que deu, creio que o resultado final foi muito bom” (C9)	“[...] Foi trabalhoso porque eu só pude usar duas aulas” (C1) “Faltou mais tempo” (C3)
Falta de recursos e material	Gostaria de ter usado pilhas e pequenos motores na atividade (C1) Gostaria de ter usado a caneta 3d na atividade (C2) Não pôde levar seus alunos até o Laboratório Maker (C5) “conhecer o laboratório maker foi uma experiência incrível, queria que meus alunos tivessem ido também” (C9)	“Se eles tivessem tido o contato com os equipamentos teria sido bem melhor” (C5) “[...] se a gente tivesse aqueles equipamentos na escola, a gente poderia fazer muito mais projetos” (C7) “Queria muito ter feito essa atividade com Lego igual vi no curso mas ainda não tenho esse material” (C8)
Formação	“[...] eu quero muito aprender a manipular aqueles equipamentos”(C7) Interesse em cursos para aprender a usar a impressora 3D (C5) Os professores precisam buscar cursos para melhorar sua prática na sala de aula (C3)	“[...] a gente precisa é dessas formações pra poder conhecer e trabalhar essas metodologias na sala” (C2) “[...] foi desafiador porque eu ainda não sei usar esses equipamentos maker, então o formador foi essencial” (C7)

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Os registros relacionados à falta de tempo indicam que a limitação temporal foi um dos principais entraves à execução plena das atividades. As falas dos professores destacam que o tempo destinado ao desenvolvimento das propostas foi insuficiente tanto para o planejamento quanto para a execução das etapas da modelagem e da experimentação *maker*.

Expressões como “atividade cansativa” e “foi trabalhoso porque eu só pude usar duas aulas” revelam o esforço despendido pelos docentes diante de um cronograma reduzido.

A falta de tempo também se configurou como uma barreira para os alunos que participaram da visita ao Laboratório Maker. Conforme relata C7, apenas alguns estudantes tiveram a oportunidade de manipular o computador para modelar os protótipos (Ficha de observação). Além da limitação temporal, havia poucos computadores disponíveis no laboratório, o que dificultou o acesso de todos os alunos, especialmente considerando o grande número de participantes.

Conforme destaca Moura (2019), a falta de tempo disponível é uma das principais barreiras enfrentadas no desenvolvimento de projetos *maker* por professores da educação básica. Segundo o autor, é evidente a limitação do tempo para encontros formativos e para a implementação de práticas educativas *maker*, agravada pela exaustão dos professores. Isso demonstra que, para viabilizar projetos *maker*, é fundamental discutir a gestão do tempo e adaptar as expectativas formativas, levando em conta o contexto real das escolas e a carga de trabalho docente.

A escassez de tempo também denota uma tensão entre o ritmo da escola e o tempo necessário à aprendizagem significativa proposta pela abordagem *maker*. Assim, a Modelagem Matemática Maker, ao demandar planejamento colaborativo, investigação e prototipagem, desafia a estrutura tradicional do tempo escolar, evidenciando a necessidade de reorganização curricular e de flexibilização das práticas pedagógicas.

Outro desafio recorrente diz respeito à falta de recursos e de espaços adequados. As falas dos professores evidenciam o desejo de ampliar o repertório de materiais disponíveis como motores, canetas 3D e equipamentos de um laboratório *maker*, para possibilitar uma aprendizagem mais concreta e exploratória. A ausência desses recursos limitou o potencial criativo e investigativo das atividades, gerando dependência de soluções improvisadas ou de materiais de baixo custo.

Essa limitação revela uma questão estrutural presente em muitas escolas públicas brasileiras: a desigualdade de acesso a tecnologias e ferramentas contemporâneas. Conforme defendem Valente (2017) e Papert (1980), o “fazer” na perspectiva construcionista requer condições materiais que permitam ao sujeito experimentar, errar e reconstruir, transformando ideias em artefatos concretos. Assim, a falta de recursos *maker* compromete o princípio central da MMM de articular a construção de conhecimento matemático com a materialização de soluções criativas.

A dimensão formativa emerge como um terceiro eixo crucial. As evidências mostram que os professores reconhecem a necessidade de ampliar seus conhecimentos sobre tecnologias digitais, metodologias ativas e práticas maker, apontando a formação continuada como elemento essencial para o aprimoramento de suas práticas. Depoimentos como “a gente precisa dessas formações pra poder conhecer e trabalhar essas metodologias na sala” e “foi desafiador porque eu ainda não sei usar esses equipamentos maker” revelam que o domínio técnico e pedagógico dos recursos é condição indispensável para a autonomia docente e para a consolidação da MMM como estratégia didática.

Segundo Moura (2019), a expertise docente no uso das tecnologias exige, fundamentalmente, o contato direto com as próprias ferramentas tecnológicas e o tempo necessário para sua apropriação. No entanto, o autor ressalta que esses dois aspectos podem se tornar contraditórios diante da constante e acelerada renovação tecnológica, uma vez que a formação do professor não se beneficia nem do domínio de tecnologias já ultrapassadas, nem da especialização em modismos passageiros.

Essa constatação reforça a importância de formações que articulem teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento de competências para integrar o pensamento computacional, o design e a modelagem matemática em atividades contextualizadas. Tais formações devem possibilitar ao professor vivenciar o processo maker de forma construcionista, como aprendiz e como mediador,, conforme propõe Valente (2019), ao destacar que o professor deve compreender o funcionamento das tecnologias não apenas para utilizá-las, mas para criar com elas.

De forma geral, os desafios identificados não apenas evidenciam barreiras, mas também apontam caminhos para o aprimoramento da prática pedagógica na perspectiva da Modelagem Matemática Maker. A limitação de tempo, a escassez de recursos e a carência de formação docente configuram-se como condições estruturantes que influenciam a viabilidade e a qualidade das experiências educativas. Entretanto, a análise revela, simultaneamente, o engajamento e a disposição dos professores em superar essas dificuldades, buscando adaptar-se às novas demandas pedagógicas.

Esses resultados sugerem que a consolidação da MMM requer políticas institucionais que garantam infraestrutura adequada, reorganização curricular e formação docente continuada, de modo que os princípios do construcionismo possam se materializar de forma efetiva no contexto escolar. Assim, os desafios observados, longe de deslegitimar a proposta, evidenciam o caráter transformador da MMM e seu potencial de promover uma prática pedagógica inovadora, crítica e colaborativa.

Em síntese, os dados revelam que os principais desafios para a implementação da Modelagem Matemática Maker relacionam-se às condições estruturais e à formação docente, enquanto as potencialidades residem na participação ativa dos estudantes, na aprendizagem significativa e no fortalecimento da relação entre a matemática escolar e situações reais. Tais achados reafirmam o potencial dessa abordagem como estratégia didática inovadora, capaz de promover um ensino criativo, contextualizado e colaborativo, em consonância com os princípios do construcionismo e das competências gerais da BNCC (2018).

A próxima seção apresenta, com base nos dados já analisados, o delineamento da Modelagem Matemática Maker como uma estratégia didática de ensino da matemática.

7 MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER: CONCEITOS, FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS

Nesta seção, apresenta-se o delineamento da Modelagem Matemática Maker (M^3) enquanto estratégia didática voltada ao ensino de Matemática nos anos iniciais do EF. Fundamentada na teoria construcionista de Seymour Papert (1980, 1994, 2008), tal proposta emerge da necessidade de repensar as práticas docentes que envolvem a construção do conhecimento matemático, articulando a investigação característica da MM com o fazer concreto e criativo promovido pela CM.

O entendimento acerca do conceito de estratégia didática alinha-se à concepção apresentada por Lima e Silva (2020), segundo a qual uma estratégia didática consiste em um conjunto planejado e dinâmico de ações pedagógicas empregadas pelo professor para favorecer o processo de ensino e aprendizagem, com foco na construção efetiva do conhecimento pelos alunos. Essa concepção envolve a seleção e a aplicação de métodos, técnicas e recursos didáticos que promovam o envolvimento ativo dos estudantes, considerando suas particularidades e o contexto em que o conteúdo é desenvolvido.

Nesse sentido, a M^3 configura-se como uma estratégia didática de ensino que os professores desenvolvem ao articular MM e CM em suas práticas docentes. Tal articulação tem como propósito promover a construção do conhecimento em um processo colaborativo entre professor e estudantes, no qual a MM atua como metodologia de ensino e a CM fornece os recursos e materiais necessários para concretizar as soluções propostas.

Por envolver de forma indissociável o ensino e a aprendizagem, a M^3 pode ser compreendida como um processo que integra essas duas dimensões. Nessa perspectiva, conforme Freire (1987), o ensino e a aprendizagem configuram-se como um movimento conjunto e interdependente, fundamentado na dialogicidade, em que professores e estudantes assumem o papel de sujeitos ativos na produção e reconstrução do conhecimento.

Paulo Freire (1987) enfatiza que não há ensino sem aprendizagem, pois ambos acontecem simultaneamente, constituindo uma só experiência de ação-reflexão entre sujeitos que buscam transformar a própria realidade. Para ele, este processo não é apenas cognitivo, mas envolve também aspectos éticos, políticos e sociais, sendo essencial para a autonomia dos estudantes e para sua emancipação.

Esse entendimento coaduna com os achados desta investigação, pois evidencia que a M^3 ultrapassa a mera transmissão de conteúdos, configurando-se como uma prática dialógica e investigativa, em que o erro, a experimentação e a criação são partes constitutivas

do aprender. Tal concepção aproxima-se da visão freireana de educação como prática da liberdade, na medida em que o estudante é reconhecido como sujeito de sua aprendizagem, capaz de intervir, propor e transformar o contexto em que está inserido.

Considerando os fundamentos da teoria construcionista de Seymour Papert (1980, 1985, 2008) que sustentam os resultados desta investigação, é possível inferir que a M³ apoia-se em dois princípios essenciais:

I - O aprender pelo fazer, conforme proposto por Papert (1980), que valoriza a construção ativa do conhecimento por meio da criação de artefatos e da experimentação prática como forma de promover a aprendizagem; e

II - O aprender pelo querer fazer, destacado por Papert (1994), que enfatiza a importância do interesse e da motivação intrínseca das crianças, colocando-as como protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem.

O aprender pelo fazer, conforme explica Gavassa (2020), constitui uma abordagem pedagógica que se fundamenta nos princípios do construcionismo propostos por Papert (1985), nos quais o ato de aprender está intrinsecamente ligado à ação, à experimentação e à produção de artefatos significativos. Nessa perspectiva, a CM é incorporada como um meio de promover a construção ativa do conhecimento, permitindo que o estudante se torne protagonista de seu processo de aprendizagem por meio da materialização de suas ideias e da resolução criativa de problemas (Blikstein, 2016).

Por sua vez, o aprender pelo querer fazer, conforme destaca Burak (1992, 2004), acrescenta uma dimensão motivacional e intencional a esse processo, na medida em que o engajamento do aluno decorre do interesse genuíno em investigar e compreender situações que fazem sentido em seu contexto. Assim, o desejo de fazer impulsiona a curiosidade e o envolvimento cognitivo, tornando a aprendizagem mais autêntica e significativa.

Dessa forma, ao articular o “aprender pelo fazer” ao “aprender pelo querer fazer”, consolidam-se os princípios que orientam essa estratégia didática, fundamentada na perspectiva construcionista.

Considerando esses aspectos teóricos e a relação teórico-metodológica examinada na Categoria de Análise 1 desta tese, concebe-se cinco princípios que em conjunto caracterizam a relação teórico-metodológica entre a MM e a CM:

I. Ambas podem ser desenvolvidas como metodologias ativas, uma vez que colocam o estudante no centro do processo, privilegiando sua atuação investigativa, criativa e participativa.

II. Ambas valorizam os processos de ensino e aprendizagem, compreendendo que a construção de conhecimentos se dá de forma contínua, dialógica e situada, e não apenas como alcance de um produto final.

III. Ambas integram saberes interdisciplinares, reconhecendo que fenômenos e problemas reais extrapolam fronteiras disciplinares e exigem articulações entre diferentes áreas do conhecimento.

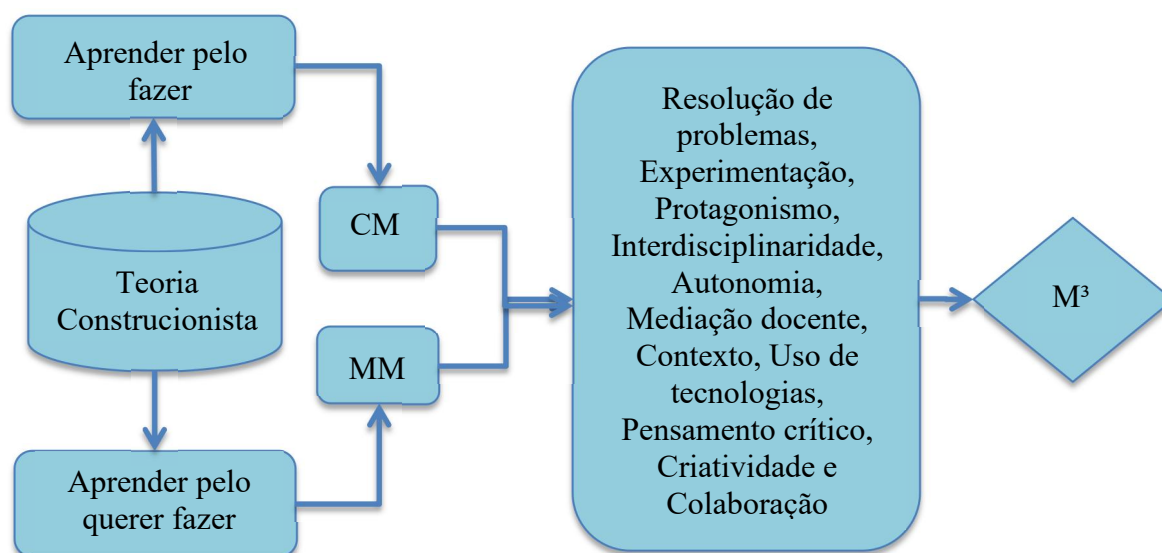
IV. Ambas assumem a resolução de problemas como eixo estruturante, tomando a problematização como ponto de partida para a mobilização de conceitos, estratégias e formas de representar e comunicar ideias.

V. Ambas reafirmam o papel do professor como mediador, responsável por criar condições para a investigação, provocar questionamentos, orientar processos reflexivos e favorecer a autonomia intelectual dos estudantes.

De modo complementar, essa relação evidencia o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como pensamento crítico, criatividade, tomada de decisão e uso intencional de tecnologias, bem como de habilidades socioemocionais como colaboração. Assim, a articulação entre MM e CM não apenas sustenta uma proposta metodológica consistente, como também se alinha às demandas contemporâneas da educação voltadas à formação integral dos sujeitos.

A Figura 10 apresenta um esquema que sintetiza os fundamentos que compõem o núcleo teórico-metodológico da M³, evidenciando as bases conceituais que orientam sua constituição como estratégia didática de ensino.

Figura 10 - Esquema representativo



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A teoria construcionista, portanto, oferece o suporte epistemológico e metodológico que orienta a concepção dessa estratégia. Conforme Papert, o conhecimento é mais significativo quando o aprendiz o constrói ativamente, sobretudo ao criar produtos tangíveis que materializam seu pensamento. Assim, o fazer com sentido assume centralidade na M^3 , convertendo a sala de aula em um espaço de criação, exploração e diálogo entre teoria e prática.

A partir desse construto, e com base nos dados analisados nas Categorias de análise 2 e 3 desta tese, é possível inferir que a M^3 consiste em uma estratégia que as atividades práticas promovem a articulação entre MM e CM e na qual os artefatos são entendidos como resultado material das soluções encontradas no processo de modelagem.

O Quadro 16 apresenta uma análise comparativa entre a MM, a CM e a própria M^3 , de modo a evidenciar as especificidades que caracterizam cada abordagem e a destacar os elementos que fundamentam a M^3 .

Quadro 16 - Análise comparativa

Dimensão	Modelagem Matemática	Cultura Maker	Modelagem Matemática Maker
Objetivo	Desenvolver o pensamento crítico e matemático a partir de problemas contextualizados	Desenvolver soluções tangíveis por meio de protótipos funcionais	Ampliar a aprendizagem matemática por meio da materialização das soluções
Natureza das atividades	Problemas emergentes do cotidiano escolar ou da comunidade	Design/projeto, fabricação (analógica/digital), instrumentação e testes	Projetos que unem problemas reais contextualizados a prototipagem
Papel do Estudante	Investigador, Resolve problemas interpretando resultados no contexto	Designer/maker autor do artefato, que experimenta e cria soluções	Modelador, que cria/modela soluções concretas para os problemas
Papel do Professor	Mediador que provoca, orienta e apoia a investigação, garantindo vínculo com a realidade e pertinência das questões.	Mentor de processo criativo e técnico, curador de materiais e segurança.	Articulador de saberes matemáticos, técnicos e sociais.
Resultado	Modelo matemático ou solução conceitual que explica, representa ou prevê o comportamento da situação estudada.	Protótipo ou artefato funcional produzido por meio de processos de criação, fabricação e testes	Artefato desenvolvido como forma de materializar a solução proposta para o problema (solução <i>maker</i>)

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Entende-se, assim, que na M^3 o objetivo é utilizar a Matemática não apenas para resolver problemas em situações reais e contextualizadas, mas também para estimular a criação e a experimentação por meio da construção de artefatos físicos que representem a solução dos problemas. Dessa forma, a Matemática deixa de ser vista apenas como um conjunto de conteúdos abstratos e passa a constituir-se como uma ferramenta para investigar,

representar e transformar a realidade, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, criativo e colaborativo.

Vale frisar que a M^3 se estrutura no contexto dos anos iniciais do EF e considera as diretrizes da BNCC (2018), especialmente no que se refere ao desenvolvimento de competências gerais e específicas da área da Matemática. Assim, a estratégia busca alinhar-se às orientações curriculares nacionais, ao mesmo tempo em que amplia as possibilidades pedagógicas da MM, incorporando os princípios da CM e os pressupostos construcionistas de ensino e aprendizagem.

Considera-se ainda que, enquanto a MM busca desenvolver o pensamento crítico e matemático por meio de problemas contextualizados, e a CM prioriza a criação de soluções por meio de protótipos funcionais, a M^3 propõe ampliar a aprendizagem matemática através da materialização das soluções. Essa mudança reflete a incorporação do fazer concreto como parte do processo de compreensão conceitual, alinhando-se ao construcionismo de Papert (1985, 1994), segundo o qual o aprendizado é potencializado quando o sujeito cria algo significativo.

Em relação à natureza das atividades, a M^3 se distingue por propor projetos que unem problemas reais à prototipagem, superando a fragmentação entre o pensar e o fazer. As atividades, portanto, exigem não apenas a modelagem de situações matemáticas, mas também a construção das soluções, o que reforça a aprendizagem pela experimentação e pela reflexão sobre o próprio processo produtivo (Blikstein, 2013, 2016). Assim, a M^3 emerge, no contexto dos anos iniciais do EF, como uma abordagem que integra a investigação própria da MM com o fazer concreto da CM, possibilitando ao estudante construir, testar e aprimorar suas ideias por meio da materialização de soluções.

Essa constatação confirma nossa hipótese de que a articulação entre a Modelagem Matemática e a Cultura *Maker*, configura-se como uma estratégia didática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do EF, que favorece a elaboração de soluções concretas para problemas oriundos do processo de modelagem, contribuindo para a compreensão e a vivência de conhecimentos matemáticos mobilizados por meio de atividades práticas.

Embora, nesta investigação, as etapas de desenvolvimento tenham sido orientadas pelas proposições de Burak (1992, 2004, 2010), reconhece-se que a M^3 também pode ser analisada à luz das contribuições de outros autores como Bassanezi (2002), Biembengut e Hein (2009), Almeida *et al.* (2025) entre outros pesquisadores da área, que discutem a MM como um processo dinâmico de construção de significados. Isso porque sua especificidade não está no percurso metodológico adotado, mas sim no princípio que a define: a

concretização do conhecimento matemático em um artefato, entendido como a expressão concreta das soluções construídas pelos estudantes.

Desse modo, a M^3 reafirma-se como uma estratégia didática que integra concepção teórica, investigação matemática e produção criativa, fortalecendo a relação entre pensamento abstrato e experiência concreta no processo de aprendizagem.

Compreende-se que para o bom desenvolvimento das atividades no âmbito da M^3 , é necessário que o professor esteja familiarizado com o ambiente onde desenvolverá suas ações e estar apto a fazer uma intervenção no âmbito pedagógico do ambiente de trabalho sempre com autonomia. Papert (1994, p. 61) defende que “cada professor deveria ser encorajado a ir tão longe quanto possível no sentido de desenvolver um estilo pessoal de ensinar”, assim como o aluno deve encontrar seu estilo pessoal de aprender. Para o autor, “aprender em uso (ou colocando a mão na massa) libera os estudantes para aprender de uma forma pessoal, e isso, por sua vez, libera os professores para oferecer aos seus alunos algo mais pessoal e gratificante para ambos os lados” (Papert, 1994, p. 62).

Nesse sentido, a M^3 reposiciona o aluno como modelador e criador de soluções concretas, combinando o caráter investigativo da MM com o protagonismo autoral da CM. O estudante não apenas interpreta e aplica modelos matemáticos, mas também os transforma em produtos tangíveis, exercitando autonomia, criatividade e pensamento crítico.

Quanto ao professor, a M^3 atribui-lhe o papel de articulador de saberes matemáticos, técnicos e sociais, ampliando sua atuação para além da mediação tradicional do ensino. Essa função demanda uma postura formativa e interdisciplinar, em que o docente cria condições para que os estudantes desenvolvam o raciocínio matemático, o pensamento criativo e a autonomia intelectual. Além disso, cabe ao professor orientar o uso de tecnologias, materiais e processos de fabricação, promovendo a integração entre teoria e prática e favorecendo a construção significativa do conhecimento.

Na M^3 os resultados constituem um elemento central para compreender a especificidade dessa abordagem, pois é nela que se evidencia a articulação entre o raciocínio matemático e o fazer criativo. Diferentemente da MM, cujo produto pode se restringir à elaboração de um modelo conceitual ou representacional, na M^3 a solução construída pelos estudantes assume a forma de um artefato físico que se materializa ao longo do processo. Esse artefato não é um simples objeto produzido ao final da atividade, mas representa uma solução para o problema, fruto de decisões, experimentações, cálculos, validações e reformulações ocorridas durante a investigação, é uma solução *maker*.

Assim, pode-se inferir que a M^3 é uma atividade de MM em que a solução apresentada ultrapassa a dimensão abstrata do modelo e se concretiza em uma proposta tangível, construída pelos próprios estudantes. Essa materialidade da solução permite observar, de modo mais explícito, como os conhecimentos matemáticos são mobilizados, testados, ajustados e validados na prática, evidenciando a integração entre pensamento matemático, experimentação e design.

Desse modo, a M^3 reafirma seu caráter híbrido e complementar à MM, ao transformar o processo investigativo em uma experiência que articula teoria e prática, abstração e concretização, raciocínio e criação. Em síntese, a especificidade da M^3 reside justamente nessa capacidade de fazer com que o conhecimento matemático ganhe forma, função e significado no artefato produzido, consolidando-se como uma estratégia didática que potencializa a aprendizagem por meio da ação e da construção.

Ao projetar e construir uma solução *maker*, o estudante é levado a compreender que o raciocínio matemático não se encerra em abstrações, mas se manifesta na funcionalidade e na coerência do artefato desenvolvido. Esse movimento favorece a construção de sentidos para os conceitos trabalhados, ao mesmo tempo em que mobiliza habilidades de planejamento, tomada de decisão, comunicação e colaboração.

Além disso, a solução *maker* amplia a avaliação do processo de aprendizagem. Em vez de considerar apenas resultados formais ou respostas numéricas, a M^3 permite que o professor observe como o estudante aplica conhecimentos matemáticos na construção da solução, como justifica escolhas, como lida com erros e como estabelece relações entre teoria e prática.

Desse modo, na M^3 , a solução *maker* não se resume à produção de um objeto, mas representa um marco de síntese, no qual se torna visível a integração entre modelagem, criação e reflexão. É nele que se concretiza a natureza inovadora da proposta, ao evidenciar que aprender matemática é também pensar, fazer, testar e reconstruir, em um processo contínuo e significativo de produção de conhecimento.

A partir dessas análises, conceitua-se a M^3 como uma estratégia didática que se integra ao processo de MM ao propor soluções *makers* para os problemas investigados. Em outras palavras, caracteriza-se como M^3 toda atividade de MM cuja solução se materializa em um artefato físico, evidenciando a articulação entre investigação matemática, criação material e prática projetual.

Em síntese, a M^3 configura-se como uma proposta inovadora que integra o raciocínio matemático e o fazer criativo em um mesmo processo de ensino e aprendizagem. Ao articular os princípios da MM e da CM, a M^3 se consolida como uma estratégia didática centrada no estudante, orientada para o desenvolvimento de competências matemáticas, tecnológicas e sociais, promovendo a aprendizagem ativa e significativa.

Nesse sentido, confirma-se a tese de que a articulação entre a MM e a CM, ancorada nos pressupostos construcionistas, estabelece a M^3 como uma estratégia didática que favorece o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Tal estratégia revela-se potente para subsidiar a práxis docente, ao oferecer condições para que o professor desenvolva práticas mais criativas, colaborativas e contextualizadas, capazes de promover a autonomia intelectual, a reflexão crítica e a compreensão significativa dos conceitos matemáticos.

Na seção seguinte, são apresentadas as considerações finais deste estudo, indicando seus principais desdobramentos e delineando possíveis direções para pesquisas futuras.

8 CONCLUSÃO

Nesta seção, apresentam-se as considerações finais decorrentes das análises desenvolvidas ao longo do estudo. A investigação buscou delinear a M³ como estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do EF, tendo como objeto de estudo a prática docente de professores desse nível de ensino ao planejarem e implementarem atividades em sala de aula que integrassem a CM ao processo de MM. Tal proposta se fundamenta na premissa de que a articulação entre MM e CM, sob a perspectiva construcionista, configura uma estratégia didática sólida e coerente para os anos iniciais do EF.

A consecução desse propósito desenvolveu-se a partir de três objetivos específicos, que, em conjunto, permitiram compreender a viabilidade teórico-metodológica e prática da M³. O primeiro objetivo consistiu em identificar os aspectos que caracterizam a relação teórico-metodológica entre MM e CM.

Por meio de uma RSL, e das percepções dos colaboradores da pesquisa registradas no Fórum de discussão 1, do curso de extensão, foi possível reconhecer convergências significativas entre essas abordagens, tais como: a centralidade da experiência do sujeito na construção do conhecimento, o papel da problematização enquanto eixo estruturante do processo educativo e do professor enquanto mediador. Tais elementos revelaram que a articulação entre MM e CM é epistemologicamente consistente e encontra fundamentação sólida no construcionismo.

A pesquisa bibliográfica e o aprofundamento teórico permitiu verificar a existência de diferentes concepções de MM no campo da Educação Matemática. Neste estudo, adotou-se a perspectiva que a entende como uma metodologia de ensino, por convergir com os princípios da CM. Essa abordagem considera que os estudantes partem de um tema ou problema de seu interesse e, a partir dele, mobilizam conceitos e procedimentos para investigá-lo e/ou propor soluções, assumindo um papel ativo no processo de aprendizagem.

A RSL também evidenciou relações entre a MM e diferentes tendências educacionais. No conjunto analisado, constatou-se que algumas dessas articulações já se encontram mais consolidadas, como é o caso da relação com a Pedagogia de Projetos. Estudos específicos têm se dedicado a esclarecer aproximações e distanciamentos entre essas duas perspectivas, contribuindo para o amadurecimento teórico e metodológico dessa discussão no âmbito da comunidade acadêmica.

O segundo objetivo específico consistiu em analisar como professores dos anos iniciais concebem o planejamento de atividades de MM articuladas à CM. Para tanto, foram examinados os roteiros de atividades elaborados pelos colaboradores, os registros presentes no diário de campo da pesquisadora e as discussões realizadas no Fórum de Discussão 2 do curso de extensão.

Da análise desse conjunto de dados constatou-se que, embora os professores reconheçam a importância da problematização como ponto de partida, há uma tendência a iniciar o planejamento das atividades a partir de conteúdos matemáticos previamente definidos, o que indica uma dificuldade em desvincular a Matemática da fase inicial da M³. Tal movimento sugere que, mesmo diante de propostas que enfatizam a investigação e a construção de significados, persiste uma característica escolar que privilegia a organização do ensino a partir de conteúdos.

Ao analisar os conteúdos matemático que integraram o roteiro de atividade dos colaboradores, evidenciou-se que a Geometria assumiu papel preponderante nas soluções propostas pelos colaboradores. Esse predomínio pode estar relacionado tanto à natureza concreta e espacial dos problemas propostos quanto à própria familiaridade dos professores com conteúdos geométricos nos anos iniciais. Ademais, verificou-se que a BNCC (2018) exerceu função estruturante no planejamento, orientando a seleção dos objetos de conhecimento e das habilidades a serem mobilizadas, confirmando seu papel como referência normativa que organiza o trabalho docente.

No que se refere aos recursos e materiais utilizados na elaboração dos roteiros de atividades, constatou-se a predominância de materiais recicláveis e de baixo custo. Tal escolha não esteve relacionada a receios ou inseguranças dos professores quanto ao uso do Laboratório *Maker*, especialmente porque o curso ofereceu apoio técnico para o manuseio das ferramentas disponíveis, mas sim às limitações de acesso ao espaço, decorrentes da impossibilidade de deslocamento das turmas até o referido laboratório.

Esse cenário evidencia que as atividades desenvolvidas no âmbito da M³ não dependem, necessariamente, de infraestrutura tecnológica avançada para se concretizarem. Ao contrário, mostram-se plenamente viáveis por meio de recursos acessíveis, desde que orientadas por intencionalidade pedagógica e pela clareza do problema a ser investigado e da solução a ser construída. Desse modo, a materialidade das soluções pode assumir diferentes configurações, e seu potencial formativo reside menos na disponibilidade de equipamentos sofisticados e mais na compreensão de que os artefatos produzidos pelos estudantes constituem respostas concretas aos problemas formulados durante o processo de modelagem.

Com isso, constata-se que a concepção e o planejamento de atividades que articulam MM e CM ainda estão em processo de amadurecimento, especialmente no que se refere à compreensão da problematização como ponto de partida da atividade e ao deslocamento da centralidade do conteúdo para o protagonismo investigativo dos estudantes. Entretanto, também revelam avanços significativos, como a compreensão de que essa articulação se materializa por meio de atividades práticas e de que o artefato produzido passa a ser concebido como uma solução construída pelos estudantes, integrando diferentes saberes e contribuindo para a construção do conhecimento matemático.

O terceiro objetivo específico desta pesquisa consistiu em compreender os aspectos metodológicos da prática docente no desenvolvimento de atividades de MM articuladas à CM, no contexto dos anos iniciais do EF. Para alcançar esse propósito, foram analisadas as fichas de observação referentes à socialização das atividades implementadas pelos colaboradores em sala de aula, bem como os registros produzidos no Fórum de Discussão 3 do curso de extensão.

Da análise desse material, constatou-se que os colaboradores, em sua maioria, organizaram as atividades em grupos e atuaram como mediadores ao longo de todo o processo investigativo. Essa mediação se expressou no fomento às discussões por meio de rodas de conversa, na oferta de devolutivas formativas sobre os conhecimentos mobilizados, na promoção da autonomia e da interdisciplinaridade a partir de temáticas contextualizadas e na criação de momentos destinados a ajustes e aprimoramentos das soluções propostas pelos estudantes. Observou-se, ainda, um esforço em conduzir os alunos à compreensão do artefato construído como expressão material da solução do problema investigado, reforçando sua função enquanto síntese do processo de modelagem.

Dessa forma, o termo “solução *maker*” consolidou-se como a expressão material e conceitual da aprendizagem desenvolvida no âmbito da M³, na medida em que o artefato produzido pelos estudantes sintetiza o processo investigativo, articula saberes de diferentes naturezas e representa, de maneira palpável, a resolução do problema tomado como ponto de partida.

Nesse sentido, a solução *maker* não se restringe ao produto final, mas compreende o percurso de construção coletiva, as negociações de significados e o desenvolvimento de habilidades criativas e matemáticas que se constituem ao longo da atividade. Assim, esse conceito se afirma como um elemento central para compreender o potencial formativo da M³ e sua contribuição para uma prática docente investigativa, autoral e fundamentada na participação ativa dos estudantes.

No que se refere aos desafios relacionados à implementação das atividades, identificou-se que a limitação de tempo disponível em sala de aula foi apontada pelos colaboradores como um entrave significativo, uma vez que consideraram que poderiam aprofundar ou ampliar determinadas etapas caso dispusessem de um período maior. Além disso, a insuficiência de materiais adequados também se apresentou como um obstáculo, pois, embora as soluções tenham sido concretizadas, os professores afirmaram que os artefatos poderiam atingir níveis mais refinados de elaboração caso houvesse maior diversidade de recursos. Somam-se a esses aspectos a necessidade de formação docente voltada ao uso de tecnologias e recursos *maker*, evidenciando que a consolidação da M³ implica investimento contínuo em processos formativos que favoreçam segurança, autonomia e domínio técnico-metodológico por parte dos professores.

Entende-se, nesse sentido, que o curso de extensão proporcionou subsídios para compreender como os docentes compreendem, mobilizam e ressignificam conceitos relacionados à MM e à CM em suas práticas docentes. Dessa forma, a realização do curso não apenas contribuiu para o desenvolvimento profissional dos participantes, mas também forneceu elementos fundamentais para a análise qualitativa da articulação entre essas duas abordagens, permitindo identificar potencialidades, desafios e implicações pedagógicas dessa articulação no contexto investigado.

À luz dos resultados obtidos, é possível afirmar que a articulação entre a MM e a CM, materializada na proposta da M³, configura-se como uma estratégia didática inovadora, consistente e viável para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Tal inovação manifesta-se na integração entre investigação matemática, produção material e resolução de problemas contextualizados, promovendo a aprendizagem por meio da ação, da experimentação e da construção de soluções concretas ancoradas em situações significativas para os estudantes.

Nesse sentido, valida-se a hipótese desta pesquisa, segundo a qual a articulação entre MM e CM favorece a elaboração de soluções concretas para problemas oriundos do processo de modelagem, contribuindo para a compreensão, a vivência e a ressignificação dos conhecimentos matemáticos mobilizados em atividades práticas. Os dados evidenciam que o artefato produzido, denominado neste estudo como solução *maker*, não se reduz a um produto final, mas constitui a expressão material e conceitual de um percurso investigativo no qual os estudantes articulam conceitos matemáticos, tomam decisões, testam hipóteses, revisam estratégias e constroem significados.

Este estudo contribui para o campo da Educação Matemática ao oferecer um referencial teórico-metodológico para a implementação da M^3 e contribui, ainda, para a formação de professores, ao evidenciar a importância de espaços sistemáticos de planejamento, reflexão e experimentação, nos quais os docentes possam desenvolver segurança, autoria e domínio sobre abordagens que rompem com modelos tradicionais de ensino.

Como toda pesquisa, esta apresenta limitações, entre elas o recorte temporal do acompanhamento das práticas, o que aponta para a necessidade de investigações futuras que contemplem análises longitudinais, ampliação para outros segmentos da Educação Básica e outras concepções teóricas. Essas perspectivas podem favorecer a consolidação da M^3 como uma estratégia didática própria, na qual a CM não seja mobilizada apenas como etapa final de representação, mas integrada desde a formulação da problemática e ao longo de todas as etapas do processo de modelagem. Tal integração fortalece a construção de um percurso investigativo coerente com os princípios construcionistas, em que o erro é entendido como parte constitutiva da aprendizagem, a prototipagem se configura como meio de exploração conceitual e a matemática emerge como linguagem necessária para interpretar, testar e aperfeiçoar soluções.

Por fim, espera-se que a M^3 inspire novas práticas no contexto da escola pública, contribuindo para uma educação matemática democrática, inovadora e comprometida com a formação integral dos estudantes. Ao valorizar a criatividade, a investigação e a participação ativa dos sujeitos na construção do conhecimento, a M^3 reafirma-se como uma estratégia didática contemporânea, capaz de unir rigor intelectual, expressão material e sentido formativo às experiências escolares.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Edith K. From decontextualized to situated knowledge: revisiting Piaget's water-level experiment. *In*: HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (org.). **Constructionism**. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1991. p. 269–295.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. Considerations on the use of mathematics in modeling activities, **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, [s. l.], v. 50, p. 19–30, 2018.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/321638725_Considerations_on_the_use_of_mathematics_in_modeling_activities. Acesso em: 30 mai. 2025.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle; SILVA, Kátia Patrícia; VERTUAN, Regiane. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2025.

ALVES, Carlos Alex. Modelagem na Educação Matemática: da formação docente à sala de aula. **Intermaths**: Revista de Matemática Aplicada e Interdisciplinar, Vitória da Conquista, v. 4, n. 1, p. 135–145, 2023. DOI: 10.22481/intermaths.v4i1.11442. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/intermaths/article/view/15795>. Acesso em: 6 fev. 2025.

ANDERSON, Chris. **Makers**: a nova revolução industrial. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2012.

ARAGÃO, Maria de Fátima Andrade; BARBOSA, José Lamartine da Costa. A história da Modelagem Matemática: uma perspectiva de didática no Ensino Básico. *In*: ENCONTRO PARAIBANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2016. p. 1–12.

BARBIERI, Simone Corte Real; SILVA, Scheila de Avila e; BACCIN, Kétini Mafalda Sacon. Reflexões sobre a formação docente e as possibilidades de ensinagem para a cultura maker. **Revista Edutec**: Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente, [s. l.], v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/EduTec/article/view/14488>. Acesso em: 9 abr. 2025.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática e a perspectiva sócio-crítica. *In*: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/531884668/142008-11-01-15-44-48> . Acesso em: 3 mar. 2024.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. A “contextualização” e a Modelagem na educação matemática do ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Anais [...]** Recife: SBEM, 2004. p. 1-8. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/50415124/Jonei-Cerqueira-Barbosa-3?utm_source= . Acesso em: 6 mai. 2024.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *In*: REUNIÃO ANUAL ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais [...]**. Rio Janeiro: ANPED, 2001. Disponível em:

http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/modelagem.pdf . Acesso em: 4 abr. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salete; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salete. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009. Disponível em: https://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/2009/modulo_VI/pdf/30%20anos%20de%20modelagem.pdf. Acesso em 1 jun. 2024.

BIEMBENGUT, Maria Salete. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital Fabrication and 'Making' in Education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (ed.). **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Tróia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 837-856, jul./set.2016. Disponível em: <https://acervo.paulofreire.org/items/3779a788-5f3f-4aa7-a341-657950793363> . Acesso em: 3 fev. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo.; VALENTE, José Armando; MOURA, Éliton Meireles de. Educação Maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/48127> . Acesso em: 10 fev. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo; SILVA, Rodrigo Barbosa e; CAMPOS, Fabio; MACEDO, Livia. **Tecnologias para uma educação com equidade: novo horizonte para o Brasil**. Brasília, DF: DE3, 2021.

BORGIO, Valéria.; BURAK, Dionísio. Modelagem matemática e interdisciplinaridade: perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO PPE, 2011, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: UEM, 2011. p. 01-19. Disponível em: https://www.dionisioburak.com.br/_files/ugd/2d4976_037696ba153e4565be315c55b48bc5fe.pdf . Acesso em: 19 abr. 2025.

BRANDT, Celia Finck; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel (org.). **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações**. 2. ed. rev. ampl. Ponta grossa: Editora UEPG, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação Infantil e ensino fundamental**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 26 ago. 2023.

BROCKVELD, Marcos Vinícius.; SILVA, Mônica Renneberg; TEIXEIRA, Clarissa, Stefani. A Cultura Maker em Prol da Inovação nos Sistemas Educacionais. *In: EDUCAÇÃO FORA DA CAIXA: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação*, 2018, São Paulo. São Paulo, Editora Blucher, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/9788580393224-04>. Acesso em 3 fev. 2025.

BROUSSEAU, Guy. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**: Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. 460 f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, UNICAMP, 1992.

BURAK, Dionísio. A Modelagem Matemática e a sala de aula. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 1., 2004, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: UEL, 2004. Disponível em: <https://livrozilla.com/doc/775803/modelagem-matem%C3%A1tica-e-a-sala-de-aula-dion%C3%ADsio> . Acesso em: 5 fev. 2024.

BURAK, Dionísio. As diretrizes curriculares para o ensino de matemática e a modelagem matemática. *In: PERSPECTIVA*, 29., 2005, Erechim. **Anais [...]**. Erechim: Edifapes, 2005. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redes.virtual.bibliotecas:artigo.revista:2005;1000966175> . Acesso em 6 mar. 2025.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010. Disponível em: <https://mid-educacao.curitiba.pr.gov.br/2017/10/pdf/00156542.pdf> . Acesso em: 1 jan. 2023.

BURAK, Dionísio.; ARAGÃO, Rosângela Maria de. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: Editora CRV, 2012.

BURAK, Dionísio.; KAVIATKOVSKI, Marínes Aparecida de Carvalho. Considerações sobre a modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental a partir de atividades desenvolvidas em sala de aula. *In: ALENCAR, Edvoneete Souza de; LAUTENSCHLAGER, Etienne (org.). Modelagem matemática nos anos iniciais*. São Paulo: Editora Sucesso, 2014. p.51-62.

BURAK, Dionísio; MARTINS, Márcio André. Modelagem Matemática nos anos iniciais da Educação Básica: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Guarapuava, v. 8, n. 1, p. 93 -11, jan./abr. 2015. Disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1925> . Acesso em: 2 jan. 2024.

BURAK, Dionísio. A modelagem matemática na perspectiva da Educação Matemática: olhares múltiplos e complexos. **Revista Educação Matemática Sem Fronteiras**, Chapecó, v. 1, n.1, p. 96 – 111, jan-junho, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/EMSF/article/view/10740/7127> . Acesso em: 5 jan. 2024.

BURAK, Dionísio. A modelagem na concepção de educação matemática de Higginson: relações e implicações envolvidas no processo de ensino e aprendizagem de matemática. **Revista Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15448/2179-8435.2023.1.45047>. Acesso em: 25 mai. 2024.

CALDEIRA, Ademir Donizete. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009. Disponível em: <https://ru.dgb.unam.mx/items/f2b1eff1-bab6-4a2b-ab2b-962bdabf1056> . Acesso em: 7 ago. 2024.

CAMPOS, Juliana Loureiro Almeida; SILVA, Taline Cristina da; ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de. Observação participante e diário de campo: quando utilizar e como analisar? In: SOUSA, Daniel Carvalho Pires de; MAGALHÃES, Henrique Fernandes de; OLIVEIRA, Edwine Soares de (org.). **Métodos de Pesquisa Qualitativa para Etnobiologia**. Recife: Editora Nupeea, 2021. p. 95-112. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351492815_Observacao_Participante_e_Diario_de_Campo_quando_utilizar_e_como_analisar. Acesso em: 17 jun. 2025.

CARARO, Elhane de Fatima Fritsch; KLÜBER, Tiago Emanuel. O professor que desenvolve Modelagem Matemática: uma compreensão filosófica e epistemológica. **Revista de Educação Matemática**, São Bernardo do Campo, v. 20, n. 5, p. 23-81, 2023. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/25>. Acesso em: 6 jan. 2025.

CARLINI, A. **20% a distância: e agora?**: orientações práticas para o uso de tecnologia de educação a distância. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

CARVALHO, Ana Beatriz; ALVES, Thelma Panerai. Apropriação tecnológica e cultura digital: o programa “Um Computador por Aluno” no interior do Nordeste brasileiro. **Logos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 34, p. 88-104, 2011. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/logos/article/view/1250>. Acesso em: 25 dez. 2023.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Ética e pesquisa em Educação**: o necessário diálogo internacional. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 154-163, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.13i1.0009> Acesso em: 7 jul. 2025.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**: du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: Reflexões sobre educação e matemática**. São Paulo: Summus, 1986.

DIAS VAZ, Cristina Lúcia; PASSOS NERI JÚNIOR, Edilson dos. O lugar da aprendizagem criativa: uma experiência com a matemática mão na massa. **Rematec: Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Belém, v. 15, n. 34, p. 137-155, 2020. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/> . Acesso em: 1 dez. 2024.

DOUGHERTY, Dale. **Somos fabricantes**. Vídeo. TED@MotoCity, 2011. Disponível em: https://www.ted.com/talks/dale_dougherty_we_are_makers/transcript#t-136039. Acesso em: 24 maio 2022.

DOUGHERTY, Dale. **The Maker Movement**. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012. Disponível em: https://direct.mit.edu/itgg/article/7/3/11/9719/The-Maker-Movement?utm_source=. Acesso em: 4 fev. 2025.

DOUGHERTY, D. The Maker Mindset. *In*: HONEY, M. & KANTER, D. E. **Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators**. London: Routledge. 2013.

ELIAS, Cláudia Lúcia; LEMOS, Andréa Sousa. As premissas construcionistas de Seymour Papert e a computação na Educação Básica: o que o passado nos ensina? **SciELO Preprints**, v. 14, 2024. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/9231>. Acesso em: 9 jan. 2025.

FIELDS, Deborah; KAFAL, Yasmim.; DRUIN, Alisson. Making as a pathway to equity: the importance of critical making in education. **Equity & excellence in education**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 429-443, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/journals/ueee20> . Acesso em: 25 mar. 2025.

FOGAÇA, Maria Eduarda Bittencourt; SANTOS, Eloize Caroline dos; BURAK, Dionísio; MORAES, João Carlos Pereira de. Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática e sua relação com as propostas curriculares oficiais. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, Edição Especial, p. 523-532, jul. 2021. DOI: 10.22408/rev602021828523532. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/828>.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREUDENTHAL, Hans. **Mathematics as an Educational Task**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973.

GAROFALO, Débora. **Como trazer a Educação 4.0 para dentro da sala de aula**. São Paulo: Nova Escola, 2018.

GAVASSA, Regina Célia Fortuna Broti. **Cultura maker como proposta curricular de tecnologias na política educacional da cidade de São Paulo**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo - Linha de pesquisa Novas Tecnologias), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, PUC-SP, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.

HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers**. New York: McGraw-Hill Education, 2013.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Version 2.3. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University; University of Durham, 2007.

KLÜBER, Tiago Emanuel.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/1642> . Acesso em: 20 set. 2024.

KLÜBER; Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Bases epistemológicas e implicações para práticas de modelagem matemática em sala de aula. *In*: IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Brasília. **Anais [...]** Brasília: SBEM, 2009. Disponível em: https://app.utp.br/cadernosdepesquisa/pdfs/cad_pesq20/art_14.pdf . Acesso em 29 ago. 2025.

KLÜBER, Tiago Emanuel; TAMBARUSSI, Carla Melli. A Formação de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma Hermenêutica. **Acta Scientiarum. Education**, Maringá, v. 39, n.1, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3157> . Acesso em: 5 dez. 2024.

LEMONS, Silvana Donadio Vilela; VALENTE, José Armando. Estudo da cultura maker na escola. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 21, p. 1-27, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/60975> . Acesso em: 7 jan. 2025.

LESSA, Valéria Espíndola; FORIGO, Franciele Meinerz; TEIXEIRA, Adriano Canabarro; LICKS, Gabriel Paludo. Programação de Computadores e Robótica Educativa na Escola: tendências evidenciadas nas produções do Workshop de Informática na Escola. *In*: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21., 2015, Maceió. **Anais [...]** Maceió: Sociedade Brasileira de Computação, 2015, p. 92-101. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16509> . Acesso em: 9 dez. 2024.

LEUNG, Allen. Exploring STEM Pedagogy in the Mathematics Classroom: a Tool-Based Experiment Lesson on Estimation. **International Journal of Science and Mathematics Education**, [s.l.], v. 17, p.1339–1358, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9924-9>. Acesso em: 7 fev. 2024.

LEVIN, Esteban; RIBEIRO, Luiz Cláudio Puntí; SILVA, Carlos Alberto da. O corpo ajuda o aluno a aprender: considerações a partir das ciências cognitivas e da educação. **Nova Escola**, São Paulo, n.179, v.20, p. 1-12, 2025. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/896/esteban-levin-o-corpo-ajuda-o-aluno-a-aprender> . Acesso em: 26 ago. 2025

LIMA, Juliana Fernandes; SILVA, Carlos Cezar da. Uma estratégia didática para o ensino de reação de saponificação. *In*: XIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 2021, Jataí. **Anais [...]** Jataí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/728/1/produto_Juliana%20Fernandes%20Lima.pdf

LOGO FOUNDATION. Logo and Learning. Disponível em: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_and_learning.html. Acesso em: 21 mar. 2024.

LOPES, Elder. Vire-se-você-mesmo: O movimento maker e o falso empoderamento por meio da tecnologia. *In: Movimento Maker e Fab Labs: design, inovação e tecnologia em tempo real*. Bauru: Unesp, 2019. p. 26-30. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336285425_Vire-se-voce-mesmo_o_movimento_maker_e_o_falso_empoderamento_por_meio_da_tecnologia. Acesso em: 5 mar. 2025.

LOPES, Aldo Peres Campos. Formação de professores e a Modelagem Matemática na perspectiva crítica: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 6, n. 2, p. 121-149, 2023. Disponível em: <https://ojs.upf.br/index.php/rbecm/article/view/14214>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MAGNUS, Maria Carolina Machado. CALDERIA, Ademir Donizeti,; Duarte, Claudia Laudia Glavam. Do Modelo Matemático à Modelagem Matemática: descontinuidades históricas. **Bolema**, Rio Claro, v. 33, n. 65, p. 1215-1232, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370572071_A_Modelagem_Torna_o_Ensino_e_a_Aprendizagem_de_Matematica_Significativos_descontinuidades_historicas. Acesso em: 8 jul. 2025.

MAGNUS, Maria Carolina Machado. A Modelagem Torna o Ensino e a Aprendizagem de Matemática Significativos: descontinuidades históricas. **Bolema**, Rio Claro, v.37, n.75, p.194-217, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/x86jfcCLBpVt5WXNcWJjYbg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 8 jul. 2025.

MCKAY, George (ed.). **Diy Culture: party & protest in mineties britain**. Londres: Verso, 1998. ISBN 9781859842607 (paperback) / ISBN 9781859848784 (hardback).

MARTENS, Anne Sabine. ; KLÜBER, Tiago Emanuel. Formador de professores em contextos de formação continuada em modelagem na educação matemática. **Debates em Educação**, v. 16, n. 1, p. 6027, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377642137_formador_de_professores_em_contexto_s_de_formacao_continuada_em_modelagem_na_educacao_matematica. Acesso em 6 ago. 2025.

MARTINEZ, Sylvia Libow.; STAGER, Gary. **Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom**. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MASSA, Nayara Poliana; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Josely Alves dos. O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: SBEM, 2019. p.121. Disponível em: <https://share.google/j0k8C5iWKqhxVPEJw>. Acesso em 10 jul. 2025.

MEYER, João Frederico Azevedo.; CALDEIRA, Antônio Delfino.; MALHEIROS, Ana Paula Sales. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso**: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

MORIN, Edgar. **A religião dos saberes**: os desafios do século XXI. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2004.

MOTA, Natália Droescher dos Santos. A abordagem educacional maker: percepções docentes a respeito do desenvolvimento socioemocional nas práticas maker. **Revista Políticas Públicas e Cidades**, Passo Fundo, v. 14, n. 6, p. 1-16, 2025. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/2398> . Acesso em 5 jul. 2025.

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação docente e educação maker**: o desafio do desenvolvimento das competências. 354 f. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, FEUSP, 2019.

MUTTI, Gabriele de Sousa Lins; KLÜBER, Tiago Emanuel. **Práticas pedagógicas de professores da Educação Básica num contexto de formação continuada em modelagem matemática na Educação Matemática**. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, UNIOESTE, 2016.

MUTTI, Gabriele de Sousa Lins.; KLÜBER, Tiago Emanuel. Aspectos que constituem práticas pedagógicas e a formação de professores em Modelagem Matemática. **Alexandria**, Florianópolis, v.11, s.n., p. 85-107, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329262985_Aspectos_que_constituem_praticas_pedagogicas_e_a_formacao_de_professores_em_modelagem_matematica. Acesso em: 1 fev. 2025.

MUTTI, Gabriele de Sousa Lins; MATIOLI, Cristiane Elise Reich; KLÜBER, Tiago Emanuel. Modelagem matemática segundo os professores de Matemática do núcleo regional de educação de Foz do Iguaçu. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13, 2019, Cuiabá. **Anais [...]**, Cuiabá: SBEM, 2019, p. 1-12. Disponível em: <https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/viewPDFInterstitial/1796/631>. Acesso em 15 nov. 2024.

MUTTI, Gabriele de Sousa Lins; KLÜBER, Tiago. Emanuel. Adoção da Modelagem Matemática: o que se mostra na literatura produzida no âmbito da Educação Matemática. **Bolema**, v. 35, n.69, p. 129-157, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/YXPfLVqXthgCWvKVPtJ9bHc/?format=html&lang=pt> . Acesso em: 9 jul. 2025.

NEVES, Heloísa. **O Movimento Maker e a Educação**: Como Fab Labs e Makerspaces podem contribuir com o aprender. São Paulo: Fundação Telefônica Brasil, 2015.

NISS, Mogens; BLUM, Werner. **The learning and teaching of mathematical modelling**. London; New York: Routledge, 2020.

OLIVEIRA, Wellington Piveta; KLÜBER, Tiago Emanuel. Formação de professores em Modelagem Matemática: uma hermenêutica dos relatórios do GT 10 - Modelagem Matemática da SBEM. **Educação Matemática Pesquisa**, v.19, n.2, p. 167-186, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/30034> . Acesso em: 19 jan. 2024.

OLIVEIRA, Welligton Pereira. Aprender e ensinar com Modelagem Matemática no campo da formação inicial e continuada de professores. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 9., 2020, Paraná. **Anais [...]**. Curitiba: SBEM-PR, 2020. p. 81-90. Disponível em: https://sbemparana.com/arquivos/anais/epmemix/anais/CC08.pdf?utm_source= . Acesso em: 10 jul. 2025.

OLIVEIRA, Douglas Takasu Bomfim de. **A proporcionalidade por meio da cultura maker no ensino de matemática**. 120f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45135/tde-18072023-212900/pt-br.php>. Acesso em 13 jun. 2025.

PAPERT, Seymour; SOLOMON, Cynthia. **Twenty Things to Do with a Computer**. MIT: Artificial Intelligence Laboratory, 1971.

PAPERT, Seymour **M. LOGO: computadores e educação**. Tradução e prefácio de José A. Valente. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. **Perestroika and Epistemological Politics**. Harvard: Educational Review, 1990.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. Havard: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PAULA, Bruna. **Cultura Maker na educação: uma abordagem integrada ao ensino**. 118 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, USP, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/items/7b74b695-992c-4947-a3f4-ac8c06acf8ef>. Acesso em: 3 nov. 2024.

PEREIRA, Emanueli. **O estagiário da licenciatura ao estar com o professor regente que assume a modelagem matemática em sala de aula**. 123 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, UNIOESTE, 2023. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/6836>. Acesso em: 6 dez. 2024.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

PIAGET, Jean. **Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais**. São Paulo: Pioneira, 1976.

PIAIA, Franciele; SILVA, Vantielen da. O ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: sobre o uso da Modelagem Matemática. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 16, n. 21, p. 88-100, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/233>. Acesso em: 5 mar. 2024.

PINHO, Alexandra Moreno; CARNEIRO, Teresa Magalhães de Araújo. Competências gerais da bncc: desenvolvimento na educação básica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 7159–7169, 2024. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17092?utm_source= . Acesso em 5 fev. 2025.

RAABE, André. GOMES, Eduardo. Maker: uma nova abordagem para a tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, s.n., p. 6 - 20, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/ano10-numerovol26-edicao-tematica-viii/>. Acesso em 21 de fev. 2025.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong kindergarten**: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. Cambridge: MIT Press, 2017.

RESNICK, Michel. **Jardim de infância para toda a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão a massa e relevante para todos. São Paulo: Penso, 2020.

RIBEIRO NETO, João; MAIA, Lucas Emanuel de Oliveira; MENEZES, Daniel Brandão; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. A Cultura Maker como Metodologia Ativa de Ensino: Contribuições, Desafios e Perspectivas na Educação. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 107–115, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380722883_A_Cultura_Maker_como_Metodologia_Ativa_de_Ensino_Contribuicoes_Desafios_e_Perspectivas_na_Educacao. Acesso em: 6 fev. 2024.

ROSA, Milton; REIS, Frederico da Silva; OREY, Daniel Clark. A modelagem matemática crítica nos cursos de formação de professores de matemática. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 2, p. 159–184, 2012. Disponível em: www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/227/219 . Acesso em: 2 de jul. 2025.

SCHELLER, Morgana; VIALI, Lori; ALEXANDRE LAHM, Regis. A aprendizagem no contexto das tecnologias: uma reflexão para os dias atuais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 1-11, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/226149?show=full> . Acesso em: 9 ago. 2024.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Vantielen. A primeira experiência de estudantes com modelagem matemática: análise de depoimentos. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, s.n., 2015, Ponta Grossa. **Anais [...]** Ponta Grossa: SBEM, 2015, p. 1-15. Disponível em: https://sbemparana.com/arquivos/anais/epremxiii/anais/CC78_1.pdf . Acesso em: 6 jul. 2025.

SILVA, Ariel Cardoso da; SILVA, Karina Alessandra Pessoa da; PADOAN-SEKIB, Jeferson Takeo. Antecipação e encaminhamento de uma atividade de modelagem matemática no contexto de aulas de educação financeira. **Jornal Internacional de Estudos em Educação**

Matemática, v. 13, n. 1, p. 73-83, 2020. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/31975/>. Acesso em 13 jan. 2025.

SILVA, Ana Gisnayane Sousa.; SOUSA, Francisco Jucivâneo Félix de; MEDEIROS, Jarles Lopes de. Ensino de matemática: aspectos históricos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 8, p. e488985850, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5850> . Acesso em: 30 jan. 2024

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. **Bolema**, v. 14, n. 18, p. 66–91, 2000. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10635> . Acesso em: 9 mai. 2024.

SOSTER, Tatiana Sansone. **Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas**. 175 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, PUC-SP, 2018. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/21552> . Acesso em: 3 mai. 2024.

SOUSA, Bárbara Nivalda Palharini Alvim; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Formação do professor em Modelagem Matemática: um olhar sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-28, 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2926> Acesso em: 22 fev. 2024.

SOUSA, Maria do Carmo; BRAZÃO, Paulo. O construcionismo como proposta de inovação pedagógica. **Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v. 8, s.n., p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/6131> . Acesso em: 17 set. 2024.

SOUZA, Jerson Sandro Santos de. Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa: uma Relação Subjacente. **Jornal Internacional De Estudos Em Educação Matemática**, [s.l.], v. 14, n.2, p.241–247. 2021. Disponível em: <https://jieem.pgsscogna.com.br/jieem/article/view/8809> . Acesso em: 11 mar. 2025. **ok**

STAGER, Gary. Seymour Papert - Father of the Maker Movement. Invent To Learn, 2017. Disponível em: <https://inventtolearn.com/seymour-papert-father-of-the-maker-movement/> Acesso em: 17 abr. 2024.

STELLA, Ana; FIGUEIREDO, Ana Paula ; SILVA, Damione Damito Sanches Sigalas D.; AMARAL, Mirela Campos do; SACHETTI, Welington Luis. BNCC e a cultura maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. **Revista InovaEduc**, Campinas, SP, n. 4, p. 1-37, 2021. Disponível em: https://www.lantec.fe.unicamp.br/pf-lantec/n4.art6_.pdf . Acesso em: 12 jan. 2025.

STURMER, Carlos Rogério.; MAURICIO, Claudio Roberto Marquette. Cultura maker: como sua aplicação na educação pode criar um ambiente inovador de aprendizagem. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.8, p. 77070-77088, 2021. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33916?utm_source= . Acesso em: 5 jul. 2024.

SILVA, Karina Alessandra Pessoa da; TORTOLA, Emerson. Repercussions of mathematical modelling education within the scope of a professional master's degree for the practice of Basic Education teachers. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 15, n. 1, P. 1-20, 2022. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/riperm/article/view/4119?utm_source= . Acesso em: 7 jul, 2025.

VALENTE, José Armando. **O construcionismo e a cultura maker**: novas possibilidades para a educação. Campinas: Unicamp, 2017.

VALENTE, José Armando.; BLIKSTEIN, Paulo. **Educação Maker**: onde está a construção do conhecimento?. São Paulo: TLT LAB, 2019. Disponível em: https://tltlab.org/publications/educacao-maker-onde-esta-a-construcao-do-conhecimento/?utm_source= . Acesso em: 10 jul. 2025.

VYGOTSKY, Levy. **A Formação Social da Mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone/EDUSP, 1988.

WISNIESKI, Ramiro Tadeu. A teoria construcionista. **RECIMA21** - Revista Científica Multidisciplinar, [s. l.], v. 3, n. 4, p. e341390, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i4.1390. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1390> . Acesso em: 6 fev. 2023.

ZSIGMOUND, Fábio. **Tecnologia e a cultura do “faça você mesmo”**. Entrevista ao programa conexão futura, exibido no canal futura, janeiro de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FO5oxuYfvfg> . Acesso em: 8 jun. 2023.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário de Pesquisa

Olá, somos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade Federal do Ceará (UFC) e Rede Nordeste de Ensino (RENOEN). Gostaríamos de convidar você, professor(a), para participar da pesquisa intitulada "Modelagem Matemática Maker: uma estratégia didática para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental".

Destacamos que os dados fornecidos serão tratados com total confidencialidade. Em caso de dúvidas e necessidade de informações complementares, por gentileza, entrar em contato pelo e-mail josireis@alu.ufc.br

Desde já, agradecemos a sua participação.

Contato

1. Email

Interesse na pesquisa

2. Você tem interesse em participar desta pesquisa?

() Sim

() Não

Perfil dos participantes

3. Gênero

() Feminino

() Masculino

() Outro

4. Formação inicial

() Pedagogia

() Matemática

() Outro _____

5. Possui pós graduação?

() Não

() Sim. _____

6. Tempo de atuação docente (em anos)

7. Etapa em que atua como docente

- ☐ Educação infantil
- ☐ Anos iniciais Ensino Fundamental
- ☐ Anos finais Ensino Fundamental
- ☐ Ensino médio
- ☐ Educação de jovens e adultos

8. Atua em qual rede de ensino?

- ☐ Pública
- ☐ Privada

Prática docente

9. Quais metodologias de ensino você conhece? (Aceita mais de uma resposta)

- ☐ Aprendizagem baseada em projetos
- ☐ Sala de aula invertida
- ☐ Aula expositiva
- ☐ Design thinking
- ☐ Freiriana
- ☐ STEM
- ☐ Modelagem matemática
- ☐ Não conheço nenhuma dessas metodologias

10. Qual seu grau de conhecimento sobre Modelagem Matemática?

- ☐ Ainda não conheço
- ☐ Conheço pouco
- ☐ Conheço muito

11. Você já realizou alguma atividade de Modelagem Matemática em sua sala de aula?

- ☐ Sim
- ☐ Não

12. Qual seu grau de conhecimento sobre Cultura Maker?

☐ Ainda não conheço

☐ Conheço pouco

☐ Conheço muito

13. Você já participou de alguma oficina, palestra ou formação relacionada à Cultura Maker?

☐ Sim

☐ Não

Obrigada pela sua participação

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) por JOSIANE SILVA DOS REIS, doutoranda no Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, para participar de uma pesquisa intitulada **MODELAGEM MATEMÁTICA MAKER: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS**, que objetiva conceituar uma estratégia didática na qual a cultura maker possa ser integrada ao processo de modelagem matemática. A pesquisa é orientada pelo Prof. Dr. Jorge Carvalho Brandão da Universidade Federal do Ceará e pela Profa.Dra. Maria José Costa dos Santos da Universidade Federal do Ceará.

Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

A pesquisa em questão é fruto dos estudos de doutoramento em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), na Universidade Federal do Ceará (UFC). Os instrumentos de coleta de dados serão aplicados durante o período do curso de extensão.

A participação é voluntária, os dados serão apresentados respeitando o caráter confidencial dos sujeitos, sendo assim nenhum nome de participante desta pesquisa será revelado, e se por qualquer motivo resolver desistir, tem toda a liberdade para retirar seu consentimento. Caso se sinta constrangido e/ou incomodado (a) com a perspectiva de responder às questões, informo que o pesquisador estará disposto a ajustar aquilo que for necessário para uma melhor condução dos diálogos, buscando evitar pressão para a obtenção das respostas, o julgamento das respostas e/ou menosprezo das informações repassadas. E se ainda assim permanecer algum mal estar, o participante poderá retirar seu consentimento.

Como instrumentos, compreende-se todas as atividades propostas síncronas e assíncronas desenvolvidas durante o curso, os registros por meio de imagens e vídeos, além de questionários e entrevistas nos quais a pesquisadora busca se aproximar de questões norteadoras deste trabalho, tais como: as possibilidades de utilização da modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental; a percepção acerca da cultura maker pelos docentes e sua incorporação na prática pedagógica; bem como a aplicabilidade da cultura maker em atividades de modelagem matemática, seus desafios e potencialidades.

O questionário será aplicado via formulário eletrônico. A pesquisa é direcionada aos docentes dos anos iniciais do ensino fundamental que ensinam matemática.

A análise de dados será realizada mediante comparação dos resultados obtidos e do estudo dos discursos presentes, preservando-se o que foi estritamente respondido, escrito e/ou falado por você. Com o objetivo de aprimorar os estudos sobre o ensino de matemática no ensino fundamental no que diz respeito à formação de professores e a metodologia proposta, um dos benefícios que a pesquisa pode trazer para você vincula-se ao desenvolvimento de reflexões sobre as propostas didático-metodológicas envolvidas no processo. Além disso, participar da vivência da pesquisa com instrumentos e métodos de coleta de dados pode auxiliar na compreensão de como replicar essas informações em sua própria pesquisa científica que venha a desenvolver.

A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Os resultados obtidos serão utilizados somente para esta pesquisa e não haverá pagamento por participação na investigação acadêmica. Você participa de forma voluntária. Será garantida a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases dela.

A qualquer momento o(a) participante poderá recusar a continuar participando da pesquisa, podendo retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo, bastando enviar um email para josireis@alu.ufc.br ou entrar pelo telefone informado abaixo .

Endereço do responsável pela pesquisa: Rua Adriano Martins 384, Bairro Jacarecanga. Fortaleza - CE.

Nome: JOSIANE SILVA DOS REIS

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici

Telefones para contato: +55 91 99292.1501

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário:08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

E-mail:

Nome completo:

O abaixo assinado declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante da pesquisa. Eu declaro que estou ciente do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e concordo em participar como voluntário da pesquisa, li cuidadosamente este termo e após sua leitura tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Autorizo que o plano de atividade elaborado em grupo, bem como as respostas do questionário sejam utilizadas para análise de pesquisa, com a garantia do anonimato e sigilo das informações coletadas. E declaro ainda estar recebendo uma cópia assinada deste termo. Declaro ainda que não recebi, nem espero receber nenhum benefício pecuniário para esta participação.

☐ Aceito participar desta pesquisa

☐ Não aceito participar desta pesquisa

Eu autorizo o uso de minha imagem em fotos ou vídeos, sem finalidade comercial, para ser utilizada exclusivamente nesta pesquisa, sem que nada haja a ser reclamado à título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro.

☐ Autorizo

☐ Não autorizo

RG

CPF

APÊNDICE C - MODELO DO ROTEIRO DE ATIVIDADE



Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós - Graduação em Ensino
Grupo Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem
Rede Nordeste de Ensino

ROTEIRO DE ATIVIDADE

1. Identificação:
Colaborador:
Escola:
Turma:
Título da Atividade:
Data da aplicação:
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
3. Como pretende explorar esse tema?
4. Quais os possíveis problemas?
5. Há solução para algum dos problemas?
6. Como se dará a análise dos resultados?

APÊNDICE D - ROTEIROS DE ATIVIDADE ELABORADOS PELOS COLABORADORES

ROTEIRO ELABORADO POR C1

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1. Identificação:
Colaborador: [REDACTED]
Escola: [REDACTED]
Turma: 2º ano Ensino Fundamental.
Título da Atividade: "Matematicamente ventilando"
Data da aplicação: 15 e 16 de maio de 2024.
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
A pane elétrica na escola
3. Como pretende explorar esse tema?
Em sites, no livro didático, e na visitação aos espaços da escola (salas de aula, secretaria, refeitório, direção, coordenação e sala dos professores).
4. Quais os possíveis problemas?
O que causou a pane elétrica na escola? Os alunos e professores sentem-se confortáveis nos dias mais quentes? Há ventilação adequada na sala de aula? Qual o período ou horário de maior calor em sala de aula? Os ventiladores são regularmente mantidos e limpos?
5. Há solução para algum dos problemas?
Construção de ventiladores manuais com garrafa PET. Material: garrafa PET, tampinhas de garrafa PET, palito de churrasco, cola quente, cola instantânea, papelão, barbante, estilete, pilha, motor e fita isolante
6. Como se dará a análise dos resultados?
Trabalhar a geometria envolvida na atividade e também sobre os materiais utilizados. Abordar matemática e ciências de forma conjunta na atividade. Por meio de uma roda de conversa questionar o que os alunos acharam da atividade. Conversar se o ventilador solucionou de fato o problema do calor. Discutir sobre as coisas que possam dar errado e decidir como podem ser resolvidas.

ROTEIRO ELABORADO POR C2

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS	
Roteiro de Atividade	
1. Identificação:	
Colaborador:	[REDACTED]
Escola:	[REDACTED]
Turma:	4º ANO.
Título da Atividade:	QUE BICHO É ESSE
Data da aplicação:	13 E 20 DE MAIO
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade	
UM ANIMAL DESCONHECIDO APARECEU NAS ÁRVORES DA ESCOLA E A TURMA PAROU A AULA PRA VER O ANIMAL, E TODOS QUERIAM SABER QUE BICHO ERA AQUELE. ENTÃO NOSSA PROBLEMÁTICA FOI: ANIMAIS EM EXTINÇÃO.	
3. Como pretende explorar esse tema?	
ANDAR PELA ESCOLA PRA IDENTIFICAR ALGUNS BICHOS E DEPOIS ASSISTIR AO FILME RIO 1.	
4. Quais os possíveis problemas?	
DE QUE BICHO VOCÊ TEM MEDO? QUAIS ANIMAIS ENCONTRAMOS NA ESCOLA? O QUE É EXTINÇÃO? QUAIS ANIMAIS ESTÃO EXTINTOS NA NOSSA REGIÃO? QUANTO TEMPO OS ANIMAIS VIVEM?	
5. Há solução para algum dos problemas?	
FAZER OS ANIMAIS COM FIGURAS GEOMÉTRICAS DOS ANIMAIS ESTUDADOS NA PESQUISA E CONSTRUIR UM BEBEDOUROS PARA OS PÁSSAROS DA ESCOLA, UTILIZAR PAPELÃO, EVA, CANUDOS, PALITOS DE PICOLÉ, LÁPIS DE COR, COLA QUENTE, MATERIAIS RECICLÁVEIS COMO A GARRAFA PET, OU SEJA, SOLUCIONAR ATRAVÉS DO MAKER.	
6. Como se dará a análise dos resultados?	
OS ANIMAIS PODEM SER CONSTRUÍDOS A PARTIR DE FORMAS GEOMÉTRICAS. ENTÃO, PODEMOS IR TESTANDO QUAIS FORMAS FICAM MELHOR EM CADA ANIMAL. NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO É PRECISO CONVERSAR SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DOS ANIMAIS E QUAIS OS ELEMENTOS CONTIDOS NAS FORMAS COMO A SIMETRIA DE REFLEXÃO EM FIGURAS PLANAS E A CONGRUÊNCIA DAS FORMAS NA MALHA QUADRICULADA. VAI SER PRECISO ANALISAR SE AS ESCOLHAS DELES SÃO ADEQUADAS PARA FORMAR O ANIMAL. EM TUDO ISSO VAI SER POSSÍVEL OBSERVAR APRENDIZAGEM	

ROTEIRO ELABORADO POR C3

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1. Identificação:

Colaborador: [REDACTED]

Escola: [REDACTED]

Turma: 4º ano A e 4º ano C

Título da Atividade: Cuidar do planeta faz parte

Data da aplicação: 08, 09 e 16 de 2024

2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade

Falta de água

3. Como pretende explorar esse tema?

Pesquisar na internet sobre a importância da água e como ela chega as nossas casas. Assistir ao vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=PH5halrNnfl> sobre mudanças climáticas. Iniciar as discussões para identificar os problemas da próxima etapa.

4. Quais os possíveis problemas?

De onde vem a água que usamos em casa? Como a água é captada da natureza? Que caminho a água percorre até chegar na torneira? Por que a água que chega até nós é potável?

5. Há solução para algum dos problemas?

Conscientizar sobre a importância de prevenção, em falta de abastecimento de água. Prototipar cisternas e poços artesianos com materiais recicláveis típicos da cultura maker.

6. Como se dará a análise dos resultados?

Analisar as características dos sólidos geométricos utilizados nas construções e o sistema de medida utilizado. Dialogar com a turma sobre os conhecimentos envolvidos na atividade que vão além da matemática e abordam questões do meio ambiente.

ROTEIRO ELABORADO POR C4

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1 – Identificação:
Colaborador: [REDACTED]
Escola: [REDACTED]
Turma: 5º ano
Título da atividade: Chuva
Data da aplicação: 14 e 15/05; 21 e 22/05
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
Enchentes no Rio Grande do Sul
3. Como pretende explorar esse tema?
Assistir as reportagens que passaram nos jornais e na internet
4. Quais os possíveis problemas?
1. Por que em alguns lugares chove mais e outros chove menos? 2. Como os meteorologistas sabem que vai chover? 3. Qual a previsão de chuva para nossa região?
5. Há solução para algum dos problemas?
A turma pode pesquisar a previsão de cada localidade e construir mapas destacando os locais com mais probabilidade de chuva.
6. Como se dará a análise dos resultados?
Iremos debater sobre a temática exposta durante a construção dos mapas. Vamos analisar os conteúdos matemáticos envolvidos na construção como escala e coordenadas geográficas.

ROTEIRO ELABORADO POR C5

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS	
Roteiro de Atividade	
1 – Identificação:	
Colaborador:	
Escola:	
Turma:	5º ano
Título da atividade:	Lixo
Data da aplicação:	21 e 22/05
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade	
Lixo na comunidade	
3. Como pretende explorar esse tema?	
Pesquisar na internet sobre o lixo e seu devido descarte	
4. Quais os possíveis problemas?	
Porque a comunidade joga tanto lixo do lado da escola? Como resolver o problema do lixo que se acumula do lado da escola?	
5. Há solução para algum dos problemas?	
Fazer cartazes para conscientizar a comunidade sobre como o odor do lixo incomoda os estudantes, Criar um protótipo de uma lixeira subterrânea com a impressora 3D que possa guardar uma quantidade maior de lixo e evitar o acúmulo ao lado da escola	
6. Como se dará a análise dos resultados?	
Discutir com os alunos a importância da coleta seletiva, e quais órgãos são responsáveis por isso. Analisar os conteúdos matemáticos que fazem parte da construção do protótipo; como geometria.	

ROTEIRO ELABORADO POR C6

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS
Roteiro de Atividade
1 – Identificação:
Colaborador: [REDACTED]
Escola: [REDACTED]
Turma: 1º ano
Título da atividade: Meios de transporte
Data da aplicação: 21 de maio de 2024
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
Meios de transporte. Essa temática foi escolhida por mim ao perceber o <u>hiperfoco</u> de um dos alunos da turma que tem autismo.
3. Como pretende explorar esse tema?
A pesquisa exploratória vai iniciar com a leitura do livro “Como vovô vem nos buscar?” que explora diversos meios de transporte e do livro Abigail que conta sobre a girafa que amava contar. Depois vamos no pátio da escola ver os carros que ficam estacionados lá e também o ônibus escolar. Vou perguntar quantos lugares tem no carro e no ônibus, e depois pedir para eles contarem de fato e verificar se a resposta foi correta.
4. Quais os possíveis problemas?
Quantos lugares tem no carro? E no ônibus? Podemos sentar em qualquer lugar no ônibus?
5. Há solução para algum dos problemas?
Como os alunos gostam bastante de meios de transporte, após as perguntas, vou sugerir que eles me respondam fazendo os transportes que mais gostam. Eles vão responder as perguntas e eu posso pedir pra eles construírem o transporte com aquela quantidade de lugares. Pretendo usar materiais recicláveis.
6. Como se dará a análise dos resultados?
Conversar sobre a quantidade de pessoas que cabem em cada meio de transporte e analisar as quantidades que eles vão colocar em cada um. Podemos trabalhar com contagem e sequências numéricas.

ROTEIRO ELABORADO POR C7

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1 – Identificação:
Colaborador: [REDACTED]
Escola: [REDACTED]
Turma: 5º ano
Título da atividade: JOGOS INTERCLASSE
Data da aplicação: 04, 05 e 06 de 2024
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
A INFRAESTRUTURA DA ESCOLA
3. Como pretende explorar esse tema?
ANALISAR AS MODALIDADES QUE FAZEM PARTE DOS JOGOS E A ESTRUTURA DA ESCOLA. PESQUISAR SOBRE ISSO NA INTERNET.
4. Quais os possíveis problemas?
QUAIS MODALIDADES FAZEM PARTE DOS JOGOS INTERCLASSE? QUAIS MODALIDADES NÃO PODEM SER REALIZADAS NA NOSSA ESCOLA POR FALTA DE ESTRUTURA?
5. Há solução para algum dos problemas?
PROTOTIPAR UMA DAS QUADRAS OU ESPAÇOS PARA REALIZAÇÃO DE ALGUMA MODALIDADE, UTILIZAR MATERIAIS RECICLÁVEIS E TAMBÉM O LABORATÓRIO MAKER
6. Como se dará a análise dos resultados?
VAMOS ANALISAR O QUE ELES VÃO CONSTRUIR COM O OLHAR MATEMÁTICO, VERIFICANDO AS ÁREAS E OS PERÍMETROS DAS QUADRAS. VAMOS DISCUTIR SOBRE A INFRAESTRUTURA DA ESCOLA E SE SERIA POSSÍVEL CONSTRUIR ALGUMA COISA NO ESPAÇO QUE TEMOS DISPONÍVEL

ROTEIRO ELABORADO POR C8

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1 – Identificação:
Colaborador: [REDACTED]
Escola: [REDACTED]
Turma: 3º ano (Ensino Fundamental I)
Título da atividade: O tubo da praça
Data da aplicação: 20, 22 e 23 de maio de 2024
2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade
● Por causa de uma obra da prefeitura, tubos de concreto foram colocados quase no meio da pracinha que fica perto da escola
3. Como pretende explorar esse tema?
● Passeio na pracinha pra ver a localização dos tubos; ● Analisar os obstáculos, as casas e tudo o que tiver perto dos tubos;
4. Quais os possíveis problemas?
● Por que não podemos passar pelo tubo da pracinha? ● De quantas formas podemos chegar na escola sem passar pelo tubo? ● Quais os riscos de passar por dentro do tubo?
5. Há solução para algum dos problemas?
● Construir uma maquete da pracinha com isopor, cartolina, cola, tesoura, pincel e tinta.
6. Como se dará a análise dos resultados?
● Análise de quais formas geométricas são utilizadas para fazer a maquete; ● Construção e comparação dos objetos que serão colocados na maquete; ● Após a construção refletir com os alunos sobre a importância de andar na calçada; ● Discutir com a turma sobre localização espacial, utilizando a escola como ponto de referência.

ROTEIRO ELABORADO POR C9

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

Roteiro de Atividade

1 – Identificação:

Colaborador: [REDACTED]

Escola: [REDACTED]

Turma: **5º Ano**

Título da atividade: **A hora do recreio**

Data da aplicação: **14, 16 e 21 de maio de 2024**

2. Escolha uma temática de interesse de seus alunos, da escola ou da comunidade

A hora do recreio

3. Como pretende explorar esse tema?

Questionar os alunos sobre o que eles fazem durante o recreio da escola. Iniciar uma discussão sobre brincadeiras que podem acontecer na hora do recreio. Dividir a turma em equipes para fazer uma pesquisa sobre jogos.

4. Quais os possíveis problemas?

O que podemos fazer na hora do recreio? Que brincadeiras e jogos poderíamos ter aqui na escola?

5. Há solução para algum dos problemas?

Criação de jogos e brincadeiras com uso de materiais reciclados e de papelaria

6. Como se dará a análise dos resultados?

Conversar sobre como os jogos podem entreter os alunos de forma saudável. Após a pesquisa, discutir a viabilidade e sucesso de cada projeto de jogo. Analisar os conteúdos matemáticos que podem fazer parte do jogo, criar as regras e testá-las para o nível de cada ano. Analisar o que foi aprendido na construção dos jogos e o que pode ser aprendido com a manipulação dele.

APÊNDICE E - REGISTROS DAS RESPOSTAS NOS FÓRUNS DE DISCUSSÃO

Fóruns	Resposta principal	Respostas secundárias
Fórum 1 Na sua visão, quais aspectos da modelagem matemática podem ser, também, encontrados na cultura maker? Postado em: 04/05/2024 às 16:55	A modelagem e a cultura maker compartilham aspectos que convergem como a criatividade, experimentação, colaboração e resolução de problemas. Desse modo, oportuniza o protagonismo e a autonomia dos estudantes na busca de soluções para desafios reais do cotidiano, estimulando-os a aprender de forma contínua, contextualizada e interdisciplinar (C1) <i>[Data/Hora: 05/05/2024 - 14:59]</i>	Eu acho que a interdisciplinaridade é uma característica forte de ambas. Elas possibilitam integrar diferentes disciplinas para criar soluções e projetos que sejam palpáveis para as crianças (C5) <i>[Data/Hora: 10/05/2024 - 19:41]</i>
	Existem alguns aspectos em comum, especialmente a potencialidade de promoção do protagonismo e da autonomia estudantil, ao incentivar os estudante a buscarem soluções reais do cotidiano, articulando os conteúdos matemáticos e dos demais componentes curriculares na resolução de problemas. Também estimula a interdisciplinaridade, ao articular diferentes áreas do conhecimento em uma sequência de ações didáticas (C2) <i>[Data/Hora: 08/05/2024 - 09:30]</i>	Essa questão da pesquisa eu também percebi que dá pra trabalhar nas duas. (C5) <i>[Data/Hora: 10/05/2024 - 20:03]</i> Pesquisar, questionar, refletir, criar hipóteses, elaborar um plano, colocar em prática, analisar, são aspectos presentes em ambas (C7) <i>[Data/Hora: 08/05/2024 - 12:50]</i>
	Pra mim elas caminham lado a lado porque colocam o concreto ao lado abstrato da matemática (e de outras disciplinas também). Isso é bem importante quando temos um aluno com discalculia, por exemplo, que pode ter muitos problemas para compreender o abstrato, aí quando construímos algo com ele, mediando as ações de forma planejada, podemos superar essa barreira. Só o conteúdo teórico dificulta muito a vida do aluno e o concreto ajuda muito (C3) <i>[Data/Hora: 10/05/2024 - 22:05]</i>	
	A modelagem matemática e a cultura maker trás consigo aspectos relacionados a criatividade, protagonismo e as resolução de problemas, que para além do convencional propõe de forma autônoma uma reconfiguração na sala de aula. Desse modo, experenciar faz toda diferença em ambas as abordagens, pois isso leva os alunos a pensarem criticamente sobre o que fazem. (C4) <i>[Data/Hora: 11/05/2024 - 07:58]</i>	
	Com base no material textual, pode-se notar que o protagonismo do aluno é um fator determinante. A questão de ser o autor de uma resolução de um problema, o torna pertecente daquela situação e	Isso achei bem legal, com a modelagem dá pra trabalhar várias disciplinas e não só a matemática, e acho que no maker também (C1) <i>[Data/Hora: 01/06/2024 - 15:11]</i>

	contexto. Ou seja, ele é um sujeito atuante, sua opinião importa, o seu fazer importa, sua participação importa. Além disso, as duas abordagens permitem o professor trabalhar de forma interdisciplinar, abordando mais outras áreas e não só a matemática. (C5) [Data/Hora: 01/06/2024 - 14:59]	Concordo, nossos alunos precisam se sentir pertencentes ao processo de aprendizagem e nós precisamos mediar esse processo. (C7) [Data/Hora: 03/06/2024 - 16:33]
	Na cultura maker, assim como na modelagem matemática, há um foco na criatividade, resolução de problemas e na aplicação prática do conhecimento. Ambos os campos irão valorizar a experimentação e o uso de ferramentas adequadas para criar soluções inovadoras. Resumindo, tanto na modelagem matemática quanto na cultura maker, existe uma abordagem de aprendizado baseada na prática, onde o erro é encarado como uma oportunidade de aprendizado e melhoria contínua além de incentivar a colaboração e o compartilhamento de conhecimentos, promovendo a autonomia e a capacidade de aprender fazendo. (C6) [Data/Hora: 04/05/2024 - 19:13]	Concordo, tanto na Modelagem Matemática quanto na Cultura Maker, a criatividade é essencial para desenvolver novas ideias e soluções e as duas podem fazer uso de tecnologia, seja por meio de software de modelagem ou ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D (C9) [Data/Hora: 04/05/2024 - 21:12]
	Na minha visão a modelagem caminha ao lado da cultura maker, pois ambas focam na resolução de problemas do cotidiano, seja simples ou complexo, partindo de princípios matemáticos a fim de solucionar o problema e no decorrer dessa solução é onde tudo acontece, a interação dos alunos, onde eles aplicam técnicas de gestão sem nem saber, como o Brainstorming (tempestade de ideias), o senso de reciclar e reutilizar antes de rejeitar, isso tudo leva ao desenvolvimento do pensamento crítico que é essencial na aprendizagem. (C7) [Data/Hora: 03/06/2024 - 16:17]	
	Ao meu ver a modelagem e a cultura maker tem muito em comum pois ambas focam em resolver problemas do mundo real. Incentivam a autonomia. Elas envolvem tentar, errar, e melhorar, promovem criatividade, inovação, e colaboração. Essas abordagens engajam e ajudam os alunos a aplicarem conceitos matemáticos de maneira crítica (C8) [Data/Hora: 27/06/2027 - 17:19]	Concordo, ambas dão um sentido diferente para o erro dos alunos. (C3) [Data/Hora: 28/06/2024 - 22:18] Nas duas abordagens o erro é encarado como uma oportunidade de aprendizado. (C2) [Data/Hora: 27/06/2027 - 20:00]
	Tanto na modelagem quanto na cultura maker há um foco na resolução de problemas reais e na aplicação prática dos conceitos matemáticos. Os alunos são incentivados a identificar problemas em seu entorno e buscar soluções criativas. Na cultura maker o aprendizado prático é fundamental. Os alunos constroem experimentam e criam, o que contribui para uma compreensão mais profunda dos	Boa tarde C9, achei sua fala muito interessante, pois também acredito que com a prática os alunos aprendem mais e mais rápido.(C5) [Data/Hora: 10/05/2024 - 20:24] Olá C5, Concordo com você! Nosso principal objetivo, em relação aos nossos alunos, é propiciar momentos de interpretação e compreensão de

	conceitos. Da mesma forma, na modelagem matemática os alunos utilizam materiais concretos e situações do mundo real para explorar e entender os conceitos matemáticos. A modelagem matemática e a cultura maker compartilham diversos aspectos que podem enriquecer o ensino nos anos iniciais. Ambas abordagens valorizam a criatividade, a experimentação, o trabalho colaborativo e a aplicação prática do conhecimento (C9). [Data/Hora: 29/04/2024 - 08:08]	suas aprendizagens, com os alunos, entender que o protagonista do aprendizado, são eles e que nós apenas mediamos esse processo, sempre atentos aos interesses cotidianos dos alunos e experimentando aulas práticas, estimulantes e atrativos, a modelagem matemática e a cultura maker, nos ajuda muito neste processo enriquecedor! (C3) [Data/Hora: 10/05/2024 - 22:39]
Fórum 2 Como poderíamos articular Modelagem Matemática e Cultura Maker em uma atividade para sala de aula? Postado em: 10/05/2024 às 16:24	Por meio de atividades práticas, acho que isso daria aos alunos a oportunidade de transformar os conteúdos abstratos em conhecimento concreto. Partindo da temática ou problemática já daria pra encaminhar a atividade de modelagem (C1). [Data/Hora: 10/05/2024 - 23:31]	
	Para articular a Cultura Maker em uma atividade de Modelagem Matemática, você pode começar identificando um problema matemático relevante, criar um contexto do mundo real, introduzir a ideia de prototipagem e design iterativo, fornecer materiais de sucata ou recicláveis e recursos como a impressora 3D para os alunos, encorajar a experimentação e a colaboração, promover reflexão e iteração, e finalmente, permitir apresentação e discussão dos projetos desenvolvidos pelos alunos (C2). [Data/Hora: 27/06/2024 - 20:16]	
	Através do “mão na massa”, ou seja, resolver o problema proposto com o maker. A criação de protótipos com a caneta ou a impressora 3D pode aumentar o engajamento dos estudantes, despertar o interesse da turma e facilitar a compreensão de assuntos complexos. Propiciando aos alunos habilidades como trabalho em equipe, aprendizagem autônoma e pensamento científico, crítico e criativo. São algumas das competências propostas pela atual Base Nacional Comum Curricular, a BNCC (C3). [Data/Hora: 18/05/2024 - 08:46]	Boa noite C3, concordo com você, os alunos gostam de trabalhar com praticas, eles aprendem muito mais (C5). [Data/Hora: 01/06/2024 - 15:27]
	Os alunos podem ser desafiados a resolver problemas matemáticos de uma maneira criativa e original. Por exemplo, eles podem encontrar maneiras não convencionais de resolver as operações, criar padrões visuais interessantes usando sequências numéricas ou criar jogos matemáticos que envolvam conceitos como probabilidades ou estratégias (C4). [Data/Hora: 11/05/2024 - 08:21]	Os alunos poderiam criar um jogo diferente do bingo pra ser utilizado na festa junina da escola. A partir dessa temática eles poderiam criar as regras, os desafios, acho que é essa a ideia de C4. [Data/Hora: 11/05/2024 - 09:04]

	Articular a Modelagem e Cultura Maker pode ser feito incentivando os alunos a construir modelos que representem problemas reais. Por exemplo, ao estudar sobre áreas, os alunos podem usar materiais como papelão, LEGO ou impressoras 3D para criar cenários tridimensionais com essas ferramentas. Além disso, eles podem programar simuladores ou usar softwares de design para modelar problemas, permitindo uma visualização tangível das relações matemáticas. Essa abordagem prática e colaborativa facilita a compreensão dos conceitos abstratos da álgebra, tornando a aprendizagem mais envolvente e significativa (C5) [Data/Hora: 11/05/2024 - 19:51]	
	A Modalegem Matemática solicita do aluno que ele reflita sobre algo que o inquieta e que esse algo é problematizador, ou seja, precisa de uma solução. Sendo assim, para solucionar tal questão é preciso construir hipóteses e testá-las. Nesse momento a cultura maker já está inserida, pois como parte da criatividade para a resolução de problemas, a cultura maker vai oportunizar os alunos a construir uma solução concreta, se assim for. Nos anos iniciais isso pode ser bem evidente porque podemos usar materiais reciclados que são mais acessíveis para os alunos (C6). [Data/Hora: 03/06/2024 - 19:48]	Pelas etapas que o Burak propõe, eu creio que na solução de problemas (C7) [Data/Hora: 03/06/2024 - 21:44] Concordo com C7, acho que ao usar a modelagem matemática como metodologia de uma aula, se estabelece junto aos estudantes uma problemática do interesse deles, e dentro da resolução desse problema pode -se usar o trabalho Maker para produzir um material que seja eficiente nessa solução (C6) [Data/Hora: 03/06/2024 - 22:01]
	Acredito que tenha que começar com uma atividade que possa ser abordado de forma prática e prazerosa, encorajando os alunos a pensar de forma criativa e utilizando materiais diversos para criar modelos visuais que representem o problema matemático. Bem quando combinamos a cultura maker com a modelagem matemática, estimulamos a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas de forma prática e significativa (C7) [Data/Hora: 03/06/2024 - 16:49]	Na modelagem pode partir de uma problemática então acho que eu poderia perguntar para os alunos, por exemplo, qual peso suporta a ponte que tem perto da escola, aí eu poderia pedir pra eles construírem uma ponte de papelão ou palito e fazer eles irem testando o peso, acho que seria mais ou menos assim (C7) [Data/Hora: 03/06/2024 - 21:07] Gostei da proposta C7, se usar a impressora 3D ficaria ainda mais interessante por causa da resistência (C2) [Data/Hora: 27/06/2024 - 07:22]
	Boa Tarde. Poderíamos fazer essa articulação através de uma prática pedagógica e didática que contribua para aprendizagens significativas, dentro de um contexto que favoreça uma postura interativa, reflexiva e crítica dos alunos, levando-os a resolver os problemas com algo prático e concreto. A construção de robôs com caixas usadas, por exemplo, dava para explorar noções de geometria e	

	medidas, além de estimular a criatividade (C8) [Data/Hora: 27/06/2024 - 17:55] Uma forma de articular a cultura maker em uma atividade de modelagem matemática é proporcionar aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos para projetar e construir objetos físicos. Isso pode ser feito através de projetos práticos que envolvam a utilização de ferramentas como impressoras 3D, placas de circuito, sensores, entre outros, para criar protótipos baseados em modelos matemáticos. Além disso, é importante incentivar a experimentação, a interação e o trabalho colaborativo, permitindo que os alunos testem suas ideias, façam ajustes com base nos resultados e compartilhem seus conhecimentos e descobertas com os colegas. Essa abordagem não só ajuda a tornar a matemática mais tangível e relevante, mas também desenvolve habilidades essenciais como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade (C9). [Data/Hora: 10/05/2024 - 18:35]	Muito importante suas colocações C9! Como educadores devemos propiciar aos nossos educandos a oportunidade de aprender de forma colaborativa, prazerosa e eficaz! com projetos bem estruturados e práticos, utilizando a modelagem matemática, por exemplo, é possível engajar nossos alunos, nessa realidade tão instigante e convidativa, que é a cultura maker (C3). [Data/Hora: 18/05/2024 - 09:07] Acredito que, a articulação entre as duas ideias seria primeiro encontrar um problema que possa ser solucionado por meio do Maker, como a recriação de um espaço cultural da escola que foi um problema colocado por uma cursista, a roupa de uma aluna que precisava de uma costura, colocado pela prof. Josiane, dentre outras situações, desde que esse problema seja algo concreto e que pode ser solucionado ou reutilizado, criado (C3) [Data/Hora: 06/06/2024 - 21:27]
Fórum 3 Qual sua percepção ao utilizar a cultura maker em atividades de modelagem matemática na sua prática docente? Postado em 25/05/2024 às 17:21	Utilizar a Cultura Maker e a Modelagem na minha prática pedagógica foi enriquecedor, pois consegui proporcionar uma aproximação maior entre a teoria e a prática, que são essenciais para atribuir significado ao ensino e a aprendizagem principalmente de matemática. Foi trabalhoso porque eu só pude usar duas aulas, mas gratificante pois conseguir ver o entusiasmo dos meninos. Percebi que uma atividade não matemática contribuiu para que os alunos compreendessem conceitos matemáticos, ajudando a aplicá-los de forma prática. Além disso, a atividade envolveu toda escola e os alunos sentiram que o que eles estavam fazendo era importante, isso foi muito significativo. Então, percebo que unir o maker e a modelagem é desafiador mas os resultados são muito proveitosos (C1) [Data/Hora: 01/06/2024 - 15:40] No começo eu não fazia ideia de como a atividade ia seguir. Os meninos custaram a entender que era uma aula de matemática. Mas quando eles começaram a criar os animais que eles escolheram foi que perceberam que tinham que saber as formas geométricas que se encaixavam, então eu fui só argumentando quais eram as mais adequadas. Foi uma experiência	

	muito boa porque essa metodologia é diferente, e o que a gente precisa é dessas formações pra poder conhecer e trabalhar essas metodologias na sala. Então percebo que essa forma de trabalhar envolve mais os alunos, e a matemática é trabalhada de forma conjunta com as outras disciplinas e não isolada. Dá trabalho mas eu gostei muito e preciso tentar fazer isso mais vezes (C2) [Data/Hora: 27/06/2024 - 20:57]	
	Percebi que trabalhar um problema da realidade deles fez toda diferença. Antes e até durante a confecção das cisternas os alunos relatavam o que faziam quando faltava água em suas casas. Então pra eu utilizar o maker na modelagem, foi preciso fazer com que a turma pensasse numa solução para um problema que não era de matemática mas que precisava da matemática pra ser solucionado. Faltou mais tempo mas foi bem diferente e interessante para os alunos. Acredito que é uma das formas de fugirmos das aulas expositivas buscando outras formas de abordar a matemática na sala de aula (C3) [Data/Hora: 05/06/2024 - 07:46]	
	Boa noite, a partir do momento que comecei a conhecer um pouquinho da Cultura Maker, trabalhar matemática ficou muito mais interessante. Estou tendo a oportunidade trabalhar uma atividade sobre a água da chuva, que pensei: o que que a água tem a haver com a matemática, e o trabalho tem tido uma ótima repercussão com os alunos, temos trabalhado resoluções de problemas usando a Cultura Maker e a Modelagem matemática, explorando percursos e espaços, revisando ideias desenvolvendo pensamento crítico e o trabalho em equipe. Os pluviômetros ficaram muito legais e os alunos gostaram muito de fazer. A meu ver as duas metodologias casam justamente quando um dos problemas pode ser resolvido. (C4) [Data/Hora: 22/06/2024 - 21:22]	
	Na minha percepção juntar essas duas metodologias foi inovador, primeiro porque os alunos se envolveram de forma muito significativa na atividade, buscando até meios de resolver de fato o problema do lixo ao lado da escola, segundo porque eles tiveram a oportunidade de desenvolver as soluções com materiais recicláveis e visualizar o protótipo feito pela impressora 3D. Se eles tivessem tido o contato com os equipamentos teria sido bem melhor. Então foi uma experiência muito boa para eles verem como a	

	matemática pode ser utilizada fora do livro didático e os problemas podem ser resolvidos mesmo que seja de forma fictícia. (C5) [Data/Hora: 07/06/2024 - 19:56]	
	Foi interessante porque as crianças participaram ativamente das atividades propostas desenvolvendo o raciocínio, a capacidade de resolver problemas, a empatia e principalmente a criatividade. Mais interessante foi que não era uma atividade de matemática, mas se tornou no durante processo de pesquisa. Os materiais utilizados foram de fácil acesso e ofereceram possibilidades concretas para os alunos, o que facilita muito o ensino de alguns conteúdos. Percebi que solucionar o problema com o maker contribuiu para a compreensão dos componentes curriculares e a integração das crianças na atividade (C6) [Data/Hora: 12/06/2024 - 16:34]	
	Percebo que foi desafiador porque eu ainda não sei usar esses equipamentos maker, então o formador foi essencial. Considero também que foi instigante, pois não é foi um fazer por fazer. Eu não cheguei na sala e disse o que eles iriam fazer, o que eles fizeram foi fruto da própria pesquisa e da resposta ao questionamento principal que foi formulado. Então eles puderam exercer a criticidade em relação à estrutura da escola e eu pude mediar os conhecimentos que surgiam a medida que eles iam avançando. Pude avaliar que os alunos na prática com a aplicação da cultura maker, utilizando os conceitos de liderança, proatividade, entre outros. Pude observar que cada aluno tem uma maneira de se expressar, e outros já apresentam espírito de liderança, por suas habilidades laborais, na discussão e execução do projeto em equipe. A visita ao laboratório maker deu olhar diferenciado pra atividade, porque a turma pôde ver que se a gente tivesse aqueles equipamentos na escola, a gente poderia fazer muito mais projetos (C7) [Data/Hora: 30/06/2024 - 20:33]	
	Percebi que a metodologia é diferente de tudo o que eu já tinha feito. Todo ano eu faço maquete com meus alunos, mas sempre é algo definido por mim ou pela escola. Dessa vez não, a maquete foi construída com o olhar deles e sobre algo que era interessante pra eles. Além disso, eu pude trabalhar a questão da localização no plano, que eu nem tinha pensado, o espaço geográfico e até de moradia, então foi muito significativa a atividade porque a	

	solução das perguntas que eu fiz veio através do maker . Queria muito ter feito essa atividade com Lego igual vi no curso mas ainda não tenho esse material (C8) <i>[Data/Hora: 27/06/2024 - 18:32]</i>	
	Boa Noite, Minha prática pedagógica, com certeza ganhou um novo olhar ao ter acesso na prática a Cultura Maker e a Modelagem Matemática. Ver meus alunos trabalhando em conjunto, decindo o quê e como fazer os jogos foi muito diferente. Apesar de eu sempre trabalhar com atividades práticas, essa proposta vai além porque ela não trabalha com perguntas fechadas e além disso o que é construído serve como uma resposta para o problema que foi posto. Vi que é possível construir aprendizagens significativas e reflexivas na matemática. Sem falar do estímulo ao letramento científico, pois o incentivo a pesquisa foi essencial para o desenvolvimento das escolhas dos jogos e também das regras (C9) <i>[Data/Hora: 05/06/2024 - 19:01]</i>	

APÊNDICE F - DIÁRIO DE CAMPO DA PESQUISADORA



Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós - Graduação em Ensino
Grupo Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem
Rede Nordeste de Ensino

DIÁRIO DE CAMPO

1. Identificação

Curso de Extensão: Modelagem Matemática e a Prática Docente nos Anos Iniciais

Colaboradores da pesquisa: Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental

Local da observação: Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (FACED/UFC)

Data: 11 de maio de 2024

Horário: Início às 8h30 e término às 11h50

2. Objetivo

Descrever o terceiro encontro do curso de extensão, realizado presencialmente, que teve como foco o planejamento das atividades de Modelagem Matemática articuladas ao uso da Cultura Maker, bem como a discussão sobre as possibilidades e os desafios relacionados às atividades propostas.

3. Atividade (Descrição detalhada e objetiva das ações)

O terceiro encontro presencial do curso de extensão “Modelagem Matemática e a Prática Docente nos Anos Iniciais” ocorreu nas dependências da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, no período das 8h30 às 11h50. Assim como nos encontros anteriores, o registro das atividades foi realizado por meio de gravação em áudio. Contudo, devido à sobreposição das falas dos participantes, não foi possível efetuar a transcrição integral do material. Dessa forma, os registros apresentados baseiam-se, predominantemente, nas anotações manuais da pesquisadora.

No início do encontro, a formadora retomou o propósito da atividade, explicando que o foco seria o planejamento de uma atividade de Modelagem Matemática integrada à Cultura Maker. Durante o diálogo inicial, observou-se a preocupação dos participantes quanto à elaboração desse planejamento. A formadora esclareceu que não existia um modelo único ou “correto” de articulação entre as duas abordagens, ressaltando que a integração deveria

emergir das percepções e compreensões construídas pelos próprios colaboradores ao longo do curso.

Em seguida, foram discutidas as temáticas previamente levantadas pelos professores, a partir de uma sondagem realizada com seus alunos. Os colaboradores se organizaram em duplas e trios para discutir as ideias, enquanto a formadora acompanhava e interagia nas conversas, orientando o processo. Durante as discussões, cada grupo apresentou suas sugestões de temáticas e recebeu um modelo de roteiro de atividade, que serviu de base para o início da elaboração do planejamento.

O colaborador C1 relatou um episódio ocorrido em sua escola (uma pane elétrica que danificou diversos aparelhos) e questionou se essa situação poderia ser utilizada como temática para a atividade. Ele sugeriu construir pequenos ventiladores movidos a bateria, como proposta maker. A formadora considerou a ideia pertinente, mas orientou que C1 evitasse definir de antemão o produto final da atividade, incentivando-o a refletir sobre como os alunos poderiam chegar a essa ação de forma investigativa. C5 gostou da ideia de C1 e sugeriu o uso de motorzinhos simples e de baixo custo, enquanto C6 demonstrou preocupação com a manipulação do material em razão da idade das crianças.

O colaborador C2, inicialmente, tentou estruturar seu planejamento para a construção de uma horta vertical em uma parte do muro da escola em que trabalha, ele afirmou que “a temática pode ser a chuva e como ela afeta as plantações”. No entanto, dialogamos sobre o tempo que a atividade poderia demandar e acabamos descartando essa possibilidade. Um tempo depois C2 mencionou a aparição de uma ave desconhecida em uma árvore próxima à sua sala de aula e relatou o encantamento dos alunos pela ave. A formadora então argumentou que essa seria uma temática interessante e mesmo sem entender como C2 aceitou o desafio de elaborar sua atividade com essa temática.

Depois de algumas discussões, C2 propôs abordar o tema dos animais em extinção, sugerindo que os estudantes organizassem uma seriação com base em critérios como tamanho, peso ou grau de risco de extinção. Segundo o colaborador, além de trabalhar aspectos matemáticos relacionados à organização e comparação, a atividade também promoveria reflexões sobre preservação ambiental.

C4, por sua vez, relatou a inquietação de seus alunos diante das frequentes chuvas ocorridas na região e a preocupação deles em passar pela situação de enchentes iguais as ocorridas no Rio Grande do Sul. Ele demonstrou interesse em transformar essa situação em tema de investigação. Ao ser questionado de como essa temática poderia ser trabalhada, C4 exemplificou uma possível abordagem matemática, sugerindo o problema: “Se a escola do bairro mais atingido recebeu 2500 garrafas de água e elas foram organizadas em pacotes de 10, quantos pacotes a escola conseguiu montar?”

C5 demonstrou muito entusiasmo diante da possibilidade de conhecer o Laboratório Maker com seus alunos e passou maior parte do planejamento pensando como articular isso com sua escola. C5 não sondou com seus alunos sobre uma temática de interesse deles, mas considerou o problema do lixo ao lado da escola como uma problemática da comunidade escolar. C8 afirmou ter percebido que alguns de seus alunos estavam chegando na escola com o uniforme um pouco sujo e descobriu que eles estavam passando por dentro de um tubo de concreto posto perto da escola em uma praça.

Por este motivo, C8 questionou se isso poderia ser uma problemática, mas afirmou não ter ideia de como poderia trabalhar. C9 desde o início do planejamento deixou explícito seu interesse em trabalhar com jogos, pois segundo ele era algo que seus alunos gostavam muito, porém, assim como C8 não tinha ideia de como poderia desenvolver a atividade. C7 também propôs a temática de jogos, porém com foco nos jogos interclasse que ocorreria na sua escola. O colaborador C6 expressou o desejo de planejar uma atividade a

partir do hiperfoco de um aluno autista por carros, evidenciando sensibilidade às especificidades cognitivas da turma.

Após a definição das temáticas, os colaboradores começaram a discutir sobre como se daria o processo de pesquisa sobre as temáticas. Alguns colaboradores, como C1, C2, C6 e C8, falaram sobre a importância de promover o contato direto dos alunos com o ambiente como estratégia para compreender melhor a problemática investigada. C6 chegou a afirmar que “esse contato com o ambiente algo inerente da modelagem matemática”.

A formadora foi fazendo questionamentos sobre as temáticas e os colaboradores foram articulando seu planejamento. C1 comentou: “eu acho que eu poderia levar os alunos para visitar os locais e os aparelhos afetados pela pane elétrica”. C2 propôs observar os animais que apareciam na escola; C6 comentou que poderia levar a turma ao pátio da própria escola para analisar os tipos de carros; e C8 mencionou um passeio à praça próxima, onde os estudantes identificaram um tubo de concreto, para a turma refletir sobre possíveis riscos de passar por dentro do tubo.

Pensar sobre as problemáticas diante da pesquisa, foi um pouco complicado para o colaboradores, pois observou-se que as propostas apresentadas inicialmente tinham um caráter predominantemente matemático. A formadora então interveio e de forma quase individual foi convidando os participantes a assumirem a perspectiva das crianças e a pensarem nas perguntas que elas fariam. A partir dessa reflexão, os colaboradores reformularam suas ideias, buscando pensar no que as crianças pensariam para inserir no roteiro.

Ao começar a discorrer sobre os possíveis questionamentos dos alunos, automaticamente os colaboradores começaram a pensar nas soluções. As soluções foram apresentadas e debatidas coletivamente. Verificou-se que alguns colaboradores, como C1, C5, C6 e C9, demonstraram maior segurança e clareza nas propostas. C1, por exemplo, relacionou o tema da pane elétrica à noção de calor e ventilação, afirmando que “quando falar de calor, a primeira coisa que eles vão pensar vai ser no ventilador”. Já C5 destacou o potencial criativo dos alunos, planejando uma atividade prática no laboratório com o desafio de prototipar uma lixeira em impressora 3D. C4 apresentou uma proposta de construir mapas com as regiões das enchentes, enquanto C8 sugeriu construir uma maquete da praça onde fica o tubo que as crianças estão passando antes da aula.

Os demais participantes optaram por desenvolver suas propostas de forma colaborativa, dialogando e negociando ideias até chegarem a um consenso. C2 fez uma afirmação interessante: “as crianças podem perguntar como os pássaros bebem água, aí eu acho que fazer o bebedouro seria uma solução maker ou elas podem fazer os animais com papel tipo dobradura”. Nesse momento C3, que até o momento não tinha participado de forma significativa das discussões, comentou sobre o problema da falta de água na sua escola e pediu sugestões para elaborar seu roteiro e principalmente para apresentar uma solução para esse problema.

Nesse momento, a formadora exemplificou como esse tema poderia ser trabalhado. C3 então começou a estruturar seu roteiro com conversando com os outros colaboradores. A formadora ressaltou ainda que a antecipação das soluções é importante para o planejamento do professor, mas que a efetividade da estratégia didática dependeria da participação ativa dos alunos, de modo que as soluções pudessem ser fruto de suas próprias investigações.

Na parte final do encontro, os colaboradores foram convidados a identificar ao menos uma habilidade da BNCC que pudesse ser mobilizada nas propostas que eles estavam apresentando em seus roteiros. Entre as habilidades mencionadas, destacam-se: “Eu acho que como eles vão construir os animais a habilidade EF03MA16 é a que aborda a exploração e as características das figuras planas” (C2); “Essa (EF03MA16) dá certo com a construção dos protótipos também, porque eles vão do plano pro espacial” (C3); “Aqui eles vão precisar fazer

muito cálculo de área e perímetro então vamos envolver a habilidade EF05MA20” (C7); “a noção de escalas e coordenadas, dialoga diretamente com a habilidade EF05MA14, que prevê a localização e o deslocamento de pontos no plano cartesiano, e com a habilidade EF05MA15, que trata da leitura e interpretação de mapas” (C4).

C6 ao argumentar sobre a matemática envolvida na construção de carrinhos explicou: “essa atividade poderia se relacionar com o campo de Números da BNCC, mais especificamente com a habilidade EF03MA06, que trata do reconhecimento, leitura e escrita de números naturais em diferentes contextos”. Já C3 destacou a necessidade de considerar o uso da régua durante sua atividade e completou dizendo que “esse conteúdo aparece na habilidade EF03MA19, que fala sobre as medidas de comprimento e outras capacidades, usando instrumentos de medida convencionais”.

Todos os colaboradores concluíram o encontro com um esboço inicial de seus roteiros de atividade. No entanto, estavam cientes de que, durante o desenvolvimento da pesquisa em sala de aula, novos questionamentos e possíveis soluções poderiam emergir, sendo necessário manter uma postura aberta e receptiva às propostas apresentadas pelos alunos.

As observações registradas neste encontro evidenciam o envolvimento progressivo dos participantes no processo de integração entre Modelagem Matemática e Cultura Maker, bem como o esforço coletivo em alinhar as propostas às habilidades previstas na BNCC e às especificidades das turmas dos anos iniciais.

APÊNDICE G - PLANO DE OBSERVAÇÃO ESTRUTURADA



Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós - Graduação em Ensino
Grupo Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem
Rede Nordeste de Ensino

CURSO MODELAGEM MATEMÁTICA E A PRÁTICA DOCENTE NOS ANOS INICIAIS

PLANO DE OBSERVAÇÃO ESTRUTURADA

Objetivo da observação: Compreender os aspectos metodológicos e didáticos que permeiam a prática docente dos professores ao vivenciarem atividades que articulam Modelagem Matemática e Cultura Maker, visando delinear a Modelagem Matemática Maker como estratégia didática de ensino da matemática

Tipo de observação: Observação estruturada com categorias previamente definidas, registradas por meio de instrumento (ficha de observação).

Contexto da observação: Ambiente de formação: Curso Modelagem Matemática e a prática docente nos anos iniciais.

Unidade de análise: A prática docente no contexto dos anos iniciais: ações e reflexões dos professores colaboradores sobre o processo de elaboração e vivência das atividades elaboradas no curso e aplicadas em sala de aula.

Forma de registro: Anotações em ficha de observação. Utilização de uma escala de avaliação: Observado (O), Parcialmente Observado (PO) e Não Observado (NO).
Complementação com registros audiovisuais (fotos e vídeos).

Número de sessões de observação: Uma sessão, realizada durante socialização das atividades vivenciadas pelos colaboradores da pesquisa.

Análise dos dados: Análise qualitativa com base na frequência, recorrência e profundidade dos indicadores observados, articulando os registros às categorias teóricas de MM e CM.

Notas finais do observador: Espaço para descrição livre de aspectos relevantes que não se enquadram nos indicadores acima.

Ficha de observação: Colaborador _____ / Turma: _____ / Temática: _____

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos		
O professor instiga pesquisa e exploração do tema		
Os alunos trabalharam de forma colaborativa		
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida		
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)		
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).		
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados		
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas		
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas		
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)		
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado		
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos		
Reflexão docente sobre os resultados		

Notas finais do observador:

Registros apresentados pelo colaborador:

APÊNDICE H - FICHAS DE OBSERVAÇÃO

Ficha de observação: Colaborador: C1/ Turma: 2º Ano / Temática: Pane elétrica na escola

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“os alunos entenderam que a pane elétrica afetava à todos e não só a nossa sala”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“eles usaram os computadores da sala de informática para pesquisar sobre as causas de uma pane elétrica” “então decidimos visitar todos os espaços da escola que tiveram algum aparelho danificado”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	“eles trabalharam em duplas pra decidirem como iriam fazer, e eu fui orientando a medida que eles solicitavam ”
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Primeira etapa: “Comecei a falar do problema e como poderia ser resolvido”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo: “usamos garrafa PET, tampinhas de garraf, palito de churrasco, todo tipo de cola, barbante e fita”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática e Ciências
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“ventilador manual amenizou o calor”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	2	“algumas hélices ficaram tortas, aí não girava” “tivemos que parar um tempo pra consertar”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	1	O colaborador definiu muitas coisas
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF02MA14): “eles reconheceram o cone” (EF02MA23): “eles organizaram no caderno todos os equipamentos que estavam com defeito”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	1	“Perguntei pra turma se aquela solução resolvia o problema. Aí eles disseram que não, que aquilo só ajudava um pouco”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	Roda de conversa sobre toda a atividade
Reflexão docente sobre os resultados	2	“Senti meus alunos mais engajados”; “Eles não queriam nem ir pro recreio”; “Os conhecimentos foram surgindo e eles foram fazendo parte da atividade de forma natural”

Notas finais do observador:

O colaborador apresenta a problemática para os alunos que entendem que é um problema de todos. Percebe-se que o colaborador induz a solução logo na apresentação da problemática. Na pesquisa na internet, os alunos estudaram formas de evitar problemas elétricos em casa, e também pesquisaram como fazer o ventilador manual. A visita aos espaços da escola para vistoria dos equipamentos danificados pela pane elétrica, envolveu ainda mais os alunos na atividade. Os alunos elaboraram planilhas para fazer o levantamento dos equipamentos danificados e organizaram por espaços da escola. As garrafas PET trazidas pelos alunos eram muito grandes para o tamanho dos palitos que o colaborador tinha. Os alunos junto com o colaborador verificaram que necessitavam de uma garrafa menor. Os alunos perguntaram: Por que nossa sala é a mais quente?; O ventilador parou de funcionar por causa do sujo?; Quem vai consertar os ventiladores?; Por que na biblioteca tem ar condicionado?; Por que os computadores não foram danificados?. Cada um dos questionamentos foi debatido em sala de aula com alunos que ficaram curiosos em saber de todo processo que é necessário para que uma empresa vá até a escola consertar os ventiladores. O colaborador enfatizou que a atividade foi cansativa e que o tempo foi muito curto, também citou que com pilhas e pequenos motores a atividade teria sido ainda mais interessante. O colaborador questionou a turma se aquela aula era de Matemática ou de Ciências, e a turma ficou dividida, uns disseram que era de Matemática e outros que era de Ciências. Como a atividade foi em dupla, ao final só um poderia ficar com o ventilador, o que foi um problema. Foi necessária outra aula para fazer outros ventiladores para que cada aluno pudesse ficar com o seu.

Registros apresentados pelo Colaborador





Ficha de observação: Colaborador: C2/ Turma: 4º Ano / Temática: Animais em extinção

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“os alunos não prestavam mais atenção nas aulas, só se falava da papagaio, então aproveitei o assunto pra falar sobre a extinção aí eles ficaram curiosos ”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“fiz eles andarem por toda escola para verificar outros animais e insetos”; “assistimos ao filme RIO”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	“formamos grupos”; “apenas um aluno com espectro autista quis fazer sozinho”
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa : “Agora vamos responder as perguntas colocando a mão na massa”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo: “eva, tesoura, cola, papel, colorido, régua e um TNT pra simular a água”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática, Artes e Ciências
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“eles construíram os animais que tinham medo e alguns em extinção com figuras geométricas”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	1	“fomos verificando qual figura se encaixava mais”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“eles escolheram quais animais queriam fazer, mas a briga maior foi pelo papagaio”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF04MA19): “usamos a simetria de reflexão para ajustar o tamanho de alguns animais” (EF02MA15): “fui questionando quais figuras geométricas melhor se enquadravam no animal ”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“eles responderam fazendo”; “entenderam a necessidade de cuidar dos animais para que não haja extinção, então essa foi a nossa solução maker”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	1	De forma pontual durante as produções
Reflexão docente sobre os resultados	2	“Minha prática sempre foi diferenciada, mas essa experiência foi ainda mais diferente porque eles entenderam que era aula de matemática sem eu falar”

Notas finais do observador:

O colaborador mostrou entusiasmo ao conduzir uma atividade de matemática que não se iniciou diretamente com um problema matemático. Pergunta feita pelos alunos: o que acontece que o bicho sumir de vez?. Um dos alunos, com espectro autista, pediu para fazer a atividade sozinho. Ele construiu uma abelha com círculos amarelos e pretos. O colaborador questionou o por que ele escolheu a abelha e ele respondeu que era porque as abelhas faziam

mel e ele gostava de mel. Alguns alunos cortavam o material de tamanhos que não se ajustavam e ele ia orientando, aproveitando e trabalhando com medidas, simetria e figuras geométricas. A exposição dos animais na feira de ciências da escola foi interessante para que os alunos pudessem expor os conhecimentos adquiridos na atividade. O colaborador pontuou que gostaria de ter usado a caneta 3d na atividade. O conhecimento dessa ferramenta veio por meio do curso e o colaborador afirmou já ter comprado e estava aguardando chegar para utilizar com seus alunos. Por várias vezes o colaborador usou a expressão “solução maker”.

Registros apresentados pelo Colaborador



Ficha de observação: Colaborador: C3/ Turma: 4º Ano / Temática: Falta de água

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“como é recorrente faltar água na escola e no bairro, expliquei que isso seria o tema da atividade”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	Por meio da discussão e pesquisa na internet
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	Pequenos grupos
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa: “depois que eles foram respondendo aos questionamentos, eu perguntei se era possível representar essas soluções”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo: “usamos papelão, palitos, canudos, isopor, cola e tudo que tinha ali na escola”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática e Ciências
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“os alunos ainda disseram que a água que sai da pia poderia ser utilizada no banheiro”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	0	
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“Eles selecionaram os materiais e decidiram o que iriam construir”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF04MA17): “eles associaram os cones, os cilindros e prismas”; “analisaram e fizeram relações dos nomes das figuras espaciais” (EF04MA20): “eles usaram a régua para medir o tamanho e o comprimento das coisas”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“Os poços e as cisternas ajudam a não deixar faltar água nas casas”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	“Conversamos, durante toda atividade, sobre a matemática envolvida em cada uma das construções”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“Eu não imaginava que poderiam aparecer tantos conteúdos matemáticos. Falamos até da profundidade dos poços, o uso da água no dia a dia e de conteúdos que eles ainda não viram. Isso daria para organizar outras aulas”

Notas finais do observador:

O colaborador observou que a questão da falta de água era um problema da comunidade. Ao levar a problemática para sala, percebeu que os alunos se envolveram relatando um pouco de sua realidade. O colaborador fomentou a pesquisa na internet sobre a água e as mudanças climáticas. O colaborador fez os questionamentos indicados no roteiro de atividade e orientou os alunos a registrarem o consumo de água diário na escola para analisar o gasto mensal. Os alunos foram instigados a responder aos questionamentos por meio da pesquisa. Perguntas

feitas pelos alunos: Por que não podemos beber a água da chuva?; Os poços grandes tem mais água que os poços pequenos?.. O colaborador percebeu que só esses questionamentos renderiam outra aula de matemática e explicou rapidamente que a quantidade de água dependia de outros fatores. A solução para os questionamentos foi prototipar sistemas que permitem captar e armazenar água. O colaborador evidencia que o maker começou a ser trabalhado depois dos questionamentos postos como uma forma de representar o que eles estavam propondo como solução. Não observou-se testes e ajustes dos protótipos e nem uma avaliação da atividade. O colaborador trabalhou a proposta como algo a parte do currículo, apesar disso o colaborador afirma ter trabalhado muitos conteúdos matemáticos e também da área das ciências e ter discutido todo tempo sobre esses conhecimentos durante a processo criativo dos alunos. O colaborador ressaltou a necessidade de os professores buscarem cursos assim para melhorar sua prática na sala de aula.

Registros apresentados pelo Colaborador



Ficha de observação: Colaborador: C4/ Turma: 5º Ano / Temática: Enchentes no Rio Grande do Sul

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“apesar de não fazer parte da realidade deles, eles escolheram esse tema devido estar chovendo muito durante vários dias e eles lembraram das enchentes no Rio Grande do Sul e perguntaram se aquilo poderia ocorrer na nossa cidade”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	Por meio da discussão, telejornais e pesquisa na internet
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	Em pares
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa: “como nas reportagens a quantidade de chuva não é informada em litros, então eles começaram a questionar por quê”; “por isso surgiu a ideia de construir o pluviômetro pra solucionar essa questão com o maker”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo: “garrafão, mangueira, garrafa PET, fita métrica, régua e até tinta”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática, Ciências e Geografia
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“a construção do pluviômetro permitiu os alunos entenderem porque nos jornais a quantidade de água da chuva não é dada em litros”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	2	“tivemos que refazer a área do metro quadrado porque a quantidade de água não tava dando certo com o cálculo que os meninos tinham feito”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	1	A turma citou vários instrumentos que são utilizados pelos meteorologistas, mas a ideia de fazer o pluviômetro foi do colaborador por ser mais viável
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF05MA17): “eles reconheceram o paralelepípedo, relacionando com o quadrado que desenharam no chão da sala” (EF05MA21): “fui mostrando quantos cubos cabiam naquele espaço pra eles poderem entender um pouco sobre volume”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“os alunos entenderam por quê nos noticiários a quantidade de chuva é reportada em milímetros”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	“em cada etapa do roteiro a gente parava e conversava sobre o que poderia ser feito”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“A atividade foi produtiva e interessante porque não foi um fazer por fazer, eles sabiam por que estavam construindo aquilo; queriam entender por que, nos jornais, não se dizia “litro”; “não era o que eu imaginava que a gente iria fazer, mas foi muito mais interessante, tanto para eles quanto pra mim”

Notas finais do observador:

O colaborador ao sondar a turma sobre temas de seu interesse percebeu que os alunos estavam incomodados com a quantidade de chuva, e um dos alunos lembrou sobre as enchentes que

ocorreram no Rio Grande do Sul. Mesmo sem ter ideia de como a atividade poderia se desenvolver, o colaborador incitou os alunos a reverem as reportagens na internet na sala de informática da escola. Os questionamentos apresentados no roteiro de atividade de C4 foram propostos pelos alunos, pois o colaborador já havia iniciado a discussão da temática quando entregou o roteiro. A intenção do colaborador era construir mapas, porém, durante a pesquisa, vários alunos começaram a questionar por quê a quantidade de água nas reportagens não era informada em litros. Segundo eles seria mais fácil de entender. Com esse questionamento, o colaborador incitou a turma a pesquisar sobre os instrumentos utilizados pelos meteorologistas para prever o tempo. Depois dos alunos citarem vários instrumentos, o colaborador propôs que eles construísem um pluviômetro para poder entender a questão da quantidade de chuva não ser informada em litros. Ao mencionar que escolheram um dos problemas para solucionar com o maker, o colaborador evidencia como pensou na articulação da modelagem matemática com a cultura maker. Como no dia do experimento não choveu, o colaborador improvisou simulando a chuva com uma mangueira. O metro quadrado foi feito no chão da sala com um pincel e fita métrica. Eles concluíram que era preciso também, fazer um cálculo matemático que envolvesse a quantidade de chuva naquela área. Os alunos ainda não tinham a noção de volume. O colaborador fez relações com cubos dentro do espaço construído para reservar a água para que eles pudessem entender como o volume é calculado. O colaborador afirmou ter tido um pouco de dificuldade pois ele não tinha previsto abordar esse assunto no início da atividade.

Registros apresentados pelo Colaborador



Ficha de observação: Colaborador: C5/ Turma: 5º Ano / Temática: Lixo na comunidade

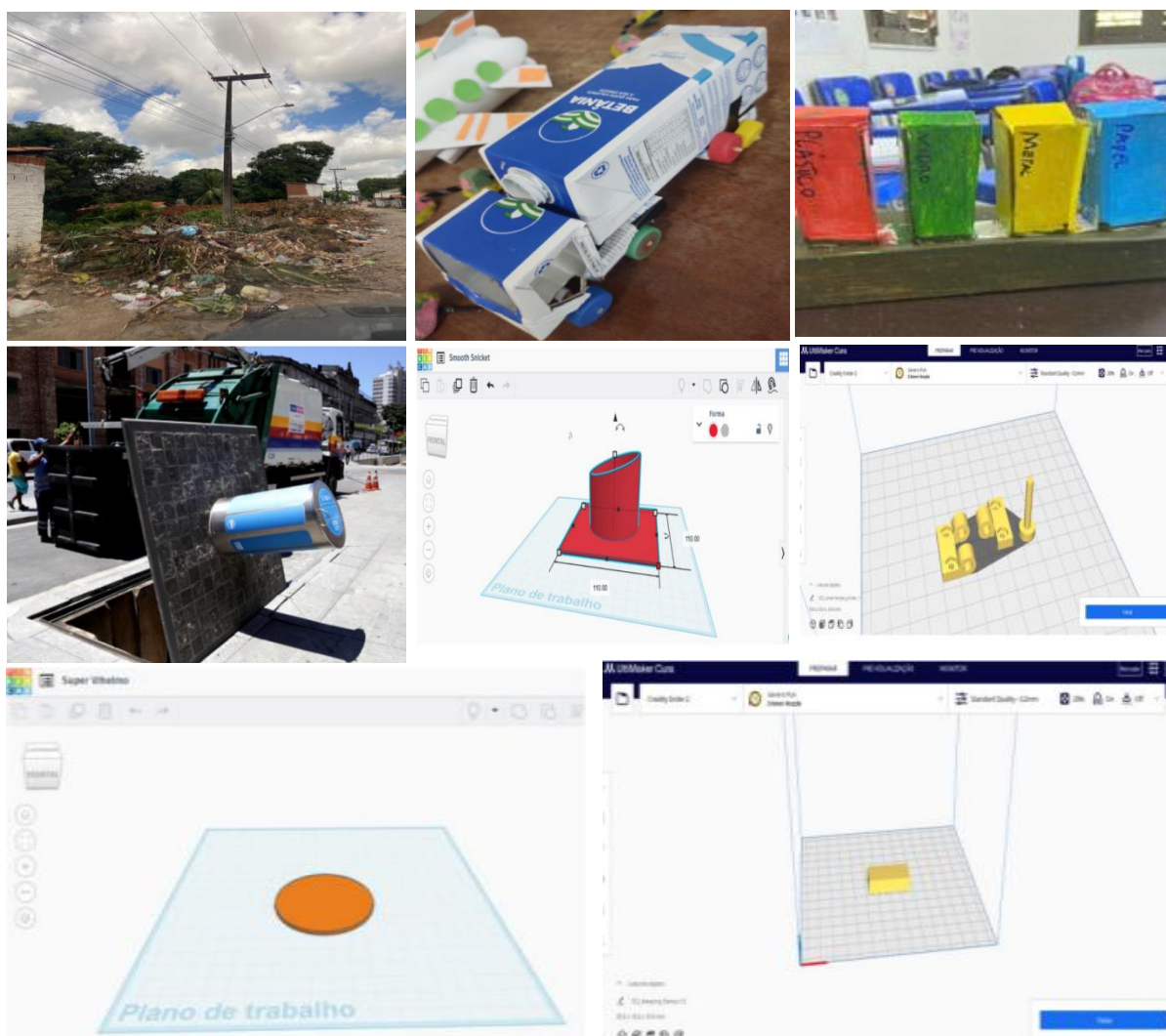
Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“os alunos passam pelo meio do lixo pra chegar na escola”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“Pedi pra eles pesquisarem sobre como é feita a coleta seletiva e os danos causados pelo acúmulo indevido de lixo” “Assistimos o filme Wall-E”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	“formamos pequenos grupos”
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa: “pra cada problema que eles falavam, eu perguntava o que a gente poderia fazer”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo, Materiais de desenho e pintura, Impressora 3D, Softwares de prototipagem: “utilizamos papelão, cola e todo material disponível na sala mesmo, eles também levaram caixas e alguns brinquedos quebrados”; “para o protótipo foi usado o material do laboratório maker e a impressora 3D”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática, Ciências e Tecnologia
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“se ela fosse de verdade acaba com o lixo daqui do lado”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	2	“A roda do caminhão não tava girando direito, aí perguntei o que poderia ser feito e eles pensaram em aumentar o furo no papelão e deu certo”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“cada grupo escolheu o que queria fazer”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF05MA17): “na construção das lixeiras e do caminhão eu fui questionando quais eram os lados e os ângulos”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	As lixeiras subterrâneas, as lixeiras identificadas para coleta seletiva e o caminhão foram entendidos como uma solução para o problema
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	1	Em momentos pontuais
Reflexão docente sobre os resultados	2	“A atividade foi bem além do que eu imaginei, não pensei que teria esse alcance todo”; “Se eu deixasse, a gente tava até agora fazendo coisas relativas à essa atividade”; “Foi muito bom ver eles envolvidos, discutindo de um jeito crítico, querendo saber das coisas”

Notas finais do observador:

O colaborador percebeu que seus alunos passavam ao lado do lixo exposto pra chegar à escola. Ele fez o registro da situação e mostrou para a turma questionando o que eles achavam daquilo. Após um período de discussão, o colaborador solicitou que os alunos fizessem uma pesquisa na internet sobre o problema do descarte indevido do lixo. A pesquisa foi orientada, e ocorreu na própria sala de informática da escola onde eles também assistiram trechos do filme Wall-E. Após alguns questionamentos postos pelo colaborador e outros pelos alunos, a

turma apontou algumas soluções para o problema como: um caminhão de lixo só da escola, lixeiras para coletar materiais recicláveis dentro e fora da escola e uma lixeira que escondesse o lixo, igual a que eles viram na internet. O colaborador explicou que pediu para que os alunos pesquisassem sobre os tipos de lixeiras, pois queria que eles pudessem criar um protótipo com a impressora 3D. Apesar de não ter conseguido recursos para poder levar a turma até ao Laboratório Maker, ele enviou uma das fotos que os alunos escolheram durante a pesquisa para a pesquisadora que modelou e prototipou a lixeira, em seguida enviou ao colaborador para socializar com a turma. O colaborador demonstrou interesse em aprender a usar a impressora 3D ao comentar que iria buscar fazer um curso para aprender a criar protótipos. O colaborador afirmou que toda atividade foi muito dialogada e todas as construções foram entendidas como possíveis soluções para o problema do lixo. O contato dos alunos com o protótipo foi muito importante pois eles conseguiram ver a materialização do que eles haviam pesquisado, contudo o colaborador lamentou não poder proporcionar a vivência no Laboratório Maker para seus alunos.

Registros apresentados pelo Colaborador





Ficha de observação: Colaborador: C6 /Turma: 1º Ano / Temática: Meios de transporte

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	1	“eu expliquei que era um tema importante porque o (nome do aluno) gostava muito e perguntei se eles gostavam também”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“Depois fomos olhar os carros que haviam no pátio da escola e também o ônibus escolar. Aí eu pedi para eles dizerem quantos lugares eles achavam que tinha, depois pedi para eles contarem quantos lugares tinham de fato. Depois os alunos começaram as perguntas, algumas foram feitas por eles outras por mim.”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	1	
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	1	Quarta etapa: “vocês vão responder construindo”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo, Materiais de desenho e pintura: “usamos o material que tinha na escola mesmo, de pintura de desenho e alguns reciclados”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática e Artes
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“tudo ficou original porque ele fizeram da cabeça deles”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	0	
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“cada um escolheu o meio de transporte que mais gostava”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF01MA01): “primeiro eles foram contando os lugares nos carros e perceberam que todos tinham a mesma quantidade de lugares, no ônibus alguns não contaram direito aí eu fui e fiz a contagem com eles”; “um deles afirmou que a placa do ônibus dizia qual era a quantidade, aí tive que explicar que era apenas um código”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“no final eu refiz as perguntas e eles respondiam olhando para os brinquedos que eles fizeram”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	“tudo eles perguntam, então foi o tempo todo eu conversando com eles sobre o que e porque eles estavam fazendo aquela atividade”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“É um pouco parecido com o que eu já faço, a diferença é que nessa proposta o objetivo de fazer é pra responder algo que eles poderiam responder só olhando no livro ou no caderno, mas eles respondem fazendo e isso é bem interessante”

Notas finais do observador:

O colaborador, desde o início da atividade, teve a intenção de fazer com que os alunos construíssem os meios de transporte de sua preferência. Ao questionar sobre quantas pessoas caberiam sentadas no ônibus, os alunos responderam que dependia do tamanho. De acordo

com os alunos, quanto maior fosse o transporte mais pessoas caberiam dentro. Esse diálogo fez com que um dos alunos perguntasse ao colaborador quantas pessoas caberiam em um avião. Sem poder responder o questionamento de forma exata, o colaborador explicou de existiam aviões de vários tamanhos e a quantidade iria depender disso. Após concluir que os carros tinham a mesma quantidade e analisar a quantidade de assentos no ônibus escolar, o colaborador sugeriu que eles construíssem seus próprios meios de transporte e dissessem quantas pessoas caberiam neles. Segundo o colaborador, as crianças começaram imediatamente a dizer as quantidades e ele explicou que eles iriam responder fazendo. Durante a atividade maker, o colaborador leu o livro Abigail que conta da história de uma girafa que amava contar. Ao final, o colaborador foi refazendo as perguntas e os alunos foram respondendo de acordo com seus desenhos e construções. Observou-se que o colaborador trabalhou também sequências numéricas e a ideia de ordem.

Registros apresentados pelo Colaborador



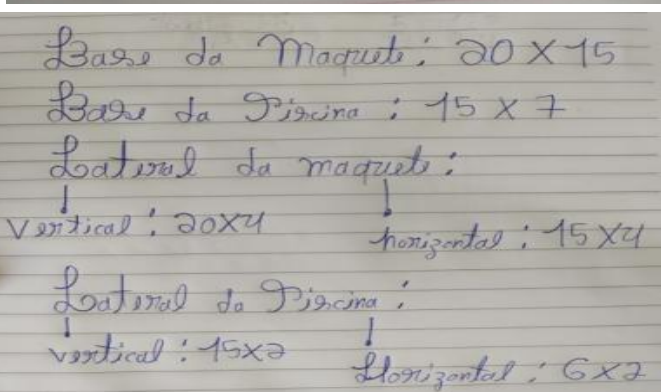
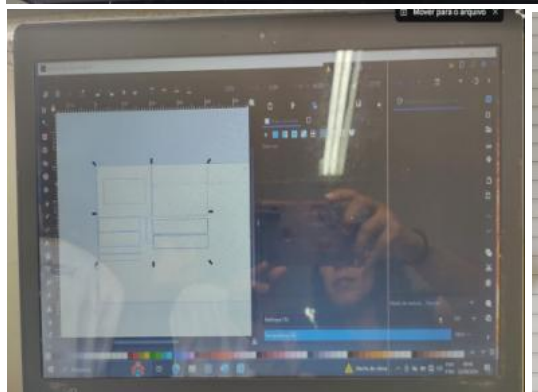
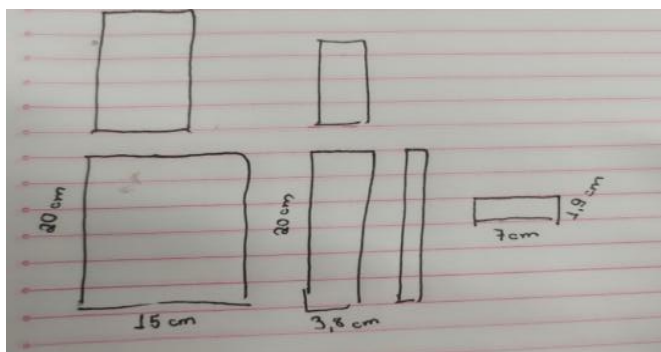
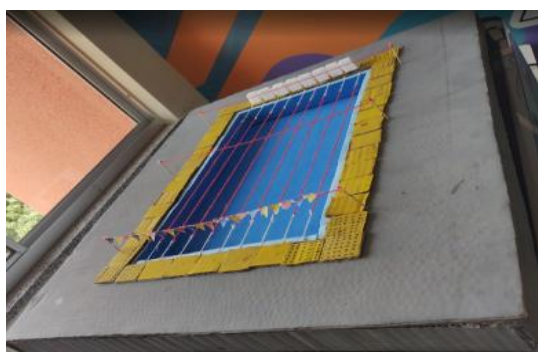
Ficha de observação: Colaborador: C7 /Turma: 5º Ano / Temática: A infraestrutura da escola

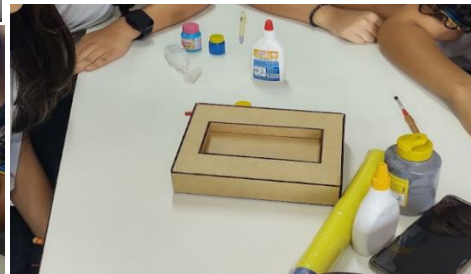
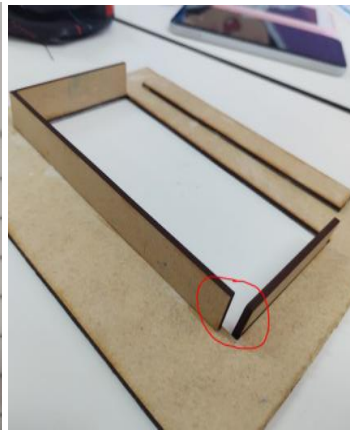
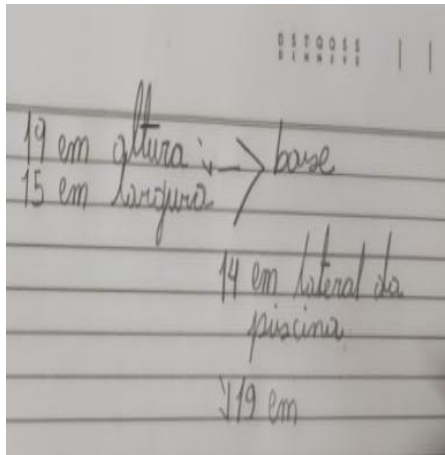
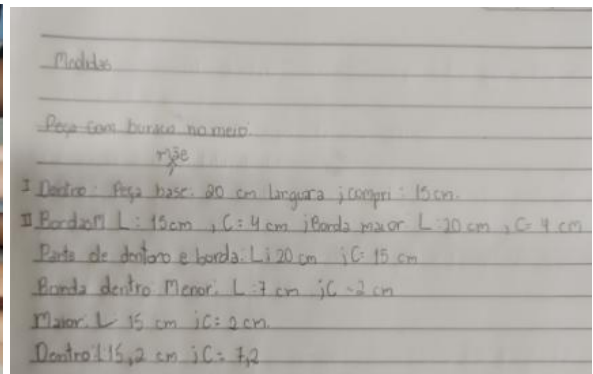
Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“como era um assunto do interesse deles, eles ficaram super interessados na discussão”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“andamos pela escola analisando os espaços”; “eles pesquisaram sobre todo tipo de modalidade e depois analisaram quais fariam dos jogos da escola”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	“cada grupo escolheu uma modalidade”
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa: “depois que eles chegaram num consenso sobre o que faltava na escola, começamos a pensar em como construir os protótipos ”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo, Materiais de desenho e pintura, Máquina de corte a laser, Softwares de prototipagem: “usamos isopor, eva, cola, cartolina e lá no laboratório usamos o mdf que a (nome da formadora) forneceu”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática, Artes e Tecnologia
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“então o protótipo da piscina é como se fosse uma resposta criativa para a pergunta que foi feita”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	2	“muitos começaram os encaixes das peças de forma errada, mas só perceberam que isso alterava o formato da piscina ao final, aí tivemos que refazer”; “foi legal também porque eles foram testando as medidas no computador e vendo o que não dava certo”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“eles primeiro escolheram o tamanho real de uma piscina olímpica e depois perguntaram como ficaria no protótipo ”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF05MA17): “eles mesmos foram percebendo a necessidade de ajustar os polígonos para encaixar o paralelepípedo” (EF05MA19): “pedi pra eles anotarem as informações do protótipo pra podermos trabalhar a noção de área”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“eles chegaram na escola mostrando pra direção os protótipos e dizendo que a escola precisava de um terreno maior”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	1	“finalizamos conversamos sobre toda atividade, não só sobre os conteúdos abordados mas sobre tudo o que a atividade envolveu como, por exemplo, a compreensão crítica deles sobre a infraestrutura da escola”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“ver a animação deles construindo os protótipos, fazendo os cálculos sem eu precisar dar uma conta pra eles resolverem foi muito massa”; “eu quero muito aprender a manipular aqueles equipamentos”

Notas finais do observador:

O colaborador, desde o início da atividade, teve a pretensão de utilizar o laboratório maker. Ao sondar os alunos sobre um tema de interesse deles, os jogos interclasse foi o mais comentado pela turma. Após a escolha do tema, e a análise dos espaços na escola, os alunos foram intigados a pesquisar sobre todo tipo de modalidade que podem ser propostas em um campeonato interclasse. Cada equipe escolheu uma modalidade para pesquisar. Com as pesquisas realizadas, colaborador questionou sobre quais modalidades não poderiam ser realizadas pela falta de estrutura da escola. Tendo como resposta a natação e corrida, uma piscina foi escolhida pela turma para ser prototipada. O colaborador enfatizou, desde o princípio, que os estudantes teriam a oportunidade de conhecer o laboratório maker, mas reforçou também a importância de planejarem cuidadosamente o que seria construído, uma vez que teriam apenas uma única visita ao espaço. A partir dessa orientação, os alunos iniciaram a construção dos protótipos utilizando materiais recicláveis e de baixo custo. Durante a visita ao laboratório, devido ao tempo, apenas alguns alunos tiveram a chance de manipular o computador para observar como os protótipos eram modelados digitalmente. Em seguida, toda a turma pôde acompanhar de perto o processo de corte das peças e, logo após, se engajar no trabalho coletivo de montagem. Segundo o colaborador, o momento final foi marcado pela transição entre a ideia inicial, o desenho dos protótipos, e a materialização dos mesmos com o apoio da estrutura do laboratório maker. O colaborador pontuou a postura crítica dos alunos em relação a estrutura da escola pois apresentaram à direção a necessidade de um espaço maior para que a natação pudesse fazer parte dos jogos interclasse. As noções de área, de perímetro e de proporcionalidade também foram observados nas atividades realizadas.

Registros apresentados pelo Colaborador





Ficha de observação: Colaborador: C8 /Turma: 3º Ano / Temática: O tubo da pracinha

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“percebi que eles falavam muito disso”; “quando disse que aquele seria o tema da aula eles ficaram curiosos e me encheram de pergunta”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“fomos até a pracinha que fica ao lado escola”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	Em grupos
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	2	Quarta etapa: “depois que falamos sobre todas as perguntas que eles fizeram, eu propus a construção da maquete”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo, Materiais de desenho e pintura: “usamos os recursos da escola mesmo, só pedi pra eles levarem algumas caixas”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	2	Matemática e Artes
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“foi uma forma criativa de explicar o por quê não era bom passar por dentro do tubo”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	0	
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“eu pedi pra eles lembrarem de como é a praça e onde fica o tubo, mas eles fizeram do jeito deles (risos)”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF03MA12): “uns me mostravam o trajeto com o dedo na maquete” (EF02MA13): “utilizamos a escola como referência para colocar o tubo, a pista e as outras coisas”; “questionei de quantas formas dava pra chegar na escola sem passar pelo tubo”; “eles foram comparando os materiais com as figuras geométricas que já tínhamos estudado”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	1	“pra eles o maior problema era não poder passar por dentro do tubo”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	“quando começamos o mão na massa, eles perguntavam muito sobre como poderiam fazer, mas eu fui explicando que deveria ser feito a partir do que eles perceberam na pesquisa”; “fui apenas orientando na questão dos tamanhos”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“todo ano eu proponho alguma atividade com maquete, mas essa foi diferente porque foi algo que instigava eles e não uma demanda da escola”; “o olhar sobre o conteúdo matemático presente ali é que fez a diferença pra mim”

Notas finais do observador:

O colaborador, seguiu significativamente o que havia proposto no roteiro de atividade. Ao perceber que alguns alunos estavam passando por dentro do tubo, antes de entrar, e ao sair da escola, ele aproveitou a situação para propor a atividade. Ao levar a turma na pracinha, a turma fez vários questionamentos como: Quem colocou esse tudo aí?; Quem vai tirar esse tudo daí professora?, Não pode ser um tubo de brincar?. O colaborador foi colocando outros

questionamentos levando a turma a refletir sobre os perigos de passar por dentro do tubo. Ao retornar para sala, o colaborador questionou sobre as formas de chegar a escola, sem passar pelo tubo. Os alunos responderam o que achavam e a construção da maquete foi proposta pelo colaborador. Primeiro a turma selecionou todo material só depois partiram para o mão na massa, onde construíram a maquete da praça e responderam ao questionamento feito pelo colaborador mostrando os trajetos na maquete.

Registros apresentados pelo Colaborador



Ficha de observação: Colaborador: C9 /Turma: 5º Ano / Temática: A hora do recreio

Indicadores	Escala de Avaliação	Observações adicionais
Eixo 1 - Execução e estratégias		
A problemática/tema foi claramente apresentada aos alunos	2	“quando eu disse que o recreio seria o tema da aula eles amaram, mesmo sem entender como seria”
O professor instiga pesquisa e exploração do tema	2	“na pesquisa eles puderam ver vários tipos de jogos e brincadeiras, algumas online e outras com material concreto”
Os alunos trabalharam de forma colaborativa	2	Em grupos
Ficou evidente em qual etapa da MM a CM foi inserida	1	Quarta etapa: “depois da pesquisa começamos a coletar os materiais para construir os jogos”
Foram utilizados materiais/ferramentas CM (prototipagem, experimentação, recicláveis etc.)	2	Materiais recicláveis e de baixo custo: “usamos todo tipo de material, até CDs, tampinhas de garrafa e uma calculadora”
O professor promoveu conexões interdisciplinares explícitas (ciências, tecnologia, artes, etc.).	0	
Eixo 2 - Processo didático		
Foram propostas soluções criativas ou alternativas para problemas encontrados	2	“eu orientei que eles poderiam pesquisar algum jogo mas que eles tinham que criar a forma de jogar”
Houve espaço para testar, errar e ajustar soluções encontradas	2	“os alunos fizeram testes com as regras criadas e verificaram que algumas não davam certo, aí reformularam deixando o jogo mais adequado para cada turma”
O protagonismo e a autonomia foram evidentes na execução das tarefas	2	“eles escolheram os jogos, eu só orientei a construção”
Habilidades previstas na BNCC foram contempladas (especificar)	2	(EF05MA07): “os jogos envolveram adição, subtração, multiplicação e divisão com números naturais”; “o jogo da memória envolveu o cálculo mental”
Eixo 3 - Avaliação e reflexão		
O artefato construído foi compreendido como solução do problema levantado	2	“agora temos mais coisas pra fazer na hora do recreio”
O professor ofereceu <i>feedback</i> formativo aos alunos	2	“fomos conversando sobre o que podia melhorar”
Reflexão docente sobre os resultados	2	“percebi que definir o objetivo de aprendizagem torna a atividade mais significativa”; “apesar do trabalho que deu, creio que o resultado final foi muito bom e vai estimular os outros alunos a utilizarem também”; “conhecer o laboratório maker foi uma experiência incrível, queria que meus alunos tivessem ido também”

Notas finais do observador:

O colaborador, seguiu significativamente o que havia proposto no roteiro de atividade. Segundo o colaborador, durante a pesquisa, os alunos falaram muito sobre os jogos online, o que o fez pensar na possibilidade de eles criarem um jogo online. Porém, pelo tempo necessário isso não foi possível. Os alunos coletaram materiais como caixas e papelão. Observou-se que o colaborador manteve o foco na matemática durante toda atividade. A maior parte das discussões foram sobre a viabilidade e as regras dos jogos construídos. Os alunos fizeram testes com as regras criadas e verificaram que algumas não davam certo,

depois reformularam deixando mais adequado a cada turma. Os projetos de jogos foram pensados para que turmas de outros anos também pudessem utilizar. O colaborador relatou que a atividade se estendeu mais do que o previsto e também foi mais trabalhosa do que ele imaginou. O colaborador não teve como levar seus alunos ao Laboratório Maker, contudo pôde visitar o espaço e ainda modelar e prototipar pequenos bonecos para serem utilizados nos jogos construídos por seus alunos.

Registros apresentados pelo Colaborador



ANEXO A - APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA PELO COMITÊ DE ÉTICA DA UFC VIA PLATAFORMA BRASIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CULTURA MAKER E MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA FORMATIVA PARA PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Pesquisador: Josiane Silva dos Reis

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 71616923.1.0000.5054

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.301.271

Apresentação do Projeto:

Pensar a utilização de metodologias diversificadas para se ensinar matemática tem se tornado imprescindível quando pensamos na dificuldade que a maioria dos estudantes enfrentam na compreensão dos conteúdos matemáticos trabalhados em sala de aula. Aliado à isso, temos a constante necessidade de formação para utilização dessas metodologias de forma a gerar um processo de ensino e aprendizagem consideravelmente positivo

para os estudantes. Contudo, o que se percebe é que grande parte das escolas ainda apresentam métodos e currículos envelhecidos com uma

estrutura rígida e pouco estimulante para alunos e professores, que se veem engessados pela postura tradicional, inflexível e distante que domina

há séculos o ambiente escolar, cujo foco está apenas nos conteúdos a serem entregues, sem qualquer interação com a realidade social, cultural e

educacional. Porém, é inegável que existe um profundo esforço por parte de pesquisadores, instituições, e também professores, em romper com o formato linear de ensino e avançar no sentido de uma educação mais integral que considere as diversas dimensões do indivíduo em seu próprio contexto. Nesse sentido, um dos fatores que impulsiona a proposição desta investigação é oportunizar aos docentes que ensinam matemática, vivências com uma estratégia didática que utilize a cultura maker no contexto da modelagem matemática visando favorecer o processo de ensino e aprendizagem matemática no âmbito do ensino fundamental. Será realizada uma

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PROPESQ - UFC



Continuação do Parecer: 6.301.271

pesquisa qualitativa do tipo exploratória.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

-Analisar como o processo formativo com a cultura maker e a modelagem matemática podem consolidar uma estratégia didática para o ensino de matemática

Objetivo Secundário:

- 1 -Identificar as relações existentes entre cultura maker e modelagem matemática;
- 2 -Propor uma formação continuada tendo o maker como ferramenta para a resolução dos problemas durante o processo de modelagem;
- 3 - Analisar as possibilidades que a cultura maker traz para a consolidação da prática com a modelagem;
- 4 - Construir uma estratégia didática inovadora para o ensino de matemática.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Por se tratar de uma proposta em que os sujeitos serão submetidos à resolução de questionários, entrevistas, gravações de áudio e imagem, o estudo apresenta risco mínimo. Ainda assim, os participantes terão total liberdade para desistir da participação na pesquisa caso queiram.

Benefícios:

Como benefícios, esta pesquisa trará discussões tanto no âmbito da formação docente como para a aprendizagem matemática em sala de aula, visto que um dos objetivos é fazer com que os professores vivenciem a estratégia didática construída no curso. A pesquisa auxiliará no uso de uma nova estratégia para o ensino e de aprendizagem de matemática no ensino fundamental.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto em questão está com a escrita razoável. Porém, de boa leitura e entendimento. Está incluído desenho do estudo, introdução, objetivos, metodologia, cronograma de atividades, orçamento e outros. A documentação exigida pela RESOLUÇÃO 466/2012/CNS/MS que regulamenta os estudos aplicados aos seres humanos está incluída.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação do trabalho estão coerentes com o tema abordado e o rigor da ética em pesquisa.

Recomendações:

O projeto de pesquisa está devidamente instruído para que o mesmo seja executado. Há uma

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PROPESQ - UFC



Continuação do Parecer: 6.301.271

sugestão de melhoria da fundamentação teórica, mas está eticamente correto. Portanto o parecer é favorável à sua APROVAÇÃO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2157313.pdf	15/06/2023 12:25:46		Aceito
Outros	CARTASOLILICITANDOAPRECIACAO.pdf	15/06/2023 11:56:43	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Outros	Lattes.pdf	15/06/2023 11:50:42	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DOS_PESQUISADORES_ENVOLVIDOS_NA_PESQUISA_29_assinado_assinado_assinado.pdf	15/06/2023 11:46:40	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAOLocalDEPESQUISA.pdf	15/06/2023 11:45:38	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMACEP.pdf	13/06/2023 20:43:07	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Orçamento	DECLARACAO_DE_ORCAMENTO_FINANCEIROCEP.pdf	13/06/2023 11:06:31	Josiane Silva dos Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLECEP.pdf	13/06/2023 10:58:21	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOCEP.pdf	13/06/2023 10:51:58	Josiane Silva dos Reis	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderostoassinada.pdf	13/06/2023 10:36:46	Josiane Silva dos Reis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ PROPESQ - UFC



Continuação do Parecer: 6.301.271

FORTALEZA, 14 de Setembro de 2023

Assinado por:
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comepe@ufc.br

ANEXO B - EDITAL DO CURSO DE EXTENSÃO N.02/2024



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO



Grupo Tecendo Redes
Cognitivas de Aprendizagem

EDITAL N. 02/2024 QUE REGULAMENTA O PROCESSO DE INSCRIÇÃO EM CURSOS DE EXTENSÃO

O grupo de estudos e pesquisa Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA/CNPq/UFC), no uso de suas atribuições torna público o presente edital para normatizar o processo de inscrição nos cursos de extensões abaixo relacionados oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (FACED/UFC).

- CURSO DE EXTENSÃO 1: Formação de professores sob a perspectiva dos perfis de aprendizagem: uma vivência com a Sequência Fedathi e a Teoria da Objetivação.
- CURSO DE EXTENSÃO 2: Matemática do zero: uma proposta pedagógica à luz da Teoria da Objetivação e da Insubordinação Criativa.
- CURSO DE EXTENSÃO 3: O Pensamento Geométrico de Van Hiele na Formação do Professor de Matemática do Ensino Fundamental: Reflexões Fedathianas Inclusivas.
- CURSO DE EXTENSÃO 4: Modelagem matemática e a prática docente nos anos iniciais.
- CURSO DE EXTENSÃO 5: Formação docente em matemática para os anos iniciais do ensino fundamental: novas perspectivas nos processos de ensino-aprendizagem à luz da BNCC.
- CURSO DE EXTENSÃO 6: Políticas públicas de avaliação: efeitos e implicações.
- CURSO DE EXTENSÃO 7: A Metodologia Sequência Fedathi na Literatura Infantil como suporte pedagógico para o Letramento Matemático.

1. DOS CURSOS, SEUS OBJETIVOS, DURAÇÃO, VAGAS E OUTRAS INFORMAÇÕES

CURSO DE EXTENSÃO 1: Formação de professores sob a perspectiva dos perfis de aprendizagem: uma vivência com a Sequência Fedathi e a Teoria da Objetivação.

OBJETIVO: Contribuir para a formação continuada de pedagogos dos anos iniciais do Ensino Fundamental sob a perspectiva dos perfis de aprendizagem, vivenciando a Sequência Fedathi e a Teoria da Objetivação, a fim de possibilitar manifestações de Insubordinação Criativa para a promoção de práticas pedagógicas inovadoras.

CARGA HORÁRIA: 100 horas.

MODALIDADE: semipresencial.

QUANTIDADE DE VAGAS: 80.

PÚBLICO: pedagogos que ensinam matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental

PERÍODO: 20/04/2024 à 29/06/2024.

CURSO DE EXTENSÃO 2: Matemática do zero: uma proposta pedagógica à luz da Teoria da Objetivação e da Insubordinação Criativa.

OBJETIVO: Propor uma formação continuada de Matemática básica para professores pedagogos, das redes pública e privada de ensino, voltada para uma abordagem metodológica dos conhecimentos matemáticos necessários para preencher algumas das lacunas deixadas na formação inicial dos professores que atuam na docência de Matemática dos anos iniciais do ensino fundamental, sob a perspectiva metodológica da Teoria da Objetivação e da Insubordinação Criativa.

CARGA HORÁRIA: 80 horas.

MODALIDADE: presencial (encontros quinzenais).

QUANTIDADE DE VAGAS: 80

PÚBLICO: professores que ensinam Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

PERÍODO: 20/04/24 à 10/08/24.

CURSO DE EXTENSÃO 3: O Pensamento Geométrico de Van Hiele na Formação do Professor de Matemática do Ensino Fundamental: Reflexões Fedathianas Inclusivas.

OBJETIVO: Formar professores de Matemática do Ensino Fundamental para o desenvolvimento do Pensamento Geométrico de Van Hiele de alunos deficientes visuais a partir de recursos didáticos na perspectiva do Desenho Universal Pedagógico (DUP) à luz da Sequência Fedathi.

CARGA HORÁRIA: 60 horas.

MODALIDADE: semipresencial.

QUANTIDADE DE VAGAS: 60.

PÚBLICO: professores trabalham com alunos com deficiência visual do ensino fundamental.

PERÍODO: 20/04/2024 à 30/06/2024.

CURSO DE EXTENSÃO 4: Modelagem matemática e a prática docente nos anos iniciais.

OBJETIVO: Formar professores para o uso da Modelagem Matemática em sala aula com diferentes recursos pedagógicos para o ensino de matemática.

CARGA HORÁRIA: 100 horas.

MODALIDADE: semipresencial

QUANTIDADE DE VAGAS: 50.

PÚBLICO: professores dos anos iniciais e do sexto ano do Ensino Fundamental.

PERÍODO: 20/04/2024 à 22/06/2024.

CURSO DE EXTENSÃO 5: Formação docente em matemática para os anos iniciais do ensino fundamental: novas perspectivas nos processos de ensino-aprendizagem à luz da BNCC.

OBJETIVO: formar professores de matemática que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com base epistemológica na Teoria da Objetivação, desenvolvendo o Pensamento Algébrico à luz da unidade temática álgebra da BNCC.

CARGA HORÁRIA: 50 horas.

MODALIDADE: semipresencial.

QUANTIDADE DE VAGAS: 60.

PÚBLICO: professores de matemática do ensino fundamental.

PERÍODO: 20/04/2024 à 15/06/2024.

CURSO DE EXTENSÃO 6: Políticas públicas de avaliação: efeitos e implicações.

OBJETIVO: Realizar uma formação para professores da rede pública de ensino voltada para os conhecimentos epistemológico e conceitual acerca da avaliação, das políticas públicas de avaliação educacional e suas implicações nas práticas pedagógicas dos professores que ensinam matemática.

CARGA HORÁRIA: 80 horas.

MODALIDADE: educação à distância (EaD).

QUANTIDADE DE VAGAS: 50.

PÚBLICO: professores que atuam na rede pública de ensino.

PERÍODO: 20/04/2024 à 31/07/2024.

CURSO DE EXTENSÃO 7: A Metodologia Sequência Fedathi na Literatura Infantil como suporte pedagógico para o Letramento Matemático.

OBJETIVO: Proporcionar um curso de formação continuada aos professores que ensinam matemática nos anos iniciais do ensino fundamental das escolas públicas, direcionado ao letramento matemático, utilizando-se da literatura infantil como instrumento pedagógico nesse processo de compreensão dos conceitos matemáticos e da metodologia de ensino Sequência Fedathi.

CARGA HORÁRIA: 160 horas.

MODALIDADE: educação à distância (EaD).

QUANTIDADE DE VAGAS: 50.

PÚBLICO: professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental que ensinam matemática e que estejam atuando na rede pública de ensino.

PERÍODO: 24/04/2024 a 26/06/2024.

2. DA INSCRIÇÃO

2.1 A inscrição dos candidatos às vagas dos cursos de extensão constantes neste edital ocorrerá de 9 de março de 2024, até o dia 10 de abril de 2024;

2.2 A inscrição acontecerá de forma *on-line*, através do formulário de inscrição que pode ser acessado clicando no link a seguir: [Formulário de Inscrição](#) ;

2.3 O(a) candidato(a) deverá observar todas as etapas de preenchimento dele, inclusive atentando para sua confirmação de envio;

2.4 O(a) candidato(a) poderá realizar inscrição em até 3 (três) Curso de Extensão indicados neste edital;

2.5 Havendo necessidade as datas de realização dos encontros síncronos (presenciais ou *on-line*) dos cursos de extensão poderão ser modificadas, sendo os cursistas devidamente informados;

2.6 Não haverá cobrança de taxas de inscrição ou quaisquer tipos de mensalidade aos participantes.

3. DO RESULTADO

3.1 O resultado das inscrições será divulgado no dia 15 de abril de 2024, conforme cronograma do presente edital, na página: <http://www.gtercoa.ufc.br> ;

3.2 Os selecionados serão informados do resultado por meio do endereço eletrônico cadastrado no formulário de inscrição *on-line*.

4. DA AULA INAUGURAL

4.1 Será realizada uma aula inaugural de lançamento dos cursos de extensão de forma presencial no dia 20 de abril de 2024, das 9h às 12h, no município de Fortaleza-Ce, em local a ser definido;

4.2 O local de realização da aula inaugural será divulgado no site: <http://www.gtercoa.ufc.br>.

5. DA CERTIFICAÇÃO

5.1 Exigências para a concessão do certificado de conclusão:

- a) Participação nas atividades desenvolvidas pelo curso;
- b) Mínimo de 75 % de frequência nas atividades;
- c) Entrega do termo de compromisso que se encontra no anexo I deste edital, devidamente preenchido e assinado;
- d) Entrega do trabalho final.

6. DO CRONOGRAMA

6.1 Lançamento do Edital: 9 de março de 2024.

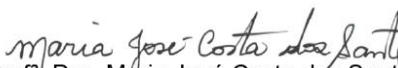
6.2 Inscrições *on-line*: de 9 de março até 10 de abril de 2024.

6.3 Divulgação dos selecionados: 15 de abril de 2024.

6.4 Aula inaugural: 20 de abril de 2024.

7. DOS CASOS OMISSOS

7.1 Os casos omissos neste edital serão resolvidos pela equipe de Coordenação dos Projetos de Extensão.


Prof.^a Dra. Maria José Costa dos Santos
Coordenadora dos Projetos de Extensão
Líder do G-TERCOA/CNPq/UFC


Prof. Dr. Wendel Melo Andrade
Vice-coordenador dos Projetos de Extensão
Vice-líder do G-TERCOA/CNPq/UFC



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

ANEXO I – TERMO DE COMPROMISSO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, _____,
abaixo assinado(a), portador da cédula de identidade RG _____ e
inscrito(a) no CPF sob n.º _____, Declaro ter acesso à internet e
computador assim como e-mail para realização das atividades a distância propostas pelo
Curso de Extensão. Comprometo-me a participar das atividades síncronas e assíncronas
e a realizar as atividades propostas.

_____, ____ de _____ de 2024.

Assinatura do Candidato