



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
REDE AMAZÔNICA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**FRANCISCO LEUGENIO GOMES**

**FORMAÇÃO DOCENTE CONTINUADA EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE  
AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL NO CONTEXTO AMAZÔNICO**

**MANAUS, AM**

**2025**



**FRANCISCO LEUGENIO GOMES**

**FORMAÇÃO DOCENTE CONTINUADA EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE  
AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL NO CONTEXTO AMAZÔNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), polo UEA, como requisito à obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Formação de Professores para a Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco Alves Melo

**MANAUS, AM**

**2025**



## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

G633f      Gomes, Francisco Leugenio  
              Formação docente continuada em um programa de Estudos de Aula  
              de Geometria Espacial no contexto amazônico / Francisco Leugenio  
              Gomes. Manaus : [s.n], 2025.  
              325 f.: color.; 21.0 cm.

              Tese - Doutorado em Educação em Ciências e Matemática da Rede  
              Amazônica de Educação em Ciências e Matemática- Universidade do  
              Estado do Amazonas, Manaus, 2025.  
              Inclui Bibliografia.  
              Inclui Apêndice.  
              Inclui Anexo.  
              Orientador: Gilberto Francisco Alves de Melo.

              1. Formação Continuada de Professores. 2. Estudo de Aula. 3.  
              Geometria Espacial. 4. Educação Matemática. 5. Contexto Amazônico.  
              I. Gilberto Francisco Alves de Melo (Orient.) II. Universidade do  
              Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)502:51(043.2)



Aos meus pais, Francisco Orleilson e Margarida Gomes; à minha esposa Elivone Rodrigues; à minha filha, Ana Luiza; aos meus irmãos, em especial a minha irmã Perla; aos bons amigos Prof. Isac e Wilian; aos amigos, parceiros e colegas de curso, em especial ao Orlei, Vilma e Mara; as minhas primeiras professoras Zenilde Gomes (*in memória*) e Lucia de Jesus; ao meu tio São; aos meus avós e bisavós (*in memorian*), em especial à minha vó Iracy, meu vô Nego Gomes e à minha Bisa Maria Isabel (Vovó Bela)... A todos vocês...

*Dedico*



## AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão, primeiramente, a Deus, por todas as bênçãos recebidas ao longo desta jornada acadêmica, onde foi minha ‘rocha’, ‘fortaleza’, meu ‘abrigo’ e minha ‘fonte’ de luz e inspiração em todo o processo de pesquisa e escrita.

Minha gratidão eterna à REAMEC, pelo ambiente acadêmico colaborativo, enriquecedor e também pelos recursos disponibilizados durante minha pesquisa.

Agradeço a todos os professores doutores e colaboradores da REAMEC. Em especial, a então coordenadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josefina, pela oportunidade, paciência e por acreditar em nosso potencial; e ao meu orientador, Prof. Dr. Gilberto, por suas orientações pacientes, dedicadas e valiosas, que moldaram não apenas este trabalho, mas também nossa visão (enquanto pesquisador), conformada por suas valiosas sugestões, expertise, dedicação e disponibilidade.

Os agradecimentos especiais vão, ainda, aos meus colegas de turma, que tornaram esta jornada mais leve e agradável com suas amizades, companheirismo e troca de conhecimentos.

Agradeço ao professor Josemar Farias da Silva Santos, pelo incentivo e motivação, nos levando buscar formação e desenvolvimento profissional à medida que desacreditava da capacidade e competência de nativos eirunepeenses.

Agradeço profundamente aos meus pais, Orleilson (Léo Gomes) e Margarida, que foram minha base e meu suporte durante toda a caminhada acadêmica.

Agradeço a então Reitoria e Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas do IFAM, pela preocupação em fomentar e financiar nossa formação e desenvolvimento profissional.

Agradeço ao amigo Samuel da Teresinha, que me rotulou de doutor antes que qualquer pessoa, incentivando em cada etapa desta jornada acadêmica

Agradeço fortemente ao amor da minha vida, Elivone Rodrigues, por compreender os momentos de falta de atenção e afeto em detrimento das horas dedicadas à pesquisa e à escrita desta Tese, e pela compreensão em relação aos momentos em que, por vezes, foi deitar a sós. E, também, pelos abraços, beijos, sorrisos e palavras de incentivo, oferecendo suporte emocional constante para que seguisse em frente.

Agradeço enormemente aos professores: Silvia, Fátima e Noah Gabriel, assim como aos seus respectivos alunos e alunas na ocasião, por contribuírem com esta pesquisa.

A todos vocês, obrigado por tanto.





*“A sorte favorece os destemidos.”*

Virgílio

## RESUMO

Esta Tese, intitulada "Formação docente continuada em um programa de Estudo de Aula de geometria espacial no contexto amazônico", investigou os processos formativos de professores de matemática mediante a metodologia de Estudos de Aula (EA). Seu objetivo central foi compreender as dinâmicas inerentes à formação continuada em um programa de EA focado na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da Geometria Espacial (GE). A pesquisa sustenta a tese de que programas formativos baseados em EA — quando estruturados a partir de investigações-explorações de conceitos, contextos e aplicações geométricas — constituem uma abordagem promissora para a formação continuada de professores. O panorama do Estado da Arte evidenciou significativas lacunas nas pesquisas sobre EA aplicados à formação de professores para o ensino de GE na realidade amazônica, o que justifica a relevância e originalidade desta investigação. De natureza qualitativa e delineado como um Estudo de Caso, o trabalho foi desenvolvido com três professores da rede pública de Eirunepé-AM. O arcabouço metodológico incluiu um detalhado desenho da investigação, critérios de seleção dos participantes e instrumentos de geração de dados, tratados mediante Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). A vivência prática, organizada em ciclos colaborativos de planejamento, observação e reflexão, descreve a implementação de quatro ciclos de EA, nos quais professores elaboraram, aplicaram e redesenharam tarefas investigativo-exploratórias de GE, integrando saberes locais. Ancorada em um referencial epistemológico crítico que articula a epistemologia da prática reflexiva (Schön), o construtivismo social (Vygotsky) e uma perspectiva de ensino e formação docentes situados, a pesquisa sustenta-se no paradigma do professor-pesquisador, na formação como processo colaborativo e reflexivo, e nos EA como dispositivo de produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas. Os resultados demonstram que os ciclos de EA promoveram uma formação continuada profundamente reflexiva e contextualizada, integrando saberes locais à prática pedagógica em GE. Os dados respondem à questão de pesquisa ao evidenciar que a formação ocorre por meio de uma espiral dialética – um processo não-linear sustentado por cinco dimensões essenciais: a construção de um ambiente colaborativo; ciclos iterativos de mudança prática; marcos de transformação identitária; superação de tensões; e consolidação de uma comunidade de aprendizagem. Nesse processo, a investigação da prática atua como núcleo integrador, que transforma desafios contextuais em motor de formação e desenvolvimento profissional, resultando no replanejamento e na ressignificação contínua de tarefas. Conclui-se, portanto, que programas formativos baseados em investigações-explorações ativas com EA confirmam-se como uma abordagem potente e promissora para a formação continuada de professores de matemática, conforme comprovado pela experiência vivenciada no contexto amazônico.

**Palavras-chave:** Formação Continuada de Professores; Estudo de Aula; Geometria Espacial; Educação Matemática; Contexto Amazônico.



## ABSTRACT

This dissertation, entitled "Continuing Teacher Education in a Lesson Study Program on Spatial Geometry in the Amazonian Context," investigated the formative processes of mathematics teachers through the methodology of Lesson Studies (LS). Its central objective was to understand the dynamics inherent to continuing education within an LS program focused on the investigation and exploration of concepts, contexts, and applications of Spatial Geometry (SG). The research supports the thesis that training programs based on LS — when structured around investigative explorations of geometric concepts, contexts, and applications — constitute a promising approach to the continuing education of teachers. The state-of-the-art review revealed significant gaps in research on LS applied to teacher education for teaching SG in the Amazonian reality, which justifies the relevance and originality of this investigation. Qualitative in nature and designed as a Case Study, the work was developed with three teachers from the public school system of Eirunepé-AM. The methodological framework included a detailed research design, participant selection criteria, and data generation instruments, analyzed through Content Analysis (BARDIN, 2016). The practical experience, organized in collaborative cycles of planning, observation, and reflection, describes the implementation of four LS cycles, in which teachers elaborated, applied, and redesigned investigative-exploratory tasks in SG, integrating local knowledge. Anchored in a critical epistemological framework that articulates the epistemology of reflective practice (Schön), social constructivism (Vygotsky), and a perspective of situated teaching and teacher education, the research is grounded in the paradigm of the teacher-researcher, in education as a collaborative and reflective process, and in LS as a device for the production, mobilization, complementation, and re-signification of teaching knowledge and pedagogical practices. The results demonstrate that the LS cycles promoted a profoundly reflective and contextualized continuing education, effectively integrating local knowledge into pedagogical practice in SG. The data answer the research question by showing that this education occurs through a dialectical spiral – a non-linear process supported by five essential dimensions: the construction of a collaborative environment; iterative cycles of practical change; milestones of identity transformation; overcoming tensions; and the consolidation of a learning community. In this process, the investigation of practice acts as an integrative core, transforming contextual challenges into an engine for professional formation and development, resulting in the continuous replanning and re-signification of tasks. It is concluded, therefore, that training programs based on active investigative explorations with LS confirm themselves as a potent and promising approach to the continuing education of mathematics teachers, as proven by the experience lived in the Amazonian context.

**Keywords:** Continuing Teacher Education; Lesson Study; Spatial Geometry; Mathematics Education; Amazonian Context.



## LISTA DE FIGURAS E DIAGRAMAS

Item	Descrição	Pag.
<b>Diagrama 1 -</b>	Mapa de dispersão baseado no Índice de <i>Berry</i> , gerado do <i>corpus</i> de análise no <i>Voyant Tools</i>	25
<b>Diagrama 2 -</b>	Distribuição lexical: nuvem de palavras gerada no <i>Voyant Tools</i> baseada em 20 textos analisados	29
<b>Diagrama 3 -</b>	Modelo sistêmico da mediação dos EA no DPD em matemática	46
<b>Figura 1 -</b>	Ciclo híbrido de EA proposto por Félix (2010)	56
<b>Figura 2 -</b>	Espiral contínua de EA como dispositivo investigativo-exploratório proposto por Gaigher	57
<b>Diagrama 4 -</b>	Fluxo decisório da Amostra I	83
<b>Diagrama 5 -</b>	Fluxo decisório da Amostra II	85
<b>Diagrama 6 -</b>	Fluxograma / algoritmo da pesquisa	100
<b>Diagrama 7 -</b>	Fases da condução do caso estudado	104
<b>Diagrama 8 -</b>	Fluxo do modelo esquemático proposta à triangulação da pesquisa.	111
<b>Diagrama 9 -</b>	Fluxo do modelo esquemático e caracterização da pesquisa	113
<b>Diagrama 10 -</b>	Fluxo de esquematização das técnicas de análise de dados da pesquisa	120
<b>Figura 3 -</b>	Registros fotográficos dos momentos geradores do ambiente colaborativo	128
<b>Figura 4 -</b>	Exemplo de produção discente que revelou confusão entre poliedros e corpos redondos	131
<b>Diagrama 11 -</b>	Fluxo da estrutura do ciclo I, mostrando a lógica iterativa e a progressão sequencial.	135
<b>Figura 5 -</b>	Registros de uma das etapas de execução/observação do Ciclo II, na prática.	138
<b>Figura 6 -</b>	Processo de geração de sólidos imaginados na etapa de execução/observação do Ciclo III	149
<b>Figura 7 -</b>	Materiais manipulativos produzidos nos planejamento e execuções/observações do Ciclo III	150
<b>Figura 8 -</b>	Alunos realizam o experimento de volume com esfera, cilindro circunscrito e água.	157
<b>Figura 9 -</b>	Registros do " <i>Desafio da barraca de sucos</i> " utilizando laranjas e instrumentos de medida.	158
<b>Figura 10 -</b>	Manipulação de laranjas na busca de relações volumétricas (cunha) e de áreas (fusos) proporcionais	162
<b>Diagrama 12 -</b>	Fluxo da trajetória formativa: espiral de complexidade conceitual e amadurecimento prático.	166
<b>Figura 11 -</b>	Registros de uma das aulas do Ciclo III evidenciando a mediação por meio de representações e perguntas-problema contextualizadas, em contraste com a exposição tradicional de fórmulas.	177



<b>Figura 12 -</b>	Recortes de registros de processos e materiais produzidos para as aulas investigativas	187
<b>Figura 13 -</b>	Registros de conversas de <i>WhatsApp</i> para organizar sessões extras de planejamento e produção	192
<b>Diagrama 13 -</b>	Espiral dialética das 5 dimensões formativas essenciais	194
<b>Figura 14 -</b>	Registro da produção de um aluno durante a tarefa do Ciclo II	202
<b>Figura 15 -</b>	Registros de materiais didáticos produzidos com matérias-primas do chão de Eirunepé	208
<b>Figura 16 -</b>	Objetos do cotidiano de Eirunepé tornam-se recursos didáticos à aprendizagem de GE	209
<b>Figura 17 -</b>	Ressignificação curricular em ação – elementos da arquitetura local como recursos de ensino	209
<b>Figura 18 -</b>	Recorte de um esboço da Camada I da Tarefa – ‘A Máquina de montar sólidos’	221
<b>Figura 19 -</b>	Sequência de registros com representações não físicas de alunos que evidenciam a abstração dos processos de conificação e extrusão	222
<b>Figura 20 -</b>	Registro da abstração (concreto pensado) por alunos, intervenção docente e tentativa de geração do cone oblíquo na máquina.	223
<b>Figura 21 -</b>	Registros de medição de fuso esférico até a máquina da esfera em modelo mental e concreto	224
<b>Figura 22 -</b>	Formas poliédricas da arquitetura local, extração de V-F-A (relação de Euler) e Modelagem	226
<b>Figura 23 -</b>	Registro de um processo investigativo do Ciclo I – registros da entrevista, com modelagem da prancha e a ‘cubagem’ (volume) representada	227
<b>Figura 24 -</b>	Registro do pesquisador no Guia de Observação (RM2, 2024-2025)	231
<b>Figura 25 -</b>	Registro do professor no Protocolo de Intervenção	232
<b>Diagrama 14 -</b>	Espiral Formativa Dialética em EA de Geometria Espacial	245



## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pag.</b>
<b>Quadro 1 -</b>	Estudos em fase primária, catalogados e incorporados ao panorama de pesquisa sobre a temática de EA .....	24
<b>Quadro 2 -</b>	Artigos/estudos de referência que completam o panorama de pesquisas sobre EA .....	27
<b>Quadro 3 -</b>	Outras referências sobre o objeto de estudo que integram o panorama de pesquisa sobre a temática .....	30
<b>Quadro 4 -</b>	Análise comparativa entre o panorama do Estado da Arte e esta pesquisa: categorias, lacunas, convergências e inovações .....	34
<b>Quadro 5 -</b>	Perfil profissional e formativo de potenciais participantes do programa formativo de EA .....	80
<b>Quadro 6 -</b>	Critérios de elegibilidade para a Amostra I .....	82
<b>Quadro 7 -</b>	Critérios de elegibilidade para a Amostra II .....	84
<b>Quadro 8 -</b>	Processo de constituição da Amostra .....	87
<b>Quadro 9 -</b>	Critérios de Inclusão/Exclusão .....	88
<b>Quadro 10 -</b>	Definição e operacionalização das UA .....	101
<b>Quadro 11 -</b>	Matriz de Organização das UA e quantitativo referente de UR e UC	106
<b>Quadro 12 -</b>	Matriz de Articulação entre UA, objetivos e questão de pesquisa .....	108
<b>Quadro 13 -</b>	Matriz de Codificação e Análise Indutiva das Unidades de Registro (UR) .....	110
<b>Quadro 14 -</b>	Síntese dos ciclos de EA vivenciados na pesquisa	163
<b>Quadro 15 -</b>	Elementos-chave da pesquisa e sua articulação com a estrutura analítica .....	169
<b>Quadro 16 -</b>	Saberes e práticas produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados - Base Tardif (2002) .....	198



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EA	Estudo de Aula
LS	Lesson Study (equivalente em inglês de Estudo de Aula)
PPGCEM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
REAMEC:	Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática
GCEGE:	Grupo Colaborativo de Estudo de Geometria de Eirunepé
GdS	Grupo de Sábado da UNICAMP
EM	Educação Matemática
EB	Educação Básica
EF I / EFII:	Ensino Fundamental I / Ensino Fundamental II
EM	Ensino Médio (Nota: "EM" também é usado para "Educação Matemática", o significado é determinado pelo contexto).
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IFAM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
EBTT	Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
DPD	Desenvolvimento Profissional Docente
ECSM	Estágio Curricular Supervisionado em Matemática
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96)
CNE/CEB	Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Básica
CNE/CES	Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior
EaD	Educação a Distância
GE	Geometria Espacial
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
RCAs	Recomendações Curriculares Amazonenses
PCEF's	Propostas Curriculares para o Ensino Fundamental de Eirunepé
SEMED	Secretaria Municipal de Educação
SEDUC	Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino (do Amazonas)
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
PARFOR	Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
MEC	Ministério da Educação
LIMC	Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento no Ensino de Matemática e das Ciências
PRAPEM	Programa de Reflexão e Ação no Ensino de Matemática
UA	Unidades de Análise
UR	Unidades de Registro
UC	Unidades de Contexto
US	Unidades de Significado
CA	Categorias de Análise
SCA	Subcategorias de Análise
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética



TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
CNS	Conselho Nacional de Saúde
PCP	Participante Colaborador da Pesquisa (PCP1, PCP2, PCP3, etc.)
PPF	Professor Pesquisador Formador (o autor)
RM	Registro Multimodal (RM1, RM2, etc., referente a instrumentos de pesquisa)
DBP	DBP: Diário de Bordo da Pesquisa (ou do Pesquisador)
MMM	Movimento da Matemática Moderna
IES	Instituição de Ensino Superior
RA	Realidade Aumentada



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	15
CAPÍTULO I – O CAMPO DE PESQUISA SOBRE ESTUDOS DE AULA (EA) EM MATEMÁTICA: SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO DO CONHECIMENTO .....	33
1.1. Categorias de estudos, modos <i>operandi</i> de mapeamento, catalogação e organização .....	33
1.2. Aproximações e distanciamentos desta em relação às outras pesquisas .....	33
CAPÍTULO II – ESTUDOS DE AULA (EA) NA FORMAÇÃO DOCENTE: TECITURAS TEÓRICAS E PRÁTICAS DECOLONIAIS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL.....	38
2.1. EA e formação continuada em matemática: fundamentos teórico-epistemológicos e desafios na prática pedagógica.....	38
2.2. Estudos de aula (EA) e desenvolvimento profissional docente (DPD) em matemática: fundamentos conceituais e teórico-epistemológicos .....	43
2.3. EA em Ação: ciclos de planejamento, observação e revisão como eixos de ensino e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas em matemática .....	49
2.4. Ensino e aprendizagem de geometria espacial no contexto brasileiro: desafios históricos, lacunas na formação docente e inovação via EA .....	58
2.5. Implementação e contribuições do EA na formação docente e ensino de geometria espacial: evidências das pesquisas .....	63
2.6. Articulando diretrizes, formação e decolonialidade: perspectivas de inovação para o ensino de Geometria Espacial no interior do estado do Amazonas.....	68
CAPÍTULO III – DIMENSÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA (DESENHO DO ESTUDO) ...	75
3.1. Alicerces da pesquisa: problema, questão e contexto da pesquisa .....	76
3.1.1. Delimitação do Problema .....	76
3.1.2. Revisitando a questão central de pesquisa .....	77
3.1.3. Contexto investigativo: território, participantes e implicações decoloniais .....	78
3.2. Cenário, população, critérios de seleção e outros aspectos metodológicos .....	79
3.2.1. Cenário e população da pesquisa.....	79
3.2.2. Amostra I da pesquisa .....	81
3.2.3. Amostra II de participantes da pesquisa.....	83
3.2.4. Amostra de alunos da pesquisa .....	86
3.2.5. Riscos, desconfortos, danos e benefícios da pesquisa.....	88
3.2.5.3. Eventuais benefícios aos participantes .....	90
3.3. Justificativa metodológica e caracterização do método qualitativo .....	91
3.3.1. Justificativa do método qualitativo: Estudo de Caso.....	91
3.3.2. O método de procedimento da pesquisa.....	92
3.3.3. A pesquisa quanto aos meios .....	93
3.3.4. O método de pesquisa quanto à abordagem .....	113
3.3.5. O método de pesquisa quanto aos fins .....	114
3.3.6. Caracterização resumida dos métodos de pesquisa .....	114
3.4. Bases lógicas do método da pesquisa ora proposta.....	115



3.4.1. Articulação dos raciocínios dedutivo e indutivo .....	116
3.5. Método e/ou técnica de análise dos dados.....	117
<b>CAPÍTULO IV – OS CICLOS DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL: AS</b>	
<b>SESSÕES INVESTIGATIVO-EXPLORATÓRIAS VIVENCIADAS .....</b>	<b>121</b>
4.1. A Metodologia dos EA em contexto: Organização e adaptação dos ciclos .....	122
4.1.1. Participantes e contexto.....	122
4.1.2. Estrutura e adaptação dos ciclos.....	123
4.1.3. Lógica temática e instrumentos de geração de dados.....	124
4.2. A vivência nos ciclos investigativo-exploratórios: uma narrativa didática.....	126
4.2.1. Ciclo I: Conceitos, contextos e aplicações de poliedros, seus elementos e relações —	
gênese de todo o processo de investigação-exploração e colaboração.....	127
4.2.2. Ciclo II: Prismas e Pirâmides - desvendando a Máquina de montar sólidos.....	135
4.2.3. Ciclo III: Cilindros e Cones - desvendando a máquina de gerar sólidos reprogramada....	147
4.2.4. Ciclo IV: A Esfera – Aperfeiçoando a máquina no “Modo Esfera Perfeita” .....	155
Legenda: PCP1, PCP2, PCP3 = professores participantes; PPF = pesquisador/formador. ....	164
Fonte: Elaborado pelo autor (2025). ....	164
4.3. Síntese integradora: A trajetória colaborativa e as lições do processo formativo .....	164
<b>CAPÍTULO V – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS CICLOS DE ESTUDO DE AULA:</b>	
<b>CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE EM GEOMETRIA ESPACIAL.....</b>	<b>167</b>
5.1. Mapa de categorias de análise.....	168
5.2. Análise das categorias e subcategorias emergentes .....	170
5.2.1. A trajetória da formação continuada em ensino de GE por meio de EA.....	170
5.2.2. Desenvolvimento de saberes e práticas pedagógicas .....	196
5.2.3. Estratégias e recursos didáticos situados.....	220
5.2.4. Dinâmica colaborativa e reflexiva.....	236
5.3. Síntese conclusiva: um modelo dialético de formação docente continuada em ensino de GE	244
5.3.1. Resposta à questão central: A espiral formativa.....	245
5.3.2. A Hipótese da Tese posta à prova .....	249
5.3.3. Contribuições teórico-metodológicas.....	250
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>255</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>277</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>295</b>



## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa, que tem como título “*Formação docente continuada em um programa de Estudo de Aula de Geometria Espacial no contexto amazônico*”, se insere na linha Formação de Professores para a Educação em Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). A pesquisa teve como objeto de investigação e análise um programa de formação contínua fundamentado na metodologia de Estudo de Aula (EA) ou *Lesson Study* (LS)<sup>1</sup>, com foco em investigações-explorações de elementos da geometria espacial, e que foi vivenciado pelo autor da pesquisa e por mais três professores de matemática de três escolas públicas do município de Eirunepé-AM<sup>2</sup>, interior do estado do Amazonas.

Trata-se de uma pesquisa sobre a formação continuada de professores da área de matemática sustentada nas teorias: do profissional docente crítico/reflexivo, conforme tratadas por Schön (1987, 1995, 2000); Freire (1991 e 2019); e Zeichner e Liston (1996); da prática pedagógica reflexiva e colaborativa, amparada por Schön (1992); Fiorentini (2010; 2013) e outros; e dos Estudos de Aula como prática de ensino e formação, refletidas por Ponte et al. (2016), Quaresma e Ponte (2015), Richit, Ponte e Quaresma (2021) e outros. Esse conjunto referencial enfatiza os conceitos aprendizagem e construção de conhecimento ou saberes profissionais, formação contínua, desenvolvimento profissional, colaboração, professor reflexivo, Estudo de Aula (EA), investigação-exploração da prática e outros que emergem da situação investigada.

Além disso, apoia-se em teorias complementares, como a Teoria da Aprendizagem de Vygotsky (1978; 1998), que postula que as aprendizagens emergem de interações sociais, culturais e mediações por ferramentas; a perspectiva empirista do conhecimento, sugerida por Hume (1748/1978) e Locke (1689/1978), a qual defende que o conhecimento humano tem sua origem fundamentalmente na experiência sensorial e na observação, em contraste com ideias inatas; e a teoria da reflexão crítica sobre a prática, desenvolvida por Dewey (1933/1959) e aprofundada por Schön (1997; 2000), que recomenda a “reflexão antes, durante e depois da

---

<sup>1</sup> Nos países de língua portuguesa, especialmente no Brasil e em Portugal, utiliza-se o termo Estudo de Aula; na língua espanhola: *Estudios de Clase*; na linguagem Japonesa: *Jugyō kenkyū* (授業研究); do inglês: *Lesson Study*. Todas essas variações referem-se a uma abordagem colaborativa de desenvolvimento profissional docente, na qual professores planejam, executam/observam e refletem/redesenham aulas de forma sistemática, visando melhoria da prática pedagógica (Lewis, 2002; Ponte, 2017; Goulart e Menezes, 2020).

<sup>2</sup> Informações mais detalhadas sobre características da cidade podem ser acessadas no *link*: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/eirunepé.html>.



ação do professor”. Estas teorias são elementos centrais para os Estudos de Aula (EA), para os processos colaborativos e constituem um pilar para a produção de saberes e práticas pedagógicas.

A inquietação por informações e conhecimentos sobre o objeto principal desta pesquisa foi gestada no seio das discussões e reflexões coletivas ocorridas em um grupo com viés colaborativo (GCEGE)<sup>3</sup>, onde, em determinada ocasião, discutimos (autor desta pesquisa e outros professores) a necessidade de formação docente continuada sobre as propostas curriculares de matemática no âmbito local e as metodologias voltadas aos processos de ensino e aprendizagem da geometria espacial, especificamente. Estas discussões culminaram na criação de um programa formativo de EA de geometria espacial, cujo intuito era produzir, mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas voltadas à promoção do ensino e da aprendizagem dessa entidade matemática, além de gerar os dados desta pesquisa.

As razões que fundamentam a implementação desse programa formativo e a realização desta pesquisa residem, principalmente, na necessidade de se compreender os processos de formação contínua que ocorrem durante as aulas investigativo-exploratórias de geometria espacial. Essa compreensão abrangeria tanto os momentos anteriores e durante a aula quanto os momentos pós-aula, abarcando atividades de reflexões, discussões, (re)planejamentos, (re)elaboração e (re)aplicação de tarefas ou atividades<sup>4</sup>, eventos que acreditamos favorecer a produção, mobilização, complementação e ressignificação dos conhecimentos ou saberes docentes, contribuindo para a melhoria das práticas pedagógicas (Ponte, 2004, 2008 e 2010; Fiorentini, 2010; Ponte et al., 2012; Ponte, Brocardo e Oliveira, 2013; Quaresma e Ponte, 2015).

Isso ocorre porque observações sobre como o aluno pensa, raciocina, interage, estabelece conjecturas e se comunica tendem a revelar particularidades, situações, sentidos e significados únicos e bem característicos, que dificilmente seriam captados sem uma iniciativa de investigação-exploração do ensino e da prática pedagógica do professor (Ponte,

---

<sup>3</sup> O Grupo Colaborativo de Estudos de Geometria de Eirunepé (GCEGE), inicialmente formado por quatorze professores de matemática do município de Eirunepé (AM), no interior do Amazonas, conta atualmente com a participação regular de oito em suas reuniões mensais.

<sup>4</sup> Nos EA, a tarefa é cuidadosamente selecionada para explorar o raciocínio dos alunos e identificar suas dificuldades, sendo o ponto central da investigação formativa, servindo como uma lente para observar a aprendizagem (Lewis, 2002). A atividade, por sua vez, envolve o planejamento, execução, observação e reflexão colaborativa sobre a eficácia das tarefas escolhidas e o aprendizado dos alunos, buscando uma melhoria contínua do ensino. Portanto, nos EA, a tarefa é o elemento específico de investigação dentro da aula, enquanto a atividade abrange o conjunto das práticas que compõem o estudo da lição, incluindo o planejamento e a análise coletiva da aula observada (STIGLER E HIEBERT, 2016).



Brocardo e Oliveira, 2013; Quaresma e Ponte, 2015). Assim, seria possível a compreensão não apenas das dinâmicas de aprendizagens, mas também o processo formativo vivenciado pelos professores envolvidos frente a esse “novo” modo de abordar um tema matemático e que se apresenta como uma alternativa ao paradigma do exercício<sup>5</sup>, ainda bastante enraizado na tradição da Educação Matemática (EM) na fase escolar básica (Alro e Skovsmose, 2010).

O EA é uma metodologia de ensino, aprendizagem e formação docente que surgiu no início do século XX, no Japão, onde foi nomeada e possui tradução literal de *Jyugyo Kenkyuu* (Murata, 2011; Stigler e Hiebert, 2016). Diversos autores, principalmente japoneses e pesquisadores da região Ásia-Pacífico, são referências na área, mostrando que o EA é uma abordagem próspera à mediação de conteúdos escolares e aos processos de formação docente, naqueles países. Além disso, há registros de EA sendo praticados em alguns países da Europa, nos Estados Unidos e, mais recentemente, em nações da América do Sul, onde se observam indicadores de experiências semelhantes na Colômbia, no Chile e no Brasil, com adaptações que refletem realidades educacionais distintas, resultando em processos com diferentes ciclos, a depender do lugar (Utamura, Boreli e Curi, 2020; Takahashi e McDougal, 2016; Lewis e Perry, 2017; Richit e Tomkelski, 2020).

Não por acaso, pesquisadores japoneses, americanos, dinamarqueses, portugueses e, mais recentemente, chilenos, colombianos e brasileiros têm dedicado atenção e empreendido esforços para divulgar experimentos de ensino e formação docente baseados no *Lesson Study (LS)* (Pina Neves e Fiorentini, 2022). Esses trabalhos exploram os processos de ensino e aprendizagem, bem como de produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes/conhecimentos e, ainda, as práticas profissionais docentes que emergem de (re)elaborações e (re)aplicações de tarefas investigativo-exploratórias, além das reflexões e debates sobre os modos de raciocínio dos alunos e dos diálogos em sala de aula, envolvendo interações entre professores, entre professor e aluno, e entre os próprios alunos.

No Brasil, as primeiras iniciativas científicas sobre a produção, mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docentes com a metodologia de EA ocorreram sob a mediação do GdS (Grupo de Sábado da UNICAMP), no ano de 2004, tendo a pesquisa de Castro (2004) como um dos trabalhos pioneiros (Fiorentini, 2010). Nessa abordagem, que teve como foco central o processo/percurso formativo da

---

<sup>5</sup> A perspectiva sobre esse paradigma, o percebe da seguinte forma: o professor discute algumas ideias e ensina algumas técnicas para resolver exercícios posteriores. Desse modo, não há espaço para questionamentos ou participação dos alunos, e as respostas para cada exercício deve ser única e universal (Alro e Skovsmose, 2010).



própria professora/pesquisadora/autora (*Self-Study*)<sup>6</sup>, analisou-se o papel de suas próprias experiências pedagógicas com investigações matemáticas em sala de aula, assim como a sua autoformação em torno de saberes/conhecimentos e práticas pedagógicas (Fiorentini, 2010).

No cenário nacional, já há, inclusive, um movimento “próspero” de desenvolvimento da disciplina “Estágio Curricular Supervisionado em Matemática (ECSM) em processo de *Lesson Study (LS)*”, no qual se procura “integrar professores orientadores, supervisores e futuros professores em ações reflexivas e colaborativas sobre o ensino de matemática nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio” (Pina Neves, Braga e Fiorentini, 2021, p. 1).

Nos EA, os alunos vivenciam situações de ensino bastante singulares, personalizadas e, potencialmente, capazes de desencadear processos colaborativos e reflexivos (entre professor) contrastantes com os que decorrem de práticas pedagógicas ditas usuais / tradicionais (Alro e Skovsmose, 2010). Por conta disso, a captação, a análise e a revelação desses processos com os EA de geometria espacial foram (e são) concebidos como cruciais a esta pesquisa, pois podiam ou não fornecer *insights* valiosos para o desenvolvimento de saberes, conhecimentos e práticas pedagógicas inovadoras e, logo, à transformação da prática pedagógica dos participantes da situação investigada.

Entre outros aspectos, isso implicaria compreender particularidades, situações, sentidos e significações de uma prática milenar: a docência (Oliveira, 2015), cuja função social e transformadora, por si só, já justificaria a busca por compreensões em seu entorno e a realização desta pesquisa que – embora seus resultados não sejam necessariamente generalizáveis<sup>7</sup>, devido à singularidade do contexto e da situação investigada - pretende evidenciar e oferecer um conjunto de contribuições relevantes às políticas educacionais no campo da Educação Matemática, em especial àquelas voltadas à formação continuada de professores de matemática do contexto amazônico.

Isso ocorre porque novos conhecimentos sobre essa categoria de formação são essenciais às políticas de desenvolvimento profissional e à consequente melhoria da prática pedagógica de educadores matemáticos do lugar, assumindo um papel decisivo (Nóvoa, 2002). Tais benefícios decorrem do fato de que as propostas de formações docentes

---

<sup>6</sup> Denominado no Brasil de “estudo de si”, essa metodologia se efetiva a partir da vivência e da auto reflexão da realidade prática do professor para que ele se desenvolva profissionalmente e, ao mesmo tempo, tome consciência da complexidade de se lidar com os erros da profissão; com a falta de segurança ao explorar um conteúdo e se aceitar como profissional incompleto (Oliveira, 2015).

<sup>7</sup> Embora, conforme enuncia Gil (2017), “a obtenção de resultados semelhantes em estudos diferentes possa contribuir para algum tipo de generalização” (p. 43).



continuadas tendem a revisitar e reformular constantemente conhecimentos, habilidades e abordagens pedagógicas, à medida que professores e alunos enfrentam novos desafios educacionais e as transformações globais aceleram a obsolescência de conhecimentos anteriormente produzidos.

O que se propõe é que a produção, a mobilização, a complementação e a ressignificação de conhecimentos e práticas pedagógicas, potencialmente vivenciadas em propostas formativas continuadas, contribuam para um ensino mais eficiente e aprendizagens mais eficazes, alinhadas às demandas contextuais e atuais.

De acordo com a LDB nº 9.394/96, e com endosso das Resoluções do CNE/CEB nº 03/97 e do CNE/CP nº 01/20, essa categoria de formação é essencial à profissionalização docente, já que professores – na condição de agentes de conhecimentos e culturas, bem como de orientadores e condutores de trilhas de aprendizagem – além do ato de ensinar, desempenham uma missão social bastante relevante: a de formar indivíduos para serem cidadãos críticos e competentes para o mundo do trabalho e para a vivência em sociedade.

No entanto, essas e outras diretrizes ainda não foram plenamente implantadas no Brasil, já que, em algumas regiões do país, esse tipo de formação não é tratado como prioridade (Freitas, 2007). Além disso, enfrentamos a problemática de que iniciativas de formações continuadas acessíveis aos professores desses lugares (como os cursos na modalidade EaD, por exemplo) não têm atendido, de maneira satisfatória, suas expectativas de aprimoramento e desenvolvimento da carreira; nem atendido a suas motivações sobre novos conhecimentos e modos de ensinar. Sem contar o fato de que demandam condições de acesso à *internet* e investimentos de tempo e recursos financeiros, ao mesmo tempo em que pouco ou nada contribuem para a incorporação de práticas pedagógicas inovadoras, alinhadas à territorialidade do lugar, acabando por frustrar expectativas e demandas de aprendizagens.

Como efeito, surgem iniciativas pontuais como a desta pesquisa que – sem pretender identificar e resolver todas as pretensões formativas e educacionais observadas no contexto investigado; tampouco atender integralmente as motivações e necessidades dos professores envolvidos; ou mesmo expectativas de aprendizagem de alunos – buscou compreender, de forma aprofundada, como se desenvolve o processo de formação continuada de professores de matemática de um ambiente educacional específico, utilizando a metodologia de EA, com foco em investigações-explorações de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial.

No âmbito dos EA de matemática, vemos que os processos de ensino e aprendizagem,



assim como de produção, mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos docentes, se baseiam em investigações-explorações de um campo matemático específico, com reflexões e discussões coletivas sobre o que ocorre no seio da aula/escola (*in loco*) em face da prévia elaboração e aplicação de atividades e tarefas investigativo-exploratórias (Ponte, 2004, 2008 e 2010; Fiorentini, 2010; Ponte et al., 2012; Ponte, Brocardo e Oliveira, 2013; Quaresma e Ponte, 2015).

Esse processo possui como tática central um ciclo que abrange: 1) a construção individual ou coletiva de tarefas investigativo-exploratórias sobre um tema matemático; 2) a aplicação e exploração disso na sala de aula/escola; 3) o levantamento de conjecturas sobre o que foi posto à investigação-exploração; 4) a abstração, verificação e testagem das conjecturas feitas por alunos; e 5) a busca de demonstrações que convalidem as conjecturas abstraídas (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2013).

Em diferentes partes do mundo, aos EA de matemática têm sido incorporadas características importantes, como seu caráter colaborativo e catalisador de posturas críticas e reflexivas, destacam Quaresma e Ponte (2015). Além disso, consolidou-se a concepção de que esse método representa um caminho promissor tanto na aprendizagem de alunos quanto na formação ou desenvolvimento profissional continuado de professores (Lewis, 2002; Quaresma e Ponte, 2015). Tal avanço decorre da ampliação de conhecimentos e da incorporação de práticas pedagógicas propícias ao desenvolvimento de posturas investigativas por parte dos participantes, como demonstram os diversos trabalhos que integram o panorama do Estado da Arte<sup>8</sup> constituído para esta pesquisa.

A análise crítica desse panorama revelou lacunas significativas nas abordagens investigativo-exploratórias com EA aplicados à formação continuada de professores para o ensino de matemática no contexto amazônico. Essas lacunas se manifestaram nos chamados “silêncios teóricos”, com notáveis ausências conceituais sobre EA de geometria espacial na perspectiva contextualizada, saberes locais e epistemologias tradicionais, apresentando-se em duas dimensões interconectadas (pedagógica e cultural).

Na dimensão pedagógica, constatamos que as pesquisas do *corpus* de análise pouco dialogam com especificidades regionais, ao mesmo tempo em que evitam reflexões sobre macroprocessos didáticos e processos avaliativos do ensino com esse método. Essas fragilidades se revelam mais profundas ao examinarmos as abordagens dessas pesquisas sobre a dimensão cultural, em que há um descompasso entre o conhecimento matemático formal e

---

<sup>8</sup> Detalhes da construção e análise do *corpus* que compõe o panorama do Estado da Arte serão refletidos no capítulo subsequente a esta introdução.



os sistemas de saberes locais - o que evidencia a carência de perspectivas decoloniais e de dispositivos eficazes de mediação intercultural no âmbito dos EA.

Diante desse cenário, tornou-se imperativa uma transformação paradigmática na formação continuada regional, com diretrizes para: descolonização curricular das propostas formativas para ensinar geometria espacial (articuladas ao contexto local); construção de sistemas avaliativos condizentes com o método de EA; e fomento a diálogos interepistêmicos entre saberes diversos. Esta reorientação pode significar um importante ajuste metodológico e uma condição *sine qua non* na construção de uma EM verdadeiramente significativa e relevante para alunos inseridos no contexto educacional amazônico.

A identificação dessas lacunas, aliadas às necessidades e ‘exigências’ apontadas por aquele grupo colaborativo (GCEGE), reacendeu um antigo interesse: o de desenvolver e investigar recursos formativos e/ou de desenvolvimento profissional docente capazes de atender as demandas de professores que lecionam matemática do contexto educacional do município de Eirunepé-AM.

Esse interesse concretizou-se em duas ações complementares: a implementação de um programa formativo de EA (objeto de análise) e o desenvolvimento desta pesquisa, que se apresenta inovadora à medida que buscou operacionalizar e analisar uma proposta de formação continuada baseada na metodologia de EA aplicada ao ensino e à aprendizagem da geometria espacial no contexto educacional amazonense. Tudo isso com um propósito claro de agenciar conhecimentos, saberes e práticas pedagógicas mais eficazes e contextualizadas, bem como buscar preencher parte das lacunas identificadas, contribuindo para o avanço e a construção de conhecimentos.

Aliás, refletindo sobre a origem daquele “antigo interesse”, e sobre as nossas *experivivências*<sup>9</sup>, percebe-se que o caminho em direção ao objeto desta pesquisa vem sendo construído há bastante tempo. Desde 2006, quando começamos a graduação e passamos a operar como agente da educação, na condição de professor substituto na Educação Básica (EB), em uma escola da rede pública estadual do município de Eirunepé, no estado do Amazonas. Continuando em 2011, após concluí-la, quando começara, efetivamente, a lecionar matemática e física na mesma escola, espaço em que dedicava e empreendia esforços para promover conhecimentos relacionados a metodologias alternativas de ensino da geometria junto aos nossos pares.

No ano anterior (2010), como parte dos requisitos para conclusão do curso de

<sup>9</sup> O termo se refere a uma junção criativa de "experiências + vivências" que não está dicionarizado. Trata-se de um neologismo intencional e definido no texto.



Licenciatura em Matemática (2006–2010), demos início à etapa final do Estágio Supervisionado, cuja experiência proporcionou uma maior integração entre os fundamentos teóricos adquiridos ao longo da graduação e da prática pedagógica vivenciada no âmbito profissional. Essa fase destacou-se, ainda, pelas efetivas interações estabelecidas com os demais agentes da Educação Pública, incluindo funcionários, alunos, pais e responsáveis. Tais interações, bem como as relações delas decorrentes, possibilitaram uma melhor compreensão acerca dos problemas enfrentados pelos profissionais da educação na região, além de evidenciar os diversos desafios que precisam ser superados para aprimorar a qualidade do ensino e da aprendizagem da matemática no contexto amazônico, particularmente no campo das geometrias.

A conclusão da etapa de Estágio Supervisionado e da graduação em Licenciatura em Matemática (2006 - 2010) resultou na elaboração da monografia intitulada: *A geometria através das mãos: uma proposta de ensino para alunos do 7º Ano do Ensino Fundamental da Escola Estadual Conrado Pinto Gomes*. Esse trabalho materializa aquele ‘antigo interesse’ e reflete uma parcela significativa das inquietações e angústias identificadas durante a vivência prática. Além disso, evidencia o compromisso assumido em agenciar soluções inovadoras para o ensino e a aprendizagem de geometria e uma formação docente alinhada a essas demandas e aos desafios do contexto educacional. A monografia representou, portanto, um esforço inicial de traduzir reflexões e experiências acumuladas em propostas concretas, adaptadas às necessidades educacionais da realidade amazônica.

A conclusão da graduação e a subsequente aprovação em um concurso público, no ano de 2011, além de assegurarem nossa atuação como professor efetivo na rede estadual de ensino, garantiram a continuidade do trabalho docente iniciado naquele ano. Essa etapa trouxe consigo maiores responsabilidades, uma vez que passamos a lecionar matemática e física em todas as modalidades e níveis do Ensino Básico (EF II e EM), incluindo uma experiência significativa na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Nesse contexto, tornaram-se ainda mais evidentes as dificuldades enfrentadas por alunos e professores em relação ao ensino e à aprendizagem de determinados campos da matemática, reforçando a necessidade de reflexões, discussões, novos conhecimentos e práticas pedagógicas que viessem contemplar as especificidades de tal cenário educativo.

Em 2013, dois anos após o ingresso na rede estadual de ensino, prestamos outro concurso público, cuja aprovação garantiu nossa admissão no quadro docente efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM / Campus



Eirunepé), onde, no ano seguinte (2014), assumimos o cargo/função de professor EBTT de Matemática. Desde então, temos desenvolvido projetos nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão, muitos dos quais visam apresentar alternativas e caminhos para auxiliar professores na produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes, conhecimentos e práticas pedagógicas relacionadas ao ensino da geometria. Essas iniciativas buscam contribuir para a superação dos desafios identificados no campo educacional, especialmente no que diz respeito à formação e à atuação profissional.

As memórias aqui evocadas demonstram que esta pesquisa – juntamente com seu objeto de análise e a relação estabelecida com a formação docente e o ensino da geometria – vem se constituindo, em um mesmo contexto investigativo, há bastante tempo. Essa trajetória teve início ainda na EB, onde surgiram as primeiras inquietações acerca dos conhecimentos necessários para ensinar geometria. Ampliou-se durante a atuação profissional, quando as práticas em sala de aula/escola evidenciaram a necessidade de aprofundamento teórico e metodológico nesse campo. Na graduação, essas questões ganharam estrutura acadêmica, permitindo reflexões mais amplas e análises sistemáticas das dificuldades e potencialidades de abordagens específicas para o ensino de geometria.

No mestrado (2016-2018), essas inquietações e reflexões ganharam maior relevância com a criação do GCEGE; a realização da pesquisa intitulada: “*Grupo Colaborativo: Desenvolvimento Profissional, Produção e Ressignificação de Saberes Docentes para o Ensino de Geometria*” (Gomes, 2018); e a construção do Produto Educacional: “*Relatos de experiências e aulas de Geometria produzidas e/ou ressignificadas de forma colaborativa*” (Gomes, 2018b).

O GCEGE consolidou-se como um espaço formativo e colaborativo, promovendo trocas de experiências, reflexões, discussões, sugestões de propostas pedagógicas e construção de conhecimentos. A pesquisa refletiu as reflexões e discussões do grupo, destacando a importância do diálogo e da colaboração na produção de conhecimentos docentes. Por sua vez, o Produto Educacional, ora fruto da pesquisa, materializou as vozes e práticas de um professorado que, até então, não tinham espaço para expressá-las, cumprindo o papel de registrá-las e descrevê-las. Essas iniciativas representam um esforço contínuo de fomentar práticas inovadoras para o ensino da geometria e fortalecer a formação docente para lecionar nesse campo.

Durante o doutorado (2021-2025), a investigação adquiriu maior profundidade, ampliando-se para novas perspectivas teóricas, epistemológicas e metodológicas, as quais



foram adotadas e alargadas visando contribuir de forma mais significativa para a formação continuada e para a melhoria do ensino e aprendizagem da geometria. Nessa nova etapa, retomamos a condição de aluno em um contexto distinto daquele vivenciado no mestrado. Agora, concepções e conceitos teóricos, antes tratados de formas mais gerais, passaram a exigir análises, reflexões e críticas mais aprofundadas, além da superação de pontos de vista e paradigmas tidos, até então, como pouco prováveis de serem reconfigurados ou subvertidos.

Para alcançar esse objetivo, foi essencial adentrar em um universo teórico-conceitual mais denso e complexo, explorando as contribuições de filósofos e epistemólogos como Popper, Kuhn, Bachelard, Foucault, Hume, Locke, Wittgenstein, Deleuze e Guattari, entre outros, bem como de teóricos da educação: Vygotsky, Piaget, Freire, Dewey, Ausubel, Wallon, Morin, Tardif, Perrenoud e Charlot, e da educação matemática: Ponte, Fiorentini, D'Ambrósio, Brousseau, Schoenfeld, Boaler e outros. Essa imersão teórica não apenas ampliou o horizonte de compreensões, mas também reforçou o compromisso assumido com a educação matemática, destacando a importância de se integrar teoria e prática de forma articulada.

A imersão nesse denso e complexo campo teórico desencadeou um intenso sentimento de incertezas e o surgimento de inquietações que sustentariam os próximos passos da investigação: *Como estabelecer um diálogo proveitoso com esses autores sem uma base sólida sobre suas perspectivas e sem a prévia compreensão dos fundamentos que as sustentam? Como selecionar, dentre essas perspectivas, aquelas que efetivamente contribuirão para o avanço da investigação?* Isso evidencia, claramente, nossas dificuldades e os desafios enfrentados ao lidar com conceitos e teorias tão sofisticadas, cuja eventual ausência de compreensão poderia comprometer futuras análises críticas.

Contudo, a superação desses desafios perpassou três etapas sequenciais e articuladas: inicialmente, deu-se o resgate da trajetória formativa e profissional por meio do registro escrito de memórias e vivências; seguido de uma análise teórica detalhada e articulada, de modo a estabelecer parâmetros teóricos e se identificar lacunas; depois, procedeu-se à delimitação clara do objeto da investigação bem como dos seus objetivos, etapa fundamental para orientar as ações subsequentes.

A pesquisa partiu de uma questão norteadora que orientou a definição dos objetivos e a delimitação do objeto de análise. Contudo, no início desse processo, percebemos que dois aspectos fundamentais precisavam ser considerados: o primeiro consistia em obter bases operacionais que viabilizassem processos formativos continuados capazes de atender a



algumas demandas do grupo colaborativo e da pesquisa; o segundo envolvia a construção de informações teóricas para orientar a identificação de lacunas, bem como sustentar as análises e resultados que viriam em seguida, além de ajudar a estabelecer um método viável para a solução do problema de pesquisa. Paralelamente, voltou-se a atenção aos dilemas e motivações pessoais e profissionais deste pesquisador, bem como para algumas questões secundárias que emergiram dos desdobramentos da investigação.

A atenção a esses dois aspectos iniciou-se com a elaboração de um panorama geral sobre o Estado da Arte referente à temática dos EA. Para tanto, foram consideradas diversas fontes bibliográficas, reunindo conhecimentos provenientes de pesquisas que exploraram, analisaram, refletiram e debateram a aplicação dos EA como estratégia didático-metodológica e formação profissional. Além disso, a construção e a análise desse panorama permitiram examinar os impactos dos EA nos processos de produção, mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos, saberes e práticas profissionais de professores de matemática de contextos diversos e dissonantes da realidade amazônica.

Com esse escopo definido, foram avaliadas, de forma criteriosa, as abordagens teóricas e metodológicas mais alinhadas aos objetivos propostos. Esse processo não apenas possibilitou a seleção das teorias mais adequadas, mas também embasou a definição de critérios metodológicos coerentes e fundamentados, garantindo o rigor acadêmico e a consistência necessária para o desenvolvimento desta pesquisa.

Desse modo, o interesse previamente estabelecido em desenvolver e investigar recursos voltados à formação continuada de professores de matemática da nossa região começou a se concretizar. Contudo, no doutorado, esse processo assumiu uma dimensão mais profunda e complexa, transcendendo a mera intenção inicial e a busca por compreensões das necessidades formativas desses professores.

Tratava-se, efetivamente, de elaborar e investigar estratégias de ensino e formação que integrassem os EA, as especificidades da geometria espacial, o contexto regional e os desafios do cotidiano escolar, visando oferecer soluções mais alinhadas à realidade educacional vivenciada. Essa abordagem reflete uma evolução em direção a uma perspectiva mais sistêmica e contextualizada, que não se limitou apenas a identificar lacunas, mas também propor intervenções que consideram as múltiplas dimensões que envolvem a prática profissional dos professores.

Esta iniciativa passou a envolver, entre outros aspectos, a articulação entre teoria e prática sobre os EA, integrando conhecimentos pedagógicos, metodologias ativas e



tecnologias educacionais, com o objetivo de potencializar tanto a formação continuada dos professores quanto os processos de ensino e aprendizagem. Contudo, foi essencial considerar as diferentes realidades profissionais dos envolvidos com a situação investigada, como suas respectivas formações iniciais, a experiência em sala de aula e as condições de trabalho, de modo que os recursos formativos desenvolvidos no contexto dos EA de geometria espacial fossem verdadeiramente eficazes e significativos.

A finalidade era contribuir com uma proposta de formação continuada mais impactante, capaz de promover um ensino geométrico espacial mais alinhado às necessidades de alunos com uma base matemática tão frágil quanto a dos próprios docentes para ensiná-la, já que "[...] o conhecimento da matemática e a experiência de magistério não garantem competência a qualquer profissional que nele trabalhe" (Fiorentini e Lorenzato, 2006, p. 15), em um contexto no qual há "uma forma específica de distanciamento entre formação e prática" (Moreira e David, 2016, p. 47).

Diante disso, tornou-se crucial apontar soluções para reduzir as lacunas na formação dos professores envolvidos na pesquisa, ajudando-os a produzir, complementar, mobilizar e ressignificar conhecimentos por meio de um programa formativo com EA de geometria espacial. Além disso, era imprescindível pesquisar e gerar conhecimentos para ajudar na superação dessas lacunas, aproximando a teoria da realidade educacional e promovendo uma formação mais contextualizada e eficaz.

É nessa perspectiva que se apresenta esta pesquisa em nível de doutorado, constituída a partir de um "retrovisor" de aspirações, memórias, percalços e vivências pessoais, formativas e profissionais que, articuladas com o objeto de análise, o problema e a questão de pesquisa, ajudam a explicar muitas das escolhas aqui refletidas, bem como o caminho percorrido até então.

Nessas circunstâncias, optou-se por um percurso teórico, epistemológico e metodológico que investigou a formação continuada em um programa de EA de geometria espacial vivenciado em um contexto bastante peculiar, com a finalidade de responder ao seguinte problema científico:

*Como ocorre a formação contínua de professores de matemática que participam de um programa de EA, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?*



A busca por elementos que esclareceriam essa questão justificava-se, sobretudo, porque pesquisas anteriores não abordaram de maneira completa os processos de discussão e reflexão docente, potencialmente, vivenciados na (re) elaboração e na (re) aplicação de atividades e tarefas investigativo-exploratórias de geometria espacial contextualizadas, numa perspectiva decolonial.

A proposta era avançar além da pesquisa de Wanderlei e Souza (2020), que se limitaram a explorar e ressignificar o conceito de volume, sem atentar às especificidades do seu contexto educacional. E, também, além da pesquisa de Briones Ganga, López e Olivares-Aguilera (2021), na qual tal conceito foi sendo ressignificado através do uso de material concreto e da visualização no *GeoGebra* - após se discutir o conceito de erro e os processos de aproximação aos valores reais do volume em corpos redondos - sem que fossem discutidas e refletidas as assimetrias de acesso tecnológico do contexto educacional brasileiro.

Embora esses trabalhos tenham contribuído de forma significativa às propostas de ensino e aprendizagem em torno do conceito volume, eles não ampliaram as discussões sobre os impactos da metodologia de EA de geometria espacial nos processos de formação e desenvolvimento profissional docente, limitando a produção e a divulgação de conhecimentos e práticas pedagógicas que viessem a ajudar professores de matemática a resistir, sustentar, (re)construir e contribuir para a transformação da realidade educacional de um cenário que demanda ações alinhadas às suas especificidades, como recomendam Felício e Schiabel (2018).

Diante dessa lacuna, esta pesquisa propôs-se avançar nessa direção, traçando objetivos que visavam, além de compreender os processos e dinâmicas inerentes à formação continuada, mapear os desafios e expectativas dos professores; analisar as práticas pedagógicas construídas; avaliar estratégias didáticas eficazes e discutir a influência do programa formativo de EA na autonomia e na reflexão crítica docente, sempre em diálogo com a literatura especializada. A seguir, apresentam-se os objetivos que orientaram esta investigação, organizados de modo a garantir uma abordagem sistemática e aprofundada da temática em questão.

### **Objetivo Geral:**

*Compreender os processos e dinâmicas inerentes à formação continuada de professores de matemática inseridos em um programa formativo fundamentado na*



*metodologia de EA, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial.*

### **Objetivos Específicos:**

*1. Analisar saberes docentes e práticas pedagógicas construídas no programa formativo de EA de Geometria Espacial (EA de GE) e suas relações com a autonomia e a reflexão crítica dos professores;*

*2. Discutir os tipos de saberes docentes (teóricos, práticos, disciplinares, curriculares, experienciais e outros) produzidos no programa, confrontando-os com a literatura especializada;*

*3. Avaliar as estratégias, recursos didáticos e dinâmicas colaborativas mais eficazes para a investigação-exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial, bem como para a formação docente nessa área.*

Esses objetivos estruturaram a pesquisa a partir de uma tríplice articulação: investigação-exploração, vivência formativa e rigor acadêmico. Essa abordagem metodológica não apenas orientou e sistematizou a busca por uma compreensão abrangente do objeto da pesquisa, mas também direcionou os procedimentos de diagnóstico dos desafios e expectativas dos professores inerentes ao contexto amazônico.

Além disso, guiou a análise dos conhecimentos teóricos, práticos e experienciais construídos, examinando sua relação com o desenvolvimento da autonomia profissional, bem como os diálogos permanentes entre os dados empíricos construídos e os referenciais teóricos da área, assegurando consistência e profundidade à investigação.

Portanto, ao articular um eixo central com quatro dimensões complementares, esta estrutura de objetivos configura-se como estratégias de buscas ativas por resultados e evidências concretas sobre a eficácia de abordagens investigativo-exploratórias nos processos formativos continuados de professores de matemática, possibilitando revelar mecanismos de transformação da prática pedagógica e documentar seus impactos concretos nos processos de ensino e aprendizagem da geometria espacial.

Com base nisso e nos achados gerados por essa abordagem, neste trabalho defende-se a tese de que: *programas formativos baseados em EA – quando estruturados a partir de investigações-explorações ativas de conceitos, contextos e aplicações matemáticas – se*



*constituem como uma abordagem promissora para a formação continuada de professores de matemática.*

Tal eficácia, como evidenciam Stigler e Hiebert (2016) e Lewis (2002), decorre de três processos fundamentais e interdependentes: (1) reflexão crítica e colaboração entre pares, promovendo espaços dialógicos para a análise compartilhada da prática pedagógica; (2) reconstrução permanente do saber docente, integrando conhecimentos teóricos, vivências e práticas pedagógicas em um processo contínuo de aprimoramento; (3) transposição efetiva da teoria para a prática, transformando inovações concebidas coletivamente em mudanças concretas no cotidiano escolar.

Para cumprir tais objetivos, esta investigação delineou-se como um estudo de caso particular e aprofundado, uma vez que se debruça sobre a realidade singular de um grupo específico de professores de matemática em exercício no município de Eirunepé-AM, durante a vivência de um programa formativo inédito na região. A opção por esse delineamento, ancorada no método monográfico, justifica-se pela necessidade de compreender, em toda a sua complexidade e riqueza de detalhes, um fenômeno contemporâneo situado: a formação continuada mediada por Estudos de Aula em Geometria Espacial em um contexto amazônico. Busca-se, assim, não a produção de leis universais, mas a geração de insights profundos e contextualizados que, por sua profundidade analítica, possam iluminar e dialogar com outras realidades educacionais periféricas.

Esses processos encontram amplo respaldo nas pesquisas que integram o panorama do Estado da Arte; no diálogo crítico estabelecido com as diversas perspectivas teóricas selecionadas e analisadas; e na nossa própria experiência enquanto professor/pesquisador, cuja trajetória é marcada por *experivivências*, formações continuadas, complementações e ressignificações de saberes curriculares, disciplinares, didáticos, pedagógicos e tecnológicos, bem como por um tímido (mas essencial) acúmulo de conhecimentos teóricos, práticos e epistemológicos.

A presente pesquisa se alicerça nesses fundamentos e reflete os processos vivenciados pelos participantes do programa formativo de EA de geometria espacial que – mesmo diante dos desafios contextuais e das múltiplas variáveis<sup>10</sup> inerentes ao ecossistema educacional em que atuam – demonstraram notável capacidade de produzir e ressignificar conhecimentos

<sup>10</sup> Entende-se por variáveis, o conjunto de fatores que influenciam a formação docente contínua, agrupados em quatro categorias principais: (a) individuais: histórico formativo, competências digitais e socioemocionais, autonomia pedagógica; (b) institucionais: diretrizes escolares, clima organizacional, infraestrutura tecnológica; (c) sistêmicas: políticas educacionais, condições de trabalho, demandas de inclusão; e (d) psicossociais: experiências profissionais prévias, oportunidades de reflexão coletiva. Incluem-se ainda fatores latentes como a internalização de fracassos anteriores e a disponibilidade de espaços colaborativos de formação.



criticamente, mobilizar e complementar saberes de forma criativa, bem como integrar teoria e prática com relativa efetividade.

Tendo em vista esses fundamentos, apresenta-se a arquitetura textual deste relatório de pesquisa, organizado em cinco eixos analíticos progressivos – além desta introdução, que delineou os aspectos centrais da construção da pesquisa. A estrutura compreende: o panorama do Estado da Arte sobre os EA de matemática (Cap. I); a Revisão da literatura, referencial teórico e base epistemológica (Cap. II); a Metodologia da pesquisa (Cap. III); As sessões de Estudos de Aula vivenciadas na pesquisa (Cap. IV); e a Análise dos dados (Cap. V). Complementam o relatório as seções de Considerações Finais, Referências Bibliográficas, Anexos e Apêndices.

No Capítulo I, apresentam-se contribuições acadêmicas e análises sistemáticas que situam esta pesquisa no diálogo científico. O mapeamento, conduzido mediante critérios metodológicos explicitados, organiza a produção acadêmica em tipologias investigativas, revelando lacunas e silêncios epistemológicos que fundamentam a originalidade da pesquisa. A análise crítica dessas lacunas e silêncios evidencia a relevância da pesquisa ao explorar uma vertente ainda incipiente na literatura: abordagens de EA na formação continuada de professores para o ensino de geometria espacial, especialmente na interface entre EA decolonial e práticas pedagógicas locais.

O Capítulo II, dedicado à revisão da literatura, referencial teórico e base epistemológica, estabelece um diálogo entre nosso posicionamento crítico e quatro eixos principais: formação continuada e desenvolvimento profissional docente (DPD); EA como instrumento pedagógico na formação de professores numa perspectiva decolonial; ensino e aprendizagem de geometria espacial no contexto brasileiro; e análise de propostas curriculares para o ensino de geometria espacial no Amazonas. Esse conjunto teórico fundamenta a pesquisa e constitui a lente analítica para a interpretação dos dados empíricos no capítulo de análise.

O Capítulo III aborda a Metodologia da Pesquisa, detalhando elementos, procedimentos e instrumentos que auxiliaram a investigação empírica. Nesse sentido, detalhamos e incluímos: a abordagem de pesquisa, o contexto, os participantes, os instrumentos de construção e como será realizada a análise de dados. Essa explicitação do desenho da pesquisa foi essencial para conferir confiabilidade e buscar validação dos resultados.

O Capítulo IV constitui o núcleo prático-investigativo desta pesquisa, dedicando-se



a narrar e analisar o processo formativo vivenciado pelos professores no âmbito dos ciclos de Estudo de Aula (EA) em Geometria Espacial. Mais do que um relato sequencial de atividades, este capítulo é o alicerce analítico do processo de aprendizagem docente, organizado em uma narrativa didática que, ciclo por ciclo, detalha a vivência das sessões investigativo-exploratórias. A exposição transcende a simples descrição de pautas e etapas para reconstituir a progressão e a complexidade do processo, ilustrando como a tríade planejamento-observação-reflexão se materializou na elaboração e no *redesign* colaborativo de tarefas. A narrativa explicita como participantes e alunos – ao se debruçarem coletivamente sobre os desafios do ensino e da aprendizagem em GE – enfrentaram dificuldades conceituais e didáticas, superando-as por meio da integração de saberes locais e do questionamento de crenças arraigadas sobre o ensino e a aprendizagem de cunho expositivo.

O Capítulo V avança para a etapa crucial de análise e interpretação dos dados construídos durante a pesquisa. Este capítulo organiza-se em três eixos centrais: define as categorias de análise (CA); os processos formativos identificados, ilustrando como os professores ressignificaram seus conhecimentos profissionais, saberes e práticas pedagógicas em geometria espacial. Ao cruzar as categorias com os dados das sessões de EA, este capítulo revela como a reflexão sistemática sobre a prática – marca registrada dos EA – pode transformá-la em uma ferramenta poderosa para a ressignificação dos processos de ensino e aprendizagem.

Complementam este relatório de pesquisa as Considerações Finais, as Referências Bibliográficas e os Anexos e Apêndices. Esses elementos visam enriquecer e fornecer maior autenticidade ao trabalho, fornecendo informações adicionais, referenciais teóricos e documentação de apoio.

Adiante, no Capítulo I, traçaremos um panorama do Estado da Arte sobre os EA e as propostas de ensino e construção de saberes e conhecimentos de professores de matemática, posicionando esta pesquisa no cenário acadêmico contemporâneo.



# CAPÍTULO I – O CAMPO DE PESQUISA SOBRE ESTUDOS DE AULA (EA) EM MATEMÁTICA: SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO DO CONHECIMENTO<sup>11</sup>

*Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.*

- Isaac Newton, 1675 (Trad. livre)

Neste capítulo, apresenta-se um panorama abrangente do estado do conhecimento das pesquisas contemporâneas sobre propostas de ensino e aprendizagem, bem como de produção, mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos docentes mediados pelos EA de Matemática.

As reflexões desenvolvidas sistematizam as principais categorias de manuscritos acadêmicos identificados, examinando os critérios metodológicos que orientaram o mapeamento, a catalogação e a organização desses trabalhos. Além disso, propõe-se uma análise comparativa crítica, a qual identifica tanto as convergências quanto as lacunas entre as discussões acadêmicas analisadas e esta pesquisa. Desse modo, buscou-se situar de maneira precisa as contribuições deste trabalho para o campo da Educação Matemática.

## 1.1. Categorias de estudos, modos *operandi* de mapeamento, catalogação e organização

Este mapeamento classifica os estudos sobre EA de matemática relacionados em três categorias distintas: (1) pesquisas acadêmicas em fase primária (teses e dissertações brasileiras); (2) comunicações científicas (artigos, relatos e resumos expandidos); e (3) obras de referência (livros e publicações digitais). Essa sistematização permite analisar comparativamente as diferentes abordagens sobre os EA de matemática, como propostas de ensino e formação docente presentes na literatura especializada até então.

Para esta pesquisa, o mapeamento da produção acadêmica em fase primária (teses e dissertações) baseou-se em buscas sistemáticas em bancos de dados nacionais e internacionais, com recorte nos quadriênios Capes 2013-2016 e 2017-2020. Esse recorte

<sup>11</sup> A busca por constituir esse panorama resultou no Artigo intitulado “Pesquisas sobre a mobilização de saberes docentes numa perspectiva de estudos de/em aula de matemática”, publicado, no ano de 2023, na **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (RenCiMa), v. 14, n. 2, p. 1–24. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/3869>.



permitiu analisar tanto a consolidação quanto as tendências recentes do campo. As comunicações científicas (artigos, relatos e resumos expandidos) foram selecionadas por meio de plataformas de indexação ou contato direto com autores, sem restrição temporal. Já os livros e *e-books* foram adquiridos através de canais especializados (livrarias, plataformas digitais, doações e indicações de especialistas), igualmente sem delimitação cronológica. Essa abordagem garantiu uma ampla cobertura bibliográfica, integrando obras clássicas e contemporâneas, o que permitiu enriquecer qualitativamente o *corpus* analítico da pesquisa.

As fontes primárias da pesquisa, eixo inicial do mapeamento bibliográfico, receberam atenção prioritária por constituírem relatórios de investigação originais, com revisões de literatura sistemáticas e mais completas. O levantamento sistemático, realizado entre abril de 2022 e dezembro de 2023 (com complementação em 2024), seguiu um protocolo estruturado que permitiu a inserção combinada dos descritores “formação continuada”, “desenvolvimento profissional” e “professor de Matemática” nos bancos de dados especializados. Este processo identificou 7.712 trabalhos (1.458 teses e 6.254 dissertações).

Diante do volume expressivo e inviabilizador de uma análise sistemática, foram aplicados filtros adicionais, os quais consideraram exclusivamente trabalhos nacionais defendidos em programas de pós-graduação *stricto sensu* (profissionais e acadêmicos) no período de 2013 a 2020 (correspondente a dois quadriênios de avaliação da CAPES). Essa primeira triagem reduziu o *corpus* de análise a aproximadamente metade, totalizando 3.714 pesquisas (757 teses e 2.957 dissertações).

Ainda diante dessa quantidade significativa, implementou-se um novo filtro, agora por área de conhecimento, selecionando apenas trabalhos vinculados à área das “Ciências Naturais e Matemática”. Essa etapa resultou em um *corpus* reduzido de 704 pesquisas (157 teses e 547 dissertações), distribuídas em 47 áreas de concentração, facilitando os refinamentos e as análises seguintes.

Após um novo refinamento, as 47 áreas do empreendimento anterior foram reduzidas a 22, resultando em um *corpus* de 479 trabalhos (134 teses e 345 dissertações) vinculados a 28 programas de pós-graduação *stricto sensu*. Desses, apenas 22 programas foram analisados em profundidade, por apresentarem em seus títulos os descritores: “Ensino” e/ou “Educação em Ciências e Matemática”. Essa seleção permitiu uma redução parcial do *corpus* a 415 pesquisas (114 teses e 301 dissertações) efetivamente alinhadas ao objeto de estudos.

Esse processo de seleção abrangeu vinte e uma abas do painel de buscas *online* do Catálogo da CAPES, com análise individualizada de cada entrada mediante avaliação de



títulos e resumos. Desse levantamento emergiram 70 pesquisas (24 teses e 46 dissertações) congruentes com os critérios estabelecidos, as quais abordavam os EA especificamente como prática pedagógica e estratégia de formação continuada docente.

Nesse processo, identificamos diversas expressões relacionadas a: “saberes/conhecimentos docentes”; “formação continuada em serviço”; “Estudos de Aula (Lesson Study)”; “reflexões sobre a prática”; “aulas investigativas”; “ensino por investigação”; e “ensino exploratório”. No entanto, parte significativa desses trabalhos estava vinculada à área de Ciências ou não apresentava relação direta com a metodologia de EA de Matemática, o que resultou numa escolha de apenas 22 pesquisas (7 teses e 15 dissertações) que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos.

Diante do número limitado de estudos identificados inicialmente, procedeu-se a uma segunda rodada de buscas, utilizando os descritores “desenvolvimento profissional docente” e “estudo de aula”, que geraram 4.677 novas pesquisas (1.001 teses e 3.676 dissertações). Aplicando os mesmos critérios da primeira rodada – restrição a programas de pós-graduação *stricto sensu* (acadêmicos e profissionais) dos últimos dois quadriênios da CAPES – esse conjunto foi filtrado para 3.170 estudos (677 teses e 2.493 dissertações), distribuídos em 73 áreas do conhecimento e 400 áreas de concentração. Ao delimitar a análise especificamente à área de Ensino de Ciências e Matemática, chegou-se a um total de 217 novos trabalhos (97 teses e 120 dissertações).

Na etapa subsequente de seleção, aplicou-se como critério a presença dos termos “Ensino” ou “Educação em Ciências e Matemática”, o que reduziu o *corpus* para 14 áreas de concentração. Essas áreas estavam distribuídas em oito abas do painel de buscas do Catálogo da CAPES, que foram analisadas seguindo o mesmo protocolo metodológico anterior. Desse processo, foram identificados 151 estudos adicionais (67 teses e 84 dissertações). Após análise minuciosa e aplicação de outros filtros temáticos - incluindo referências aos “Estudos de Aula (*Lesson Study*)”, “ensino por investigação”, “tarefas investigativo-exploratórias”, “intervenções didáticas”, “comunidade de prática” e “saberes docentes/da ação” – obteve-se um conjunto de mais 21 trabalhos (9 teses e 13 dissertações) alinhados ao objeto de pesquisa.

Mesmo assim, uma terceira etapa de buscas sistemáticas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES foi realizada, de modo a ampliar a abrangência documental e reduzir lacunas bibliográficas. Dessa vez, foram utilizados os descritores “saberes docentes”, “conhecimentos docentes”, “estudo de aula” e “Lesson Study” de forma



combinada. Esta estratégia permitiu identificar 12 produções acadêmicas (3 teses e 9 dissertações), das quais apenas 6 (2 teses e 4 dissertações) demonstraram relação direta com o objeto de pesquisa, dado que refletiam abordagens que abarcavam ciclos de reflexão-ação, integração entre reflexão e prática pedagógica, características do professor reflexivo, fundamentos epistemológicos da prática educativa e metodologias de investigação da prática pedagógica.

O conjunto final de 49 pesquisas (22 iniciais + 21 da segunda etapa + 6 da terceira busca) foi submetido a uma análise criteriosa a partir da leitura e interpretação de títulos e resumos, permitindo a seleção definitiva de 26 trabalhos (10 teses e 16 dissertações), que compõem este panorama do estado do conhecimento sobre os EA.

O acesso aos 26 manuscritos completos ocorreu, prioritariamente, através da plataforma Sucupira, de onde foram extraídos no formato PDF. Como observação metodológica, destaca-se que a escolha dessa plataforma garantiu acesso às produções nacionais elencadas, embora seu sistema de buscas apresentasse limitações na recuperação de metadados completos. Contudo, em janeiro de 2024, foi incorporada uma 27ª tese, localizada no banco de teses da *University of Chicago*, o que constituiu decisão estratégica para ampliar o escopo internacional dos referenciais teóricos, já que trabalhos norte-americanos sobre *Lesson Study* tendiam a trazer contribuições metodológicas relevantes para esta pesquisa como um todo.

Os estudos analisados revelam uma distinção clara: as teses destacam-se pelo rigor teórico, enquanto as dissertações exploram aplicações práticas mais diversificadas dos EA. Essa relação complementar mostra que, enquanto as pesquisas doutorais se aprofundam em conceitos e fundamentos metodológicos, teóricos e epistemológicos, as de mestrado testam e ampliam a aplicação de inovações em contextos educacionais mais variados.

Os trabalhos mapeados e analisados foram sistematizados no Quadro 1 (disposto a seguir), organizado de modo a evidenciar cinco dimensões essenciais: autoria e ano de publicação (em ordem cronológica); natureza da pesquisa (teórica/empírica); vinculação acadêmica (programa/instituição/UF); título completo; e fundamentos metodológicos (abordagem e procedimentos). Optou-se por essa organização por considerar que esses eixos permitem uma visão panorâmica completa do *corpus* das pesquisas. A inclusão específica dos aspectos metodológicos busca destacar como diferentes abordagens de pesquisa sobre os EA têm sido empregadas, revelando tendências de estudos nessa área.



Item	Autor (ano)	Trabalho acadêmico	Programa/Instituição (estado)	Título	Tipo de pesquisa	Abordagem
01	Yoshida (1999)	Tese	University of Chicago (IL)	Lesson Study: A case study of a Japanese approach to improving instruction through schoolbased teacher development	Estudo de caso	Qualitativa
02	De Lima (2013)	Dissertação	Prog. Ensino de Ciências e Matemática, UFC (CE)	Docência em Matemática e formação em serviço: um estudo sobre a epistemologia da prática em torno do conceito de professor reflexivo	Estudo de caso	Qualitativa
03	Nagy (2013)	Tese	Prog. Ens. de Ciênc. e Educ. Matemática, UEL (PR)	Trajetórias de aprendizagens de professoras que ensinam Matemática em comunidade de prática	Estudo de caso + Narrativa	Qualitativa
04	Assis (2014)	Dissertação	Prog. Educação Matemática e Tecnológica, UFPA (PA)	Conhecimentos de combinatória e seu ensino em um processo de formação continuada: reflexões e prática de uma professora	Pesquisa-ação	Qualitativa
05	Silva (2014)	Dissertação	Prog. Educação em Ciências e Matemáticas, UFPA (PA)	Contribuições da prática (in) formada por evidências para a formação do professor de Matemática: uma análise das ações dos professores a partir das suas próprias práticas	Participante	Qualitativa
06	Da Silva (2014)	Tese	Prog. Educação em Ciências e Matemáticas, UFPA (PA)	A relação do professor com o saber matemático e os conhecimentos mobilizados em sua prática	NI	Qualitativa
07	Oliveira, E. (2015)	Dissertação	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Formação continuada de professores e sua reflexão: estudo de situações do campo conceitual aditivo	Participante	Qualitativa
08	Oliveira, T. (2015)	Tese	Prog. Ens. de Ciênc. e Matemática, UNICAMP (SP)	Aprendizagem e constituição profissional de uma professora de Matemática: um estudo de si	<i>Self Study</i>	Qualitativa
09	Andrade (2016)	Tese	Prog. Ens. de Ciênc. e Educ. Matemática, UEL (PR)	Um estudo das ações de professores de Matemática em sala de aula	ND	Qualitativa
10	Barreto (2016)	Tese	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Formação continuada: um desvelar de saberes dos professores da Educação Básica em diálogos reflexivos sobre a estrutura multiplicativa	Pesquisa-Ação	Qualitativa
11	Machado (2016)	Dissertação	Prog. Ens. de Ciênc. e Educ. Matemática, UEL (PR)	Estudo dos saberes da ação pedagógica sob a perspectiva da matriz 3x3	ND	Qualitativa
12	Moura (2016)	Dissertação	Prog. Educação para Ciências e Matemática, IFG (GO)	Formação continuada de professores e a metodologia de ensino por investigação nos anos iniciais do Ensino Fundamental de Paraúna-GO	Pesquisa-Ação	Qualitativa
13	Batista (2017)	Dissertação	Prog. Educação Matemática, UNESP – Rio Claro	Estudo de aula na formação de professores de Matemática para ensinar com tecnologia: a percepção dos professores sobre a produção de conhecimento dos alunos	Estudo de caso	Qualitativa Fenomenológica
14	Matos (2017)	Dissertação	Prog. Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, UFPA (PA)	Práticas investigativas no ensino de Geometria: contribuições para ação docente	Pesquisa-Ação	Qualitativa
15	Borges (2018)	Dissertação	Prog. Educação Matemática,	Saberes construídos e ressignificados por um professor de	Colaborativa	Qualitativa



			UFMS (MS)	Matemática da educação básica quando investiga a sua prática pedagógica		
16	Correia (2018)	Tese	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	O desenvolvimento profissional de professores que ensinam as estruturas multiplicativas	Participante	Qualitativa
17	Gomes, F. L. (2018)	Dissertação	Prog. Ensino em Ciências e Matemática, UFAC (AC)	Grupo colaborativo: desenvolvimento profissional, produção e ressignificação de saberes docentes para o ensino de Geometria	Pesquisa-ação	Qualitativa
18	Dias (2018)	Tese	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Práticas letivas na formação inicial de professores de Matemática: as contribuições do ensino exploratório na construção do conhecimento profissional	Pesquisa-Ação	Qualitativa
19	Filho (2018)	Tese	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Formação continuada de professores do ensino médio para uma aula investigativa sobre probabilidade	NI	Qualitativa
20	Miranda (2019)	Tese	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Escola como espaço de (re)significação de conhecimentos matemáticos para o ensino: a constituição de um grupo que estuda o currículo e investiga a própria prática	NI	Qualitativa
21	Nascimento (2019)	Dissertação	Prog. Educação Matemática, UESC (BA)	Desenvolvimento profissional de uma educadora matemática em educação estatística	Pesquisa-Ação	Qualitativa
22	Oliveira, C. (2019)	Dissertação	Prog. Educação Matemática, UNIAN (SP)	Formação de professores para educação infantil: uma investigação acerca do ensino de formas geométricas	Pesquisa-ação	Qualitativa
23	Pereira (2019)	Dissertação	Prog. Ensino de Ciências e Matemática, UFAC (AC)	O estudo de aula na ressignificação de saberes docentes de professores dos anos iniciais, ao vivenciar um grupo de estudo sobre medidas	Estudo de Caso	Qualitativa
24	Wanderley (2019)	Dissertação	Prog. Educação em Ciências e Matemática, IFSS (ES)	Algumas contribuições do <i>Lesson Study</i> para a formação do professor de Matemática em aulas que promovam a construção do conceito de volume	Participante	Qualitativa
25	Gualandi (2019)	Tese	Prog. Educação Matemática, PUC (SP)	Os reflexos de uma formação continuada na prática profissional de professores que ensinam Matemática	Estudo de Caso	Qualitativa
26	Fernandes (2020)	Dissertação	Prog. Ensino em Ciências e Matemática, IFSP (AC)	Formação em serviço de um professor de matemática mediada pelo professor coordenador	Pesquisa-Ação	Qualitativa
27	Tomasi (2020)	Dissertação	Prog. Mestrado em Educação, UFFS (SC)	Aspectos da colaboração profissional docente mobilizados em um estudo de aula no contexto brasileiro	NI	Qualitativa
ND: Não descrito, NI: Não informado						

**Quadro 1** – Estudos em fase primária, catalogados e incorporados ao panorama de pesquisa sobre a temática de EA

Fonte: Do autor, adaptado de Gomes, Forsberg e Melo (2023).



O corpus de análise apresentado revela dados importantes sobre os principais eixos temáticos da pesquisa contemporânea em Educação Matemática com foco nos EA. Nele, destacam-se dois eixos principais: 1) prática e mediação pedagógica; e 2) abordagens investigativo-exploratórias. Os escritos imersos nesse contexto, os quais caracterizam a produção acadêmica recente na área, foram submetidos a procedimentos integrados – análise hermenêutica das UAs (Unidades de Análise) - títulos, resumos, objetivos, problemáticas, fundamentos e conclusões, articulada com análise digital via *Voyant Tools*. Desta última, foi extraído um Mapa de Dispersão baseado no Índice de *Berry*, o qual permitiu mapear a concentração e a dispersão de termos-chave nos 27 trabalhos.

As informações captadas mediante essa abordagem revelaram padrões lexicais, silêncios e dispersões conceituais (Diagrama 1), permitindo tanto quantificações de tendências quanto interpretações contextualizadas de fenômenos detectados no *corpus*.

**Diagrama 1:** Mapa de dispersão baseado no Índice de *Berry*, gerado do *corpus* de análise no *Voyant Tools*



Fonte: Do autor/pesquisador com auxílio e dados processados no *Voyant Tools* (2025).  
Disponível em: <https://voyant-tools.org/?corpus=0c9f0f086997fdff8796447f928c0f3f>

A análise integrada dos padrões lexicais e de suas respectivas frequências (Ilustração 1) revelou um núcleo conceitual primário, composto pelos termos "professor(es)", "aluno(s)", "matemática" e "ensino". Esse núcleo configura três linhas interpretativas principais: 1) o professor como mediador do conhecimento matemático; 2) o aluno como agente ativo do processo de aprendizagem; e 3) o ensino como fenômeno dialógico. Outro núcleo significativo articulou os termos "matemática", "pesquisa" e "formação docente" - evidenciando abordagens que detectaram práticas pedagógicas investigativas e processos formativos docentes baseados na exploração do ensino de conteúdos matemáticos.

A partir desses achados, nota-se que o termo "ensino" apresentou frequência 2,3 vezes superior à de "aprendizagem". Isso pode estar indicando um viés paradigmático nessas



pesquisas, que privilegiaram abordagens centradas na formação docente em detrimento dos processos de aprendizagem matemática – uma disparidade que sugere a necessidade de um maior equilíbrio em abordagens investigativas futuras.

Em última análise, o *corpus* revelou silêncios acadêmicos significativos. A rara ocorrência do termo "avaliação", somada à incidência marginal do vocábulo "geometria", colocou em relevo carências expressivas nas abordagens investigativo-exploratórias e pesquisas correlatas. Essa constatação posicionou as geometrias e seu ensino como eixos temáticos subinvestigados e como uma lacuna a ser explorada neste estudo, exigindo tanto a ampliação quanto o desenvolvimento de outros saberes e abordagens pedagógicas específicas.

Nota-se, ainda, a escassa presença de expressões como "tecnologias digitais" (com exceção de menções ao *GeoGebra* em áreas não geométricas) e "currículo". Isso indica uma predominância de trabalhos focados na dimensão interacional (professor-aluno-conhecimento), deixando em segundo plano aspectos estruturais (organização curricular e políticas públicas educacionais) e inovações tecnológicas. Tal cenário corrobora um viés epistemológico na pesquisa em Educação Matemática com os EA, que privilegia microprocessos didáticos em vez de macroprocessos institucionais, revelando não apenas lacunas pontuais, mas também outras escolhas paradigmáticas que exigem reflexão crítica frente aos desafios atuais do campo.

Contudo, ao questionar as lacunas e as hegemonias microprocessuais das pesquisas sobre EA até então identificadas, tornou-se imperativo buscar outras triangulações metodológicas e incorporar novas perspectivas teórico-analíticas. Para isso, foram realizadas buscas sistemáticas no *Google Scholar*, utilizando-se como descritores prioritários: "estudos de aula de matemática", "investigações matemáticas na sala de aula", "*Lesson Study*", "investigação da prática pedagógica", "professor investigador", "ensino por investigação" e "ensino exploratório". Tais critérios nortearam a expansão do referencial teórico, viabilizando a localização e a obtenção de artigos em periódicos científicos e anais de eventos – sendo que parte desse material foi adquirida mediante contato direto por e-mail ou aplicativos de mensagens com os autores.

Esta ampliação bibliográfica, além de enriquecer a análise do *corpus* documental inicial, possibilitou a revisão de conclusões prévias e a detecção de novas lacunas. Ao mesmo tempo, fundamentou um exame crítico que levou à resignificação gradual dos paradigmas atrelados às pesquisas sobre os EA de Matemática. O material resultante, composto por artigos científicos, relatos de experiência e comunicações acadêmicas, foi



sistematizado no Quadro 2, configurando-se como o referencial teórico-metodológico ampliado da pesquisa.

Autor(es)	Ano	Título/Tema	Fonte/Periódico/Evento	Links/DOI
LEWIS, C.	2002	<i>Does Lesson Study Have a Future in the United States?</i>	Nagoya Journal of Education and Human Development, n. 1, p. 1-23	<a href="https://www.researchgate.net/publication/228603233_Does_Lesson_Study_Have_a_Future_in_the_United_States">https://www.researchgate.net/publication/228603233_Does_Lesson_Study_Have_a_Future_in_the_United_States</a>
PONTE, J.P.	2002	Investigar a nossa própria prática	Reflectir e investigar sobre a prática profissional. Lisboa: APM, 2002. p. 5-28	<a href="https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4521">https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4521</a>
PONTE, J.P.	2003	Investigar, Ensinar e Aprender	Atas do ProfMat 2003, p. 25-39	<a href="https://www.ime.usp.br/~dpdias/2012/MAT1500-3-Ponte(Profmat).pdf">https://www.ime.usp.br/~dpdias/2012/MAT1500-3-Ponte(Profmat).pdf</a>
PONTE, J.P.	2004	Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática	Educar, Curitiba, n. 24, p. 37-66	<a href="https://www.scielo.br/j/er/a/vq3wfWOHPyL7ZSvWWpgNhGH/?format=pdf&amp;lang=pt">https://www.scielo.br/j/er/a/vq3wfWOHPyL7ZSvWWpgNhGH/?format=pdf&amp;lang=pt</a>
TAKAHASHI, A. E YOSHIDA	2004	<i>Ideas for establishing Lesson Study communities</i>	Teaching Children Mathematics, v. 10, n. 9, p. 436-443	<a href="https://www.researchgate.net/publication/359081175_Ideas_for_Establishing_Lesson-Study_Communities">https://www.researchgate.net/publication/359081175_Ideas_for_Establishing_Lesson-Study_Communities</a>
TAKAHASHI, A	2006	<i>Characteristics of japanese mathematics lessons</i>	Tsukuba Journal of Education Study in Mathematics, v. 25, p. 37-44	<a href="https://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/sympo_2006/takahashi.pdf">https://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/sympo_2006/takahashi.pdf</a>
PONTE, J.P.	2008	Investigar a nossa própria prática: uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional	Revista de la Universidad Granada, v. 2, n. 4, p. 153-180	<a href="https://revistaseug.ugr.es/index.php/pna/article/view/6196">https://revistaseug.ugr.es/index.php/pna/article/view/6196</a>
ORTIGÃO	2009	A Sala de Aula de Matemática: avaliação das práticas docentes	Revista Bolema, v. 22, n. 33, p. 117-140	<a href="https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/2954">https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/2954</a>
PONTE, J.P.	2010	Explorar e Investigar em Matemática: Uma Atividade Fundamental no Ensino e na Aprendizagem	Revista Iberoamericana de Educação Matemática, n. 21, p. 13-30	<a href="https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3043/1/10-Ponte-Union_21.pdf">https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3043/1/10-Ponte-Union_21.pdf</a>
PONTE, J.P. et al.	2012	Aprendizagens profissionais dos professores através dos estudos de aula	Revista Persp. Educ. Matemática, n. 5, p.7-24	<a href="https://repositorio.ul.pt/handle/10451/22605">https://repositorio.ul.pt/handle/10451/22605</a>
LEWIS, C. E PERRY, R.	2013	<i>Lesson Study with Mathematical Resources: A Sustainable Model for Locally Led Teacher Professional Learning</i>	Mathematics Teacher Education and Development, v.16, n.1	<a href="http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1046670.pdf">http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1046670.pdf</a>
TAKAHASHI, A. E MCDUGAL, T.	2016	<i>Collaborative lesson research: maximizing the impact of lesson study</i>	ZDM Mathematics Education, v. 48, n. 4, p. 513-526	<a href="https://www.researchgate.net/publication/289525819_Collaborative_lesson_research_maximizing_the_impact_of_lesson_study">https://www.researchgate.net/publication/289525819_Collaborative_lesson_research_maximizing_the_impact_of_lesson_study</a>
QUARESMA, M. E PONTE, J.P.	2015	Comunicação, tarefas e raciocínio: Aprendizagens profissionais proporcionadas por um estudo de aula	Revista Zetetiké v. 23, n. 2, p. 297-310	<a href="https://periodicos.sbu.unica.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646540">https://periodicos.sbu.unica.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646540</a>



PONTE, J.P. et al.	2016	O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática	Revista Bolema, v. 30, n. 56, p.868-891	<a href="https://www.scielo.br/j/bolema/a/KDpjQXZsJz8DyHhd9CCLq9R/?lang=pt&amp;format=pdf">https://www.scielo.br/j/bolema/a/KDpjQXZsJz8DyHhd9CCLq9R/?lang=pt&amp;format=pdf</a>
MERICHELLI, M.A.J E CURY, E.	2016	Estudos de Aula (“ <i>Lesson Study</i> ”) como metodologia de formação de professores	REnCiMa, Edição Especial: Educação Matemática, v. 7, n. 4, p. 15-27	<a href="https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1202">https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1202</a>
WANDERLEY E SOUZA	2020	<i>Lesson Study</i> como Processo de Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática sobre o Conceito de Volume	Perspectivas da Educação Matemática, v. 13, n. 33	<a href="https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/10302">https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/10302</a>
RICHT, PONTE, J.P. E QUARESMA, M.	2021	Aprendizagens Profissionais de Professores Evidenciadas em Pesquisas sobre Estudos de Aula	Revista Bolema, v.35, n.70, p.1107-1137	<a href="https://www.scielo.br/j/bolema/a/PJpZppzdZcdBJMvmpqxDK6z/?lang=pt">https://www.scielo.br/j/bolema/a/PJpZppzdZcdBJMvmpqxDK6z/?lang=pt</a>
PINA NEVES, R. BRAGA E FIORETINI, D.	2021	Estágio Curricular Supervisionado em Matemática em Processo de Lesson Study on-line: adaptações, desafios e inovações	Revista Baiana de Educação Matemática, v. 02, n. 01, p. 01-31	<a href="https://www.revistas.uneb.br/index.php/baeducmatematica/article/view/13139">https://www.revistas.uneb.br/index.php/baeducmatematica/article/view/13139</a>
MÜLLER, A. P. K. E QUARTIERI, M.T.	2023	Metodologia de Estudos de Aula com professoras dos anos iniciais: inserção de práticas experimentais e tecnológicas	Revista Brasileira de Educação, v. 28, e280044	<a href="https://www.scielo.br/j/rbedu/a/NQvtRxXhGGy4tzFm87VwrRL/">https://www.scielo.br/j/rbedu/a/NQvtRxXhGGy4tzFm87VwrRL/</a>
GOMES, F.L. SILVA-FORSBERG E MELO	2023	Pesquisas sobre a mobilização de saberes docentes numa perspectiva de estudos de/em aula de matemática	REnCiMa, v. 14, n. 2, p. 1-24	<a href="https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/3869">https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/3869</a>

**Quadro 2** – Artigos/estudos de referência que completam o panorama de pesquisas sobre EA.

**Fonte:** *Corpus* do acervo bibliográfico do projeto de pesquisa (2022-2025).

Em conformidade com a abordagem metodológica do Quadro 1, os textos do Quadro 2 passaram por uma análise que combinou métodos qualitativos (hermenêutica e categorização temática) e quantitativos (lexicometria). Essa integração permitiu capturar tanto as nuances conceituais quanto padrões lexicais, com foco na recorrência de termos e na formação de redes semânticas, garantindo uma avaliação multidimensional do *corpus*. A complementaridade dessas técnicas permitiu ainda identificar discrepâncias e convergências entre os níveis discursivo e estatístico, enriquecendo a interpretação dos dados construídos.

O Diagrama 2 reflete os resultados da operacionalização dessa abordagem mista, evidenciando: a relação entre frequência vocabular e construções teóricas; a distribuição temática ao longo dos textos; e as conexões entre os conceitos-chave. Esse processo analítico auxiliou na identificação de tendências subjacentes nos estudos sobre os EA, abrindo caminho para interpretações mais refinadas que consideram as especificidades de cada contexto. A análise também serviu de fundamento para as articulações metodológicas e para a identificação de lacunas epistemológicas relevantes para a pesquisa.





o ensino e a aprendizagem de outros temas matemáticos, como a álgebra e a aritmética, e as discussões teórico-metodológicas em detrimento de problemáticas específicas do ensino – particularmente os desafios didáticos da visualização tridimensional e da incorporação tecnológica – corroborando a pertinência desta investigação.

Em suma, essas produções (90% qualitativas e 10% quali-quantitativas) estruturam-se em três vertentes fundamentais: (1) a formação e o desenvolvimento profissional docente, com destaque para os trabalhos de Ponte (2002-2008) e Ponte et al. (2012, 2016); (2) as metodologias experimentais e, logo, inovadoras, representadas pelos estudos de Merichelli e Cury (2016) e Müller e Quartieri (2023), que se configuram como contribuições importantes ao campo; e (3) a análise crítica de práticas educativas, representada pela obra de Ortigão (2009), onde se discute a tensão entre avaliação formativa e somativa com o propósito de reforçar ou transformar desigualdades educacionais e promover reflexões sobre a formação docente em avaliação matemática.

Entre outros aspectos, essas vertentes revelaram a predominância de termos que apontam para uma aplicação predominante dos EA em contextos de formação continuada (60%) e no ensino de matemática (45%), evidenciando sua centralidade tanto na pesquisa quanto na prática educacional. Nesse cenário, predominam as contribuições de João Pedro da Ponte (35% das referências, citado em 72% dos estudos), cuja produção entre 2002 e 2020 (68% das menções) foi decisiva para: adaptar a abordagem japonesa ao contexto ocidental; desenvolver modelos híbridos de formação docente; e consolidar os EA como metodologia integrada de pesquisa e prática pedagógica, com significativa colaboração internacional (40% dos casos).

Esses resultados dialogam com o Quadro 3, que incorpora obras clássicas nacionais e internacionais sobre prática pedagógica e EA (*LS*). Sua composição contempla obras obtidas entre 2022 e 2024 por meio de aquisições em livrarias especializadas e plataformas digitais, bem como de materiais compartilhados por colegas e pelo professor orientador, em versões físicas e digitais, o que ampliou as bases teóricas e históricas desta investigação.

<b>Autor(es) (Ano)</b>	<b>Título/Tema</b>	<b>Formato de Publicação</b>	<b>Editora</b>
Geraldi, Fiorentini e Pereira (1998)	Cartografias do Trabalho Docente: Professor-pesquisador	Livro impresso	Mercado de Letras
Abrantes et al. (1999)	Investigações matemáticas na aula e no currículo	Livro impresso	APM
Fiorentini e Miorim (2001)	Por trás da porta, que matemática acontece?	Livro impresso	Ilion
Cortesão (2003)	O arco-íris na sala de aula? Processos de	Livro digital	Instituto de



	organização de turmas: Reflexões críticas		Inovação Educacional
Ponte, Brocardo e Oliveira (2003)	Investigações matemáticas na sala de aula	Livro impresso	Autêntica
Fiorentini e Cristóvão (2010)	Histórias e Investigações de/em aulas de Matemática	Livro impresso	Alínea
Hart, Alston e Murata (2011)	<i>Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education, Learning Together</i>	Livro digital	Springer
Melo, Souza e Wrobel (2022)	Espaços e contornos da praça dos sonhos / <i>Lesson Study</i> em Matemática	Livro digital	Edifes
Pina Neves e Fiorentini (2022)	Anais do I Seminário Internacional de <i>Lesson Study</i> no Ensino de Matemática (SILSEM)	Livro digital	Edifes
Richit, Fiorentini e Pina Neves (2023)	Anais do II Seminário Internacional de <i>Lesson Study</i> no Ensino de Matemática (SILSEM)	Livro digital	Edifes
Richit e Tomkelski (2023)	<i>Lesson Study</i> em Matemática	Livro digital	CRV

**Quadro 3** - Outras referências sobre o objeto de estudo que integram o panorama de pesquisa sobre a temática  
 Fonte: *Corpus* do acervo bibliográfico do projeto de pesquisa (2022-2024).

Neste quadro, à semelhança dos anteriores (Quadros 1 e 2), foram incorporadas referências bibliográficas que exploram a prática pedagógica, destacando estratégias de ensino baseadas em investigações matemáticas em ambientes de ensino e aprendizagem. A análise desse material, além de identificar avanços e lacunas que impulsionam novas pesquisas sobre EA, revela também contribuições pioneiras, adaptações contextuais e consolidações teóricas que estruturam o referencial neste campo.

Na análise dessas referências, sobressaem dois aspectos complementares: os desafios contextuais que impulsionam as pesquisas recentes e a persistência de lacunas já apontadas em estudos anteriores (Quadros 1 e 2). Essa dualidade ilustra a consolidação dos EA como campo de pesquisa e intervenção pedagógica na Educação Matemática brasileira e reflete sua trajetória histórica, que parece se estruturar em três fases distintas: a fundacional (1998-2001), a de adaptação (2002-2010) e a de consolidação (2011-2023).

Na fase de inserção dos EA no Brasil (1998-2001), emergiram obras que os alicerçaram teórica e metodologicamente nesse contexto: Geraldi, Fiorentini e Pereira (1998) ajudaram a difundir o paradigma do professor-pesquisador no âmbito nacional; Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999) propuseram a articulação entre investigação matemática e prática pedagógica; e Fiorentini e Miorim (2001) sugeriram a etnografia colaborativa, em que professores e pesquisadores analisariam, em conjunto, dados de aulas (antecedendo o *Lesson Study* brasileiro). Embora essas obras tenham sido fundamentais à estruturação do campo, é importante destacar que elas – cujo impacto está atestado por uma média de mais de 300



citações cada – coexistiram com outras contribuições igualmente relevantes, que ampliaram e enriqueceram a pluralidade epistemológica dos EA na EM brasileira.

A fase de adaptação (2002-2010) consolidou-se com contribuições de obras como *Investigação Matemática na Sala de Aula* (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2003), que desempenhou um papel fundamental na transposição dos EA para a prática pedagógica em Matemática. Resultado de décadas de pesquisa em Portugal, o livro não apenas sistematizou princípios inovadores, mas também ofereceu ferramentas concretas para sua aplicação, propondo tarefas investigativas em geometria, estatística e aritmética.

A abordagem defendida na referida obra colocou o estudante no centro do processo de ensino, tratando-o como um *matemático em construção*, enquanto destacou o papel do professor como mediador essencial. Além disso, mostrou-se especialmente relevante ao contexto brasileiro, servindo de referência a formação docente alternativa (com os EA) e também de guia para a adaptação dessa metodologia às realidades locais. Ao integrar teoria e prática, o texto enriqueceu o debate pedagógico e ajudou a consolidar a transição entre os fundamentos teóricos dos EA e sua efetiva aplicação em sala de aula/escola.

Essa fase representou um marco importante na trajetória dos EA no Brasil, ao mesmo tempo em que consolidou os fundamentos metodológicos da pesquisa na área e evidenciou a necessidade de adaptações às especificidades das práticas pedagógicas no contexto brasileiro, impulsionando as transformações que caracterizariam a fase de consolidação (2011-2023).

Essa dualidade entre rigor metodológico e flexibilidade contextual, longe de ser uma particularidade brasileira, mostrou-se uma característica dos EA em escala global, marcada pela tensão produtiva entre teoria e prática educacional (Lewis, 2002; Fernandez e Yoshida, 2004; Murata, 2011). No contexto nacional, como destacam Carvalho e Fiorentini (SIPEM, 2016, GT7, p. 45), esse processo seguiu um caminho igualmente não-linear, guiado por revisões constantes e ajustes sensíveis às particularidades de cada realidade escolar, refletindo a dinâmica adaptativa que permeia a evolução dos EA no Brasil.

Os trabalhos de Fiorentini e Cristóvão (2010), Hart, Alston e Murata (2011) e a reedição de *Investigações Matemáticas na Sala de Aula* (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2013), junto com outras referências, ajudaram na consolidação definitiva dos EA no Brasil. Essas obras ofereceram contribuições teóricas valiosas aos debates sobre esse campo em fóruns acadêmicos nacionais e internacionais, como os grupos de trabalho da ANPEd e o SIPEM, fazendo emergir projetos como SILSEM I e II, cujos resultados - documentados por Pina Neves e Fiorentini (2022) e Richit, Fiorentini e Pina Neves (2023) - demonstram a maturidade



alcançada pelo campo e ratificam seu papel como referência tanto na pesquisa acadêmica quanto na prática pedagógica.

No entanto, sua aplicação em escolas públicas brasileiras - especialmente em contextos rurais e periféricos – pode estar demandando atenção especial no sentido de se estabelecer diálogos mais efetivos entre currículo formal e saberes locais; e se desenvolver estratégias criativas de adaptação de materiais cotidianos como recursos pedagógicos. Essas aparentes lacunas, ao mesmo tempo em que desafiam a implementação dos princípios interculturais propostos pela Resolução CNE/CEB nº 5/2021, revelam oportunidades significativas às pesquisas e às práticas pedagógicas, com os EA, em que se articulam conhecimentos científicos e comunitários.

Essa perspectiva ganha especial relevância quando aplicada a contextos como a Amazônia, onde a convergência entre abordagem investigativa e pedagogias situadas revela potencialidades singulares. Nesses espaços, os EA surgem como ferramentas eficazes para superar desafios estruturais, valorizando recursos locais e integrando saberes tradicionais - como padrões geométricos do contexto – ao currículo formal. Mais do que implementar princípios interculturais, reconstrói-se o próprio sentido do ensino geométrico espacial, ancorando-o em cosmovisões e identidades.

A seguir, busca-se comparar esta pesquisa com os trabalhos que compõem este panorama do Estado da Arte, destacando principais aproximações e distanciamentos críticos.

## **1.2. Aproximações e distanciamentos desta em relação às outras pesquisas**

Embora o campo dos EA tenha registrado avanços significativos, ainda persistem lacunas estruturais que justificam a condução desta pesquisa. O Quadro 4, a seguir – organizado em seis categorias analíticas (Eixo Temático, Contexto Geográfico, Fundamentação Teórica, Metodologia, Participantes e Resultados) – sintetiza criticamente tais lacunas, como a escassez de EA de Geometria Espacial (GE) e de pesquisas com esse viés na região amazônica, expondo aproximações e distanciamentos em relação aos estudos mapeados (Quadros 1-3), valendo-se de uma escala para indicar o grau de inovação (★☆☆☆☆ a ★★★★★).

Desse modo, destaca-se o potencial disruptivo desta pesquisa em relação às demais, propondo contribuições para o preenchimento das lacunas identificadas e para o debate em uma esfera pública mais ampla no campo dos EA de GE.



CATEGORIA	PANORAMA DO ESTADO DA ARTE	ESTA PESQUISA	LACUNAS IDENTIFICADAS	CONVERGÊNCIAS (APROXIMAÇÕES)	INOVAÇÕES (DISTANCIAMENTOS)	NÍVEL INOVAÇÃO
<b>Eixo Temático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maioria absoluta de EA em Aritmética e Álgebra</li> <li>• EA de Geometria em torno de apenas 5% dos trabalhos</li> <li>• Foco em microprocessos didáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% de EA de GE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EA de GE realizados no contexto amazônico</li> <li>• Ausência de perspectivas sobre os macroprocessos didáticos</li> <li>• Insuficiência de mecanismos de avaliação em EA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crítica à sub-representação da GE nos EA</li> <li>• EA como prática investigativa e reflexiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olhar sobre os macroprocessos didáticos regionais</li> <li>• Foco em EA de GE</li> <li>• EA baseados em espaços e formas do contexto</li> <li>• Integração de saberes docentes ao contexto</li> <li>• Propostas de instrumentos avaliativos do ensino com os EA</li> </ul>	★★★★☆
<b>Contexto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maioria dos EA no Sul e Sudeste</li> <li>• <i>Lesson Study</i> colonial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% da pesquisa realizada na Amazônia (interior do estado do Amazonas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decolonialidade da construção do saber matemático com os EA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EA situados em contextos de ensino urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura de ensino e aprendizagem desfavorável</li> <li>• Adaptação às limitações de acesso às TICs</li> <li>• EA numa perspectiva decolonial</li> </ul>	★★★★★
<b>Fundamentação Teórica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande adesão às perspectivas de Ponte e Ponte et al.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação do referencial para além dos autores centrais, incluindo produção acadêmica diversa (teses, artigos, livros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarticulação entre EA e decolonialidade</li> <li>• Ausência de interculturalidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paradigma do professor-pesquisador</li> <li>• Reflexão docente</li> <li>• Inovação em Educação Matemática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulação com teorias decoloniais (D'Ambrosio)</li> </ul>	★★★★☆
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudos de caso</li> <li>• Pesquisa-ação</li> <li>• Pesquisa participante</li> <li>• <i>Self-study</i> e outros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de caso + análise de conteúdo manual e digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos digitais de análise lexicométrica e de conteúdo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Triangulação de dados</li> <li>• Prática colaborativa e reflexiva</li> <li>• Produção de materiais didáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise lexicométrica e de conteúdo (digital)</li> <li>• Protocolos pedagógicos para baixa conectividade</li> </ul>	★★★★☆
<b>Participantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente / pesquisadores relativamente experientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docentes / pesquisadores inexperientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participantes em formação continuada em regiões remotas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação continuada de docentes da área de matemática</li> <li>• Valorização de processos colaborativos e reflexivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das “próprias” resistências profissionais (do pesquisador e dos participantes) como dado empírico</li> </ul>	★★★★☆

**Quadro 4** – Análise comparativa entre o panorama do Estado da Arte e esta pesquisa: categorias, lacunas, convergências e inovações.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024/2025).



A análise comparativa sintetizada no quadro estabelece diálogos críticos entre esta e outras produções acadêmicas sobre EA de Matemática, destacando como contribuição original uma pesquisa com EA de geometria espacial articulada numa tripla dimensão entre espaço, forma (enquanto construção cultural) e conhecimentos profissionais sustentados em *práxis* pedagógicas; esta abordagem concebe a geometria espacial como linguagem transformadora do espaço e a estratégia didático-pedagógica dos EA como recurso e matriz geradora de saberes profissionais, configurando-se como espaço educativo privilegiado, onde conhecimentos acadêmicos dialogam com saberes locais, processando-se e ressignificando-se mutuamente nesse encontro entre teoria e prática.

Apesar de a literatura mapeada e analisada oferecer contribuições relevantes ao campo dos EA de geometria espacial – como o trabalho de Ponte, Brocardo e Oliveira (2003/2013), que propõe protocolos para análise do raciocínio espacial, tarefas investigativas com materiais tridimensionais, estratégias adaptáveis a contextos vulneráveis e diretrizes para integração tecnológica crítica – tais avanços mostraram-se insuficientes frente aos desafios globais de equidade educacional, particularmente em regiões periféricas, como a Amazônia, onde a convergência entre restrições estruturais, assimetrias tecnológicas e falta de acesso a conhecimentos teóricos e práticos (Vasconcelos et al., 2020) exige tanto a busca por ressignificação de saberes quanto adaptações metodológicas.

Essa insuficiência, ainda que parcialmente superada por pesquisas recentes, como as de Matos (2017), Oliveira (2019), Wanderley (2019), Wanderley e Souza (2020), López e Olivares-Aguilera (2021) e Batista, Paula e Eufrásio (2023), persiste em seus limites conceituais e de abrangência, sobretudo na produção de conhecimentos aplicáveis ao ensino de temas matemáticos, como a geometria espacial, sendo um aspecto particularmente crítico num ambiente onde parte dos professores não tem acesso a ferramentas e estratégias que facilitem um ensino interativo e prático (Vasconcelos et al., 2020; Lopes, Ghedin e Mascarenhas, 2019; Albuquerque, 2025) – realidade que, segundo Albuquerque (2025, p. 53), "afeta diretamente a eficácia do ensino e a motivação dos alunos em sala de aula".

Essa constatação reforça que – embora uma pequena parte das pesquisas listadas neste panorama articule processos de ensino e aprendizagem, formação continuada e/ou desenvolvimento profissional docente com EA de geometria espacial, em suas abordagens – há limitações significativas, que não esgotam as possibilidades investigativas da temática no contexto educacional amazônico, onde a carência de estudos específicos contrasta com a riqueza de saberes locais e desafios geográficos únicos, expondo a necessidade de se superar



visões monoculturais que, muitas vezes, estão alheias à diversidade epistemológica inerente ao isolamento territorial e modos próprios de produção do conhecimento (Lopes, Ghedin e Mascarenhas, 2019).

A persistência dessa lacuna torna-se evidente na análise do corpus específico sobre EA de geometria espacial. Matos (2017), embora tenha avançado ao estudar práticas investigativas nesse campo, deixou de incorporar dimensões contextuais. Oliveira (2019), ao focar em saberes docentes para o ensino dos polígonos, não atentou aos marcadores geoculturais. Wanderley (2019), Wanderley e Souza (2020) e López e Olivares-Aguilera (2021), ao explorar conjecturas em torno do conceito de volume, mantiveram-se alheios às especificidades educacionais dos seus contextos. Por fim, Batista, Paula e Eufrásio (2023), ao limitarem-se à "explicitação de compreensões sobre o ensino de Geometria Espacial com Realidade Aumentada" (p. 517), não discutiram aspectos macroestruturais do ensino, como as restrições estruturais e assimetrias tecnológicas – reforçando, portanto, a carência já identificada.

Além disso, o panorama analisado revela uma nítida assimetria temática: enquanto os EA de álgebra e aritmética predominam na produção acadêmica, a geometria espacial mostra-se sub-representada, tanto numericamente quanto tematicamente. Essa disparidade acentua-se quando se observa a concentração geográfica de pesquisas sobre EA no Sul/Sudeste, em contraste flagrante com a escassez de estudos no contexto amazônico. Embora trabalhos como os de Ponte, Brocardo e Oliveira (2003, 2013), Matos (2017) e Batista et al. (2023) tenham apontado para avanços em aspectos específicos, persiste uma tríplice desconexão entre formação docente continuada e saberes locais; inovações pedagógicas e restrições contextuais; e potencial teórico dos EA e suas aplicações em realidades periféricas – lacuna que esta pesquisa visou enfrentar.

Diante disso, esta pesquisa avança ao propor, primeiro, *frameworks* decoloniais para o ensino de geometria espacial com os EA, questionando hierarquias do conhecimento e reconhecendo saberes excluídos; segundo, protocolos para baixa conectividade, articulando tecnologias acessíveis e saberes locais, garantindo aplicação dos EA em contextos de exclusão digital; e, por fim, um modelo integrado de formação continuada, que combina conhecimento disciplinar, metodologias críticas e currículo territorializado. Essas contribuições se concretizam em dois eixos complementares – na prática formativa e na abordagem metodológica.

Na esfera formativa, a pesquisa inova na busca por operacionalização das dinâmicas



colaborativas de cocriação de tarefas investigativo-exploratórias de geometria espacial; dispositivos pedagógicos que integram demonstrações formais e sistemas tradicionais de conhecimento geométrico; e mecanismos de avaliação contínua adaptados às assimetrias amazônicas – convertendo barreiras geográficas em capital cognitivo e efetivando premissas teóricas no cotidiano pedagógico.

No aspecto metodológico, incorpora uma abordagem mista inovadora: análises lexicométricas e de conteúdo (manual e digital). Essa abordagem permite mapear padrões discursivos em larga escala enquanto captura nuances qualitativas negligenciadas em estudos sobre formação docente continuada, fortalecendo a investigação multidimensional e a captação de nuances da implementação dos EA.

Mais do que simplesmente diagnosticar limitações, este estudo propõe caminhos transformadores: converte saberes locais em ferramentas pedagógicas plenamente integradas ao currículo; transforma restrições materiais em oportunidades epistemológicas inovadoras; e oferece um modelo replicável e adaptável a outras realidades periféricas. Essa atuação tripla (conversão, transformação e adaptação), além de ajudar a superar limitações das abordagens microdidáticas predominantes, auxilia na reconfiguração dos EA de geometria espacial como instrumentos de equidade educacional territorializada e justiça cognitiva – capazes de responder às complexidades amazônicas sem abandonar o rigor matemático.

Mesmo condicionados a um caso vivenciado e pesquisado em um contexto educacional cheio de adversidades, os achados desta pesquisa podem iluminar caminhos para futuras realizações científicas, particularmente no diálogo com epistemologias tradicionais e no desenvolvimento de estratégias de formação continuada para esse tipo de cenário, possibilitando transformação paradigmática da pesquisa em Educação Matemática (EM) com os EA. Além disso, lançam luz sobre os desafios globais da EM: como conciliar rigor matemático e pluralismo epistemológico? Como garantir que a inovação educacional não reproduza novas formas de exclusão?

Essas questões não se esgotam aqui – pelo contrário, exigem um diálogo teórico mais profundo, que será travado no próximo capítulo.



## **CAPÍTULO II – ESTUDOS DE AULA (EA) NA FORMAÇÃO DOCENTE: TECITURAS TEÓRICAS E PRÁTICAS DECOLONIAIS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL**

*Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os  
homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo.*

- Paulo Freire, *Pedagogia do Oprimido*, 2019.

Neste capítulo discutimos, à luz de perspectivas teórico-epistemológicas, a formação docente em matemática, os Estudos de Aula (EA) como dispositivos de formação e desenvolvimento profissional docente (DPD), os desafios do ensino de geometria espacial no Brasil e as potencialidades decoloniais para inovação curricular no ensino de geometria espacial no estado do Amazonas. Iniciamos, a seguir, com os fundamentos da formação continuada em matemática.

### **2.1. EA e formação continuada em matemática: fundamentos teórico-epistemológicos e desafios na prática pedagógica**

Os processos de formação do professor e a dinâmica de mobilização, complementação e ressignificação dos seus conhecimentos<sup>12</sup> ou saberes profissionais constituem temas sensíveis e recorrentes nos debates da educação brasileira. No entanto, embora a formação docente (inicial, continuada e complementar) tenha historicamente ocupado um lugar periférico nas universidades brasileiras (LÜDKE, 1997), observa-se nas últimas décadas um movimento crescente de ressignificação desses processos.

Esse processo se manifesta na ampliação de discussões e na produção literária da área. Progressivamente, também se materializa em propostas de reforma dos cursos de licenciatura, com destaque para as reconfigurações dos Estágios Supervisionados em Docência. Como expressão dessa tendência, vê-se o trabalho de Pina Neves, Braga e Fiorentini (2021), que examina uma proposta de Estágio Curricular Supervisionado em Matemática baseado no *Lesson Study (on-line)*, discutindo criticamente adaptações, desafios e inovações no campo da formação docente.

No Brasil, o Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica

---

<sup>12</sup> Nossa perspectiva de sobre o conceito de conhecimento se alinha com a de Carrilo et al. (2013), para quem é importante aprofundar o conhecimento especializado do professor para o ensino da Matemática. Ou seja, aquele conhecimento que se põe em prática na intencionalidade de ensinar, nessa área.



(PARFOR) – concebido como uma ação estratégica do MEC, das Secretarias de Educação estaduais e municipais e das instituições de Educação Superior – nos últimos anos, tem ajudado a fomentar a adesão às licenciaturas e a elevar o padrão de qualidade da formação inicial para atuar em escolas públicas de Educação Básica, no território nacional (BRASIL, 2009a).

Além de políticas institucionais como o PARFOR, somam-se a isso as trajetórias de indivíduos que, por diversas razões – incluindo o acesso limitado a cursos superiores tradicionalmente mais valorizados ou seletivos –, encontram nas licenciaturas e na docência (como ilustra a trajetória deste autor) uma oportunidade de ingressar no mercado de trabalho, assim como a possibilidade de construção de uma identidade profissional e formativa. Isso porque,

[...] o que constitui o processo de construção [...] profissional não é só uma identidade no trabalho, mas também e, sobretudo, uma projeção de si no futuro, a antecipação de uma trajetória de emprego e o desencadear de uma lógica de aprendizagem, ou melhor, de formação (DUBAR, 2005, p. 102).

Nesse contexto, a formação docente revela-se um processo contínuo de mobilização, complementação e ressignificação de saberes – exigência que emerge tanto das lacunas da formação inicial e do “[...] precário processo de certificação e/ou diplomação e não qualificação docente” (FREITAS, 2002, p. 148) quanto das demandas impostas pelas rápidas transformações da sociedade contemporânea. Essa percepção explica por que a formação contínua de professores, já há algum tempo, vem merecendo um olhar mais atento de pesquisadores (as) que se debruçam a pensar a educação.

Essa lógica de formação contínua aplica-se especialmente ao professor de Matemática. A transformação nas próprias licenciaturas insere-se nessa mesma dinâmica de debate, inclusive no âmbito da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), como reiteram Pina Neves, Braga e Fiorentini (2021). Os desafios específicos desse profissional tornam a formação continuada e o desenvolvimento profissional questões cruciais – especialmente porque a qualidade do ensino é determinada tanto (ou mais) pela formação em exercício quanto pela preparação inicial.

Essa realidade exige políticas públicas efetivas que articulem valorização docente com estratégias formativas inovadoras (como os EA de matemática) e superem modelos formativos dissociados da complexidade e singularidade das escolares brasileiras (Merichelli e Cury, 2016). A persistência desses desafios, quando não enfrentada, pode aprofundar o



fosso entre teoria e prática e comprometer a capacidade de resposta às exigências da EM contemporânea, onde as especificidades didáticas e epistemológicas demandam abordagens igualmente singularizadas.

Essa perspectiva ressoa em D'Ambrósio (2007), para quem é nos processos de formação e ressignificação continuada de conhecimentos – e na sua prática diária – que o professor pode expandir sua visão de mundo sobre o que vem a ser a matemática e o que constitui a matemática, a atividade matemática e um ambiente propício ao seu ensino e à aprendizagem de alunos. Nesse processo, a reflexão sobre a própria prática emerge como eixo central na construção dos saberes docentes específicos da Matemática. Tal entendimento fundamenta a necessidade de se “[...] romper a dicotomia entre o conhecimento matemático e o conhecimento pedagógico, a matemática da universidade e a matemática da escola” (SBEM, 2013, p.11-12).

Diante dessas exigências, tanto professores iniciantes quanto veteranos necessitam de processos formativos contínuos, que articulem políticas como as do PARFOR e as discussões da SBEM, de modo a constituir saberes experienciais, aprofundar conhecimentos disciplinares e desenvolver domínio pedagógico específico para cada tópico matemático (Ponte, 1994; Shulman, 1986). Além disso, é essencial que cultivem: competências técnicas, como o uso de tecnologias e metodologias ativas (como o *Lesson Study*); habilidades relacionais, para mediar aprendizagens em contextos diversos; e capacidades crítico-reflexivas, como destacam Schön (1995) e Ghedin (2019), permitindo-lhes intervir nos contextos escolares e ressignificar saberes.

Uma formação continuada que integre essas dimensões, articulada às realidades comunitárias (D'Ambrósio, 2007), configura-se como condição importante para superar a dicotomia entre conhecimento matemático e pedagógico historicamente criticada (SBEM, 2013) e para enfrentar os persistentes desafios da formação continuada em matemática.

Essa constatação evidencia um elemento crucial a se considerar nas propostas de formação continuada: a complexidade do contexto educativo, que legitima e orienta iniciativas de fomento aos processos formativos. Como destaca Ponte (1994), é no contexto real do trabalho docente – tendo a escola como unidade de referência e espaço de manifestação das demandas constitutivas da prática pedagógica – que as políticas de formação de professores devem se ancorar. Essa perspectiva reforça a necessidade de políticas como o PARFOR se vincular organicamente à realidade escolar, superando modelos formativos genéricos que, dissociados das singularidades cotidianas da escola, negligenciam os saberes



docentes constituídos na prática.

Nesse aspecto, ganha sentido e pertinência o desenvolvimento de práticas de formação docente continuada centrada na escola/sala de aula (Ponte, 1994), como ocorre com as práticas dos EA (LS) em diversos contextos internacionais, onde espaço de trabalho e espaço de formação se articulam e se integram. E, ainda, onde é possível se “[...] perspectivar processos ecológicos de mudanças, em que escolas e professores mudam simultaneamente” (Ibid., p. 20).

Entretanto, são muitos os desafios específicos a se considerar na promoção de práticas formativas dessa natureza, e que são dirigidas ao professor que leciona matemática. Esses cuidados se ampliam à medida que inovações curriculares vão acontecendo, como recentemente com a BNCC (Brasil, 2017), exigindo dos professores matemáticos condições para absorvê-las e articulá-las com os demais saberes profissionais necessários à prática pedagógica em matemática, no contexto regional amazônico, onde recursos e realidades escolares impõem condições particulares de atuação.

Pode-se afirmar, portanto, que indicações de mudanças ou inovações, articuladas com a dinâmica do processo de ensino e aprendizagem, reforçam a necessidade de formação e ressignificação contínua dos saberes dos professores de matemática. Afinal, mesmo diante de inseguranças ou da relutância em adotar novas estratégias, ensinar certos temas ou testar novas metodologias, é inegável seu dever de buscar conhecimentos que transformem continuamente sua prática (Lorenzato, 2006).

Há, portanto, um conjunto integrado de competências docentes – um amálgama de conhecimentos disciplinares, experienciais, pedagógicos, curriculares, didáticos, metodológicos, tecnológicos e outros – que o professor deve desenvolver continuamente para ressignificar seus saberes e suas práticas pedagógicas. Esse processo dinâmico revela-se imperativo pela natureza temporal e transitória dos conhecimentos do profissional da educação, demandando contínua e permanente reconstituição, ao longo da trajetória profissional.

Desse modo, as adaptações e transformações tecnológicas (Brasil, 2017); o formar-se e o aprender continuamente (Ghedin, 2009; Carvalho e Gil-Pérez, 2011); a construção do conhecimento e o desenvolvimento profissional (Quaresma e Ponte, 2015; Ponte, et al., 2016) são conceitos imersos na literatura educacional que demandam e remetem formação e ressignificação continuada de saberes docentes, revelando exigências naturais da profissão, com implicações importantes no ensino de temas matemáticos e seus respectivos



aprofundamentos, bem como na percepção sobre quais competências e habilidades o aluno deve ir adquirindo ao longo da fase de escolarização.

Diante disso, emergem lacunas passíveis de averiguação em torno dos processos de formação docente continuada, dentre as quais a experiência e a prática problematizadas, investigadas, discutidas e refletidas (a partir dos EA) ganham destaque nesta pesquisa. Contudo, embora em nossa análise reconheçamos o valor da tríade investigação-discussão-reflexão, as experiências e a *práxis* pedagógica são insuficientes para fomentar o processo de formação profissional integral, atesta Ghedin (2009). Portanto, impõe-se a elaboração de propostas que institucionalizem sistematicamente a dimensão colaborativo-crítica, aspecto estrutural historicamente negligenciado em modelos de formação docente habituais.

Nesse contexto, a adaptação brasileira dos EA destacou-se ao incorporar esse elemento fundamental: a colaboração (Crecci, Paula e Fiorentini, 2019). Essa inovação, articulada ao modelo global, originalmente desenvolvido no Japão (Lewis, 2002), tem demonstrado significativa eficácia nos processos formativos de professores participantes do GdS e PRAPEM (Fiorentini, 2010; Losano et al., 2021; Crecci, Paula e Fiorentini, 2019).

Nessas condições, uma proposta de EA configura-se como estratégia formativa que promoveria a articulação entre teoria e prática, gerando possibilidades transformadoras de colaboração vinculada à formação e ressignificação continuada de saberes docentes (Ponte, 2008; Merichelli e Cury, 2016). Seu *locus* privilegiado e paradoxalmente negligenciado por itinerários formativos contínuos convencionais, revela-se justamente no seio de um ecossistema onde *práxis* pedagógica de fato acontece: a sala de aula e o cotidiano escolar.

Todavia, levar em conta a *práxis* como início desse processo implica considerar que muitos experimentos devem ser conduzidos no conjunto de interações culturais e sociais emergentes desse espaço, onde o que se pretende não depende de quem tem a pretensão de constituir (este interlocutor), mas do desejo coletivo (enunciado e agenciado por esta pesquisa) e dos *afectos* construídos em face disso. Entretanto, “[...] ninguém sabe antecipadamente de que *afectos* é capaz”; “ninguém sabe antecipadamente como se aprende, é uma longa história de experimentação [...]” (DELEUZE, 2002, p. 131).

Isso, em primeiro lugar, potencializa o desejo da experimentação que, como sugere Deleuze (1992, p. 132), “[...] é sempre o atual, o nascente, o novo, o que está em vias de se fazer”. Além disso, aponta para a necessidade de se investir em metodologias de ensino e pesquisa como os EA, experimentando (re) elaborações, (re) aplicações de tarefas investigativo-exploratórias, bem como discussões e reflexões que visem formação e



ressignificação continuada de saberes para ensinar.

Entende-se que os EA podem figurar como meios oportunos para professores que “desejam” (no sentido deleuziano) formar-se e aprender continuamente. Pois, estudar a literatura, investigar e mergulhar nessa metodologia (elaborando e propondo tarefas ou atividades para compreender as dificuldades de alunos; registrando, discutindo e refletindo criticamente sobre os seus resultados) constitui-se um processo formativo contínuo que qualifica a prática pedagógica e amplia as experiências de ensino e aprendizagem. Essa perspectiva, ao ser confrontada com a análise de um Estágio Curricular Supervisionado em Matemática (em contexto de *LS on-line*), revela tensões entre teoria e prática, o que fica evidente na seguinte constatação:

[...] é necessário avaliar o lugar que a leitura e a escrita ocupam na formação inicial do professor de matemática e os modos como as linguagens materna e matemática são exploradas nas diferentes disciplinas que o compõem. Igualmente, se faz urgente problematizar que a linguagem científica, adotada na literatura em Educação Matemática, pode estar muito distante do professor e do futuro professor, não se constituindo, como desejado, em espaço de socialização de informações e conhecimentos (PINA NEVES, BRAGA e FIORENTINI, 2021, p. 16).

Diante disso, o acesso a pesquisas, orientações e experiências docentes de outros contextos, em linguagem acessível, configuraria um elemento fundamental para a superação de obstáculos e para a constituição continuada de saberes. No entanto, para que esse processo seja efetivo, é preciso primeiro superar a carência de acesso a tais recursos – especialmente aqueles que integram e articulam prática pedagógica e aprendizagem contínua do professor, como os EA. Para além da disponibilidade desses recursos, emerge a necessidade de se ampliar o debate para o conceito de desenvolvimento profissional, entendido não apenas como aquisição de saberes, mas como um processo contínuo de reflexão crítica sobre a prática pedagógica. Esse conceito será discutido, a seguir, à luz de seus fundamentos teóricos e epistemológicos, em um diálogo crítico.

## **2.2. Estudos de aula (EA) e desenvolvimento profissional docente (DPD) em matemática: fundamentos conceituais e teórico-epistemológicos**

Nesta seção, discutimos os fundamentos conceituais e teórico-epistemológicos que vinculam o DPD em matemática aos EA, adotando uma perspectiva dialética de mediação, alinhada a Freire (2019b), para quem a reflexão crítica sobre as contradições gera



conhecimento profundo da realidade. Partimos da premissa de que os EA atuam como mecanismos transformadores. Eles convertem as contradições inerentes ao DPD — como as tensões entre formação individual e demandas institucionais, ou entre reflexão crítica e condições estruturais limitantes (por exemplo, a escassez de tempo) — em processos geradores de novas ideias (sínteses criativas). Essa conversão se dá pela resignificação de elementos contextuais, promovendo um DPD orgânico e contínuo, alinhado às necessidades de professores de matemática e às exigências contextuais.

Nesse contexto, analisamos 22 produções: 9 do *corpus* inicial (5 artigos e 4 teses/dissertações) e 13 artigos complementares, extraídos de bases como *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*, sem delimitação temporal pré-estabelecida. Na busca desse material foram utilizados os operadores booleanos “Desenvolvimento Profissional em Matemática” e “Estudos de Aula”, em português e inglês (“*Mathematics Professional Development*” AND “*Lesson Study*”), priorizando estudos com abordagem explícita da relação DPD-EA. Essa estratégia permitiu mapear a trajetória histórica do debate sobre tal relação, excluindo pesquisas focadas em outros modelos formativos.

A partir desta revisão, constatamos que, na produção acadêmica sobre a relação DPD-EA, o DPD em matemática consolida-se como conceito emergente e fundamental ao propor uma reconceitualização da aprendizagem do professor, organizando esse processo estruturalmente em três dimensões: (a) a natureza colaborativa (Ponte, 2008; Lewis et al., 2013); (b) a dimensão investigativa (Fiorentini e Crecci, 2012; Ponte et al., 2016); (c) e o caráter reflexivo (Passos et al., 2006; Ponte, 2008). Esta análise demonstra que os EA configuram um novo paradigma formativo ao articularem de forma integral essas dimensões.

Essa perspectiva alinha-se à noção de *inquiry as stance* (Cochran-Smith e Lytle, 1999) e dialoga com pesquisas complementares (Ponte, 2004, 2008; Passos et al., 2006), consolidando a ideia de professor-pesquisador como agente de transformação de sua prática pedagógica. O rigor desse modo de ver a prática do professor é empiricamente sustentado por Passos et al. (2006, p. 213), cuja análise de onze estudos demonstrou:

A importância da investigação sobre a prática associada à reflexão compartilhada e ao trabalho colaborativo para o desenvolvimento profissional do professor, [...], **indicando** um resultado próximo daquele apontado por Cochran-Smith e Lytle (1999, p. 280). Segundo essas autoras, os professores desenvolvem-se profissionalmente quando aprendem coletivamente, em comunidades colaborativas ou redes, construindo conhecimento local e significativo (**tradução e grifo nosso**).

Sob tal ponto de vista, o DPD em matemática configura-se como uma dinâmica



tridimensional e dialética de (re) construção de saberes – superando a apropriação instrumental de conhecimentos –, em que experiências individuais e contextos institucionais se articulam (Ponte et al., 2012), nutrindo-se mutuamente tanto pela reflexão crítica quanto pela transformação da prática. Conforme Fiorentini e Crecci (2013, p. 12), "o conceito de DPD surgiu na literatura educacional para demarcar uma diferenciação com o processo tradicional e não contínuo de formação docente".

Essa visão converge com Ponte (2008, p. 12), para quem o DPD em matemática constitui-se "[...] um processo de construção de saberes que integra reflexão sobre a prática, colaboração e transformação institucional". Dessa forma, os EA redefinem o DPD como um processo contínuo (dimensão temporal); coletivo (dimensão espacial); e crítico (dimensão epistemológica), estabelecendo uma relação dialética de ressignificação entre teoria e prática – concepção que dialoga com a perspectiva de Fiorentini (2008, p. 45), que entende o DPD como um “[...] processo contínuo que permeia múltiplos espaços da vida docente, integrando dimensões pessoais, institucionais e socioculturais”.

Embora compartilhem dessa visão processual, Vaillant e Marcelo (2012, p. 169) apresentam um contraponto ao enfatizarem que o DPD “[...] opera sobre as pessoas, não sobre os programas”, destacando seu caráter humanizado e contextual, o que relativiza abordagens excessivamente institucionalizadas, em detrimento da questão sócio-profissional.

De todo modo, os EA consolidam-se como espaços privilegiados para um DPD autêntico, caracterizado pela prática pedagógica como objeto de investigação-ação coletiva; a transformação dialética de contradições em oportunidades de crescimento educacional; e pela possibilidade de constituição das aprendizagens do professor na articulação reflexiva entre teoria e prática. Essa visão sustenta a ideia dos EA como dispositivos que mediam a operacionalização do DPD em matemática, ancorado na tríade colaboração-investigação-reflexão. Conforme demonstram Ponte et al. (2016, p. 870):

Os estudos de aula são desenvolvidos em ambientes colaborativos, levando os participantes a criar um relacionamento próximo, partilhar ideias e apoiar-se mutuamente. [...] constituem um contexto não só para refletir, mas também para promover a autoconfiança, fundamental para o seu desenvolvimento profissional.

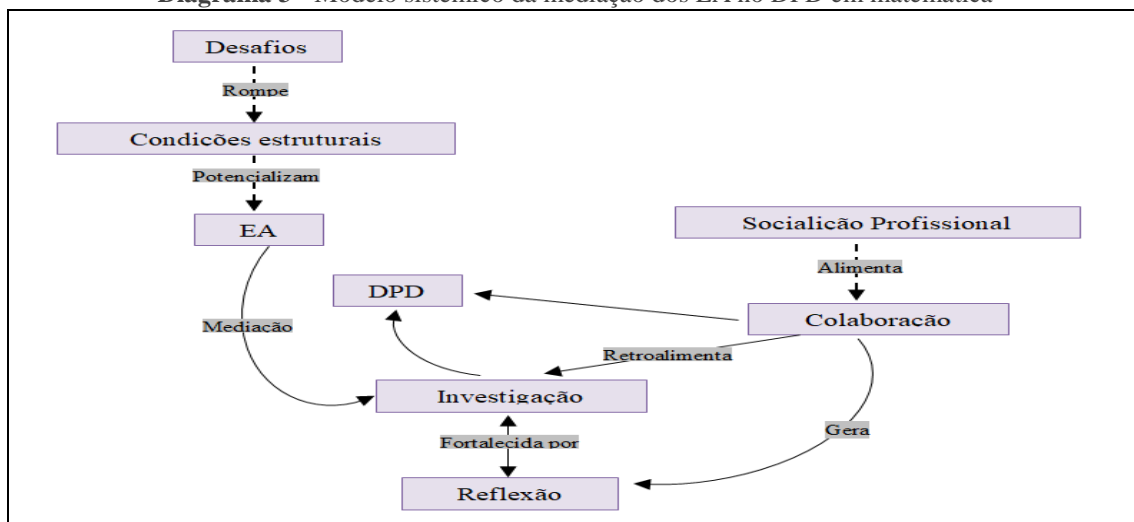
Esse duplo impacto — cognitivo pela construção de conhecimentos e afetivo-profissional pelo fortalecimento da autoconfiança — revela como os EA potencializam o DPD de forma integral. Essa dinâmica corrobora a perspectiva de Almeida (2012), segundo o qual o DPD é “entendido então como o processo gradual e ininterrupto no qual o professor



progride por meio das descobertas pessoais e coletivas” (p. 77), articulando-se organicamente com os demais aspectos da prática pedagógica, em um movimento dialético que transforma reflexão em ação, e vice-versa.

Para representar graficamente essa dinâmica, apresentamos o Diagrama 3, construído a partir dos estudos mapeados. Sua representação demonstra como os EA articulam as três dimensões fundamentais do DPD (colaboração, investigação e reflexão), embora sua efetividade demande a superação de desafios individuais e institucionais – como a disponibilidade de tempo e recursos – bem como a implantação de processos de socialização (como na construção de comunidades de prática). As setas (contínuas = mediação; tracejadas = fragilidades) demarcam pontos críticos nos quais obstáculos estruturais podem influenciar o ciclo do DPD (positiva ou negativamente). Sob uma ótica freiriana, contudo, essas mesmas rupturas transformam-se em espaços potenciais de ressignificação.

**Diagrama 3 - Modelo sistêmico da mediação dos EA no DPD em matemática**



Fonte: Elaboração própria com base em Ponte (2008) e Fiorentini e Crecci (2013).

Essa representação inovadora não apenas corrobora, mas sistematiza a concepção de Ponte (2008) sobre os EA como “dispositivos de mediação”, demonstrando-os como mecanismos de articulação entre as dimensões do DPD. Do mesmo modo, dá concretude analítica à visão ecossistêmica de Fiorentini e Crecci (2013) e Fiorentini (2008), segundo os quais o DPD exige articulação entre fatores individuais, coletivos e institucionais em constante tensão criativa — exatamente como capturado na modelagem proposta.

A análise integrada de trabalhos fundamentais (Ponte, 2008; Vaillant e Marcelo, 2012; Passos et al., 2006; Fiorentini e Crecci, 2013; Fiorentini, 2008; Almeida, 2012) converge para uma visão do DPD como prática social mediada pelos EA. Esse DPD é operacionalizado



através de processos cíclicos de colaboração-investigação-reflexão, demonstrando capacidade singular para impulsionar transformações institucionais sustentáveis, superar modelos fragmentados de formação e romper com a dicotomia entre teoria e prática.

Nesse cenário, os EA emergem como espaços de mediação integradora, impulsionando um DPD crítico (pela reflexão), contínuo (pela investigação) e contextualizado (pela colaboração). Essa configuração cria um ecossistema de DPD que transforma obstáculos estruturais em oportunidades de inovação pedagógica, promovendo, na prática, uma perspectiva freireana, segundo a qual a educação não muda o mundo, mas transforma pessoas que, por sua vez, mudarão o mundo (Freire, 2019a).

Essa mediação integradora, contudo, não se efetiva sem obstáculos. Se, por um lado, a literatura destaca seus potenciais, por outro, também aponta desafios estruturais. Ponte (2008) e Fiorentini e Crecci (2013) demonstram como as investigações-explorações da prática ajudam a construir o conhecimento pedagógico, evidenciando de que modo formações colaborativas fortalecem um DPD crítico. Ponte et al. (2016) e Lewis et al. (2013) identificam nos EA espaços e práticas efetivas de DPD contínuo. Em contrapartida, Melo (2020) alerta para os desafios estruturais (falta de tempo, recursos, apoio institucional e outros), que correspondem aos pontos críticos nos quais a mediação dos EA pode ser interrompida – o que reforça a necessidade de políticas que promovam formações nos modos habituais, mas também reconheçam o DPD como processo essencialmente autônomo e contextualizado.

Frente a essa dialética, a efetividade do DPD em matemática demanda uma ação conjunta: por um lado, o compromisso institucional explícito na criação de condições estruturais, conforme alerta Melo (2020); por outro, o engajamento ativo do professor. Essa complementaridade fundamenta-se na concepção de Vaillant e Marcelo (2012), para quem, reiteramos, o DPD opera primeiramente sobre as pessoas. Assim, mesmo que políticas de formação estabeleçam bases necessárias, a transformação das práxis exige disposição individual em adotar posturas colaborativas, investigativas e reflexivas críticas.

Contudo, como destacam Fiorentini e Crecci (2013), “a aprendizagem docente e o desenvolvimento profissional resultam de empreendimentos coletivos” (p. 17), revelando que o agenciamento dos saberes e das práticas pedagógicas se efetiva, especialmente, em contextos de partilha. Nessa perspectiva, os EA emergem como espaços singularmente privilegiados para operacionalizar um processo cíclico de construção de saberes (que se retroalimenta através da colaboração-investigação-reflexão), convertendo condições estruturais em práticas pedagógicas sustentáveis de DPD.



Essa compreensão, que se articula ao papel mediador dos EA, reforça que as propostas de DPD em matemática não são algo a ser impostas, mas uma escolha reflexiva, alicerçada no agenciamento do próprio professor e na socialização profissional ativa (Mussanti, 2010; Dubar, 2005), apesar de suas condições de trabalho. Nesse processo, a socialização profissional – concebida como um processo colaborativo que resulta na construção contínua de identidades e saberes docentes (Dubar, 2005) – se inicia durante:

[...] o processo de formação formal, mas continua ao longo da carreira profissional, quando o docente se envolve em um processo complexo, interativo, negociado e provisório no qual as pessoas são uma força criativa enquanto buscam soluções aos problemas e enquanto possuem um considerável potencial para modelar a sociedade em que vivem (MUSSANTI, 2010, p. 1).

Esse processo, caracterizado por Mussanti (2010) como “interativo, negociado e provisório”, constitui a essência dos EA, que atuam como dispositivos dialéticos (FREIRE, 2019b) que potencializam o DPD. Contudo, tal dinâmica se efetiva mediante o engajamento pessoal/institucional, superando paradigmas tecnicistas de formação, ao integrar colaboração, investigação e, sobretudo, reflexão coletiva crítica, elemento central nesse processo, já que “refletir coletivamente sobre o que se faz é pôr na roda, é deixar-se conhecer e expor-se na vivência com o grupo vai criando vínculo e se posicionando” (PIMENTA e ANASTASIOU, 2014, p. 113). Essa concepção é corroborada por Passos et al. (2006), ao concluir que a prática reflexiva ganha força e poder de DPD se ela for compartilhada e desenvolvida em uma comunidade colaborativa que assume a investigação como postura e prática social.

No entanto, como destacam Fiorentini e Crecci (2013), a prática investigativa — diferentemente da reflexão espontânea — exige um tratamento sistemático dos problemas educativos, com registros escritos e análise crítica – o que esbarra na escassez de tempo e recursos, desafios estruturais centrais. Superá-los, conforme Ponte (2016), demanda não apenas a iniciativa do professor, mas também a institucionalização de tempos coletivos protegidos, reconhecendo que a transformação das práxis pedagógicas é indissociável dessa interdependência.

Nessa perspectiva, os EA concretizam o processo de socialização profissional ao converter a reflexão coletiva crítica em *práxis* educativa (Ponte et al., 2016; Lewis et al., 2013). Essa transformação ocorreria através de vínculos grupais colaborativo-investigativos que capacitam os(as) participantes a confrontar os desafios do seu contexto de ensino, e promovem transições paradigmáticas que percorrem um caminho: da formação individual à



construção coletiva de conhecimento (evidenciada na elaboração colaborativa de projetos pedagógicos); da reprodução técnica de conteúdos à produção de materiais didáticos; e da adaptação curricular à inovação pedagógica, como no desenvolvimento de novas estratégias avaliativas.

Nesse movimento, os professores tomariam posse da reflexão sobre a realidade para transformá-la (FREIRE, 2019a), deixando de ser consumistas de teorias e reprodutores de práticas constituídas em contextos alheios ao seu para se tornarem produtores de seu próprio conhecimento, a partir da sala de aula/escola como laboratório vivo e os pares como comunidade prática de investigação crítica, onde o ensino da matemática transcende a condição de desafio para se tornar objeto coletivo de reflexão e discussão – permanentemente construído, examinado e reinventado.

Se os EA se consolidam como dispositivos dialéticos capazes de articular formação continuada, desenvolvimento profissional e transformação institucional, cabe agora examinar como essa tríade colaboração-investigação-reflexão se materializa na prática. A análise, a seguir, das experiências concretas — tanto no contexto internacional quanto nas adaptações brasileiras — revelará como os EA reconfiguram os saberes do professor e os processos de ensino e aprendizagem em matemática.

### **2.3. EA em Ação: ciclos de planejamento, observação e revisão como eixos de ensino e resignificação de saberes e práticas pedagógicas em matemática**

Nesta seção, examinamos como os EA em matemática constituem-se enquanto metodologia cíclica de planejamento, observação e revisão (Gaigher, 2017; Félix, 2010; Ponte, 2012), promovendo a resignificação continuada de saberes e da prática pedagógica. Mediando diálogo crítico entre teoria e prática – por meio da análise de evidências, adaptações *in loco* e reflexão colaborativa –, os EA operam como dispositivos de mudança da educação matemática, convertendo tensões didáticas em inovação pedagógica.

Para compreender como essa metodologia se articula em suas dimensões cíclicas, adotamos uma metanálise interpretativa de 17 estudos extraídos do *corpus* de análise desta pesquisa, do panorama do Estado da Arte e 22 complementares, selecionados e baixados em bases de dados nacionais e internacionais, sem recorte temporal, de modo a considerar sua trajetória histórica, representatividade teórica e diversidade contextual.

A análise permitiu identificar padrões de concepções, implementação e impacto dos



EA em níveis: micro (prática *in loco*), onde se registram transformações (ex.: reestruturação do ensino de geometria mediante abordagens investigativo-exploratórias); meso (institucional), no qual se observam adaptações organizacionais e curriculares (ex.: desenvolvimento de protocolos colaborativos em redes de formação, como no caso do estágio curricular supervisionado em matemática em processo de EA refletido por Pina Neves, Braga e Fiorentini (2021)); e macro (sistema educativo), em que se identificam impactos em políticas públicas (ex.: incorporação dos princípios dos EA na formação docente inicial e continuada em matemática), operando como mecanismos de mudanças em sistemas de ensino de matemática em contextos locais e sistêmicos.

Essa potência transformadora dos EA manifesta-se quando: no planejamento, crenças enraizadas (ex.: "geometria depende exclusivamente de memorização") são desnaturalizadas por dados e teorias; na observação, os registros sistemáticos (ex.: alunos, explorando propriedades espaciais via manipulação concreta de objetos tridimensionais) expõem hiatos entre teoria e prática; e na revisão, a reflexão colaborativa sintetiza novos paradigmas (ex.: geometria como investigação-exploração de padrões).

Essa metodologia foi transculturalizada para o contexto brasileiro mediante iniciativas pioneiras que ressignificaram seus princípios básicos, preservando sua essência epistêmica. Nesse contexto, há diversos registros de pesquisas sobre os EA realizadas e divulgadas pelos membros do GdS e PRAPEM, a partir dos anos 2010 (Fiorentini, 2010; Fiorentini e Cristóvão, 2010; Crecci, Paula e Fiorentini, 2019; Losano et al., 2021), as quais ajudaram a difundir-lo, a redefinir-lo e a compreender sua operacionalização no cenário nacional e internacional, agregando múltiplos conhecimentos a respeito.

Contudo, conforme Tomasi (2020), as primeiras experiências com EA no âmbito nacional foram registradas em 2008, quando uma parceria entre o Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento no Ensino de Matemática e das Ciências (LIMC) e o Ministério da Educação (MEC) buscou adaptar seu ciclo ao contexto educacional brasileiro. Com foco específico no DPD em matemática para o ensino fundamental, o projeto reconheceu uma premissa transformadora dos EA: os saberes pedagógicos precisam emergir da prática reflexiva em contexto real, convertendo a sala de aula/escola em espaço gerador de conhecimentos e/ou saberes profissionais (Ponte, 2012; Ghedin, 2009; Schön, 1995).

Diversas perspectivas convergem ao destacar que os EA transcendem a formação inicial e continuada em matemática, atuando como dispositivos permanentes de ressignificação tanto dos saberes quanto da prática do professor que atua nessa área. Em



linhas gerais, estudos com os de Richit, Ponte e Quaresma (2021); Gaigher (2017); Quaresma e Ponte (2015); Ponte et al. (2012, 2013, 2016); Ponte, Brocardo e Oliveira (2013); Lewis (2012); Ponte (2002, 2003, 2010); Félix (2010) e outros(as) comprovam que esse processo constitui-se desde as reflexões e discussões iniciais (cocriação do processo colaborativo), passando pela preparação da aula (planejamento efetivo) e pela investigação/exploração *in loco* (observação), até culminar no compartilhamento e em reflexões colaborativas efetivamente (revisão) que, por sua vez, retroalimenta um processo cíclico, transformando registros, discussões e reflexões em chances de formação ou DPD.

Nessa fase inicial de cocriação, professores articulam-se voluntária e colaborativamente para delinear propostas de investigação-exploração – manifestando seus interesses e desejos (no sentido deleuziano) –, e adaptando-as aos seus contextos de ensino e às suas necessidades formativas ou de DPD (Richit, Ponte e Quaresma, 2021).

Ao transitarem para o planejamento, essas propostas revelam conflitos entre métodos expositivos tradicionais e abordagens investigativo-exploratórias com respaldo empírico (Lewis, 2012), exigindo mediação entre crenças pedagógicas individuais, exigências curriculares e evidências científicas (Shulman, 1986).

Na fase de observação, registros sistemáticos de erros, acertos, conjecturas e processos de interação e comunicação – entre os participantes, os alunos; entre aluno e professor e entre os professores – revelam a reconstrução ativa de conceitos relativos ao ensino e aos conteúdos matemáticos da pauta de ensino, desafiando explicações prévias (produzidas através de aulas expositivas) e exigindo adaptações pedagógicas contextualizadas (Takahashi e Yoshida, 2004).

O ápice ocorre na revisão colaborativa, onde as evidências são transformadas em ferramentas de ação (ex.: protocolos para análise de erros em álgebra, adaptados após observação de dificuldades recorrentes). Longe de ser um processo linear, essa dinâmica retroalimenta-se de sínteses sucessivas (Gaigher, 2017; Ponte, 2012; Félix, 2010), convertendo as práticas educativas em um ecossistema de inovação permanente, onde cada fase reconfigura a anterior, resignificando saberes e práticas em níveis crescentes de complexidade (Gaigher, 2017; Ponte et al., 2016). Assim, o ciclo se reinicia, mas não como repetição: as sínteses construídas no *redesign* tornam-se sementes às futuras cocriações, num movimento rizomático de expansão contínua (Deleuze e Guattari, 1996).

Nessa perspectiva, a plasticidade dos EA – aliada à sua espiral reflexivo-colaborativa – os consolida como metodologia híbrida de investigação-exploração, capaz de resignificar



processos de ensino e aprendizagem, formação e DPD em matemática em contextos culturalmente diversos. Desde a tradição japonesa do *Lesson Study* (TAKAHASHI e MCDOUGAL, 2016) até as adaptações realizadas em sistemas ocidentais (Crecci; Paula; Fiorentini, 2019; Lewis e Perry, 2017; Fiorentini e Cristóvão, 2010), mantendo-se intocado seu cerne metodológico: o ciclo recursivo planejamento-observação-revisão que sustenta a inovação docente.

Essas evidências, articuladas às concepções do referencial teórico sobre o professor reflexivo (Schön, 1995), consolidam nossa compreensão de que a metodologia dos EA efetivamente contribui para a articulação voluntária e colaborativa prévia (cocriação dos processos colaborativos); a preparação de uma aula (planejamento); a execução e registros durante (observação); e o compartilhamento e reflexões crítico-colaborativas no pós-aula (revisão), colocando o professor em um cenário propício aos processos reflexivos sugeridos por Schön.

De maneira mais específica, a cocriação, a preparação e a aplicação de propostas investigativo-exploratórias podem fomentar um “primeiro momento” (reflexão-na-ação); os registros, compartilhamentos e discussões coletivas, um segundo (reflexão-sobre-a-ação); a reelaboração, ressignificação da prática pedagógica e reaplicação da aula, um terceiro (reflexão-sobre-a-reflexão-na-ação). São momentos em que, intrinsecamente, o professor/pesquisador avalia criticamente sua própria prática pedagógica, buscando constantemente aprimorar suas ações e decisões na sala de aula (Schön, 1995).

De acordo com Tomasi (2020), as fases da reflexão - que emergem naturalmente na espiral reflexiva e colaborativa dos EA - oportunizam aos professores envolvidos analisar possibilidades e alternativas pedagógicas para a sala de aula/escola, ajudando-os perceber quais se adaptam melhor aos alunos e ao contexto de trabalho, favorecendo formação e aprendizagens de ambos.

Partindo do pressuposto que isso alimenta concepções em torno de uma prática pedagógica investigativa, crítica, colaborativa, reflexiva e, no sentido mais amplo, formativa e/ou de DPD, Pimenta (2012), Pimenta e Ghedin (2010), Ghedin (2009 e 2006) e Schön (2000 e 1995), igualmente, fundamentam e viabilizam, teórica e conceitualmente, as propostas de constituição de conhecimentos do professor centradas nas práticas de sala de aula/escola, e que podem ser desenvolvidas através de um dos ciclos dos EA, em que pese as suas adaptações ao contexto.

Nessas condições, pesa o fato de que o professor incorporaria mudanças significativas



no modo como gere o ensino e a aprendizagem relativa a um conteúdo específico (FIORENTINI, 2010). Pois, a preparação coletiva de uma aula; sua aplicação; os registros do momento vivenciado; o compartilhamento dos resultados (modos como os alunos pensam, interagem, fazem conjecturas, raciocinam e se comunicam); e as reflexões e discussões coletivas geradas com isso, possibilitariam o encontro de alternativas aos problemas que emergem no dia-a-dia da sala de aula/escola (Abrantes et al., 1999; Ponte, Brocardo e Oliveira, 2013).

Essa é uma prática de constituição de conhecimentos que corresponde a tentativa de se abrigar situações de aprendizagens docente *in loco* e sob medida, pois tende a contemplar um “formar-se-em-ação”, através da investigação-exploração de temas escolares específicos (um a um) na sala de aula/escola, superando a ideia de estruturas formativas ditas tradicionais, exteriores à escola e, relativamente, às pessoas e ao contexto (Ponte, 1994). Na mesma linha, é entendida como uma estratégia que pode ter a função de estruturar outros modelos formativos, sem que haja supressão ou desvalorização de elementos como a disciplina e a didática.

Não por acaso, diversos referenciais teóricos e concepções pedagógicas legitimam os ciclos reflexivos e colaborativos dos EA como propostas com significativas repercussões no âmbito da reflexão docente, da discussão colaborativa e, conseqüentemente, da ressignificação de saberes e práticas profissionais. Essa legitimação ressalta a necessidade de se compreender o funcionamento efetivo desses ciclos — desde sua origem no modelo japonês até as adaptações “sofridas” em contextos da educação matemática ocidental.

Essa compreensão é estrutural para articular e transformar saberes e práticas da área de matemática (Oliveira, 2015), especialmente quando consideramos: a) a dinâmica interativa entre professor e aluno e entre os próprios alunos durante EA registrados em contexto reais; b) o acompanhamento sistemático dos processos cognitivos e sociais – raciocínio, interação, elaboração de conjecturas e comunicação (Ponte et al., 2012); e (c) a busca por superação de práticas tradicionais de ensino, sobretudo de modelos baseados em repetição de padrões mnemônicos (Costa et al., 2020).

Esses fatores, juntos, apontam caminhos para inovações profissionais e desafiam paradigmas que limitam o acesso ao conhecimento matemático – tanto dos processos de ensino (metodologia, pedagogia, currículo, tecnologia e outros) quanto dos próprios temas a ser ensinado (conteúdo específico).

Na medida em que compreendem e vivenciam esses ciclos formativos, os professores



inserem-se progressivamente em um processo contínuo de reestruturação de saberes fundamentados na investigação-exploração reflexiva e colaborativa. Essa imersão não só possibilita que eles questionem, problematizem e ressignifiquem suas práxis, mas também lhes permite desenvolver uma visão crítica sobre o contexto educacional e produzir conhecimentos transformadores, os quais direcionam sua atuação em sala de aula e na escola (Fiorentini, 2010).

Nesse movimento, consolida-se a figura do professor-pesquisador (Pimenta e Ghedin, 2002) que, gradualmente, rompe de modo efetivo com modelos formativos convencionais, ao assumir uma postura autônoma e ativamente comprometida com a transformação educacional do seu contexto profissional. No entanto, isso exige persistência reflexiva, inventividade pedagógica e flexibilidade contextual ante os contextos educacionais dinâmicos – dimensões constitutivas da espiral reflexiva e colaborativa dos EA. Essa complexidade radicaliza a centralidade da pesquisa como eixo estruturante da prática do professor. Pois, como bem sintetiza Ghedin (2009, p. 17):

A pesquisa no processo de formação do professor é importante por constituir o eixo central na elaboração de novos saberes e de novos conhecimentos a respeito da realidade educacional, transformando-a em objeto a investigar. É pela prática da pesquisa que aprendemos a reelaborar o conhecimento, para aprender a reinterpretar a realidade e aprender a reunir as informações para traduzi-las num conhecimento próprio e pessoal, que é um modo de interpretar o mundo, a realidade e propor novas formas de agir e de ser [...].

Assim, consolida-se um paradigma em que investigação e prática pedagógica se fundem na reconstrução continuada de saberes profissionais. Nesse processo, o professor reconfigura progressivamente conhecimentos oriundos da experiência e de investigações sobre essa prática, expressando profissionalidade (Ghedin, 2009) ao transcender o modelo instrucional tradicional – historicamente pautado no paradigma do exercício e na adaptação acrítica de conteúdos produzidos na universidade à escola básica – e estruturar referenciais que fundamentam novas decisões pedagógicas, pois práticas ancoradas em pesquisa, exploração colaborativa e reflexão crítica (núcleo dos EA) mitigam distorções inerentes à transposição didática (Chevallard, 1991).

Nessa perspectiva, configura-se uma prática pedagógica autoral, resistente à lógica do cumprimento mecânico de diretrizes e ao uso de recursos padronizados (como livros didáticos e apostilas) que substituem a mediação do professor por recursos instrucionais fechados (previamente produzidos) que, na maioria das vezes, reforçam a reprodução adaptada de conhecimentos, em detrimento da construção negociada de sentidos e significados do



conteúdo da pauta de ensino.

Para tanto, é preciso romper com a cultura da “postura individualista que prepondera na escola e na prática de sala de aula do professor”, recomenda Baldin e Felix (2011, p. 6), a qual resiste em aceitar a presença do outro no seu contexto de ensino, bem como algumas iniciativas de observações e tomadas de registros, elementos incompatíveis com uma proposta formativa regulada pelos ciclos dos EA, que demanda investigação *in loco*, colaboração mútua e reflexão compartilhada.

Contudo, é importante oferecer condições para que os professores interajam, compartilhem, reflitam e discutam. Requer-se, portanto, a criação prévia de um ambiente propício à aceitação da presença do outro na sala de aula, assim como de ações de mediações, planejamento colaborativo, observações e produção de registros sistemáticos (audiovisuais, diários de campo ou portfólios) que fundamentem o processo cíclico reflexivo-colaborativo dos EA (Schön, 1992; Fiorentini, 2010).

Dessa forma, os EA ampliam as possibilidades de posturas didático-pedagógicas que efetivamente engajam alunos em suas aprendizagens e professores em sua formação e desenvolvimento profissional, contribuindo para reduzir disparidades e promover equidade educacional (Pina Neves, Braga e Fiorentini, 2021). Nesse cenário, marcado por desafios complexos – desde os objetivos das práticas pedagógicas *in loco* até as estratégias que embasam os processos educativos e as dificuldades de aprendizagem –, “o *Lesson Study* emerge como uma abordagem que tem potencial para promover mudanças nas práticas [pedagógicas e na] aprendizagem dos alunos” (RICHIT e TONKELSKI, 2023, p. 9).

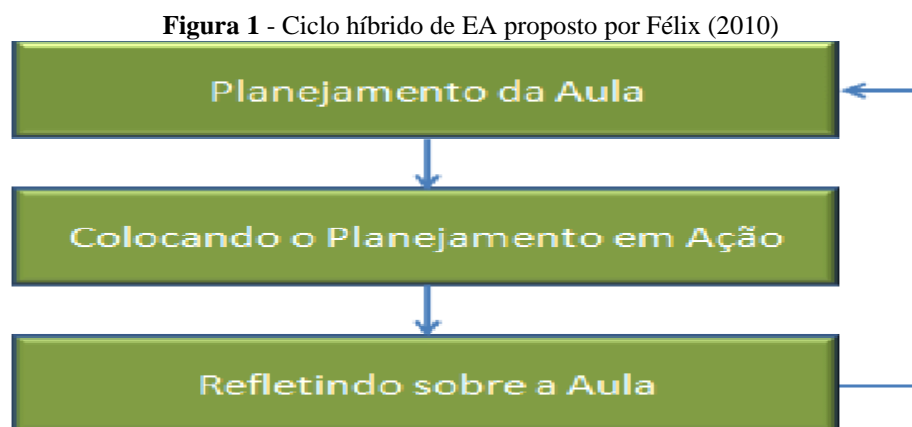
Tal compreensão, intrínseca aos EA, reforça a tríade planejamento-observação-revisão (reflexão crítica) como eixo estruturante do processo formativo e de DPD. No entanto, adaptar esse ciclo reflexivo-colaborativo ao contexto brasileiro – em suas diferentes regiões e contextos educacionais – exige que se distingam duas dimensões fundamentais: sua forma (ritmo dos ciclos, número de sessões) e essência (colaboração efetiva como diálogo crítico transformador). Isso porque são essas dimensões que ajudarão na tomada de decisões pedagogicamente fundamentadas (ancoradas em evidências, não em opiniões), assim como na ressignificação contínua de saberes e práticas (princípio da metodologia, não produto final). Essas dimensões, articuladas com suas bases e o contexto, evitam a degeneração dos EA em rituais vazios, convertendo-os em ecologia rizomática de inovação docente.

O projeto LIMC/MEC (2008) demonstrou que, mesmo em contextos diversos, a forma e a essência dos EA preservam-se mediante o compromisso dos participantes com seus



fundamentos epistemológicos: planejamento colaborativo autêntico, observação sistemática e revisão cíclica (FIORENTINI, 2010). Portanto, no cenário brasileiro – da Amazônia ao Cerrado, periferias urbanas às comunidades ribeirinhas –, não se trata de reproduzir modelos, mas de co-construir com os participantes abordagens que, respeitando especificidades locais, mantenham tais fundamentos como alicerce, sem desconsiderar as dimensões citadas.

Nessa perspectiva dialógica entre fundamentos, dimensões e contextos dos EA, apoiamo-nos no modelo de Félix (2010) – organizado em três ciclos inter-relacionados: planejamento, planejamento em ação e reflexão (Figura 1) –, materializando assim os fundamentos e as dimensões epistemológicas identificados no projeto LIMC/MEC (FIORENTINI, 2010). Essa estrutura flexível oferece base para adequações dos EA à diversidade regional e educacional brasileira. Sua plasticidade – núcleo da adaptabilidade dos EA aos contextos – é empiricamente corroborada por pesquisas nacionais (UTIMURA; BORELI; CURI, 2020; RICHIT; TOMASI, 2020) e internacionais (TAKAHASHI e MCDUGAL, 2016; LEWIS e PERRY, 2017).

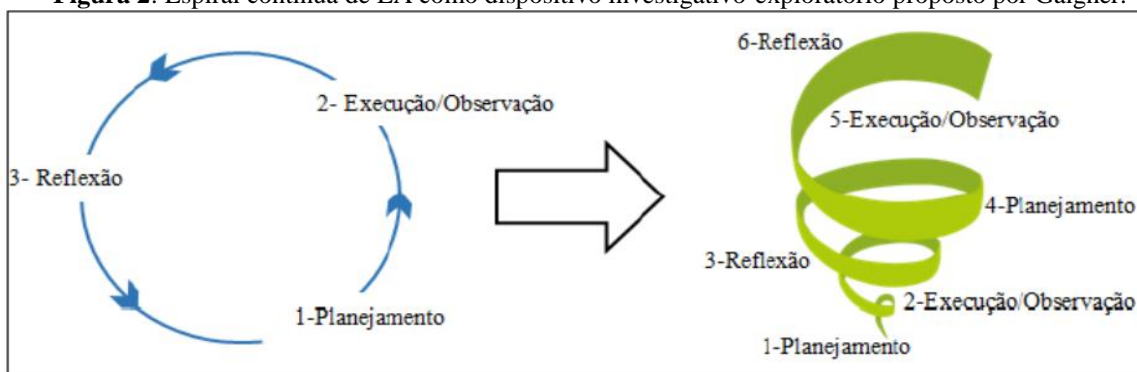


Fonte: Félix (2010).

Em avanço teórico, Gaigher (2017) reconceitualiza o modelo de Félix, reconfigurando os EA como síntese inovadora de formação e DPD não-linear (Figura 2). Dialogando com Fernandez e Yoshida (2004) e Isoda e Olfos (2009), o autor estabelece – além dos três pilares fundamentais dessa metodologia: planejamento, execução/observação e reflexão – uma progressão formativo-reflexiva (evolução contínua mediante ressignificação de *insights* entre ciclos), propondo uma análise escalonada desde a prática pedagógica (em nível micro) até as políticas educacionais e curriculares (em nível macro), assim como sínteses dialéticas progressivas e cumulativas do conhecimento profissional, sem implicar linearidade.



**Figura 2:** Espiral contínua de EA como dispositivo investigativo-exploratório proposto por Gaigher.



Fonte: Gaigher (2017, p. 41)

Embora o modelo de Félix tenha subsidiado esta pesquisa, a estrutura de Gaigher – potencializada por uma etapa de co-criação de atividades – revelou-se mais adequada aos EA em geometria espacial no contexto pesquisado. Embora nossa pesquisa introduza inovações aos modelos de Félix (2010) e Gaigher (2017), garantimos a integridade do ciclo interativo reflexivo dos EA em sua forma e essência, bem como princípios e objetivos mediante os processos de ensino e aprendizagem, formação e DPD nessa área, sem negligenciar contextualização. Esse ciclo, fiel aos fundamentos originais, materializa-se em quatro fases práticas interconectadas:

- I. Co-criação colaborativa: diagnóstico de problemas em geometria espacial e delineamento de tarefas investigativas;
- II. Planejamento fundamentado: construção de tarefas ou atividades investigativo-exploratórias para aplicação em sala de aula/escola;
- III. Observação sistemática: implementação com registros multimodais<sup>13</sup> (pares e pesquisador);
- IV. Revisão transformadora: análise reflexiva, revisão e reaplicação das atividades.

Essas quatro fases práticas interconectadas possibilitam, concretamente, o diagnóstico e o mapeamento dos saberes docentes prévios para o ensino de geometria espacial, abrangendo conhecimento matemático (conceitual e disciplinar); competências pedagógicas (didáticas, curriculares e experienciais); e domínios tecnológicos (recursos digitais e modelagem 3D). Além disso, viabiliza a sistematização documental dos elementos estruturantes do processo colaborativo (protocolos, registros reflexivos, matrizes de análise) e permite verificar empiricamente a evolução da formação ou do DPD dos participantes, mediante reflexões e acordos ancorados em evidências, comprovando a eficácia da estrutura adaptada ou ciclo proposto.

<sup>13</sup> Observações em EA geometria espacial pode exigir a captura de gestos, manipulação de objetos e representações 3D, indo além do registro textual.



Desse modo, propomos uma superação de dicotomias (*tertium quid*) metodológicas para o ensino de geometria espacial: um modelo híbrido que mantém a recursividade formativa dos EA, incorporando o diagnóstico colaborativo como resposta direta à negligência histórica do ensino de geometria espacial (LORENZATO, 1995; PAVANELLO, 1993) e à lacuna na formação docente continuada, nesse campo.

Este modelo híbrido de pesquisa-formação, alinhado aos trabalhos de Félix (2010) e Gaigher (2017), incorpora adaptações significativas: ênfase na co-criação como fase autônoma (anterior ao planejamento); centralidade na geometria espacial como eixo historicamente negligenciado (LORENZATO, 1995; PAVANELLO, 1993); e registros multimodais como tecnologia analítica. Tais inovações constituem uma contribuição para a investigação de como modelos híbridos de EA podem revitalizar o ensino de conteúdos historicamente sub-representados em matemática, desestabilizando a tradição aritmético-algébrica hegemônica nos EA, conforme evidenciado no panorama do Estado da Arte.

Essa configuração transforma os EA em algo além de uma metodologia – em um espaço ecológico de produção de saberes, onde professores, mediante esses processos, tornam-se agentes de ressignificação curricular, cartografando novos territórios voltados ao ensino, à formação e ao DPD. Essa travessia, contudo, demanda cultivar *experivivências*, processos que fundem experiência e vivência criativa – de modos alternativos de gerar saberes e práticas profissionais para o ensino e aprendizagem de temas matemáticos específicos, como a geometria espacial – como analisaremos adiante –, consolidando-a como território central do devir docente.

#### **2.4. Ensino e aprendizagem de geometria espacial no contexto brasileiro: desafios históricos, lacunas na formação docente e inovação via EA**

Assim como outras temáticas discutidas neste relatório, o ensino e a aprendizagem da geometria ocupam seu lugar de destaque nos debates institucionais e acadêmicos sobre a educação matemática brasileira, motivados pelo baixo rendimento de alunos e pela pouca relevância atribuída a esse tema matemático (PAVANELLO, 1993; LORENZATO, 1995). Dentro desse quadro, a geometria espacial, particularmente no que se refere às geometrias de posição e métrica, destaca-se como área de acentuada fragilidade, sendo reflexo de desafios históricos e lacunas na formação docente (SANTOS, 2011; BORGES, FIORENTINI e KRAPAS, 2011; FIORENTINI, 1994).



Com o objetivo de mapear essas raízes históricas, reunimos para análise 24 pesquisas (teses, dissertações, artigos e capítulos), nacionais e internacionais, sendo uma do *corpus* analítico básico desta pesquisa e outras 23 extraídas de bases como *SciELO*, *CAPES* e *ERIC* sem recorte temporal. A seleção priorizou estudos com representatividade teórica centrados na trajetória histórico-crítica do ensino da geometria no Brasil, visando mapear suas raízes históricas, processos formativos docentes e propostas de inovações pedagógicas, como experimentos de ensino de geometria espacial com EA.

Esses estudos apontam para alguns problemas que provocaram, e ainda provocam, dificuldades no ensino e na aprendizagem de geometria nas escolas brasileiras. Entre outros aspectos, identificam que, nos séculos XIX e XX, o principal fator foi o “abandono” e a “pouca relevância” atribuídos à geometria pelas políticas curriculares e programas de ensino, culminando na falta de propostas pedagógicas efetivas (PEREIRA, 2001; VALENTE, 1999; LORENZATO, 1995; PAVANELLO, 1993).

Movimentos políticos e ideológicos – como a promulgação da Lei nº 5.692/71 (que concedeu autonomia às escolas para definir seus programas de ensino sem diretrizes claras para geometria); e a reforma do Movimento da Matemática Moderna (MMM) (que priorizou estruturas algébricas em detrimento de conteúdos geométricos até os anos 1980) – contribuíram para esvaziar ainda mais o ensino geométrico. Essa dinâmica conduziu a um tratamento insuficiente desse tema matemático nos programas de formação docente em nível superior, resultando em práticas de ensino e aprendizagem precárias nas escolas brasileiras de educação básica (PEREIRA, 2001; LORENZATO, 1995; PAVANELLO, 1993).

Os próprios livros didáticos da época relegavam a geometria a um plano secundário, reforçando sua marginalização (PEREIRA, 2001). Neles, os conteúdos geométricos – planos e espaciais (posição e métrica) – eram organizados nos capítulos finais ou como apêndices à álgebra e à aritmética. Essa disposição deixava-os à margem do escopo prioritário dos professores, o que inviabilizava seu acesso pelos alunos (KONZEN, BERNARDI e CECCO, 2017).

Diante dessa organização, as poucas iniciativas de ensino que se valiam da literatura didática disponível focavam em “decorebas” de fórmulas e em cálculos descontextualizados. Essa abordagem, incompreensível para muitos educadores, gerava insegurança e levava à exclusão imediata do tema dos seus planos de ensino (PAVANELLO, 1993).

A ausência do ensino de geometria e a ênfase excessiva na álgebra e aritmética, conforme Lorenzato (1995, p. 16), comprometeram, na época, o desenvolvimento de muitos alunos ao cerceá-los da “[...] possibilidade do desenvolvimento integral dos processos de pensamento



necessários à resolução de problemas”, com danos severos ao pensamento geométrico plano e espacial (posicional e métrico).

Nesse contexto, as tentativas de se incluir o ensino de geometria nas escolas públicas primárias brasileiras, desde o século XIX, foram frustradas, sobretudo pela carência de profissionais habilitados a lecioná-la (VALENTE, 1999; VALENTE e SILVA, 2014). Conforme Pavanello (1993, p. 13, **grifo nosso**), “os professores não **dominavam** esse assunto, o que **levava** muitos a abandonarem seu ensino sob qualquer enfoque”.

Embora propostas inovadoras a esse ensino tenham surgido em outros contextos (SILVA e VALENTE, 2014), os programas brasileiros de formação docente – inicial e continuada – as negligenciaram (VELOSO, 1999), produzindo uma geração de professores desconectados dos fundamentos do ensino geométrico, relegando o ensino de geometria a um segundo plano (NACARATO, 2002) e impedindo reflexões sobre práticas pedagógicas contemporâneas na área.

A carência de debates críticos e reflexivos acerca do ensino tradicional de geometria e da natureza da matemática – reduzida a uma ciência puramente formal – por muito tempo conduziu professores às práticas pedagógicas a-históricas e descontextualizadas (HIRATSUKA, 2006), contribuindo tanto para a perpetuação de lacunas formativas quanto para a rejeição de metodologias que integram geometria e cotidiano.

Diante dessa dupla herança, a formação continuada do professor de matemática e seu **DPD** tornam-se urgentes, colocando o educador no centro das prioridades educacionais do século XXI. Isso exige a construção de itinerários formativos (iniciais, continuados e de DPD), bem como a elaboração de diretrizes específicas e investimento em pesquisas, experimentações e inovações educacionais capazes de fomentar inovações em dimensões curriculares, tecnológicas, didático-pedagógicas e metodológicas, articuladas com conhecimentos disciplinares e experienciais (SHULMAN, 1986; SANTOS, 2011). Além disso, é preciso superar dilemas de natureza político-administrativa (fragilidade em políticas públicas) e social-epistemológica (crenças sobre a irrelevância da geometria), que permeiam instituições e níveis de ensino (LORENZATO, 1995).

Desse modo, talvez seja possível encontrar alternativas para superar esse legado de “abandono” e “pouca relevância”, bem como a herança de práticas de ensino geométrico pautadas na transposição didática (CHEVALLARD, 1991) que, embora necessária e fundamento de muitos conhecimentos válidos, tem furtado do aluno possibilidades de descobertas e da crítica reflexiva. E, da mesma forma, roubado dos professores a



possibilidade de descobrir outras opções à concepção tradicional de ensino, uma das causas basilares que transformou as poucas iniciativas de ensino geométrico (PAVANELLO, 1995) em um tabu escolar, resistente a inovações.

No entanto, é preciso considerar que “a escola, em cada época, com finalidades que atendem ao seu tempo, parametriza-se por normas e práticas que reorganizam os saberes presentes no ensino e na formação de professores” (VALENTE, 2019, p. 18). Portanto, cabe a ela definir o que deve ser ensinado e orientar concepções sobre a formação do professor e os conhecimentos matemáticos necessários, cabendo às pesquisas (inclusive no ambiente escolar) novos modos de constituir conhecimentos e práticas necessários ao ensino da matemática e à matemática para ensinar.

Contudo, essa busca por inovações pedagógicas não deve confundir-se com exageros ou apelos desvairados a recursos tecnológicos, jogos didáticos e materiais concretos que, muitas vezes concebidos na expectativa de despertar o interesse do aluno, não passam de “soluções esporádicas” ou “pontuais” (LORENZATO, 1995), as quais, como alerta o próprio autor, “não serão suficientes para resolver a questão da omissão geométrica” (1995, p. 4). Além disso, é preciso um amplo e contínuo esforço de diferentes áreas da educação para que mudanças sejam efetivadas no ensino da geometria escolar.

Não obstante, desde a década de 1980, recomenda-se a valorização do trabalho com a geometria desde as primeiras séries do ensino fundamental (FELIX e AZEVEDO, 2015, p. 2), a fim de possibilitar a construção do pensamento geométrico espacial e o consequente raciocínio lógico-matemático já no início da trajetória escolar do aluno. Nesse contexto, Hoffer (1981) elenca cinco habilidades básicas da geometria a serem trabalhadas: visual, verbal, gráfica, lógica e de aplicação.

Diante dessa recomendação persistente e da necessidade de práticas efetivas para implementá-la, os EA configuram-se como uma estratégia promissora, pois viabilizam sua concretização ao permitir que professores desenvolvam atividades ou tarefas de investigação e exploração (integrando as cinco habilidades geométricas expressas por Hoffer) e analisem como são construídos conhecimentos espaciais na prática pedagógica. Desse modo, é possível: projetar atividades de identificação de sólidos geométricos em edificações (habilidade visual e verbal); observar desafios na construção de maquetes tridimensionais (habilidade gráfica e lógica); e promover reflexões coletivas sobre estratégias para cálculo de volumes em contextos aplicados (habilidade de aplicação).

De acordo com Fonseca et al. (2001), a competência geométrica origina-se da



experiência sensível do aluno ao perceber-se rodeado de objetos tridimensionais. Portanto, propostas de EA nesse contexto podem se concretizar mediante a construção e manipulação de sólidos geométricos em 3D, sem negligenciar visualizações e representações gráficas abstratas. Os EA potencializam essa ideia ao incentivar criação de contextos investigativos, nos quais a manipulação desses sólidos articula-se com representações mentais (SANTOS e NACARATO, 2014). Nessa perspectiva, o domínio dos sólidos geométricos – suas figuras planas constituintes e propriedades – relaciona-se diretamente com a diversidade de materiais disponibilizados ao aluno para “[...] manipular, desenhar e visualizar, e, sobretudo, formar uma imagem mental [...]” (Ibid., p. 17).

Essa ênfase na experiência tridimensional e na formação de imagens mentais coloca em xeque o modelo sequencial tradicional do ensino geométrico, fortemente baseado nos elementos euclidianos, que parte de conceitos simples para complexos e prioriza figuras planas antes das espaciais. Nesse contexto, os EA surgem como ferramentas capazes de romper com essa lógica fragmentadora ao facilitar uma abordagem investigativa e integrada (LEWIS, 2002). Como destacam Santos e Nacarato (2014, p. 16), “as tendências [...] apontam para um trabalho simultâneo entre a geometria plana e a espacial” – oferecendo, dessa forma, um caminho concreto à superação da histórica marginalização da geometria espacial e sua dissociação artificial da plana. Ao permitir planejar, implementar e aprimorar estratégias didáticas que articulem ambas as dimensões de forma simultânea e significativa, os EA operacionalizam essa perspectiva integradora e pedagogicamente inovadora.

Contudo, reconhece-se que parte da resistência às inovações pedagógicas decorre de uma visão pragmática arraigada em setores educacionais. Nessa visão pragmática, a ênfase em algoritmos e fórmulas garantiria eficiência em avaliações padronizadas (como o ENEM), justificando a manutenção de modelos tradicionais, sem considerar movimentos como o da educação matemática crítica (SKOVSMOSE, 2013; 2014).

Todavia, os déficits de aprendizagem em geometria demonstram que tal eficiência é ilusória, reforçando a relevância de modelos de ensino e formação como os EA, que surgem como alternativa ao centrar-se no ensino por investigação e na construção colaborativa de saberes docentes (LEWIS, 2002), gerando impactos concretos, em alunos, com o desenvolvimento de conceitos espaciais, articulação entre representações 2D/3D e abstração progressiva do conhecimento através de imagens mentais (STERNBERG, 2000); e em professores, com a construção e a ressignificação de saberes e práticas pedagógicas específicas para esse ensino, superando a transmissão mecânica de conhecimentos.



Assim, os EA convertem a formação docente em um processo contínuo de mediação baseada em evidências, consolidando-se como projeto político-pedagógico capaz de: ressignificar práticas formativas; romper com a herança de fragmentação curricular; e subverter a lógica pragmática que reduz a matemática a algoritmos. Ao articular história, epistemologia e prática, os EA oferecem um caminho viável para descolonizar o ensino da geometria espacial brasileira – transformando tabus em potencialidades.

Diante desse cenário histórico de abandono e da dissociação entre geometria plana e espacial, propomos os EA como alternativa metodológica ao ensino e formação docente em geometria espacial. Para isso, sua efetiva implementação exige a compreensão de seu funcionamento com esse foco. Assim, na seção 2.5, analisaremos criticamente as evidências das pesquisas nacionais e internacionais sobre as contribuições dessa abordagem na formação docente e no ensino de geometria espacial, examinando os conhecimentos que conduzem e suas implicações para a prática pedagógica.

## **2.5. Implementação e contribuições do EA na formação docente e ensino de geometria espacial: evidências das pesquisas**

Esta seção discute a implementação e as contribuições dos EA para o ensino de geometria espacial, à luz de perspectivas teóricas nacionais e internacionais que evidenciam a necessidade de abordagens capazes de superar a abstração dos conceitos tridimensionais, incorporando dimensões contextualizadas com base no etnoconhecimento do aluno e de sua comunidade. Para fundamentar esta discussão, partimos da análise do corpus de pesquisas descrito na seção anterior, complementado por estudos pontuais extraídos de bases como SciELO, Portal CAPES e ERIC.

Apesar de ser um campo ainda pouco explorado, os EA de geometria espacial, em diversos contextos internacionais, têm sido analisados e divulgados por autores como Catherine Lewis (formação docente); Makoto Yoshida (ciclos de observação); e Akihiko Takahashi (planejamento colaborativo). No contexto brasileiro – onde essa abordagem é emergente -, pesquisas tais como as de Baldin e Felix (2011); Utimura (2015); Matos (2017); Oliveira (2019); Wanderley (2019); Wanderley e Souza (2020); López e Olivares-Aguilera (2021); e Batista, Paulo e Eufrásio (2023) revelam ensaios pioneiros dessa metodologia aplicada ao ensino e a formação docente para lecionar matemática,



nomeadamente, geometria.

Esses estudos oferecem perspectivas inovadoras (*insights*) e fundamentadas sobre os desafios de implementação e os benefícios dos EA de geometria espacial no ensino e na formação do professor de matemática. Constituem-se, assim, em referenciais essenciais para educadores que buscam aprimorar suas práticas nessa área. As evidências demonstram que o EA em geometria espacial – à semelhança de outras aplicações – envolve professores em ciclos estruturados de planejamento, observação e reflexão sobre a prática pedagógica (Yoshida, 1999, 2012; Lewis, 2002), possibilitando contextualizações do ensino.

Evidências como as de Baldin e Felix (2011), Wanderley (2019) e López e Olivares-Aguilera (2021) confirmam que, apesar de desafios como resistência docente, carga horária excessiva e falta de apoio institucional, o EA constitui-se em ferramenta poderosa para aprimorar a prática pedagógica em geometria espacial mediante ciclos reflexivos de planejamento, observação e reflexão, e melhorar a compreensão dos alunos de conceitos tridimensionais via abordagens investigativas contextualizadas.

Alinhando-se a esses benefícios, estudos como os de Matos (2017) e Oliveira (2019) demonstram que o EA viabiliza a seleção estratégica de tópicos específicos da geometria espacial – como identificação de sólidos e cálculo de áreas/volumes –, explorando-os em profundidade mediante abordagens investigativo-exploratórias. Essa focalização, conforme defendido por Takahashi e Yoshida (2004) e Takahashi (2006), potencializa a compreensão conceitual através da investigação sistemática.

Reforçando a importância da focalização em elementos geométricos específicos, Baldin e Felix (2011) – apoiados em Felix (2010) – evidenciam que o EA possibilita a exploração investigativa de detalhes geométricos fundamentais. Ressaltam que, embora tais elementos “pareçam simples demais para os professores, [...] pequenos detalhes fazem diferença na aprendizagem” inicial de geometria (BALDIN e FELIX, 2011, p. 10). Nesse escopo, os autores concluíram que a metodologia de EA também tem potencial de “[...] resgatar a autoestima do professor na prática de ensino, fortalecer o trabalho coletivo e oferecer um ambiente estimulante para os alunos no processo de aprendizagem” (BALDIN e FELIX, 2011, p. 1).

Dando concretude ao potencial de fortalecimento do trabalho coletivo apontado por Baldin e Felix (2011), Utimura (2015) estabelece um contraponto entre o individualismo docente e o compartilhamento de saberes via EA. A autora traz para o debate os benefícios da colaboração, demonstrando como práticas compartilhadas enriqueceram as experiências de



aprendizagem de figuras geométricas espaciais entre alunos do 5º Ano. Evidências da pesquisa revelam que as parcerias docentes consolidaram-se em trabalho efetivamente colaborativo, a ponto de “[...] melhorar as aprendizagens dos alunos em relação às figuras geométricas espaciais” (UTIMURA, 2015, p. 57) e estreitar afinidades profissionais, validando o EA como catalisador de ambientes estimulantes.

Ampliando o escopo para formação em serviço, Matos (2017) demonstra como tarefas investigativas sobre sólidos geométricos - identificação, construção e planificação - promoveram maior envolvimento de aluno. Nesse estudo, professores ressignificaram conteúdos geométricos mediante ciclos de conjecturas, testes e validações, criando ambientes de aprendizagem ativa que corroboram o potencial de engajamento apontado por Baldin e Felix (2011).

Complementando essa perspectiva, Oliveira (2019) documenta a evolução de professoras rumo a “condutas mais abertas e reflexivas” (p. 6) no planejamento de aulas de geometria espacial. O processo, catalisado por grupos colaborativos, validou os EA como espaços de formação e DPD. Conforme a autora:

[...] a mudança provocada na prática das professoras com relação ao ensino da geometria, também, foi construída ao longo dos encontros, na riqueza das discussões, pelas experiências vivenciadas e compartilhadas pelas professoras no grupo de estudos. Isso evidencia a eficiência do trabalho com grupos de estudos, a evolução com relação à significação de novos conhecimentos profissionais e a qualificação dos docentes. Entre outras coisas, isso provocou mudanças de atitude, agregando as participantes posturas mais investigativas e questionadoras que podem se refletir em suas práticas docentes futuras (OLIVEIRA, 2019, p. 130).

Além disso, as interações registradas evidenciam que os alunos também incorporaram essas mudanças, uma vez que passaram a questionar e argumentar mais sobre o tema estudado. Com isso, a autora sugere que sejam repensadas e reanalisadas mudanças nas políticas públicas para a formação de professores, agregando a isso a possibilidade de constituição de grupos de estudos colaborativos, onde possam estudar e constituir saberes para ensinar geometria.

As contribuições do estudo de Wanderley (2019) e Wanderley e Souza (2020) giram em torno da perspectiva de EA como prática de formação de professores de matemática que visam promover a construção do conceito de volume. O estudo demonstra vários indícios de que o EA contribuiu para a reconstrução conceitual do volume entre alunos e professores. Conforme evidenciado,



A expansão do conceito progrediu de entendimentos limitados a aspectos procedimentais [...] para compreensões de comparação, produção e de medição com unidades de medida que extrapolam as convencionais - e.g., comprimento (metro e centímetro) e capacidade (litro). Em meio às discussões, os professores compreenderam que figuras geométricas podem ter o mesmo volume, mas não necessariamente a mesma capacidade. Além disso, relacionaram o conceito ampliado de volume aos de massa, área e densidade. Essas evidências proporcionaram alargamento de seus conhecimentos de conteúdo especializado, principalmente (WANDERLEY e SOUZA, 2020, p. 16).

As estratégias didáticas e as reflexões pedagógicas documentadas nesse ciclo de EA podem subsidiar outros professores atuando em diferentes contextos – numa perspectiva e abordagem de ensino mais situada, apropriada ao ambiente – oferecendo, assim, referenciais para elaborar aulas que incorporem abordagens investigativas e visem discutir e refletir sobre o conceito de volume junto aos alunos, no âmbito da escola/sala de aula, potencializando também a reflexão docente sobre a própria prática (*in loco*).

Na mesma linha de investigação sobre conceitos volumétricos - e ilustrando o potencial do EA para articular teoria e prática em níveis avançados -, Briones Ganga, López e Olivares-Aguilera (2021) desenvolveram e analisaram uma sequência de aulas fundamentada em ciclos de EA para ensinar o volume de um elipsoide no Ensino Médio e no primeiro ano universitário (Cálculo I). O estudo demonstrou que a metodologia de EA permitiu explorar e captar sistematicamente raciocínios e argumentos (em cada etapa), e ainda viabilizou a criação de uma estratégia didática inovadora para promover aprendizagens geométricas, utilizando blocos físicos e simulações em *software* para modelar erros e aproximações infinitesimais.

Essa abordagem concretizou contribuições essenciais do EA para o ensino de geometria espacial: a valorização do erro como ferramenta de aprendizagem e a promoção de uma compreensão conceitual profunda através da investigação de múltiplas estratégias. Além disso, o processo forneceu *insights* valiosos para a formação docente sobre como abordar conceitos avançados de geometria e cálculo através da investigação e da análise de erros. Como sintetizam os autores:

[...] a metodologia é perfeitamente complementada pela socioepistemologia em termos de ressignificação, refletindo sobre o desenvolvimento do pensamento, não a partir de um plano ou estrutura a seguir, mas sim das diferentes estratégias para chegar a uma resposta para uma tarefa matemática [...]. É possível apreciar a aquisição do conceito de erro, através dos espaços não ocupados por esses blocos ou do excesso nos prismas exibidos no *Software*. Isso nos permitiu refletir sobre a possível utilização de blocos infinitamente pequenos, o que resultou em diferentes expressões algébricas

66



para o corpo geométrico tratado (BRIONES GANGA, LÓPEZ e OLIVARES-AGUILERA, 2021, p. 185, tradução nossa).

A análise dos erros e estratégias identificadas nessa proposta de EA validou a abordagem e revelou a versatilidade didática da tarefa que, segundo os autores, pode ser adaptada e aplicada “[...] a qualquer corpo geométrico que é definido por uma função, [...], permitindo modelar situações abstratas ou reais dando ao conceito de volume uma funcionalidade” (Ibid., p. 185, tradução nossa).

Explorando a fronteira entre inovação tecnológica e metodologia reflexiva, Batista, Paulo e Eufrásio (2023) analisam parte de um estudo com professores em formação continuada que implementaram ciclos de EA articulados a um aplicativo de Realidade Aumentada (RA). O objetivo era “explicitar compreensões sobre o ensino e a aprendizagem de conteúdos de Geometria Espacial [...] com RA” (p. 517) – Os autores demonstram que essa integração entre EA e tecnologia – ao viabilizar a visualização interativa de objetos tridimensionais – concretiza uma contribuição essencial do EA: superar a abstração inerente à geometria espacial através de recursos que promovem uma imersão visual e interativa. Além disso, reafirmam o EA como prática de DPD que, mesmo mediada por ferramentas digitais, mantém o foco estruturante na aprendizagem significativa contextualizada (BATISTA; PAULO; EUFRÁSIO, 2023).

Juntos, esses estudos evidenciam que o EA – seja mediante recursos tecnológicos, estratégias investigativas ou focalização conceitual e contextual – consolida-se como estrutura eficaz para transformar os desafios epistemológicos da geometria espacial em oportunidades de formação e DPD, bem como de ensino e aprendizagem significativa.

O processo reflexivo documentado nessas pesquisas dialoga com princípios fundantes do EA japonês (YOSHIDA, 1999, 2012; LEWIS, 2002; TAKAHASHI, 2006), especialmente na estrutura cíclica de planejamento colaborativo, observação focada na aprendizagem e análise pós-aula. Contudo, o contexto brasileiro – como evidenciado pelos estudos analisados – ressignificou essa matriz mediante: integração de tecnologias (RA, *softwares*) como catalisadoras da visualização espacial; articulação com referenciais teóricos e práticas locais (com a socioepistemologia); e foco em desafios e elementos específicos do ensino de geometria espacial (abstração tridimensional e conceituação de elementos como área, volume). Fundamentos e contribuições originais: o EA consolidou-se não apenas como ferramenta de formação e DPD, mas como estrutura adaptável para inovação pedagógica contextualizada.



Além dessas adaptações contextuais, os EA de geometria espacial reafirmam um princípio nuclear da metodologia: a promoção da colaboração entre educadores para experimentação pedagógica contínua. Contudo, mesmo em contextos globais onde o EA é consolidado – como Japão e EUA –, pesquisas alertam para obstáculos estruturais à sua efetividade plena, incluindo: carga horária docente incompatível com ciclos reflexivos; falta de apoio institucional para trabalho colaborativo; e dificuldades em traduzir observações em aprimoramento concreto da prática, *in loco* (YOSHIDA, 2012; LEWIS, 2002; TAKAHASHI e MCDUGAL, 2016).

Esses desafios, também presentes no cenário brasileiro, não invalidam as contribuições evidenciadas, mas sim demandam políticas de suporte para que o EA transcenda iniciativas pontuais e transforme sistemicamente o ensino da geometria espacial.

Nesse processo, o EA revela-se também um espaço de ressignificação dos saberes docentes (disciplinares, didáticos, pedagógicos, experienciais, tecnológicos, curriculares) – gerando novas compreensões sobre GE e práticas de mediação didática contextualizada – tema que será desdobrado na seção 2.6, dedicada à análise curricular. Embora as evidências sinalizem caminhos promissores, a consolidação deste campo demandará novas pesquisas que aprofundem e validem as perspectivas teórico-epistemológicas aqui discutidas, que ainda estão em processo de consolidação no contexto nacional.

## **2.6. Articulando diretrizes, formação e decolonialidade: perspectivas de inovação para o ensino de Geometria Espacial no interior do estado do Amazonas**

Esta seção apresenta uma revisão teórica que articula três pilares fundamentais às políticas de inovação em Educação Matemática (EM) no estado Amazonas: as diretrizes curriculares (nos níveis nacional, estadual e municipal); as metodologias de ensino e formação docente (com ênfase nos EA); e a perspectiva decolonial do ensino de geometria espacial. A análise dessa articulação revela tensões (ex.: a hierarquia de saberes da BNCC pode estar silenciando as geometrias que emergem de uma ótica da territorialidade) e possibilidades. Nesse contexto de inovação curricular, propomos os EA como estratégia didática e formativa. O objetivo é fomentar a percepção de um currículo crítico, fundamentado nas práticas e saberes matemáticos de territórios com especificidades excepcionais, tais como as cidades do interior do Amazonas.

O processo que culminou nesta revisão combinou uma análise crítica das diretrizes



curriculares vigentes para a EM – como a BNCC, as RCAs e as PCEFs para o EFI e EFII do Município de Eirunepé-AM – com a apreciação de 23 pesquisas nacionais e internacionais (sem recorte temporal) que abordam as temáticas currículo, decolonialidade, etnomatemática e ensino de geometria espacial baseado em territorialidades. As diretrizes foram analisadas em relação a duas orientações centrais: as propostas investigativo-exploratórias (elemento estruturante dos EA) e o reconhecimento de saberes geométricos locais como expressão da decolonialidade do saber. As pesquisas foram apreciadas e sistematizadas para agregar subsídios teóricos e metodológicos às questões curriculares, possibilitando situar os EA como possibilidade de inovação curricular e formação docente em geometria espacial. Esse *corpus* fundamentou as discussões teórico-metodológicas subsequentes.

Entre os documentos e pesquisas analisados, observa-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) estabeleceram a geometria como “Bloco de Conteúdo”, propondo a superação do enfoque memorístico em detrimento de processos de exploração e visualização (BRASIL, 1997, 1998 e 2000) – princípios que remetem à natureza investigativo-exploratória dos EA. Contudo, mantiveram a geometria espacial em posição secundária, hierarquização que materializa a colonialidade do saber (QUIJANO, 2005), pois desvaloriza conhecimentos tridimensionais ancorados em territorialidades, como os sistemas de armazenamento de água de ribeirinhos ou as geometrias cotidianas do contexto amazônico (PEREIRA e GODOY, 2023). Diante dessa lacuna epistêmica (KNIJNIK, 2012), emergem estratégias de recontextualização de saberes locais, espaço que os EA podem assumir como dispositivo de desobediência político-epistemológica (GIRALDO e FERNANDES, 2019).

A BNCC representou uma evolução ao reorganizar a EM em "Unidades Temáticas" e conferir à "Geometria" *status* de eixo estruturante (BRASIL, 2018a e 2018b). Ela estabelece que, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental (EFI)<sup>14</sup>, os alunos devem "[...] indicar características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associar figuras espaciais a suas planificações e vice-versa. [...] e, **ainda**, nomear e comparar polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos" (BRASIL, 2018a, p. 272, **grifo nosso**). Essa progressão culmina em habilidades como a modelagem de sólidos e a resolução de problemas geométricos complexos envolvendo áreas e volumes vinculados a aplicações práticas – inclusive aquelas que "[...] exigem números não-rationais para resolvê-los" (BRASIL, 2018a, p. 269).

<sup>14</sup> Habilidades: EF01MA13, EF02MA14, EF03MA13, EF03MA14, EF04MA17, EF05MA16, EF06MA17, EF09MA17, EF05MA21).



No entanto, essa estrutura verticalizada (de cima para baixo) revela uma contradição fundamental: prega a vinculação do ensino de matemática (nomeadamente de geometria) com a realidade vivida – ao propor a utilização de “conhecimentos geométricos [...] para agir sobre ela” (BRASIL, 2018a, p. 267) –, mas negligencia indicações de diretrizes claras à necessária incorporação de saberes territorializados de modo progressivo e aprofundado (a depender de cada etapa de ensino), expressando a diminuição ou o silenciamento das epistemologias espaciais não-eurocêntricas (PEREIRA e GODOY, 2023) próprias dessas regiões. Além disso, os documentos não garantem explicitamente as formas de abordagem, a continuidade e o aprofundamento das aprendizagens em geometria espacial (posicional e métrica) no Ensino Médio, reforçando a desvalorização desse objeto de ensino que, a depender do contexto, exige abordagens inovadoras e contextualizadas.

Nessas condições, a BNCC é considerada, por Barzano e Melo (2019, p.192), “uma perversidade curricular, pois além de retroceder para focar em aspectos meramente técnicos, acríticos, descontextualizados, [...], aparece como algo solucionador para os atuais problemas da educação brasileira”. Essa lógica – ao favorecer replicações acríticas do currículo em nível macro por estados e municípios – perpetua o que Mignolo (2017) e Quijano (2005) definem como “colonialidade do saber”. Tal estrutura opera como um dispositivo que atualiza a colonialidade do poder a partir da colonialidade do saber (QUIJANO, 2005; SILVA, 2018 e 2020), o que inviabiliza um ensino geométrico crítico e descolonizado.

Alinhado à BNCC, os RCAs, embora proponham a contextualização das aprendizagens essenciais à realidade educacional amazônica - mencionando a importância de se considerar a diversidade sociocultural e as especificidades regionais, numa perspectiva etnomatemática (AMAZONAS, 2019a, 2019b e 2020)<sup>15</sup> -, na prática operacional prevalece a ênfase na implementação acrítica dos objetivos da BNCC. Faltam-lhes, igualmente, indicações claras e profundas de como a Geometria Espacial poderia ser ensinada através das lentes culturais e do ambiente amazônico. Como evidência disso, materiais de apoio locais frequentemente replicam exemplos genéricos e descontextualizados, reproduzindo a tal “perversidade curricular da BNCC” (BARZANO e MELO, 2019) e obstaculizando a efetivação da perspectiva decolonial, assim como a integração de saberes geométricos espaciais com as territorialidades locais.

---

<sup>15</sup> Contudo, há de se fazer justiça que - nos documentos analisados, sobretudo em um dos RCAs (AMAZONAS, 2019a) - há registros de expressões - como: “interdisciplinaridade com saberes tradicionais” (p. 37-45); “contextualização cultural da matemática” (p. 71); “ressignificação de saberes matemáticos nas comunidades rurais, abordagem da cultura indígena e educação do campo”, p. 65-74) - que sinalizam intenções de se promover aspectos decoloniais e etnomatemáticos na EM.



Essa lacuna, contudo, abre espaço político-epistemológico para que os EA atuem como dispositivos de inovação curricular e pedagógica, agregando, por exemplo, a geometria da arquitetura cotidiana local às habilidades de modelagem de sólidos previstas na BNCC e nos RCAs. Essa mediação permite integrar saberes geométricos territorializados ao currículo oficial, transformando a “perversidade curricular” em potencialidade decolonial.

Municipalmente, as PCEFs para o trabalho com a EM – ainda que mencionem possibilidades de contextualizações com a realidade amazônica para a promoção de objetos de ensino dessa área do conhecimento (ex.: uso de sementes da região na decomposição numérica - EF01MA07) (SEMED/ERN, s.d.) –, reproduzem a mesma lógica hegemônica das diretrizes e referenciais em nível macro, especialmente nas indicações de ensino da geometria espacial. As habilidades geométricas propostas nesses documentos referem-se à capacidade do aluno em reconhecer figuras espaciais genéricas (cubos, cilindros e outros) associadas a “objetos familiares” (EF01MA13, EF02MA14) (SEMED/ERN, s.d.), sem vincular tais conceitos com saberes e elementos tridimensionais do território. Apesar de prever “respeito à cultura local” em Grandezas e Medidas (EF04MA20), igualmente não apresentam propostas claras e objetivas para a sistematização das epistemologias da geometria espacial imersas no contexto social local.

As PCEFs reforçam hierarquias epistêmicas ao abandonarem a geometria espacial contextualizada logo após o 2º ano do EFI (SEMED/ERN, s.d.), priorizando, em outras etapas de ensino, abstrações descontextualizadas (cálculos de perímetro, área, volume e classificação de polígonos de faces de objetos tridimensionais). Essa escolha, intencional ou não, replica a marginalização de saberes espaciais críticos necessários à leitura decolonial do território local, ignorando que tecnologias geométricas do lugar – como a geometria da arquitetura tradicional; os padrões de cestaria dos povos *Takanã* e *Madija* (a exemplo da geometria espacial das cestarias indígenas discutida por Lorenzoni (2010) e Lorenzoni e Silva (2008)); e mesmo objetos característicos do etnoconhecimento local – podem e deveriam ser bases epistêmicas do currículo, não acessórias.

Assim, os RCAs e as PCEFs, ao priorizarem a replicação da estrutura verticalizada (de cima para baixo) da BNCC, deslocam para o plano retórico a valorização dos saberes contextuais locais, mantendo a colonialidade do saber (MIGNOLO, 2017; QUIJANO, 2005). Apesar do discurso etnomatemático, faltam-lhes elementos claros que gerem fissuras no modelo de ensino geométrico colonizado, assim como motivem a adoção de propostas de integração de saberes territorializados (PEREIRA e GODOY, 2023).



Nesse cenário, a não operacionalização do discurso sociocultural não apenas reifica a colonialidade, mas demanda estratégias como os EA – capazes de ressignificar a geometria espacial por agregações progressivas (ex.: partir da cestaria *Takanã* para explorar poliedros). Essa mediação, ao transformar saberes locais em fundamento curricular (Veríssimo et al., 2024), configura os EA como dispositivos de descolonização: ruptura político-epistemológica indispensável para um ensino de Geometria Espacial ancorado nas territorialidades amazônicas.

Apesar dessas lacunas institucionais, iniciativas de professores-pesquisadores da Amazônia demonstram a viabilidade de abordagens espaciais decoloniais, oferecendo subsídios para os EA propostos nesta pesquisa. Em comunidades como Vila Rio Ubá (Moju/PA), por exemplo, saberes tradicionais revelam geometrias incorporadas: moradores utilizam medições em palmos para confeccionar arcos de pesca (8 palmos = 1,5m) e calculam alturas de armadilhas suspensas (1,5m a 2m acima do rio), “articulando conhecimentos matemáticos com práticas culturais” (QUARESMA e NAZARÉ, 2024, p.11-12). Já no contexto da formação docente (UEA), projetos transdisciplinares “exploram a construção de canoas”, onde alunos relacionam “proporcionalidade, simetria e volumes a saberes de mestres ribeirinhos – integrando etnogeometria e ecoformação” (SILVA e COSTA, 2021, p.11).

Essas experiências contrastam a lógica descontextualizada das diretrizes (BNCC, RCAs e PCEFs), materializando os espaços educativos como *lócus* de “desobediência epistemológica” contra saberes hegemônicos que, segundo Quaresma e Nazaré (2024, p. 4), “negam a produção de conhecimentos não voltados à produtividade e às disputas do mercado de trabalho”, comprovando que a articulação entre geometria e territorialidade não só é pedagogicamente viável, como constitui um cerne para EA decoloniais que sistematizem tais saberes. Funcionam tal qual um currículo que emerge verticalmente, mas, agora de baixo para cima, onde a escuta comunitária substitui hierarquias do saber (D’Ambrosio, 2018a); o método de programa (projeto) de EA (D’Ambrosio, 2018b) supera a colonialidade curricular; e a transdisciplinaridade reconecta saberes científicos e locais (Leff, 2019; Sopelsa, Trevisol e Mello, 2015).

Nesse contexto, a Amazônia consolida-se como laboratório epistêmico para a geometria espacial decolonial, integrando: saberes ancestrais; práticas comunitárias; objetos e elementos do contexto, potencialmente modelados geometricamente, em diálogo com o currículo formal. Seu potencial manifesta-se em sistemas de conhecimento



territorializados, como: as técnicas ribeirinhas de navegação fluvial (orientação espacial, estimativa de distâncias); as tecnoestruturas espaciais (padrões de casas, palafitas e malocas) (DIEGUES, 2000; LEFF, 2019); os padrões geométricos tridimensionais em cestaria (Lorenzoni, 2010; Lorenzoni e Silva, 2008); e as noções de espaço e volume de toras de madeira do manejo florestal (Quaresma e Nazaré, 2024).

Esse repertório, aliado às estratégias de desobediência epistêmica via EA, transforma o território em currículo vivo – onde saberes locais transcendem a condição de acessórios para se tornarem alicerces da descolonização geométrica via etnomatemática (D’ambrosio, 2018; Quaresma e Nazaré, 2024). Nessa perspectiva, a geometria espacial amazônica supera seu *status* de objeto de aplicação e replicação para tornar-se *locus* de produção de saberes (inclusive docente), operando como mediadora curricular. Essa subversão da relação sujeito-objeto do conhecimento confronta diretamente a colonialidade do saber (Mignolo, 2017; Quijano, 2005).

Contudo, persiste uma lacuna crítica entre o discurso de valorização do etnoconhecimento e a escassez de formação docente (inicial e continuada) para operacionalizá-lo (Silva e Costa, 2021). Como consequência, perpetua-se um ensino que fragiliza a geometria espacial como linguagem de leitura crítica dos territórios, convertendo-a em exercícios desenraizados e descontextualizados, problema agravado pela formação docente tecnicista, que reproduz epistemicídios ao negar saberes territorializados (Mignolo, 2017), e pela exclusão do professorado da construção da BNCC (Morin, 2010). Superar essa limitação exige transformar a própria formação docente em um processo decolonial (D’Ambrosio, 2018b), no qual investigações-explorações de temas de ensino – essência dos EA – podem atuar como mediadores entre os saberes locais e o currículo.

Não obstante esse desafio, a riqueza de formas espaciais amazônicas oferece campo fértil para EA baseados em ecologias de saberes (Silva, 2022; Vergani, 2007). Pesquisas em etnogeometria — como a geometria encontrada em práticas e artefatos das etnias *Tupinikim* e *Guarani do Espírito Santo* (Lorenzoni e Silva, 2008) ou projetos de ensino ou formação que integram artefatos culturais ao ensino (Quaresma e Nazaré, 2024; Silva e Costa, 2021; Lorenzoni, 2010) — demonstram a viabilidade da mediação curricular via EA e saberes locais. Para efetivar essa perspectiva, urge: 1. uma formação docente centrada em explorações-investigações decoloniais (D’Ambrosio, 2018b), capacitando professores para articular tecnologias espaciais amazônicas (palafitas, armadilhas, padrões de cestaria) com habilidades curriculares; 2. a produção de materiais didáticos que convertam esses saberes em



sequências didáticas investigativas e exploratórias; e 3. a reestruturação curricular (Nicolescu, 1999; Lucena, 2012), em que se reconheça os processos investigativo-exploratórios como eixos metodológicos, transpondo contextualizações superficiais para ecologias de saberes (Silva, 2022; Vergani, 2007).

Essa articulação transforma o potencial epistemológico da Amazônia em pedagogias insurgentes, onde os EA — como dispositivos de desobediência curricular — ressignificam o ensino da GE. Ao sistematizar saberes territoriais (navegação fluvial, arquitetura tradicional, padrões Takanã) por meio de investigações-explorações colaborativas, convertem o território em currículo vivo, atualizando o chamado de Mignolo (2017) para uma “geopolítica do conhecimento”. Assim, a geometria transcende sua condição colonial: deixa de ser objeto de aplicação desenraizada para tornar-se ferramenta de leitura decolonial do espaço amazônico, ancorada nas territorialidades e mediada pela lógica investigativa dos EA.

É nesse movimento dialético entre intenção e ação que passamos à Dimensão Metodológica da Pesquisa, onde se desenham os caminhos para converter essas premissas em um estudo empírico capaz de responder à questão central. O próximo capítulo, portanto, delineará não apenas os procedimentos de investigação, mas os gestos políticos de escuta, cocriação, colaboração, planejamento e observação que fizeram do espaço amazônico e de alguns de seus agentes educacionais participantes desta jornada.



### CAPÍTULO III – DIMENSÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA (DESENHO DO ESTUDO)

*A pesquisa não é extração, é encontro. É a escuta radical a partir de um lugar específico no mundo. A metodologia é a disciplina de nos permitir esse encontro e essa escuta.*

- Inspirado em Linda T. Smith, *Decolonizing Methodologies*, 2018.

Neste capítulo apresentamos o desenho da pesquisa, detalhando seus fundamentos teórico-metodológicos. Para isso, partimos dos alicerces através da delimitação do problema, revisão da questão central e características do contexto investigativo. São igualmente expostos: cenário, população, amostras de participantes (abordagem, contato, interação e critérios de seleção), instrumentos, procedimentos, método, técnicas de análise dos dados e as variáveis envolvidas na pesquisa, elementos que delineiam seu percurso metodológico.

A intenção é marcar posição e fazer apontamentos sobre o desenho do caso em estudo, indicando a direção e os rumos que a pesquisa tomou em direção à análise crítica do fenômeno multidimensional (educacional, cultural, social e formativo) pesquisado, possibilitando uma dimensão mais detalhada do processo investigativo vivenciado. Entretanto, por se tratar de uma expedição complexa, esta exige mais do que mera apresentação ou execução de passos pré-definidos, ou mesmo a aplicação de receitas prontas (Gil, 2017), dado o volume de desafios e contradições vivenciados no processo investigativo.

Neste sentido, a descrição rigorosa e abalizada da dimensão metodológica constitui-se como pilar central para a legitimidade da pesquisa. São os processos metodológicos – previamente definidos, descritos e justificados – que conferem solidez à validade dos resultados e à relevância social do estudo, garantindo clareza e rastreabilidade das decisões.

Por isso, a exigência de uma base metodológica sólida não é mera formalidade acadêmica. Sua ausência pode comprometer fatalmente a validação das informações, levando o leitor a questionar dados e interpretações – especialmente quando se trata de nuances, contradições ou fatos sociais sutis, que já são difíceis de capturar mesmo com métodos robustos, e tornam-se intangíveis sem procedimentos bem delineados.

Coerentes com o compromisso de rigor metodológico assumido, iniciamos delineando o percurso da pesquisa pela revisão crítica de seus pilares estruturantes: delimitação do problema, questão central e contexto, conforme seção seguinte.



### 3.1. Alicerces da pesquisa: problema, questão e contexto da pesquisa

Os alicerces da pesquisa – problema, questão e contexto – não apenas fundamentam as opções metodológicas, mas garantem a validade social da investigação mediante a coerência entre direção analítica e realidade estudada. Iniciamos pela delimitação do problema

#### 3.1.1. Delimitação do Problema

Neste item, delimitamos o problema de pesquisa, ancorado em três eixos interligados: epistemológico, curricular e formativo. Esta tríade não apenas guia o objeto de pesquisa – revelando fissuras do modelo colonial de formação e ensino para atuar na EM nos diversos contextos brasileiros –, mas orienta-se diretamente para o objetivo geral de compreender os processos formativos de um programa de EA de GE, vivenciado no interior do Amazonas.

Na dimensão epistemológica, concentramo-nos nas lacunas das diretrizes curriculares (BNCC, RCAs, PCEFs) que subalternizam saberes geométricos não-eurocêntricos como sistemas válidos de conhecimento. Delimitamos como recorte e objeto investigativo um programa de EA focado na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da Geometria Espacial (GE), visando superar propostas formativas docentes centradas em saberes desenraizados. Esta opção fundamenta-se na crítica de que as diretrizes curriculares – em nível macro, meso e micro – relegam as geometrias situadas e os ‘temas transversais’ à condição de acessórios, negando sua natureza epistêmica – o que exige uma reestruturação epistemológica da formação docente para ensinar GE em articulação com o contexto.

Paralelamente, a dimensão curricular atenta ao antagonismo entre políticas educacionais nacionais e realidades educacionais únicas, como a de Eirunepé (AM). Adotamos dois recortes complementares: temporal (documentos oficiais pós-2018, período de implementação da BNCC) e geográfico (redes municipal, estadual e federal). Opção que se justifica pela necessidade de ancorar o programa formativo de EA de GE nos saberes do lugar.

Quanto ao eixo formativo, direcionamos a crítica à insuficiência de programas de formação docente inovadores que promovam a abordagem etnomatemática – núcleo do objetivo geral de compreender os processos formativos vivenciados em um programa com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da GE. Esta lacuna é evidenciada pela análise de formações continuadas realizadas entre 2018 e 2025, que ignoraram saberes comunitários. Dados preliminares da entrevista diagnóstica com 20



professores de matemática na região indicam que 90% jamais acessaram itinerários formativos que articulem metodologias investigativas e decoloniais com GE contextualizada – evidência que reforça a urgência do objetivo geral.

Como evidência estruturante desta tríade problemática, destacamos as dimensões: a) na epistemológica, a negação parcial da natureza epistêmica das geometrias contextualizadas nas diretrizes curriculares (BNCC/RCA); b) na dimensão curricular, a ausência de menção a saberes geométricos tradicionais nos currículos locais (PCEFs), dificultando o cumprimento do objetivo de valorização de conhecimentos territoriais; e c) formativa, a desconexão entre formações docentes e saberes comunitários, o que exige a compreensão profunda de processos formativos inovadores como os EA de GE ora proposto.

Esta delimitação implica exigências metodológicas específicas: triangulação entre fontes documentais, narrativas docentes, saberes e práticas pedagógicas; foco analítico nas fraturas entre currículo e essas práticas; e adoção da lente da etnomatemática (D'Ambrosio, 2018a; 2018b), estratégias essenciais ao alcance dos objetivos da pesquisa.

Ao circunscrever o problema nestas três dimensões, definimos os limites da investigação e expomos a necessidade de ancorar a pesquisa na mobilização, produção e ressignificação de saberes para ensinar GE no contexto amazônico, onde as contradições coloniais intensificam-se nas tensões entre saberes hegemônicos e subalternizados (Mignolo, 2017). Essa opção foi fundamental para alcançar o propósito de compreensão crítica que fundamentaria um programa de EA em GE etnomatematicamente referenciado.

Com isso, agora revisitamos a pergunta-chave da pesquisa, ajustando procedimentos e instrumentos metodológicos – à luz dos desafios mapeados – para buscar sua resposta.

### **3.1.2. Revisitando a questão central de pesquisa**

Nesta subseção fazemos uma revisita à questão central da pesquisa. Esta ação não surge como mera formalidade acadêmica, mas como elemento que articula criticamente nossos objetivos teóricos e opções metodológicas, reorientando a leitura quanto aos rumos da investigação. Tal questão, ao focar na busca por compreensão dos processos de formação docente continuada, a partir de um programa de EA de GE, problematiza a subalternização de saberes amazônicos (D'Ambrosio, 2018a e 2018b), pois mira em conceitos, contextos e aplicações da GE atrelados a esse território, especificamente.

Conforme fundamentado na delimitação do problema (item 3.1.1) – que evidenciou



uma lacuna formativa docente na Amazônia – esta pesquisa teve como ponto de partida a seguinte questão central: *Como ocorre a formação continuada de professores de matemática que participam de um programa de EA, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?*

Esta indagação, intencionalmente situada na zona de conflito entre currículo oficial e saberes geométricos contextuais, expõe o descompasso entre políticas curriculares nacionais (BNCC) e necessidades pedagógicas de territórios peculiares (RCAs e PCEFs). Ao tensionar lacunas formativas que perpetuam o apagamento de geometrias não-eurocêntricas, a questão nos conduz ao contexto investigativo da nossa pesquisa, exposta em seguida.

Se tal questionamento nos coloca diante do abismo entre políticas nacionais e geometrias amazônicas, foi no chão de escolas de Eirunepé – com os alunos e educadores do lugar, territórios e lutas decoloniais – que buscamos as respectivas respostas. Partimos, então, para uma breve contextualização desse chão ou lugar onde a pesquisa ganhou corpo.

### **3.1.3. Contexto investigativo: território, participantes e implicações decoloniais**

A pesquisa se desenvolveu no contexto educacional de Eirunepé (AM) – município representativo do interior do Amazonas por sua diversidade sociocultural – caracterizado por um microcosmo das tensões curriculares e epistêmicas denunciadas nesta pesquisa. Cenário onde saberes comunitários de geometria espacial – como tecnoestruturas prismáticas de casas, palafitas e malocas; padrões tridimensionais de cestarias indígenas; e noções de espaço e volume de toras de madeira do manejo florestal<sup>16</sup> – coexistem com um sistema educacional colonial, constituindo-se como um **universo** epistêmico privilegiado para análise e ressignificação de fissuras formativas a partir de propostas de EA.

A construção de dados envolveu quatro professores de matemática (EF I, II e EM, incluindo este pesquisador) e 96 alunos (72 do 8º ano EF II + 22 da 2ª série EM) – no período de maio de 2024 a junho de 2025 – todos participantes centrais na mediação de saberes disciplinares, pedagógicos, didáticos, curriculares e outros produzidos, mobilizados e ressignificados mediante o programa de EA de GE empreendido.

A busca por compreensão sobre esse objeto exigiu adaptações e estratégias metodológicas intensas, como: recrutamento e seleção de participantes via entrevistas e aplicação de questionários; cocriação de ambientes colaborativos mediante rodas de conversa

---

16 Um exemplo paradigmático é a cubagem da madeira, prática de serradores locais para cálculo de volume de toras, que se contrapõe ao ensino abstrato de prismas, e será detalhada nos resultados.



(com registros audiovisuais); produção de tarefas; planos de aula; observação *in loco* das práticas pedagógicas; revisão sistemática dos EA de geometria espacial vivenciados junto aos alunos; e triangulação espacial (articulação de dados gerados nas reuniões colaborativas, na sala de aula e nos contextos de aplicação prática dos EA de GE).

Essas estratégias foram essenciais para capturar como os alunos pensavam, interagiam, raciocinavam e elaboravam conjecturas diante das geometrias espaciais imersas no seu *locus* comunitário. Além disso, procurou-se analisar como isso influencia seu aprendizado, os saberes e os modos de ensinar geometria espacial em um contexto radicalmente situado, onde as geometrias próprias do lugar desafiam a hegemonia curricular, levando-nos a optar pelo Estudo de Caso qualitativo, dada sua capacidade de capturar processos imersivos e relações epistêmico-territoriais densas.

Ancorados nesses alicerces problematizadores (3.1) e na opção pelo Estudo de Caso qualitativo como via para capturar os processos imersivos do programa formativo de EA de GE em Eirunepé, tornou-se imperativo delinear quem são os coprodutores de conhecimento dessa jornada, e em que cenário concreto deu-se a cocriação de saberes e práticas pedagógicas.

A seção seguinte responde a essa necessidade, desvelando o cenário investigativo, a população, os critérios de seleção e o perfil dos participantes.

### **3.2. Cenário, população, critérios de seleção e outros aspectos metodológicos**

Conforme anunciado, esta seção mostra Eirunepé (AM) como *lôcus* de confronto entre geometrias territorializadas (D'Ambrosio, 2018a) e currículo hegemônico. Nesse sentido, serão explicados o período de pesquisa e as adaptações metodológicas exigidas frente aos desafios locais, incluindo logística remota e integração de saberes em estruturas escolares colonialmente arraigadas (Mignolo, 2017). Além disso, serão caracterizados: o cenário investigativo, a população de professores mapeada, a amostra inicial, os critérios de seleção e perfil dos efetivos participantes da pesquisa.

#### **3.2.1. Cenário e população da pesquisa**

A caracterização detalhada do cenário e da população tem como premissa situar o leitor acerca do *lôcus* real da pesquisa. Com isso, o leitor poderá perceber que o estudo foi



desenvolvido entre março de 2024 e junho de 2025 no contexto educacional do município de Eirunepé-AM, abrangendo professores e alunos das redes federal (IFAM), estadual (SEDUC) e municipal (SEMED), assim como aspectos da geometria local. Para garantir representatividade dessa heterogeneidade, extraímos intencionalmente — a partir de um recorte da população de professores de matemática da região (amostra inicial) — duas amostras estratificadas (Seções 3.2.2 e 3.2.3), bem como uma amostra de alunos vinculados às turmas desses professores.

A amostra inicial foi composta por 20 professores, mapeados no início da execução do projeto de pesquisa, e por um total de 536 alunos matriculados, com base nos seguintes critérios: a) experiência docente: 5–15 anos; b) formação inicial: Licenciatura em Matemática ou Pedagogia; c) faixa etária: 25–50 anos. A distribuição por rede de atuação foi a seguinte: 1 escola federal (IFAM), 5 estaduais (SEDUC) e 1 municipal (SEMED).

No Quadro 5 detalhamos o perfil formativo e profissional dos professores que integraram a amostra inicial (n = 20), evidenciando a predominância de profissionais da rede estadual que atuam no EFII. Ressaltamos que tal mapeamento reflete intencionalmente a diversidade educacional do contexto amazônico, fundamentando adaptações metodológicas frente a desafios como logística remota e infraestrutura tecnológica limitada (Seção 3.1.3).

ESCOLA EM QUE LECIONA	REDE	ANO/SÉRIE	NÍVEL	FAIXA ETÁRIA	TEMPO DOCÊNCIA	FORMAÇÃO/LICENCIATURA	TOTAL
IFAM/Campus Eirunepé	Federal	1ª - 3ª Séries	E.M	30-35	05-10	Matemática	02
E. E. Nossa S. das Dores	Estadual	1º - 9º Anos	EFI e II	45-50	10-15	Matemática	03
E. E. Francisca Mendes	Estadual	1º - 9º Anos	EFI e II	45-50	05-10	Matemática	03
E.E. Eurico Gaspar Dutra	Estadual	1º - 5º Anos	EFI	30-35	10-15	Matemática / Pedagogia	03
E. E. João P. C. Gomes (GM3)	Estadual	6º - 9º Anos	EFII	40-45	10-15	Matemática	03
E. M. Fábio Lucena	Municipal	1º - 5º Anos	EFI	25-30	Até 05	Pedagogia / Normal Superior	02
CETI Neuza Alves Barroso	Estadual	1ª - 3ª Séries	E.M	40-45	10-15	Matemática	04
<b>TOTAL DE PROFESSORES DA AMOSTRA</b>							<b>20</b>

**Quadro 5** – Perfil profissional e formativo de potenciais participantes do programa formativo de EA  
Fonte: SEMED-SEDUC/local (2023).



Ressaltamos que os dados do Quadro 5 não configuram, necessariamente, um levantamento da pesquisa efetivamente realizado, mas um mapeamento preliminar para orientar e justificar a composição da amostra I (posterior) e, sobretudo, da amostra II (final). Esse mapeamento, realizado durante a solicitação de anuência institucional (Anexo A), viabilizou a identificação de 20 professores e 536 alunos pré-selecionados para, respectivamente, coproduzir e participar da pesquisa.

Conforme discutido na seção 3.1.3, as especificidades do contexto amazônico emergiram como desafios importantes, exigindo adaptações nos procedimentos metodológicos de abordagem, contato e interação – justificando inclusive a adoção de amostragens estratificadas (ver seções 3.2.2 e 3.2.3), em face das dificuldades de operar um programa de EA e de GE na região com um alto número de participantes.

Os detalhes do recrutamento da amostra I serão tratados na subseção seguinte.

### **3.2.2. Amostra I da pesquisa**

Esta subseção detalha o recrutamento da Amostra I. Essa amostra, assim como a descrita na seção 3.2.1, serviu inicialmente como instrumento norteador para selecionar os participantes que operacionalizariam o diálogo entre geometrias locais e saberes matemáticos escolares, conformando o grupo colaborativo comprometido com a proposta de descolonização da formação e do ensino de GE na região.

A Amostra I foi constituída por 10 professores de matemática da rede pública de Eirunepé-AM, selecionados mediante amostragem intencionalmente estratificada da amostragem macro (Quadro 5). A estratificação considerou: distribuição por rede (proporcional à representatividade local: 5 estaduais, 4 federais, 1 municipal); experiência em Educação Básica/Matemática ( $\geq 5$  anos); e atuação em ciclos críticos de ensino (EFII e EM), onde se concentra grande parte das tensões entre formação docente, currículo e saberes matemáticos/geométricos enraizados.

Os critérios de elegibilidade foram aplicados em duas etapas: durante a triagem documental (verificação de formação, experiência e vínculo institucional) e durante as entrevistas confirmatórias (Apêndice C), quando buscávamos validar interesses e disponibilidades para com a pesquisa. Essas etapas visavam engajar os participantes como coprodutores de conhecimentos para ensino geométrico espacial, assegurando representatividade das redes públicas locais; expertise pedagógica para mediação de saberes;



compromisso ético com a busca e a articulação de saberes para ensinar geometria a partir de um *locus* epistemológico específico.

Os critérios de elegibilidade para a composição da Amostra I estão organizados e detalhados no Quadro 6, apresentado a seguir:

CATEGORIA	CRITÉRIO	OPERACIONALIZAÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO
INCLUSÃO	I. Formação superior em Licenciatura	Diploma de Licenciatura em Matemática/Pedagogia registrado.	Assegurar domínio da geometria ocidental para diálogo crítico com saberes geométricos espaciais locais (D'Ambrosio, 2018a).
	II. Experiência mínima de 5 anos em EF/EM	Declaração institucional comprovando tempo de serviço.	Garantir experiência e familiaridade com práticas escolares e saberes geométricos enraizados (Hall, 2020).
	III. Atuação exclusiva em sala de aula	Ausência de cargo de gestão (direção/coordenação).	Prevenir hierarquias de poder (Quijano, 2009) que obstruem diálogos interculturais.
	IV. Disponibilidade para participação integral	Assinatura de TCLE com compromisso de engajamento.	Respeitar princípios éticos de voluntariedade (Res. CNS 510/2016) e corresponsabilidade epistêmica (Santos, 2009).
EXCLUSÃO	I. Participação em outros programas formativos/pesquisa, concomitantemente	Declaração de não participação em outros programas.	Evitar epistemicídios (Santos, 2009) por sobrecarga de demandas acadêmicas.
	II. Vínculo empregatício precário (< 6 meses)	Contrato temporário ou designação provisória.	Garantir continuidade no programa de EA no período de pesquisa (Gil, 2017).
	III. Atuação em ensino superior	Declaração de não lotação em IES.	Focalizar realidade da Educação Básica (Brasil-Bncc, 2018).

**Quadro 6** - Critérios de elegibilidade para a Amostra I

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

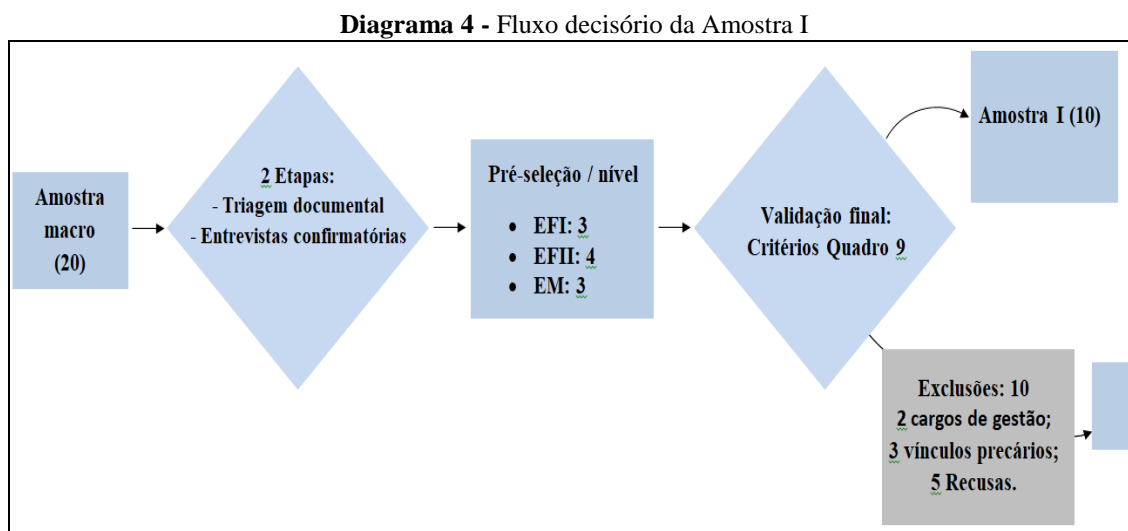
A fundamentação dos critérios do Quadro 6 apoia-se em concepções sobre saberes tradicionais (D'Ambrosio, 2018a), saberes geométricos enraizados (Hall, 2020), ecologia de saberes, corresponsabilidade epistêmica e epistemicídio (Santos, 2009). Tais concepções corroboraram a priorização de professores capazes de tensionar estruturas curriculares colonialmente arraigadas a partir de sua inserção no programa formativo de EA de GE.

Os processos de abordagem que culminaram na verificação desses critérios incluíram: contato institucional via SEMED/SEDUC; reuniões explanatórias nas escolas; assinatura do TCLE (Apêndice A); e entrevistas semiestruturadas (Apêndice C). Dos 20 potenciais



participantes, cinco foram excluídos durante a triagem documental (dois por cargos de gestão; três por vínculos precários). Dos 15 elegíveis, cinco se recusaram a participar, revelando resistências à desestabilização de hierarquias curriculares: por exemplo, rejeitaram a ideia de ensino geométrico não euclidiano, classificando-o como 'folclore' (RDB, 2024, p. 12), um dado revelador sobre a colonialidade internalizada (Mignolo, 2017). O processo resultou, assim, em 10 professores para a Amostra I (registro em Diário de Campo).

O Diagrama 4 sintetiza o fluxo decisório de escolha da Amostra I:



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essa amostra (n = 10) manteve a representatividade proporcional das redes de ensino (federal, estadual, municipal): sete professores (70%) da rede estadual (E.E.: GM3, Eurico G. Dutra e Francisca Mendes); um (10%) da rede federal (IFAM); e dois (20%) da rede municipal (E.M. Fábio Lucena). O perfil médio dos participantes era de 39 anos e 11 anos de atuação média em escolas da região (RDB, 2024).

Tal amostragem consolidou-se como um coletivo fronteiriço (Mignolo, 2017), apto a responder ao questionário de diagnóstico (Apêndice D). Essa etapa foi fundamental para a seleção estratégica da Amostra II (Seção 3.2.3), que viria a constituir o grupo de participantes efetivos da pesquisa, conforme os critérios estabelecidos na próxima subseção.

### 3.2.3. Amostra II de participantes da pesquisa

Assim como na subseção anterior, nesta se detalha o processo de recrutamento estratégico da Amostra II. Contudo, diferentemente da Amostra I, os professores elegidos passaram a integrar, efetivamente, o *rol* de participantes, atuando no grupo colaborativo



comprometido com a proposta de descolonização da formação e do ensino de GE por meio dos EA, e na operacionalização do diálogo crítico entre geometrias espaciais locais e saberes para ensiná-la.

A Amostra II foi constituída por três professores de matemática da rede pública de Eirunepé-AM, selecionados mediante amostragem intencionalmente estratificada da Amostra I (subseção 3.2.2). A estratificação considerou: distribuição por rede (representatividade, heterogeneidade e nível de ensino): dois estaduais, um federal; experiência em Educação Básica/Matemática ( $\geq 5$  anos); e atuação efetiva em níveis críticos de ensino (EFII e EM).

Os critérios de elegibilidade para a composição da Amostra II (organizados e detalhados no Quadro 7) foram aplicados em duas etapas: pré-seleção por nível de ensino (distribuição proporcional no EF I, EF II e EM) e análise das respostas ao questionário de diagnóstico (Apêndice D). Essa etapa visava selecionar professores com formação, experiência e vínculo institucional estável, engajados na construção de conhecimentos geométricos decoloniais. Buscava-se, com isso, assegurar a representatividade institucional das redes públicas locais; a expertise pedagógica para negociar saberes matemáticos; e o compromisso ético na articulação de geometrias locais e saberes escolares a partir de um território epistemológico definido.

CATEGORIA	CRITÉRIO	OPERACIONALIZAÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO
INCLUSÃO	I. Atuação em etapas-alvo: 4º ano EF I; 8º ano EF II; e 2º ano EM	Declaração de lotação	Foco em etapas-chave da BNCC (Brasil, 2018)
	II. Tempo de carreira: entre 5 e 15 anos	<i>Registro profissional (órgão de classe)</i>	O limite de 5 a 15 anos visa evitar a fossilização pedagógica (Nóvoa, 2017), <i>equilibrando experiência e abertura a novas práticas</i>
	III. Vínculo institucional contínuo	Contrato válido durante todo o período da pesquisa	Para assegurar acompanhamento longitudinal (Yin, 2016)
EXCLUSÃO	I. Exercício de tripla jornada de trabalho	Relatos no questionário e registro no diário de campo	<i>Critério para evitar sobrecarga dos participantes</i> (Res. CNS 510/2016)
	II. Resistência a metodologias inovadoras	Aplicação de entrevista semiestruturada (Apêndice C) com roteiro voltado à identificar práticas e concepções.	Para garantir potencial adesão à <i>metodologia EA</i> (Ponte, 2005)



	III. Experiência prévia com a metodologia EA	Declaração em histórico profissional <i>ou</i> autorrelato	Para prevenir viés de familiaridade (Gil, 2017)
--	--	--	---

**Quadro 7** - Critérios de elegibilidade para a Amostra II  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

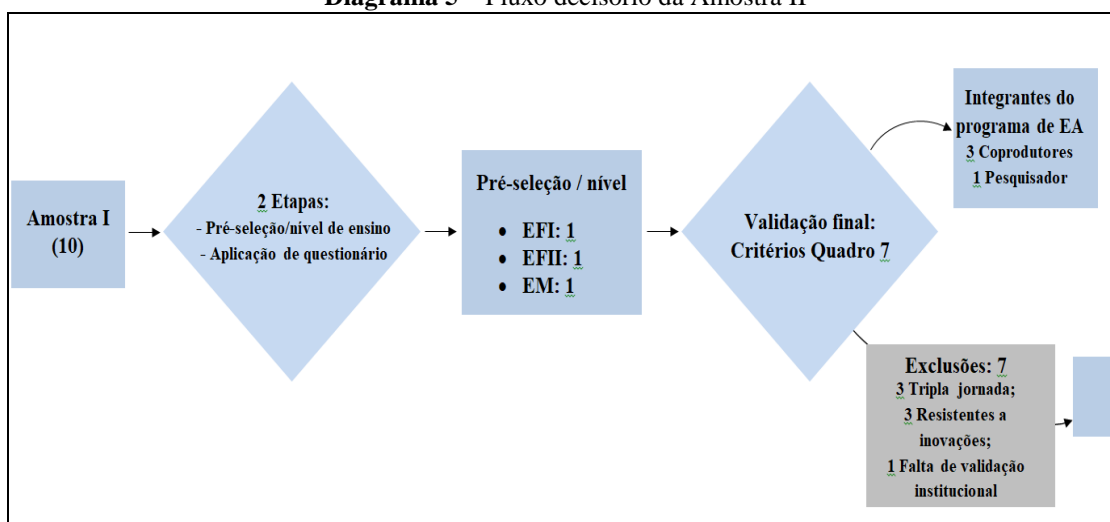
A fundamentação dos critérios do Quadro 6 apoia-se em concepções sobre saberes tradicionais (D'Ambrosio, 2018a), saberes geométricos enraizados (Hall, 2020), ecologia de saberes, corresponsabilidade epistêmica e epistemicídio (Santos, 2009). Tais concepções corroboraram a opção por professores que, por meio de sua inserção no programa formativo de EA de GE, demonstrassem capacidade de tensionar estruturas curriculares colonialmente arraigadas.

Os processos de abordagem que culminaram na verificação desses critérios incluíram: contato institucional via SEMED/SEDUC; reuniões explanatórias nas escolas; assinatura do TCLE (Apêndice A); e entrevistas semiestruturadas (Apêndice C).

Dos 20 potenciais participantes, cinco foram excluídos durante a triagem documental (dois por ocuparem cargos de gestão; três por vínculos empregatícios precários). Dos 15 elegíveis, cinco recusaram-se a participar. Essas recusas revelaram resistências à desestabilização de hierarquias curriculares – por exemplo, rejeitaram a ideia de ensino geométrico não euclidiano, classificando-o como 'folclore' (RDB, 2024, p. 12), o que constitui um dado revelador sobre a colonialidade internalizada (Mignolo, 2017).

O processo resultou, assim, em 10 professores para a Amostra I (registro em Diário de Campo). O Diagrama 4 sintetiza o fluxo decisório para a escolha da Amostra I.

**Diagrama 5** – Fluxo decisório da Amostra II



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Na seleção para a Amostra II, foram excluídos sete dos 10 professores da Amostra I (70% do total): três por tripla jornada; três por resistência à metodologia inovadora da pesquisa; e um por falta de validação institucional (com confirmação da descontinuidade contratual). Permaneceram, portanto, três professores, os quais formaram a Amostra II (correspondendo a 15% da Amostra I): um do sexo masculino e dois do feminino, com perfil médio de 38 anos e 10 anos de atuação em escolas do contexto regional (Apêndice D). Esses participantes foram selecionados intencionalmente, com distribuição estratégica por nível de ensino: dois do 8º ano do EF II e 1 do 2º ano do EM. Essa configuração garantiu representatividade nos ciclos educacionais críticos para o planejamento, a elaboração, a aplicação e a análise dos EA de GE contextualizados, em conformidade com as etapas-chave de ensino da BNCC.

Na presente pesquisa, esses participantes foram designados pela sigla PCPn, recebendo os códigos de anonimato PCP1, PCP2 e PCP3. A menção ao pesquisador foi codificada como PPF. Considerando a possibilidade de desistência ou indisponibilidade de algum participante, solicitou-se no TCLE o consentimento prévio de todo o grupo para subsidiar uma eventual substituição (em que pesem os critérios de exclusão já estabelecidos). Para tal hipótese, reservaram-se os códigos PCP4 e PCP5.

O grupo de professores que protagonizou esta pesquisa é especial não apenas pela trajetória individual, mas pela coragem coletiva de subverter a própria prática. Selecionados em meio aos desafios estruturais da Amazônia, esses educadores transcenderam o papel de meros executores do currículo para se tornarem autores de uma geometria viva, ancorada no chão de Eirunepé. Ao exporem suas dúvidas, coconstruírem saberes com os alunos e ressignificarem o erro como motor da descoberta, eles não participaram de uma formação; eles a inventaram, consolidando-se como uma comunidade de prática verdadeiramente singular e transformadora.

Por fim, foi necessário estabelecer critérios para a seleção dos estudantes, que figurariam como peças-chave da investigação, auxiliando na geração de insumos para discussões colaborativas entre os PCP e o PP e, conseqüentemente, na produção e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas. Os critérios de seleção dos alunos – priorizando-se disponibilidade, diversidade socioeconômica e engajamento nas atividades de EA de GE – serão detalhados na próxima subseção (3.2.4).

### **3.2.4. Amostra de alunos da pesquisa**



Esta subseção detalha a composição do grupo de alunos, participantes centrais na negociação de saberes e práticas pedagógicas necessários ao ensino geométrico espacial. O recrutamento desses colaboradores seguiu dois princípios orientadores: a) vinculação orgânica às turmas dos professores da Amostra II (Seção 3.2.3), assegurando contextualização pedagógica real (Yin, 2016); e b) coparticipação ativa na produção de dados sobre geometrias espaciais locais, mediante engajamento nas tarefas investigativo-exploratórias.

O grupo final de participantes (n = 96) emergiu de um processo em 5 etapas, conforme Quadro 8:

ETAPA	AÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO
1. Sensibilização dialógica	Oficinas cocriativas com professores e alunos para mapear geometrias no contexto local urbano (ex.: geometrias presentes em feiras, arquitetura de palafitas urbanas).	Valorização de saberes comunitários (Mignolo, 2017).
2. Formalização ética	Obtenção de autorização: para alunos, TALE adaptado (Anexo B); por responsáveis, TCLE mediante visitas domiciliares (Anexo A).	Proteção de vulneráveis e respeito à diversidade (Res. CNS 510/2016).
3. Cocriação de tarefas	Elaboração colaborativa de 4 tarefas investigativas, priorizando territórios periféricos urbanos (ex.: "geometria espacial do lugar" no 8º ano EF II)	Prevenção de epistemicídio (Santos, 2009).
4. Aplicação das EA	Implementação longitudinal (março/2024 a junho/2025) com registro audiovisual de representações espaciais e produtos materiais.	Triangulação de dados para robustez analítica (Yin, 2016).
5. Reaplicação crítica	Redesenho de tarefas com base em <i>feedbacks</i> estudantis.	Corresponsabilidade epistêmica na produção do conhecimento (Santos, 2009).

**Quadro 8** – Processo de constituição da Amostra  
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Todos os 96 alunos estavam vinculados ao contexto escolar urbano de Eirunepé-AM, com a seguinte distribuição: gênero: 54,2% meninas (n = 52) e 45,8% meninos (n = 44); autodeclaração étnico-racial: 88% autodeclarados não indígenas, 12% indígenas urbanos (*Kulina, Kanamari*); localização: zona urbana central (46%), periferias (54%). A opção por alunos urbanos decorreu da acessibilidade logística e do foco em geometrias da malha urbana (ex.: padrões arquitetônicos, espaços de praças, topografia de igarapés urbanos), sem prejuízo da valorização de saberes locais.



A elegibilidade da Amostra foi condicionada aos critérios postos no Quadro 9, abaixo:

CATEGORIA	CRITÉRIO	OPERACIONALIZAÇÃO	FUNDAMENTAÇÃO
INCLUSÃO	1. Manifestação de saberes urbanos locais.	Identificação, em grupo focal e diários de experiência, de repertórios e narrativas referentes à geometria do espaço urbano local.	Para orientar a investigação para a valorização de saberes da periferia urbana, contra o epistemicídio (Santos, 2009).
	2. Frequência mínima de 80% nas atividades.	Contabilização da presença e participação ativa por meio de fichas de registro e diário de campo.	Para assegurar a densidade narrativa e a continuidade necessárias a um estudo de caso (Yin, 2016).
EXCLUSÃO	1. Recusa ou não assinatura do Termo de Assentimento (TALE).	Desistência formal ou não devolução do documento assinado.	Respeito à autonomia e ao caráter voluntário da participação em pesquisas (Res. CNS 510/2016).
	2. Ausência não justificada em mais de 20% das atividades.	Verificação nos registros escolares e de frequência da pesquisa.	Para evitar o viés de descontinuidade na coleta de dados (Gil, 2017).

**Quadro 9** – Critérios de Inclusão/Exclusão  
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Para além da participação nas tarefas, os alunos atuaram como validadores culturais por meio de três mecanismos: a) grupos focais pós-tarefa mediados por mestres do saber local (como serradores, madeireiros, carpinteiros e marceneiros); b) exposições comunitárias em espaços urbanos; e c) diários visuais com registros multimodais, que incluíam fotografias, anotações em caderno, diários de bordo e registros feitos nas próprias tarefas.

Esses mecanismos geraram registros das conjecturas sobre a geometria do lugar, das estratégias de raciocínio espacial e dos significados matemáticos vinculados ao território urbano, os quais constituíram a base empírica para investigar a ressignificação de saberes e práticas pedagógicas vivenciadas pelos participantes. Diante dessa complexidade empírica, tornou-se imperativo elencar os riscos, desconfortos, eventuais danos e benefícios da pesquisa, aspecto que será detalhado na subseção seguinte.

### 3.2.5. Riscos, desconfortos, danos e benefícios da pesquisa

Destacamos, agora, os riscos, desconfortos, danos e benefícios da pesquisa. São ocorrências possíveis que poderiam afetar ou mesmo beneficiar participantes, alunos e comunidade. Nesse sentido, essas eventualidades foram refletidas de tal modo que tanto



participantes quanto alunos, assim como o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), e eventuais leitores, tenham ciência das condições, consequências e contribuições deste processo investigativo.

### **3.2.5.1. Eventuais riscos, desconfortos, danos aos participantes**

Os riscos, desconfortos e danos calculados — aos quais os participantes poderiam ficar expostos — foram mínimos, porém existentes. Entretanto, considerando a resolução nº 510 de 07 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), era possível que alguns desses eventos (riscos, desconfortos e danos) se manifestassem, especialmente, na forma de: constrangimentos; timidez; nervosismo; invasão de privacidade; irritabilidade; incômodo; alteração de autoestima; estresse; aborrecimento; estigmatização; discriminação; evocação de memórias; vitimização; tentativa de romantizar saberes locais; dificuldades de traduzir conceitos cosmológicos para a linguagem acadêmica ocidental sem os esvaziar de significado; tomada de consciência e surpresa sobre determinados saberes e práticas pedagógicas; quebra de sigilo e confidencialidade; anulação de anonimato; exposição a situações vexatórias; desgastes de relações interpessoais no programa formativo de EA de GE; brigas, picuinhas e rixas alimentadas por discussões e reflexões; exposição de terceiros; imprecisão na divulgação dos resultados e outros.

No entanto, conforme expomos na próxima subseção, algumas providências foram tomadas para mitigar esses eventuais efeitos adversos.

### **3.2.5.2. Medidas de prevenção ou minimização de riscos, desconfortos e danos**

Em face dos riscos, desconfortos e danos elencados, algumas medidas de prevenção foram tomadas para mitigá-los, dentre as quais destacamos: informes aos participantes das condições da pesquisa, preparando-os para eventuais ocorrências; mediações de conflitos em face de reflexões e discussões coletivas; agenciamento de dinâmicas que promovessem respeito à diversidade de ideias do programa formativo de EA de GE; selo e cuidado com o anonimato das fontes e com o sigilo dos dados; restrição total de acesso a arquivos físicos e eletrônicos; elaboração de perguntas objetivas; busca por ambientes acolhedores e privativos na aplicação dos instrumentos e procedimentos de pesquisa; atenção aos sinais verbais e não verbais de desconforto; avisos sobre a liberdade de interromper a participação e recusar responder perguntas; utilização de nomes fictícios e/ou outras formas de manutenção do



anonimato; garantia de confidencialidade e privacidade; proteção da imagem da pessoa e evitar a estigmatização; garantia de não utilização de informações em prejuízo às pessoas ou à comunidade; não exposição de imagens que possibilitassem a identificação; não identificação de instituições (sem autorização), participantes e alunos.

Nesse sentido, foi descartada qualquer possibilidade de prejuízos à integridade física de participantes e alunos, já que não foram submetidos a experimentos laboratoriais. Ressalta-se que tais cuidados se ampliaram à medida que a pesquisa foi avançando.

Para garantir a implementação das medidas de prevenção descritas, bem como a viabilidade técnica e logística da pesquisa, foram alocados recursos específicos, conforme detalhado no Orçamento da Pesquisa (Anexo E). Contudo, foram vislumbrados benefícios, os quais serão elucidados na sequência do texto.

### **3.2.5.3. Eventuais benefícios aos participantes**

Apesar da possibilidade de ocorrências, tínhamos a expectativa de que alguns benefícios pudessem superar tais riscos, desconfortos e danos que a pesquisa viesse a ocasionar. Isso porque ela foi concebida e se mostrou de grande relevância à comunidade educacional, tanto do lugar quanto de outras regiões. Sobretudo, por se tratar de um caso que contribuiu para a produção de conhecimentos, lançando luzes sobre uma promissora categoria de formação docente contínua, bem como para a construção de um leque de possibilidades para a elaboração e para a constituição de propostas investigativo-exploratórias de GE.

Além do mais, a pesquisa trouxe para o foco de debate os saberes e as práticas pedagógicas produzidos, mobilizados e ressignificados no programa formativo de EA de GE. Saberes e práticas estes que se manifestaram na forma de: a) desenvolvimento de metodologias específicas; b) conhecimento da realidade local para desenvolvimento de ações de ensino; c) descoberta de procedimentos benéficos à educação matemática do lugar; d) compreensão de como esses alunos pensam, fazem conjecturas, interagem, refletem e raciocinam; e) práticas pedagógicas inovadoras e situadas; f) desenvolvimento de novas habilidades; g) evidências para apoiar a incorporação de ações educativas inovadoras; h) ampliação de estratégias de ensino e aprendizagem de GE; e i) desenvolvimento de material didático pedagógico de GE para a comunidade educacional, sobretudo do lugar.

Assim, o objetivo central não era a produção de generalizações, mas de *insights* profundos que, pelas similaridades identificadas, possam ser transferidos e adaptados a outros contextos educacionais. Contudo, o potencial de replicabilidade dos resultados está



condicionado à análise das particularidades de cada contexto, o que não reduz a relevância ou o valor científico das contribuições geradas.

Tendo sido assim estabelecidos os fundamentos éticos que nortearam a investigação, bem como os cuidados com os participantes e alunos que dela fizeram parte, torna-se agora imperioso detalhar a arquitetura metodológica que permitiu a geração e análise da base empírica mencionada. Passa-se, portanto, à justificativa e caracterização do método qualitativo que viabilizou a pesquisa.

### **3.3. Justificativa metodológica e caracterização do método qualitativo**

Esta seção justifica e caracteriza o método qualitativo adotado, com foco na investigação do programa formativo de EA de GE em Eirunepé (AM) – assim como sua natureza dialógica – onde se articulou saberes e práticas pedagógicas para ensinar conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial numa perspectiva situada. Para tanto, detalhamos as opções metodológicas em quatro dimensões: método de procedimento da pesquisa (3.3.2), a pesquisa quanto aos meios (3.3.3), quanto à abordagem (3.3.4) e quanto aos fins (3.3.5), fundamentando o rigor científico e o compromisso de uma formação docente que se mostrou com um viés decolonial, mas que se fundamentou em EA de GE.

#### **3.3.1. Justificativa do método qualitativo: Estudo de Caso**

Nesta seção, justificamos a escolha do método de pesquisa. Nesse aspecto, o desafio era construir uma argumentação sólida para explicar o caminho metodológico adotado com o propósito de capturar as nuances de um programa de formação docente continuada inovador, em Eirunepé (AM) – território marcado por tensões entre saberes locais, um ‘não’ ensino de geometria espacial e um currículo colonial – sem simplificar sua complexidade.

Para isso, não bastava um método de descrição superficial. Precisávamos de uma abordagem que nos permitisse: mergulhar profundamente na complexidade do programa formativo de EA de geometria espacial; conversar com as contradições educacionais locais; e gerar saberes docentes a partir do chão da realidade, não de teorias distantes, mas que fosse representativo a outros casos de igual natureza e similaridade.

Foi nesse cruzamento de exigências que o Estudo de Caso qualitativo se revelou não apenas adequado, mas politicamente incontornável. Escolhemos esse método porque ele nos



permitiu: mergulhar a fundo na realidade única da formação docente em geometria espacial com EA em Eirunepé; capturar a riqueza epistêmica do contexto educacional local; promover um diálogo constante entre dados, teoria e interpretação; e gerar conhecimentos ancorados em dinâmicas de ensino que incorporam saberes do território. Ao privilegiar aspectos e interpretações situadas, este método opera como ferramenta de desobediência epistêmica (Mignolo, 2017), concebendo inovações formativas, ao mesmo tempo em que questiona modelos universais de formação docente.

Nesse sentido, a profundidade contextual inerente ao Estudo de Caso converte-se em ato de desobediência epistêmica: é antídoto necessário à abstração formativa e curricular aqui denunciada. Enquanto a BNCC opera por generalizações que desterritorializam saberes, nosso método capturou saberes e práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas e ressignificadas mediante um programa formativo de EA que foi se moldando, durante a pesquisa, às geometrias espaciais da malha urbana de Eirunepé (AM).

Esta imersão não apenas expõe as contradições entre currículo oficial, formação docente hegemônica e sistemas de conhecimento local, mas as confronta ativamente através de uma epistemologia fincada no chão. Assim, o método revelou-se eticamente incontornável: converteu a crítica ao apagamento de saberes em alternativas pedagógicas enraizadas. Centrado nas materialidades e subjetividades locais, efetivou-se como *práxis* – um ato de resistência contra a colonialidade do saber.

Agora que justificamos a escolha desta opção metodológica (Estudo de Caso), a seção 3.3.2 aborda o método de procedimento da pesquisa.

### 3.3.2. O método de procedimento da pesquisa

Nesta subseção, apresentamos o método de procedimento da pesquisa, de modo a indicar uma trincheira epistemológica para capturar, em profundidade e tempo, as tessituras entre EA, geometria espacial e formação docente em Eirunepé (AM).

Nesse sentido – para desenvolver satisfatoriamente os objetivos e as hipóteses e, assim, aproximar-se da resposta à questão central – a pesquisa adotou como método de procedimento, o método **monográfico de *Le Play*** (Brasileiro, 2022), onde é defendida a ideia de que: “[...], por meio de um estudo de caso em profundidade, pode-se considerá-lo representativo de vários outros casos de igual natureza e semelhança” (Ibid., p. 75).

Este método de procedimento figurou como antídoto para um estudo longitudinal (14



meses) do programa formativo de EA de GE em Eirunepé (AM), compreendido como unidade social complexa (Yin, 2016). Esta opção justifica-se por seu potencial de imersão nas dinâmicas locais entre EA, geometria espacial situada e formação docente continuada, convertendo-se em ferramenta de desobediência epistêmica contra pesquisas não situadas, que não capturam elementos verdadeiramente inerentes à unidade social pesquisada.

Operacionalizamos o método através de: (a) 20 entrevistas semiestruturadas com docentes; (b) aplicação de 10 questionários; (c) vivência formativa contínua com 03 participantes; (d) observação participante em 18 encontros formativos (c); (e) análise de 5 planos de aula; (f) 10 sessões de devolutiva dialógica para validação colaborativa; e g) análise de registros audiovisuais multimodais (áudio-gravações, fotografias, anotações em diários de bordo, tarefas).

Todos os procedimentos centraram-se nas vozes de participantes sobre formação e construção de saberes e práticas pedagógicas para ensinar geometria com base em elementos do território. Esses instrumentos, ao priorizarem narrativas e saberes territoriais, converteram a coleta de dados em ato político contra hierarquias cognitivas colonialistas. O foco na singularidade do caso – investigando como ocorre a formação continuada de professores de matemática em um programa de EA com exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial – viabilizou transferibilidade analítica (Yin, 2015) para contextos amazônicos similares, sem reproduzir a lógica colonial de formação docente generalizada.

Assim, a imersão monográfica nas especificidades únicas do caso – articulando EA, geometria espacial situada e formação docente continuada – efetivou-se como estratégia de produção de conhecimento.

Na subseção indicamos a pesquisa quanto aos meios.

### **3.3.3. A pesquisa quanto aos meios**

A eficácia de um método de pesquisa depende da coerência entre seus fundamentos, seu desenho e operacionalização de procedimentos e instrumentos. Assim, esta subseção dedica-se a detalhar e criticar os meios eleitos para esta pesquisa. O objetivo é explicitar o papel de cada um na tessitura dos dados produzidos, evidenciando sua relação com o compromisso de escuta e formação docente em GE que a fundamenta.

Nesse sentido, adotamos como meio: o Estudo de Caso, concebido como método de escuta numa perspectiva bastante localizada. Esta escolha fundamenta-se não pela busca de



generalizações abstratas, mas pelo potencial de centrar em narrativas situadas sobre saberes docentes produzidos, mobilizados e ressignificados em um programa formativo de EA de GE fincado no território educacional de Eirunepé. Cada procedimento – entrevista, questionário, planejamento, reunião, aula exploratória, registro audiovisual e ferramenta analítica – foi idealizado e operado como ato intencional de revelar as nuances de um programa formativo que viria revelar camadas de saberes e práticas pedagógicas para ensinar GE, historicamente, silenciadas.

A “escuta situada” dos participantes e alunos transcendeu a mera construção passiva de dados, constituindo-se num processo bastante dialógico. Eis os meios procedimentais e instrumentais constituídos para esse fim:

**1. Entrevistas Semiestruturadas (20):** Foram conduzidas em espaços significativos para professores (escolas, comunidade, ambientes naturais, ou via *WhatsApp*), utilizando gatilhos baseados em elementos geométricos espaciais concretos da malha urbana de Eirunepé e do entorno (ex.: “*como pranchas de madeiras empilhadas poderiam ser usadas para ensinar conceitos, contextos e aplicações de área e volume?*”). Isso permitiu selecionar potenciais participantes, mediante manifesto interesse, bem como orientar saberes e práticas pedagógicas vinculadas ao território, evitando a colonização dos EA de GE por enquadramentos teóricos prévios. O instrumento que viabilizou tal procedimento foi:

**1.1 Roteiro de entrevista semiestruturada (20):** Empregado para mapear eventuais participantes e aprofundar temas específicos relacionados ao objeto de pesquisa. A abordagem semiestruturada permitiu a flexibilidade para explorar respostas inesperadas, mantendo o foco nos tópicos pré-definidos (Manzini, 2004). Seu uso demandou planejamento prévio e rigor ético na condução das interações.

**2. Aplicação de questionários (10):** Foram aplicados a um *corpus* reduzido de professores mapeados nas entrevistas iniciais, em espaços significativos ou virtualmente (*e-mail*). Com perguntas abertas e fechadas, algumas elaboradas para abstrair saberes a serem trabalhados nos EA de GE e que são tácitos do território (ex.: “*quais elementos do contexto local podem ser identificados como objetos da geometria espacial, e que podem servir de base para uma abordagem de ensino situada?*”). A análise triangulada dos dados articulados com as entrevistas permitiu a consolidação do grupo de participantes efetivos da pesquisa. O instrumento que auxiliou tal procedimento foi:

**2.1 Questionário:** Além de ajudar a caracterizar o perfil de participantes efetivos (informações pessoais, formativas e profissionais) e mapear percepções iniciais sobre saberes



disciplinares, curriculares, tecnológicos, didáticos, pedagógicos e outros, mostrou-se eficaz para levantar opiniões e situações vivenciadas em larga escala (Gil, 2011) (*ex.: dificuldades de acesso às TICs em regiões remotas*).

**3. Observação participante (18 encontros):** Este procedimento exerceu um papel ativo e contínuo, possibilitando-nos mediar e coproduzir saberes durante as atividades formativas. O foco das observações foi direcionado não apenas aos saberes explicitamente verbalizados, mas, sobretudo, aos não-ditos: manifestos em gestos, expressões faciais e corporais, bem como em empreendimentos pedagógicos em resposta ao contexto imediato. (*ex.: uso de materiais inerentes ao contexto para construir formas geométricas espaciais*). Adicionalmente, a observação buscou capturar as tensões emergentes entre o currículo prescrito, a formação docente situada e as práticas efetivas observadas no chão da sala de aula e no contexto urbano de Eirunepé. Nesse suporte, foram utilizados os seguintes instrumentos:

**3.1. Diário de Bordo (DBP, 2024-2025):** Utilizado para registrar impressões, contextos, eventos, expressões verbais em *off*, comportamentos não-verbais e hábitos observados. Este instrumento foi crucial para capturar nuances e sutilezas do campo de estudo que escapavam aos registros audiovisuais, servindo como base para as análises posteriores.

**3.2. Equipamentos de registros multimídia: áudio, vídeo e fotografia (RM4, 2024-2025):** Utilizados para documentar a totalidade das atividades, incluindo a produção de materiais didáticos e intervenções pedagógicas. Esses registros, no contexto das observações, foram essenciais à extração das Unidades de Análise (UA), pois permitiram a captura fiel de interações complexas, entonações de voz, expressões faciais e elementos contextuais, incorporando dados contextuais e não textuais (Rios, Costa e Mendes, 2016).

**4. Devolutivas dialógicas (RM6, 2025):** Este procedimento foi crucial à validação colaborativa e ao aprofundamento das escutas situadas. Transcrições e interpretações preliminares eram socializadas com participantes, que as comentavam, corrigiam, contextualizavam, ampliavam e as conectavam com outras experiências territoriais. Este ciclo iterativo garantiu que as vozes de alunos e participantes não fossem distorcidas ou simplificadas na análise, efetivando o desocultamento de modo coletivo com eles, não sobre eles. Nisto, foram utilizados os mesmos instrumentos de 3.1 e 3.2, com finalidade análoga.

**5. Registros Multimodais (RM):** A análise focou em identificar como saberes e práticas, vinculados ao território (rios, construções, paisagens, práticas culturais), eram ressignificados como recursos formativos e pedagógicos para ensinar Geometria



Espacial. Fotografias de interações docentes e de aulas de campo, registros de tarefas produzidas por alunos e anotações em diários de bordo foram analisadas não apenas pelo conteúdo explícito, mas pelos saberes implícitos revelados na interação com os envolvidos. Para sustentar tecnicamente esta etapa analítica, foram mobilizados os seguintes instrumentos:

**5.1. Câmera de Áudio e Vídeo (RM4, 2024-2025):** Empregada para registrar o processo de produção de conteúdos didáticos, as interações docentes e os resultados dos alunos diante das tarefas. As fotografias conseguidas mobilizaram o tratamento e a preparação de muitas Unidades de Análise (UA), viabilizando o registro preciso e rico de trabalhos colaborativos realizados *in loco*. Esses registros iconográficos acrescentaram profundidade à investigação ao capturar elementos não textuais, como cenários, materiais utilizados, recortes de resultados das atividades, tarefas, expressões corporais e gestos.

**5.2. Tarefas investigativo-exploratórias (RM5, 2024-2025):** Desenvolvidas para fomentar a investigação por meio da prática pedagógica junto a alunos. Estas tarefas serviram como catalisadoras para reflexões, discussões e problematizações em torno do ensino de GE situado, gerando dados concretos para a produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas, assim como à pesquisa.

**5.3 Software MAXQDA (versão de teste gratuito):** Empregado para organizar o corpus e dar suporte ao processo analítico. Ressalta-se que seu papel foi estritamente instrumental, cabendo ao PP a atribuição exclusiva de todas as interpretações e inferências. Sua função principal foi operar como um laboratório digital, viabilizando o manejo, o acesso sistemático e o cruzamento dos dados qualitativos – em particular, das transcrições de áudio e vídeo que documentam a ressignificação dos saberes docentes numa perspectiva situada. O *software* deu suporte à estratégia de “categorização sensível”, evitando uma codificação rígida. Isso porque, apesar de partirmos de códigos ancorados no referencial teórico, flexibilizamos o processo para priorizar categorias insurgentes e implícitas nas UR (*ex.: ‘cubagem da madeira’ revelou como saberes locais pode modelar o saber para ensinar conceitos de área e volume*).

**5.4. Diário de Bordo (DBP, 2024-2025):** Utilizado com as mesmas finalidades e características descritas no item 3.1. Serviu como uma ferramenta crucial para as reflexões e contextualizações nas análises (Kastrup, 2012; Weber, 2009).

Todavia, vale ressaltar que a análise foi majoritariamente conduzida de forma manual em decorrência da limitação de acesso a uma licença permanente, restringindo o uso a versões de teste gratuito (*free trial*), obtidas em quatro períodos distintos de 14 a 30 dias.



Dessa forma, o *software* serviu como auxiliar preciso, mas em etapas específicas de organização e codificação inicial.

Todos os procedimentos e instrumentos aqui descritos estão previstos pelo método científico que orientou a pesquisa, tornando-se fundamentais à construção dos dados. Sua operacionalização deu-se após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), sob o protocolo CAAE: 77520524.3.0000.8119. O consentimento livre e esclarecido de todos os envolvidos foi obtido desde a fase de cocriação do ambiente colaborativo, através da assinatura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Estes termos foram elaborados de acordo com as normas e diretrizes instituídas nas Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Para garantir o anonimato dos participantes, foram adotadas as seguintes estratégias: utilização de nomes fictícios (pseudônimos), codificação de identificação e ocultação de rostos em imagens. Esses identificadores são utilizados em todas as referências a participantes, bem como na atribuição de suas falas, discursos e narrativas. Além disso, todos os envolvidos foram previamente informados sobre as premissas de confidencialidade, anonimato e sigilo, assim como dos objetivos da pesquisa, dos métodos utilizados, dos potenciais riscos e benefícios, e do direito de interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer penalidade. Como parte deste compromisso ético, assumimos o compromisso de devolutiva e comunicação dos resultados finais à comunidade.

Em síntese, foram estes instrumentos e procedimentos metodológicos – cada um com sua complexidade específica de manejo – que viabilizaram as escutas e a captura sensível dos dados da pesquisa. Eles constituíram o caminho prático e analítico que permitiu navegar e dar sentido ao percurso investigativo, transformando as interações do programa formativo de EA de GE em conhecimento sistemático e fundamentado.

Contudo, reconhecemos que esse processo de ‘captura e escuta’ enfrentou desafios. A imersão prolongada (14 meses) foi essencial para construir confiança e superar barreiras iniciais, como o receio de participantes em expor críticas ao currículo hegemônico, à formação docente descontextualizada e aos saberes e práticas pedagógicas incorporadas. A observação participante e as devolutivas foram capitais na captura de dimensões não discursivas do conhecimento. Este processo exigiu dos pesquisadores constante reflexividade crítica, questionando vieses e tentações de enquadrar a realidade local em categorias acadêmicas externas.



O Estudo de Caso, enquanto meio metodológico, articulou um conjunto diversificado de procedimentos e instrumentos voltado à ‘escuta’. Esta articulação converteu-se numa potente máquina de desocultamento de um programa formativo de EA que foi incorporando saberes geométricos enraizados às práticas pedagógicas dos envolvidos.

As entrevistas revelaram críticas docentes à formação e ao currículo hegemônico; as observações revelaram práticas pedagógicas que ressignificam o ensino da geometria espacial a partir do território; as devolutivas validaram e aprofundaram essas descobertas, co-construindo interpretações; a análise multimodal evidenciou a materialidade dos saberes e das práticas pedagógicas ressignificadas; e o uso reflexivo do *software MAXQDA (free trial)* permitiu organizar e visualizar a riqueza desses saberes e práticas sem esvaziá-los de contexto. Assim, cada meio operou como trincheira na luta contra a hegemonia dos modelos de formação e ensino tradicionais, fazendo emergir, a partir de vozes e práticas pedagógicas, uma formação em ensino de GE fortemente enraizada em Eirunepé e na Amazônia.

Nesse aspecto, o interesse recaiu em compreender as tensões entre formação para ensinar geometria espacial hegemônica e saberes e práticas pedagógicas de profissionais que atuam na Amazônia, tomando o programa formativo de EA de GE como um microcosmo de insurgência. O caso funcionou não como modelo replicável, mas como lente reveladora de lutas cognitivas específicas: como professores convertem saberes geométricos locais em práticas pedagógicas descolonizadoras. Assim, rejeitamos extrair teorias universais, usando os EA para tecer descrições situadas, que afrontam colonialidade da formação e do currículo.

Assim, as demandas de análise, compreensão e descrição da pesquisa nos obrigaram a tecer esclarecimentos sobre as características do método e sua finalidade. Nossa abordagem insurgente redimensiona o próprio conceito de Estudo de Caso, entendido como "investigação empírica que estuda fenômenos em seu contexto real" (YIN, 2015, p. 32) – sendo que este 'contexto real' é assumido, em nossa perspectiva, como uma trincheira epistêmica. Trata-se, portanto, de um estudo de caso particular, que se debruça sobre uma unidade social complexa e bem delimitada – o programa formativo de EA de GE em Eirunepé –, visando conhecê-la em profundidade para desvendar o que há de essencial e singular nos processos de formação para ensinar geometrias numa perspectiva insurgente. Uma trincheira que, portanto, demandou um "[...] estudo profundo e exaustivo [...], de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento" (GIL, 2017, p. 37).

Neste caso, partimos de uma questão que nos levou à compreensão de um processo localizado de produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas



pedagógicas, gerado a partir de *insights* provocados pela imersão (STAKE, 2007; YIN, 2015) no etnoconhecimento geométrico espacial local. A investigação foi favorecida por dois fatores: primeiro, o fato de que questões críticas sobre o caso já estavam ancoradas em lutas por justiça cognitiva; e segundo, porque desenvolvemos instrumentos orientados (*ex.: tarefas investigativo-exploratórias com a GE do contexto*), procedimentos (*ex.: colaboração e cooperação comunitária*) e esquemas de codificação (*ex.: codificação dedutiva e indutiva sensível*), reformulados e usados como meios de construção e interpretação de dados.

Desse modo, as demandas de análise, compreensão e descrição da pesquisa nos obrigaram a tecer esclarecimentos sobre as características do método e sua finalidade. Nossa abordagem insurgente redimensiona o próprio conceito de Estudo de Caso, entendido como “investigação empírica que estuda fenômenos em seu contexto real” (Yin, 2015, p. 32) – sendo que este ‘contexto real’ é assumido, em nossa perspectiva, como uma trincheira epistêmica. Uma trincheira que, portanto, demandou um “[...] estudo profundo e exaustivo [...], de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2017, p. 37).

Um estudo de caso pode ser caracterizado de acordo como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade próprias (FONSECA, 2022, p. 34).

Nessas condições, o método – como prática de justiça cognitiva – caracteriza-se por assumir uma investigação situada, debruçando-se sobre o caso particular para desvendar o que há de essencial na formação para ensinar geometrias numa perspectiva insurgente. Esta particularidade gera lições epistemológicas transferíveis mediante ressignificação contextual: os padrões geométricos de palafitas de Eirunepé, por exemplo, convertem-se em referenciais críticos para leituras locais, sendo referência para descolonizar saberes em outros territórios periféricos, não como modelo copiável, mas como inspiração, possibilitando a descolonização de saberes e práticas pedagógicas para ensinar geometria espacial.

Embora, no passado, os Estudos de Caso tenham sido estigmatizados como meios de pesquisa não muito rigorosos, denotando conveniência apenas para estudos de natureza exploratória (Gil, 2017), atualmente, ele é um método considerado adequado, inclusive, para descrição de fenômenos contemporâneos situados, como no caso do programa formativo de EA de GE em Eirunepé-AM, onde os limites entre o fenômeno e contexto não estão claramente definidos (Yin, 2015), abrindo espaço para *insights*, em relação ao objeto, que se articulam exclusivamente com o cenário e os coprodutores de conhecimentos.



De todo modo, uma das nossas funções foi conferir um enfoque científico para este ‘estudo-piloto’ sobre um fenômeno social *in loco*, visando descrever e analisar os processos de formação, mobilização, complementação, ressignificação de saberes e práticas pedagógicas, numa situação de ensino e contexto bastante particular, e que ainda não haviam passado pelo crivo de uma pesquisa científica formal.

Esse aspecto advém de uma concepção Lewiniana, onde é destacado que fenômenos sociais não podem ser observados e problematizados do exterior, ou mesmo de um laboratório, de modo estático (GHEDIN e FRANCO, 2011). Assim, eventos e fenômenos que ocorrem no seio de uma aula de matemática – e que tendem a ajudar a produzir, mobilizar, complementar e ressignificar continuamente saberes e práticas pedagógicas - não teriam como ser captados com análises externa ou de situações não reais e específicas, dada a complexidade e as especificidades de cada cenário de ensino, aprendizagem e formação.

Contudo, a lida com os fatos/fenômenos isolados demandou rigor metodológico, olhar clínico (equilíbrio e capacidade de observação), tempo e moderação, elementos que limitaram nossa atuação no campo de pesquisa, mas que foram sendo superados. Essa superação perpassou, obrigatoriamente, algumas etapas básicas do Estudo de Caso: desenho (elaboração do plano de ação e instrumentos); condução (imersão de 14 meses com observação participante e devolutivas dialógicas); análise das evidências em função da problemática, dos objetivos e da questão de pesquisa; e escrita do caso estudado (Yin, 2015).

A seguir, buscamos detalhar os processos relacionados a essas quatro etapas básicas.

### **3.3.3.1 O desenho do caso em estudo**

De maneira geral, o desenho do caso configura-se como a essência das práxis político-epistemológica insurgente da pesquisa. Mais que um plano operacional, é a expressão material das decisões críticas construídas. Ele emerge do diálogo entre problemática, teorias e questão central, fruto de um processo dialético onde a hipótese inicial foi continuamente reformulada pelos saberes e práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas e ressignificadas no programa formativo de EA de GE, transcendendo validações binárias.

A partir desta formulação, os instrumentos e as técnicas de Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) foram ajustados para nos ajudar a: obter as Unidades de Análise (UA) e Unidades de Registro (UR); compreender e descrever as Unidades de Contexto (UC); interpretar e delinear as Unidades de Significado (US), Categorias (CA) e Subcategorias de



Análise (SCA). E, ao mesmo tempo, auxiliar em respostas às questões do chão do programa formativo de EA de GE: "como?", "quais?" "por quê?", "o que?".

A definição teórica, operacionalização e exemplos concretos das UA constam no Quadro 10, que serviu de guia prático para muitas das análises da pesquisa, como um todo.

UNIDADE ANALÍTICA	DEFINIÇÃO TEÓRICA (BARDIN, 2016)	OPERACIONALIZAÇÃO	EXEMPLO CONCRETO
UA (Unidades de Análise)	Partes significativas do material empírico (trechos de expressões verbais, textos, imagens, áudios e vídeos).	Seleção e construção de registros multimodais de: - Reuniões e planejamentos colaborativos; - Aulas exploratórias; - Produção de alunos; - Percepções de participantes; - Espaço geométrico territorial.	Recortes de vídeo ou fotografia da construção de poliedros com Buritizeiro /Malva.
UR (Unidades de Registro)	Recortes temáticos/conceituais do fluxo comunicativo (frases, depoimentos, gestos, registro de produção individual de alunos).	Vozes que mapeiam saberes: depoimentos georreferenciados	“os serradores chamam de cubagem o que a escola chama de volume” (UR-8).
UC (Unidades de Contexto)	Informações complementares sobre o contexto de produção dos dados	Recursos didáticos do etnoconhecimento geométrico eirunepeense.	Poliedro e corpos redondos de Buritizeiro/Malva, demonstrando objetos do contexto local como recursos didáticos.
US (Unidades de Significado)	Padrões interpretativos construídos a partir de similaridades entre UR/UC	Padrões etnoculturais insurgentes	Coberturas ‘ <i>takanice</i> ’ como poliedros (prismas/pirâmides)

**Quadro 10** – Definição e operacionalização das UA  
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

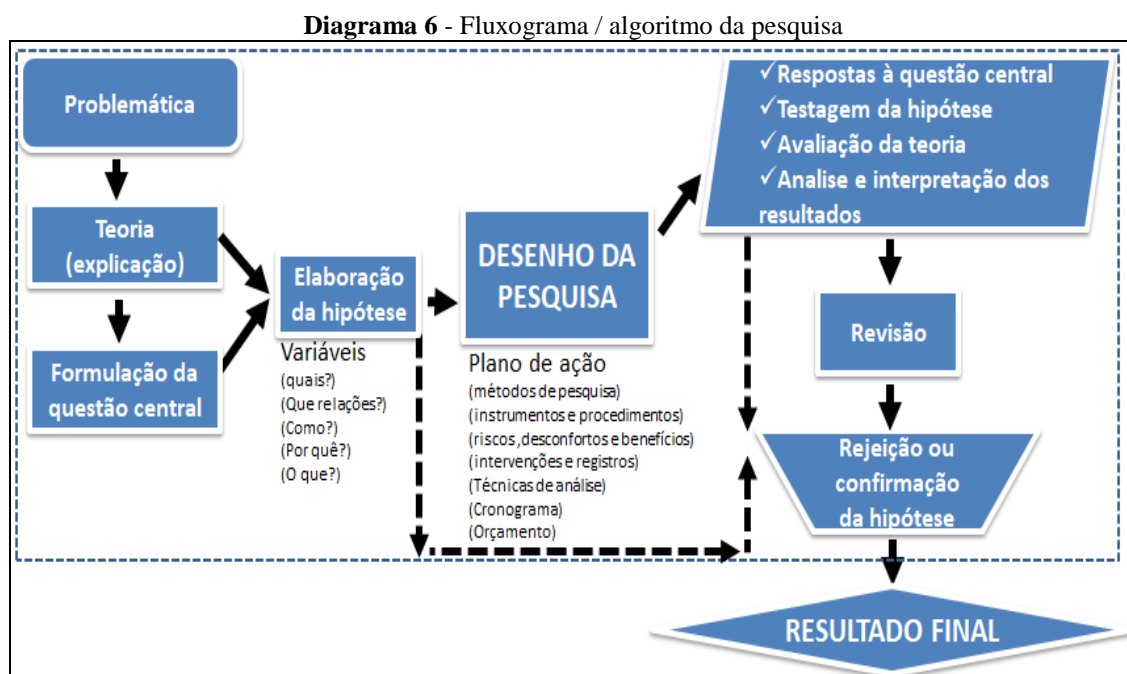
As Unidades de Análise (UA) se constituíram de dados considerados significativos (*ex.: material didático produzido com elementos do território*); as Unidades de Registro (UR), além de outros aspectos, revelaram conceitos insurgentes contidos nas UA (*ex.: ‘a cubagem da madeira é o que na escola a gente chama de volume do prisma’*); as Unidades de Contexto (UC), entre outras coisas, materializaram as práticas pedagógicas geradas e situadas (*ex.: prismas de tronco do buriti e de palitos de malva em substituição a modelos de acrílico*); e as Unidades de Significação (US) emergiram de ressignificações coletivas (*ex.: tecnoestruturas*



urbanas como recursos para aulas exploratórias de geometria espacial).

Essas e outras unidades emergiram, submergiram e, naturalmente, se transformaram ao longo do processo de busca por evidências e respostas à questão de pesquisa. Esse processo, assim como a testagem de hipóteses e o confronto com a literatura, auxiliou-nos a proceder à análise e interpretação dos resultados.

O papel central do desenho metodológico está ilustrado no Diagrama 6. O algoritmo nele representado detalha todo o processo investigativo, posicionando o Desenho da Pesquisa como o elo vital que conecta seus elementos basilares (problemática, teoria, questão central e hipótese) às análises realizadas e ao resultado final do processo investigatório.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Contudo, este desenho não é apenas sobre o caso em estudo, seu plano de ação e os elementos metodológicos que o compõem. Ele é, acima de tudo, sobre uma concepção de pesquisa que demandou cuidado e atenção aos detalhes, fazendo com que significações (US) obtidas não fossem motivadas nem influenciadas por paixões, muito menos pela ‘segurança’ de nossas concepções. Em sua forma mais simples, este desenho demonstra como as fontes de dados, articuladas e alinhadas ao contexto situado, orientaram decisões ancoradas no que se pode chamar de “infalibilidade regional”, onde saberes e práticas pedagógicas do território não são apenas 'ressignificados', eles resistem! E se firmam como base válida e fundamental à construção de novos conhecimentos.

Para compreender esse processo de condução, adentremos, nas linhas seguintes, nas



entranhas de sua operacionalização, na qual o algoritmo teórico do Diagrama 4 encontrou a “resistência” irreduzível da “prancha de Mulateiro 10x15”; a flexibilidade insurgente da “Tora do buriti”; e a verdade epistêmica da “cubagem da madeira”, elementos que, incorporados aos EA de GE, orientam saberes e práticas pedagógicas para ensinar GE no contexto da pesquisa.

### 3.3.3.2 Processo de condução do caso estudado

Nas palavras de um (a) participante, *PCP3*: “*a boa geometria nasce da observação e exploração do contexto, não apenas dos livros*” (DBP-2005). Adentremos, assim, no processo de condução do caso estudado, onde se articulou efetivamente teorias, saberes e práticas pedagógicas territoriais para ensinar geometria espacial numa perspectiva situada, a partir da observação e dos saberes geométricos inerentes ao contexto explorados nos EA.

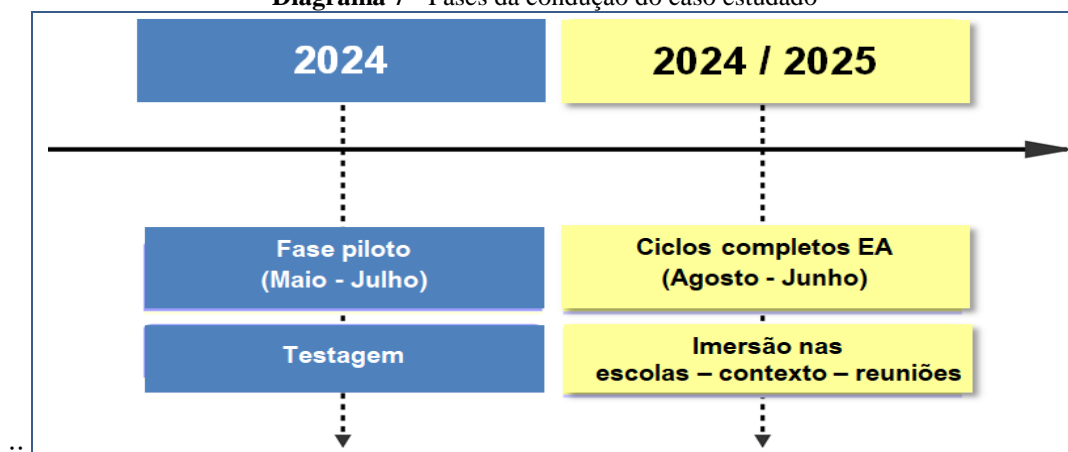
Esta etapa teve início após a conclusão do desenho metodológico, seguindo um dos princípios da pesquisa qualitativa: o de testar, em um caso piloto (maio-julho/2024), os instrumentos, os procedimentos, as Unidades de Análise (UA), de Registro (UR), de Contexto (UC) e de Significação (US), além das Categorias (CA) e Subcategorias (SCA) (Creswell, 2008; Yin, 2015; Gil, 2017). O objetivo era avaliá-los, revisá-los, selecioná-los e ajustá-los antes de julgá-los apropriados para a pesquisa (*ex.: tarefas investigativo-exploratórias sobre poliedros foram adaptadas após observação e testagem em um caso piloto envolvendo a geometria espacial inerente ao território urbano de Eirunepé*).

Nessa fase, as unidades e categorias de análise (UR, CA, US, etc.) foram testadas, definidas e, continuamente, ressignificadas à medida que procedimentos e instrumentos metodológicos eram reformulados e novos dados emergiam, exigindo adequações para representar fielmente a realidade observada. Esse processo deu suporte à efetivação de quatro ciclos completos de EA. O primeiro exigiu uma adaptação não prevista: a cocriação do ambiente colaborativo, que se mostrou uma etapa necessária em princípio. Os demais, estáveis, seguiram a proposta usual dos EA, conforme Gaigher (2017) e Félix (2010): planejamento, ação na sala-território, reflexão dialógica e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas, superando tal etapa.

De acordo com o Diagrama 7, a cronologia da pesquisa abrangeu: a fase piloto (teste de instrumentos, procedimentos, ciclo interativo completo de EA e técnica de análise de dados); e os demais ciclos interativos completos de EA de GE (imersão em reuniões colaborativas, salas de aula e ambientes de produção de saberes e práticas pedagógicas)



**Diagrama 7** - Fases da condução do caso estudado



Fonte: Elaborado pelo o autor (2024).

Nesse processo flexível, cerca de 70% das unidades e categorias de análise iniciais foram reformuladas a partir dos saberes e práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas, complementadas e ressignificadas no programa de EA de GE (*ex.: substituição de 'poliedros' por 'formas das coberturas takanice'*), evidenciando que “o mapa metodológico se constituiu à medida que o etnoconhecimento local orientou os envolvidos” (RDB-04/2025).

A etapa final (agosto/2024-junho/2025) envolveu quatro ciclos completos de EA, com temas geométricos espaciais distintos (poliedros: prismas/pirâmides, área/volume, cilindros/cones e esfera), utilizando evidências das trincheiras epistêmicas de Eirunepé e das vozes de participantes sobre os modos de pensar, raciocinar e conjecturar de alunos, o que alimentou os processos formativos, as análises e os resultados da pesquisa.

A cronologia detalhada de todas as etapas descritas nesta subseção – incluindo fase piloto, ciclos de EA, coleta e análise de dados – está implícita no Cronograma de Pesquisa (Anexo D). No item seguinte, vemos o processo de análise e interpretação das evidências.

### **3.3.3.3 Processo de análise e interpretação das evidências**

Esta fase consistiu na análise sistemática de evidências empíricas, gerida de modo iterativo e alinhada ao princípio da análise simultânea sugerida por Miles e Huberman (1994). A estratégia combinou técnicas manuais (leitura flutuante; organização dos dados qualitativos em matrizes analógicas para análise comparativa) e uso de ferramentas eletrônicas (planilha *EXCEL* e quatro versões de avaliação do *MAXQDA*) que, mesmo com as limitações de versões *trial*, foram suficientes para as etapas de codificação e organização dos dados. Além disso, usamos um assistente de IA (*DeepSeek*), com *prompts* estruturados que auxiliaram na



construção de matrizes analógicas, otimizando a visualização de dados qualitativos.

O volume substancial de dados brutos, constituído ao longo da pesquisa, foi inicialmente organizado e submetido a uma etapa de pré-análise. Este estágio crucial envolveu a codificação aberta do material, permitindo sua condensação e reorganização em um *corpus* manejável, representativo e focado na busca por respostas à questão central, no cumprimento dos objetivos e na testagem da hipótese de tese.

Esta organização inicial do *corpus* permitiu avançar para as fases subsequentes da pesquisa. A partir do material condensado, partiu-se para a sumarização dos dados e a identificação de relações, padrões e temas relevantes, além da verificação de proposições concernentes à hipótese de tese. Para tanto, adotou-se uma lógica analítica predominantemente abdutiva. Este raciocínio consistiu em um ciclo iterativo de confronto entre teoria e dados: se o referencial teórico forneceu a base dedutiva inicial, foi o movimento indutivo que permitiu o surgimento de categorias e inferências a partir dos dados empíricos. Esse processo dinâmico de 'idas e vindas' baseou robustamente a tomada de decisões analíticas e a elaboração das conclusões.

A codificação indutiva permitiu extrair dos dados – organizados em UA – as UR, UC, CA, SCA e US. Para ilustrar esse processo metodológico, temos como exemplo uma fala extraída da UA 11 (Elementos da Cultura Local Mobilizados), que foi categorizada sob a CA3 (Estratégias e Recursos Didáticos Situados): "[...] usei as pilhas de pranchas de Mulateiro 10 x 15 pra [sic] ver área e volume" (RM4, 2024-2025). Esta fala foi codificada como 'Transposição Didática com Material Concreto' e agrupada com UR análogas (ex.: "os alunos mediram cada prancha para achar diagonais, área e volume"), gerando a UC Estratégias de Materialização de Conceitos Abstratos, de onde inferimos a US Artefatos locais ressignificaram o ensino de poliedros, identificação de diagonais e relações de área/volume.

Buscou-se, com isso, inferir US capazes de elucidar os processos e condições inerentes à produção, mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas na perspectiva situada. A interpretação, conseqüentemente, foi guiada por um sistema categorial dinâmico, em permanente reformulação, o que permitiu articular as vozes dos participantes e as trincheiras epistêmicas do território ao arcabouço teórico da pesquisa.

A sistematização descritiva das UA (Quadro 11) organizou e ajudou a quantificar as UR e UC, fornecendo bases à análise qualitativa. Este processo foi orientado pelo Quadro 12 (Matriz analógica de Articulação), que garantiu alinhamento entre evidências (UA, UR e UC) e objetivos da pesquisa, assegurando foco na busca por respostas à questão central.



<b>Categoria Temática</b>	<b>Descrição da Unidade de Análise (UA)</b>	<b>Instrumentos de busca de dados</b>	<b>Procedimento de pesquisa adotado</b>	<b>Total de UR extraídas</b>	<b>Total de UC extraídas</b>
<b>1. Contexto e Desafios Iniciais</b>	UA 1. Dificuldades docentes na produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas na Amazônia.	Questionário e entrevista	Diagnóstico inicial e captura de narrativas sobre desafios.	47	14
	UA 2. Expectativas docentes iniciais em relação ao programa formativo de EA de GE.	Questionário e entrevista	Mapeamento de perspectivas e anseios prévios à formação.	42	17
<b>2. Processos e Dinâmicas da Formação</b>	UA 3. Estratégias didáticas com materiais locais (e.x.: <i>pranchas de madeira</i> ) para o ensino de conceitos, contextos e aplicações de área e volume.	Questionário, entrevista, observação, registro fotográfico, tarefas e planos de aula.	Identificação e análise de propostas pedagógicas desenvolvidas pelos docentes.	87	19
	UA 4. Identificação e utilização de elementos do contexto local (objetos, paisagens, práticas) como representações ou aplicações de conceitos da GE	Entrevista, áudio-gravações, registro fotográfico, diários de bordo.	Mapeamento de elementos da cultura e do ambiente amazônico que são mobilizados para abordagens de ensino significativas e situadas.	78	20
	UA 5. Mecanismos de participação, voz e agência docente no co-design e avaliação do programa formativo de EA de GE	Diário de bordo, áudio-gravador (reuniões colaborativas).	Registro de decisões colaborativas e contribuições dos professores.	35	09
	UA 6. Estratégias e mediações para superação de dificuldades na produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas.	Diário de bordo, Entrevista, áudio gravador, registros fotográficos.	Documentação das intervenções do formador e do grupo.	29	07
	UA 7. Tensões e negociações epistemológicas entre saberes escolares hegemônicos e saberes territoriais.	Entrevista, diário de bordo, áudio gravador, registro fotográfico, câmera de vídeo.	Captura de debates, conflitos e momentos de ruptura conceptual.	63	11
	UA 8. Processos de formação docente: reflexão, colaboração e <i>insights</i> vivenciados.	Diário de bordo, áudio gravador, registro fotográfico, câmera de vídeo.	Análise das dinâmicas interacionais e reflexivas.	67	10
	UA 9. Mediação pedagógica do formador	Diário de bordo, áudio	Análise da atuação do	34	11



	na articulação entre saberes locais e práticas pedagógicas, produzidas, mobilizadas, complementadas e ressignificadas no programa de EA	gravador, registro fotográfico,	pesquisador-formador.		
<b>3. Saberes e Produções Docentes</b>	UA 10. Saberes e práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas, complementadas e ressignificadas.	Diário de bordo, tarefas, áudio gravador, registro fotográfico,	Documentação dos produtos ( <i>outputs</i> ) concretos da formação.	38	12
	UA 11. Elementos da cultura local mobilizados como recursos para o ensino e a aprendizagem com EA de GE.	Diário de bordo, tarefas, registro fotográfico,	Inventário de materiais, técnicas e narrativas incorporadas.	76	23
	UA 12. Tradução e transposição didática de saberes e práticas pedagógicas territoriais em objetos de ensino.	Diário de bordo, áudio gravador, registro fotográfico, câmera de vídeo.	Análise do processo de criação de atividades e recursos.	42	12
<b>4. Resultados e Impactos da Formação</b>	UA 13. Transformação das perspectivas e das práticas pedagógicas após a vivência no programa.	Diário de bordo, áudio gravador, câmera de vídeo.	Análise comparativa da evolução dos conceitos e atitudes.	17	06
	UA 14. Perspectivas sobre sustentabilidade, aplicabilidade futura e replicabilidade dos saberes e práticas pedagógicas ressignificadas em face dos EA de GE.	Diário de bordo, áudio gravador, câmera de vídeo.	Avaliação do impacto potencial e de longo prazo.	18	07
	UA 15. Conceitos, contexto e aplicações da geometria espacial identificados e problematizados a partir do território.	Diário de bordo, tarefas, registro fotográfico.	Catálogo e análise dos conceitos matemáticos emergentes.	17	07
<b>5. Referencial de Análise</b>	UA 16. Saberes e práticas pedagógicas para o ensino e a aprendizagem em GE documentados na literatura e que se articulam com EA.	Análise Documental	Pesquisa bibliográfica para confronto com os dados empíricos.	102	34
<b>TOTAL GERAL UR e UC</b>				<b>831</b>	<b>219</b>

**Quadro 11** – Matriz de Organização das UA e quantitativo de UR e UC.

Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do *Excel* e *MAXQDA* (2025).



Categoria Temática	Nº UA	Resumo da UA	Questão Central	Objetivo Geral	Objetivo específico 1	Objetivo específico 2	Objetivo específico 3
Contexto e Desafios Iniciais	1	Dificuldades docentes iniciais					
	2	Expectativas docentes iniciais					
Processos e Dinâmicas da Formação	3	Estratégias didáticas com materiais locais	•	•			•
	4	Elementos do contexto local usados nos EA de GE	•	•			•
	5	Voz e agência docente sobre saberes curriculares, didáticos, pedagógicos, disciplinares e outros	•	•			•
	6	Estratégias de superação	•	•			•
	7	Tensões epistemológicas	•	•	•		•
	8	Processos de formação docente	•	•	•		•
	9	Mediação do formador	•	•			•
Saberes e Produções Docentes	10	Saberes e práticas pedagógicas ressignificados			•		
	11	Elementos da cultura local mobilizados			•		•
	12	Transposição didática			•		•
Resultados e Impactos	13	Transformação de perspectivas	•	•	•		•
	14	Sustentabilidade dos saberes e práticas pedagógicas articulados do programa de EA de GE		•			•
	15	Conteúdos geométricos identificados		•	•	•	•
Referencial de Análise	16	Saberes e práticas situadas em confronto com a literatura especializada				•	

Legenda: • = Relação Direta e Primária

**Quadro 12** – Matriz de Articulação entre UA, objetivos e questão de pesquisa  
Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do *Excel* e *MAXQDA* (2025).



O processo de codificação indutiva foi readaptado e operacionalizado por meio de outro quadro analítico (Quadro 13), que serviu como ferramenta fundamental para catalogar, comparar e condensar as UR – manifestadas através de termos, expressões, gestos e ações documentadas. O exame minucioso dessas UR permitiu a realização de várias inferências interpretativas, dando origem às US. Esta etapa mostrou-se crucial para mapear e testar relações entre dados empíricos, objeto de estudo, objetivos e questão central, orientando os passos interpretativos e as conclusões da pesquisa.

A organização sistemática mostrada no Quadro 13 – conjugada com a análise dos conteúdos imbricados nas comunicações registradas – possibilitou deduções lógicas e inferências fundamentadas acerca do objeto de estudo. Este movimento de “ida e volta” não apenas garantiu transparência ao percurso analítico e permitiu uma compreensão aprofundada e fundamentada dos achados, mas também **viabilizou o avanço para a** etapa de categorização analítica, (re)análise e (re)interpretação dos dados, visando apreender o máximo de significações em níveis que transcenderiam uma leitura superficial (MORAES, 1999, p. 9).

O processo de categorização analítica, além de nortear a identificação das US (Unidades de Significado) no material empírico, ajudou a estabelecer relações com conjuntos temáticos específicos. Inicialmente, emergiram categorias construídas a partir do aporte teórico da investigação, das entrevistas e questionários, e do estudo piloto, as quais subsequentemente foram reestruturadas e redesenhadas com base na frequência e relevância das UR (Unidades de Registro) e UC (Unidades de Contexto) identificadas no conjunto de dados totais da pesquisa. Neste exercício de refinamento categorial buscamos seguir o princípio de saturação teórica, garantindo que as categorias finais representassem adequadamente o *corpus* de dados e mantivessem consistência com o quadro teórico de referência.

Como resultado, o Quadro 13 sintetiza as sete Categorias de Análise (CA) eleitas para a análise final, detalhando sua relação com os objetivos, exemplos de UR que as originaram, a frequência de ocorrências (sendo possível que uma mesma UR contribua para mais de uma CA) e algumas inferências preliminares (US).

Para ilustrar essa consolidação e a seleção final, é importante destacar que as CA mostradas no Quadro 13 são produto da síntese e interpretação das UA listadas no Quadro 11. Por exemplo: a CA 3: Estratégias de Transposição Didática Situada emergiu da análise das UA 3, 4, 11 e 12, que tratam da produção, mobilização, complementação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas constituídas a partir de elementos locais.



Categoria de Análise	Descrição e Relação com os Objetivos	Exemplos de UR (Termos, Expressões, Ações)	Qtd. de UR	Inferência Preliminar (US)
<b>1. Desafios e Expectativas Iniciais</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 1.</b> Analisa as dificuldades declaradas e as expectativas projetadas pelos professores sobre o ensino de GE e o programa de EA, antes e no início da formação.	"Sempre tive medo de ensinar sólidos"; "Espero aprender coisas práticas"; "Não temos material na escola"; "Quero ver como usar o que temos aqui".	89	Os desafios são majoritariamente de ordem material e de formação conceitual, enquanto as expectativas giram em torno da obtenção de ferramentas práticas e contextualizadas.
<b>2. Gênese e Articulação de Saberes Docentes</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 2 e 3.</b> Identifica a origem (teórica, prática, experiencial, local) dos saberes mobilizados e como eles se inter-relacionam na prática pedagógica.	"Na faculdade aprendi que... mas aqui faço diferente"; "Isso é um saber do meu avô"; "A fórmula é isso, mas na marcenaria medem as dimensões".	156	Os saberes docentes são híbridos e articulados de forma não hierárquica, onde o conhecimento experiencial e local dialoga e ressignifica o conhecimento teórico-escolar.
<b>3. Estratégias de Transposição Didática Situada</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 4.</b> Examina os mecanismos concretos e criativos usados para transformar elementos do contexto amazônico em objetos de ensino e aprendizagem da GE.	"Usei a forma da castanha para falar de esferas"; "Medimos a área do galinheiro da escola"; "Criamos um problema sobre o volume do tanque de peixe".	283	A transposição didática eficaz ocorre através da problematização de cenários reais e da materialização de conceitos geométricos por meio de artefatos culturais.
<b>4. Dinâmicas Colaborativas e de Agência no Co-Design</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Geral e ao Obj. Esp. 2.</b> Foca nas interações entre pares e com o formador que promovem a reflexão, a autonomia e a tomada de decisão no processo formativo (co-design).	"A ideia do meu colega me fez pensar..."; "Nós decidimos mudar a atividade para..."; "Eu propus que a gente fosse até o rio".	35	A colaboração e o espaço para voz são catalisadores da agência docente, levando à apropriação crítica e autoral do programa formativo.
<b>5. Evidências de Reflexão Crítica e Autonomia</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 2.</b> Busca indícios de que os professores estão analisando, questionando e adaptando suas próprias práticas de forma fundamentada.	"Percebi que meu ensino era muito abstrato"; "Agora eu consigo justificar por que usar isso"; "Vou adaptar isso para minha outra turma".	67	A reflexão crítica é desencadeada pelo confronto entre a prática usual e as novas possibilidades experienciadas, levando a um aumento percebido da autonomia pedagógica.
<b>6. Tensões e Negociações Epistêmicas</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 3.</b> Captura os conflitos entre saberes escolares hegemônicos e saberes locais/práticos, e como são mediados e resolvidos.	"Isso é matemática de verdade?"; "O livro didático mostra de outro jeito"; "Como avalio se não é só uma aproximação?".	63	As tensões são negociadas através da validação pragmática ("funciona?"), da argumentação coletiva e da ampliação do conceito de rigor matemático para incluir validade contextual.
<b>7. Percepções de Eficácia e Sustentabilidade</b>	<b>Relaciona-se ao Obj. Esp. 4.</b> Analisa as avaliações dos professores sobre a utilidade, viabilidade e impacto das estratégias vivenciadas em sua prática futura.	"Meus alunos entenderam melhor"; "Isso é fácil de replicar"; "Vou usar isso ano que vem"; "Precisa de mais tempo para fazer assim".	53	A percepção de eficácia está diretamente ligada ao engajamento dos alunos e à viabilidade material da estratégia dentro das condições reais da escola.
<b>TOTAL GERAL</b>			~745	

**Quadro 13** - Matriz de Codificação e Análise Indutiva das Unidades de Registro (UR)

**Fonte:** Elaborado pelo autor, com base na codificação indutiva no *MAXQDA* (2025).



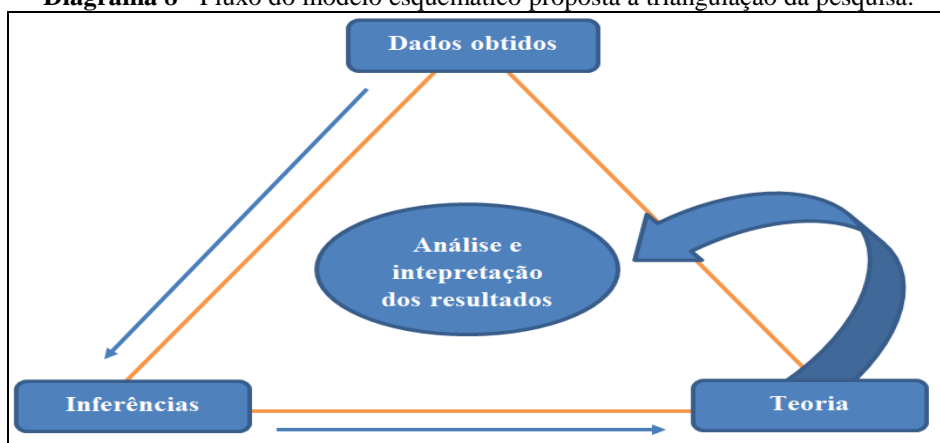
Os quadros 11, 12 e 13 articulam-se para descrever claramente o percurso analítico: o Quadro 11 evidencia 'o que' foi coletado (os dados brutos) e em que volume; o Quadro 12 revela 'por que' foram codificados dessa forma, alinhando-os aos objetivos e à questão de pesquisa; e o Quadro 13 demonstra com exemplos 'o que foi encontrado', sintetizando a interpretação final em categorias e inferências (US) robustas.

O fato de a soma das UR por categoria (Quadro 13) ser ~745, valor inferior ao total de 831 UR (Quadro 11), deve-se à possibilidade de uma mesma unidade ser classificada em mais de uma categoria. Essa prática é comum e metodologicamente válida na Análise de Conteúdo, pois reconhece que um único elemento do discurso pode abrigar significados múltiplos e simultâneos (Bardin, 2016). Portanto, o valor de 831 refere-se à contagem bruta de UR, enquanto o valor de ~745 refere-se à frequência total de codificações, um conceito que naturalmente permite sobreposições.

Este rigoroso processo, ancorado no referencial teórico e na emergência dos dados, resultou em um sistema analítico coerente. As categorias consolidadas organizam o *corpus* empírico, funcionando como eixos centrais à compreensão dos fenômenos observados – notadamente os processos de produção, mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas de professores nos EA de GE situados. Assim, a análise transcende a mera descrição, conduzindo à compreensão densa das dinâmicas do processo formativo em foco.

Para validar e conferir robustez a essa compreensão, as informações contidas nas categorias e inferências foram submetidas a um processo de triangulação entre si e à teoria especializada, seguindo recomendações de Yin (2015). Esta etapa crucial, guiada pelo modelo esquemático de triangulação do Diagrama 8, visou assegurar a validade interna dos conhecimentos produzidos sobre o programa formativo.

**Diagrama 8** - Fluxo do modelo esquemático proposta à triangulação da pesquisa.



Fonte: Do autor (2024), adaptado de Santos e Madruga (2021).



Este processo de triangulação permitiu identificar como professores de matemática produzem, mobilizam e ressignificam saberes e práticas pedagógicas em um programa de EA com atividades investigativo-exploratórias. Tais evidências subsidiaram a fase subsequente de escrita.

### 3.3.3.4 Dimensão do processo de escrita do Estudo de Caso

A escrita configurou-se como a etapa final de sistematização e comunicação da pesquisa, onde as evidências analisadas foram transformadas em uma narrativa acadêmica coerente e rigorosa. Preocupamo-nos não apenas com a precisão dos dados, mas com a clareza expositiva, a objetividade e a adequação retórica do texto, visando torná-lo acessível e criticamente apreciável por pesquisadores, avaliadores e educadores.

O processo envolveu rigor ético, sintático e semântico, materializado em protocolos para garantir: a) anonimato e ética (uso de siglas/nomenclaturas: PCP1, PCP2, PCP3, Aluno 1, Aluno 2 até Aluno n), de modo a preservar a identidade de participantes e alunos respectivamente, conforme compromissos assumidos; b) clareza e precisão (revisão ortográfica e estilística minuciosa), evitando modismos, estrangeirismos ou ambiguidades; e c) estruturação lógica (organização do texto para guiar o leitor na compreensão do fenômeno pesquisado), articulando dados, categorias e inferências de forma fluida e reveladora.

Buscamos, conforme orientações de Ghedin e Franco (2011, p. 224), “[...] transformar compreensões em produção de conhecimento”, o que demandou interpretar nuances e significados subjacentes às mensagens, expressões e imagens. Essa articulação permitiu explicitar o implícito, revelar contradições e destacar detalhes significativos da dinâmica formativa *in loco* (Demo, 1995).

A escrita foi, assim, um exercício de interpretação retórica e analítica, que buscou equilibrar: a) fidelidade aos dados, mantendo as vozes de participantes alunos e do contexto amazônico no centro da narrativa; b) profundidade teórica, articulando evidências empíricas com o referencial teórico da pesquisa; e c) transparência metodológica, deixando claro o percurso desde a seleção das UA, passando pela codificação até as inferências finais.

Para auxiliar nesse processo, recorreremos à ferramenta de inteligência artificial (IA) generativa *DeepSeek* como um recurso complementar de revisão e aproveitamento de sugestões de aprimoramento textual. Seu uso foi estritamente instrumental, focando em: 1) identificar possíveis deslizos ortográficos, gramaticais e de pontuação que tenham passado despercebidos; 2) analisar clareza e concisão, avaliando sugestões para simplificar frases



excessivamente longas ou complexas, garantindo a objetividade almejada; e 3) verificar a uniformidade no uso de termos-chave e conceitos ao longo do texto.

É crucial salientar que a interpretação analítica, a estruturação argumentativa, a fidelidade aos dados e a voz autoral permaneceram integralmente sob nossa responsabilidade e critério. A ferramenta atuou, tão somente, como um 'segundo leitor' automatizado, cujas sugestões foram sistematicamente avaliadas, filtradas e incorporadas apenas quando alinhadas aos objetivos retóricos e éticos da pesquisa.

Dessa forma, a fase de escrita foi crucial para conferir visibilidade e validade comunicativa aos achados, transformando análise em conhecimento passível de crítica, debate e utilização pela comunidade acadêmica e educacional. Por fim, a escrita consolidou-se como meio de divulgação e etapa essencial de consolidação, validação e credibilidade.

Se o processo de escrita garantiu a validade comunicativa da pesquisa, coube à opção metodológica pela abordagem qualitativa fornecer as bases epistemológicas e operacionais à geração e interpretação dos dados que compuseram a pesquisa. Na sequência, detalhamos essa escolha, que se mostrou adequada e essencial para captar a complexidade e a profundidade do fenômeno estudado.

#### **3.3.4. O método de pesquisa quanto à abordagem**

Quanto à abordagem, esta pesquisa assumiu o caráter qualitativo, posicionando-se no campo interpretativo que busca compreender processos e significados em contextos naturais (Minayo, 2014; Bogdan e Biklen, 1994). Essa escolha deve-se à natureza do objeto de estudo, que demandou profundidade interpretativa e atenção a nuances contextuais de modo a compreender, explicar e descrever a produção, mobilização e ressignificação contemporâneas de saberes e práticas pedagógicas em um programa formativo de EA de GE.

Buscamos, a partir da descrição objetiva das evidências, inferir *insights* sobre um fenômeno situado, confrontando ou construindo teorias relacionadas aos processos formativos em foco. Essa articulação entre dados empíricos e referencial teórico permitiu, além da exploração e explicação do fenômeno em sua complexidade, a geração de conhecimento situado e criticamente ancorado na realidade investigada.

Para tal, os procedimentos analíticos detalhados na seção anterior (3.3.3) foram operacionalizados de modo a articular descrição densa e interpretação crítica, atendendo aos fins descritivos e intervencionistas desta pesquisa, detalhados na síntese da próxima subseção.



### 3.3.5. O método de pesquisa quanto aos fins

Quanto aos fins, esta pesquisa caracterizou-se predominantemente como descritiva e intervencionista<sup>17</sup>. O caráter descritivo deveu-se à necessidade de se documentar e analisar minuciosamente os processos de produção, mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas vivenciados no programa formativo de EA de GE. O caráter intervencionista, por sua vez, decorreu da natureza do próprio programa (objeto de estudo), no qual atuamos como mediador, propiciando contextos de discussões, reflexões e *co-design* das propostas investigativo-exploratórias. Esta posição foi além da mera observação, configurando uma intervenção pedagógica deliberada, cujos processos e efeitos foram interpretados à luz da questão central e dos objetivos da pesquisa.

Para atender a esses fins, adotamos uma abordagem longitudinal, acompanhando o programa em todas as suas sessões de EA, em face da abertura e fechamento de cada um dos respectivos ciclos de EA, o que permitiu capturar os processos formativos vivenciados pelos participantes, com a colaboração de alunos e outros. A geração dos dados priorizou a observação sistemática e a documentação detalhada, com base em instrumentos que favorecessem a descrição densa e contextualizada do fenômeno (Brasileiro, 2022).

Dessa forma, os procedimentos adotados (detalhados na Seção 3.3.3) visaram não apenas à caracterização da unidade social em estudo, mas também: a) à identificação e à análise dos saberes e práticas pedagógicas produzidos; b) à descrição dos processos de mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas; e c) à promoção de discussões e reflexões críticas sobre tais processos, por meio da triangulação entre os dados empíricos, as análises realizadas e o referencial teórico especializado.

Os resultados desse processo de descrição e intervenção – que articula saberes e práticas pedagógicas para ensinar GE numa perspectiva situada com o referencial teórico – são apresentados e discutidos no Capítulo 5 desta tese. Antes, porém, a próxima seção (3.3.6) resume e articula as características do método de pesquisa aqui delineado.

### 3.3.6. Caracterização resumida dos métodos de pesquisa

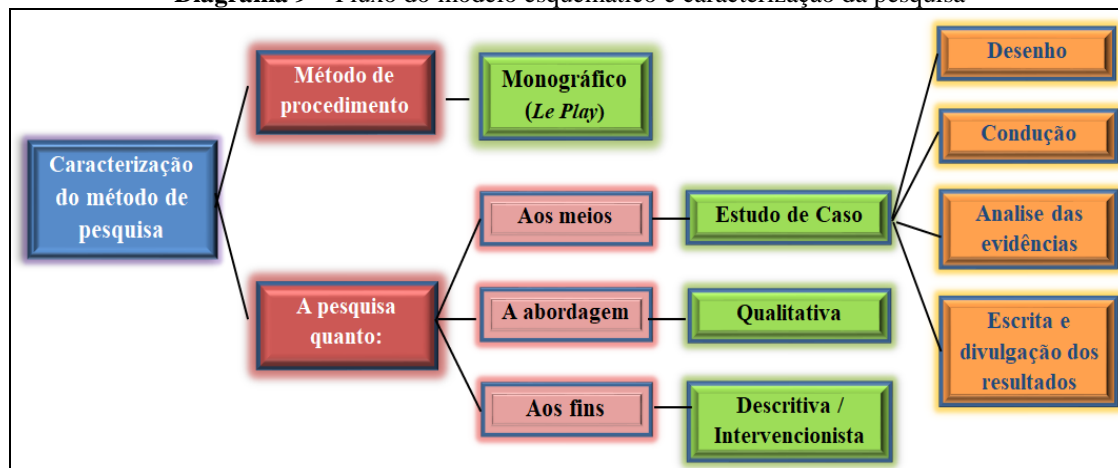
---

<sup>17</sup> A classificação como "intervencionista" associa-se à atuação ativa deste pesquisador na mediação pedagógica e no *co-design* do programa formativo, objeto de estudo. Esta abordagem não implica controle experimental, mas reconhece nosso papel como agente de provocação reflexiva e de transformação contextualizada, inerente à pesquisa qualitativa engajada (Demo, 1995; Ghedin e Franco, 2011). O estudo de caso, neste contexto, valida-se justamente pela capacidade de analisar processos intervencionistas em sua complexidade real.



Em síntese, esta pesquisa caracteriza-se como um Estudo de Caso de natureza qualitativa, com fins descritivos e intervencionistas, conforme sumarizado no Diagrama 9. Quanto aos procedimentos, adota o método monográfico (estudo de caso em profundidade); quanto aos meios, configura-se como pesquisa de campo com Estudo de Caso; quanto à abordagem, é qualitativa; e, quanto aos fins, é descritiva e intervencionista.

**Diagrama 9** – Fluxo do modelo esquemático e caracterização da pesquisa



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024).

Conforme detalhado no decorrer deste capítulo, o desenho do caso, sua condução, a análise das evidências e a divulgação dos resultados seguiram as etapas indicadas no modelo. Desse modo, o fenômeno contemporâneo de um programa formativo em EA de GE foi analisado em suas nuances, considerando cenário, população, amostras, eventos, registros documentais e audiovisuais e variáveis que emergiram do contexto investigado. Esta caracterização fornece o arcabouço metodológico global que orientou a condução da pesquisa.

### 3.4. Bases lógicas do método da pesquisa ora proposta

As bases lógicas do método científico referem-se ao arcabouço de raciocínio que estrutura e orienta o processo investigativo, conferindo rigor e sistematicidade à produção do conhecimento. Para esta pesquisa, adotou-se uma lógica investigativa pluralista, na qual os raciocínios dedutivo e indutivo articularam-se de maneira complementar e dialética ao longo de todo o percurso metodológico. A opção por esta articulação está intrinsecamente ligada à natureza complexa, processual e contextualizada do objeto de estudo – a formação docente em um programa de EA de GE enraizado no território amazônico –, que demandou um diálogo constante entre pressupostos teóricos e evidências empíricas singulares emergentes.



### 3.4.1. Articulação dos raciocínios dedutivo e indutivo

O processo investigativo foi estruturado a partir da integração dialética entre os raciocínios dedutivo e indutivo, os quais atuaram de forma complementar e cíclica nas diferentes fases da pesquisa, acomodando um movimento contínuo de reflexão-ação-reflexão. Essa tensão metodológica, além da fundamentação teórica inicial, permitiu a reconstrução constante do conhecimento a partir dos dados empíricos, conforme delineado a seguir:

**Raciocínio Dedutivo (do geral para o particular):** Este raciocínio orientou predominantemente as fases iniciais de estruturação teórica e delineamento da investigação. Partiu de marcos teóricos e premissas gerais já consolidados na literatura para examinar o caso específico em estudo: a formação docente continuada em Geometria Espacial mediada por Estudos de Aula no contexto amazônico. O referencial teórico que fundamentou esta tese organizou-se em três eixos inter-relacionados: Estudos de Aula baseados, sobretudo em Ponte (2002; 2008), Lewis (2002) e Takahashi (2004); Formação Continuada e Saberes Docente, ancorado especialmente em Schön (1995), Fiorentini (2010) e Tardif (2002); e Currículo Decolonial, fundamentado em Mignolo (2013), Quijano (2005) e D'Ambrosio (2001).

Esses aportes teóricos forneceram as lentes conceituais e as premissas gerais que orientaram o desenho da investigação, a formulação das hipóteses iniciais e a construção dos instrumentos de coleta de dados.

**Raciocínio Indutivo (do particular para o geral):** Este raciocínio tornou-se predominante após o desenho da pesquisa, durante a fase de imersão no campo, construção e análise inicial dos dados. Priorizou a observação aberta e a escuta sensível – valorizando perspectivas e contexto locais, conforme preconizam a etnografia crítica e a pesquisa intervenção – para permitir que categorias, padrões, relações e interpretações emergissem organicamente a partir da realidade empírica específica, sem estarem rigidamente enquadradas por teorias prévias. A análise das narrativas docentes, das observações das aulas, dos diários de campo e dos artefatos produzidos (tarefas, materiais didáticos, registros fotográficos e outros) seguiu um processo indutivo de codificação, buscando identificar regularidades e particularidades nos processos de resignificação de saberes e práticas pedagógicas que emergiram dos EA de GE.

Longe de serem excludentes, as lógicas dedutiva e indutiva articularam-se de forma dinâmica e recursiva em toda pesquisa, conformando um ciclo virtuoso, onde dados construídos e analisados indutivamente frequentemente desafiaram, aprofundaram e



enriqueceram as expectativas teóricas iniciais. As categorias que emergiram do campo (como as "estratégias de transposição didática situada") exigiram um retorno ao referencial teórico para serem melhor compreendidas e contextualizadas, refinando a concepção teórica inicial.

As inferências e conclusões geradas a partir da análise indutiva dos dados do caso particular permitiram elaborar proposições e *insights* que podem ser transferidos ou ressignificados em outros contextos similares (busca de validade transferível), retornando assim a um patamar de generalização teórica, porém agora ancorada na empiria.

Dessa forma, a pesquisa não seguiu um caminho linear, mas um movimento em espiral, onde teoria e empiria nutriram-se mutuamente. Em suma, a lógica dedutiva garantiu a base teórica e o rigor na formulação do problema, da questão central e da hipótese. A lógica indutiva garantiu a fidelidade aos dados, à abertura ao inesperado e a sensibilidade para capturar a singularidade e a complexidade do contexto investigado. Juntas, foram fundamentais para alcançar o objetivo de compreender os processos complexos de uma formação docente continuada em um programa de EA de GE ancorado numa perspectiva situada, produzindo um conhecimento que é, ao mesmo tempo, fundamentado teoricamente e radicalmente enraizado na realidade do território de Eirunepé – um conhecimento gerado com e para o contexto, e não sobre ele.

Essa articulação entre lógicas foi operacionalizada por meio da Análise de Conteúdo, método detalhado na próxima seção, que permitiu sistematizar a emergência de categorias a partir do diálogo entre teoria e empiria.

### **3.5. Método e/ou técnica de análise dos dados**

Detalhamos, agora, o conjunto de técnicas de análise de dados empregado no âmbito desta pesquisa. Nesse sentido, apresentamos os procedimentos com os quais os dados brutos – constituídos de fontes de dados primárias e secundárias – nas fases de desenho e condução do caso em estudo – foram compilados, analisados e transformados em conhecimentos sobre a formação continuada a partir do processo de produção, mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas situados, no âmbito do programa formativo de EA de GE.

O método de análise de dados adotado foi a Análise de Conteúdo (AC) (Bardin, 2016), escolhida por sua capacidade de sistematizar diálogos entre teoria e empiria, operacionalizando a lógica dedutivo-indutiva descrita na subseção antecedente. A partir desse conjunto de técnicas, processos sistemáticos de registros, codificação, categorização, análise e



interpretação de resultados possibilitaram responder a questão central, dada a sistematização e a objetivação de descrições de conteúdos imersos em discursos, mensagens e narrativas, nos permitindo fazer inferências sobre os conhecimentos relacionados com as condições de produção/recepção dessas comunicações (Bardin, 2016). De posse desse método, ou conjunto de técnicas, buscamos agir com um analista ou arqueólogo que:

Trabalha com vestígios: os <<documentos>> que pode descobrir ou suscitar. Mas os vestígios são a manifestação de estados, de dados e de fenômenos. Há qualquer coisa para descobrir por e graças a ele. Tal como a etnografia necessita da etnologia para interpretar as suas descrições minuciosas, o analista tira partido do tratamento das mensagens que manipula para inferir (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio, por exemplo. Tal como um detetive, o analista trabalha com índices cuidadosamente postos em evidência por procedimentos mais ou menos complexos (Ibid., 2016, p. 41).

Nesse processo, seguindo a perspectiva de Bardin (2016), em primeiro lugar, descrevemos as características do fenômeno e selecionamos as UA, bem como as UR e UC, que foram tratadas, contabilizadas e enumeradas (a exemplo dos Quadros 11, 12 e 13), possibilitando algumas inferências que, neste caso, se apresentam na forma de US. Esse procedimento intermediário ajudou na passagem explícita e regulada da Pré-análise para interpretação dos resultados, última fase do estudo, onde as inferências (US) atribuídas às UR, UC, CA e SCA foram conferidas, analisadas, confrontadas com a literatura, verificadas sentido e pertinência (algumas descartadas e outras validadas), transformadas em conhecimento e, depois, registradas na escrita do relatório final para exposição dos resultados.

Tal processo contou com o auxílio de planilhas eletrônicas (EXCEL); *software* (MAXQDA versões teste); e ferramenta generativa de IA (DeepSeek): vistas as suas viabilidades, no âmbito de suas funções usuais, de possibilitar compilações, contagens, produção de matrizes analógicas e a AC de informações qualitativas imersas em textos, entrevistas, transcrições, imagens, áudio-gravações e outras. E, também, por suportar (nos casos da IA e do *software*) arquivos de textos em PDF, áudios, vídeos, imagens e tabelas, auxiliando na realização de transcrições e análise de questionários, entrevistas, discursos e interlocuções de participantes e alunos da situação investigada.

Apesar de essas ferramentas tecnológicas auxiliarem no curso da pesquisa, elas não foram unânimes na análise de todas as comunicações. A AC manual foi necessária e bastante utilizada em nuances contextuais que exigiram interpretações subjetivas (*ex.: gestos, entonações de voz e outras*), enquanto ferramentas digitais ajudaram na construção de



matrizes analógicas, organização e contagem maciça de dados. Essa limitação deveu-se, sobretudo, à nossa falta de domínio efetivo de funções avançadas do *MAXQDA* – e de *Prompts* adequados de IA – levando-nos a efetivar partes expressivas da AC manualmente, como em outrora (e ainda é em muitos casos), antes do advento dos *Softwares* e IA a esse fim.

Nessas condições, vale ressaltar que as técnicas de AC passaram a ser aplicadas, imediatamente, já no início da fase de análise das evidências do caso estudado, estando presente, também, na fase de escrita das evidências, à medida que o material foi sendo catalogado, juntado e organizado, possibilitando perpassar os três polos cronológicos da AC (Bardin, 2016): I. Pré-análise; II. Exploração do material e tratamento dos resultados; e III. Inferência e interpretação dos dados.

Na pré-análise, os dados foram organizados e selecionados, possibilitando a sistematização das ideias iniciais e o descarte das que não faziam sentido à solução do problema, às respostas da questão de pesquisa e ao cumprimento dos objetivos. Esse processo foi desencadeado em quatro etapas imersas ao primeiro polo, a saber: a) leitura flutuante, onde tivemos um contato inicial com material coletado, avaliando termos, expressões, imagens, gestos e outros imersos nas UA primárias, a fim de constituir e selecionar as primeiras UR, UC, CA, SCA e US; b) seleção de documentos, identificação e organização de termos, expressões, imagens, gestos e outras comunicações percebidas nas UR e UC selecionadas, e que teriam relações com o objeto de estudos; c) constituição do *corpus* inicial de análise com base nas interlocuções captadas; d) preparo do material, referenciando índices e indicadores que se ligam com informações contidas nas comunicações (Bardin, 2016).

No segundo polo, buscamos uma visão global das informações construídas *in loco*, procurando perceber pertinência, relevância e possíveis contradições no que fora comunicado, tomando cuidado de realizá-la identificando informações consideradas importantes; fazendo relações com o cumprimento dos objetivos e a solução da questão central; e analisando a consistência das informações construídas (Gil, 2017). O polo cronológico de exploração do material e tratamento dos resultados culminou na definição das US, a partir das quais deliberamos sobre inferências e interpretações baseadas em fatos, fenômenos, acontecimentos, argumentos e teorias.

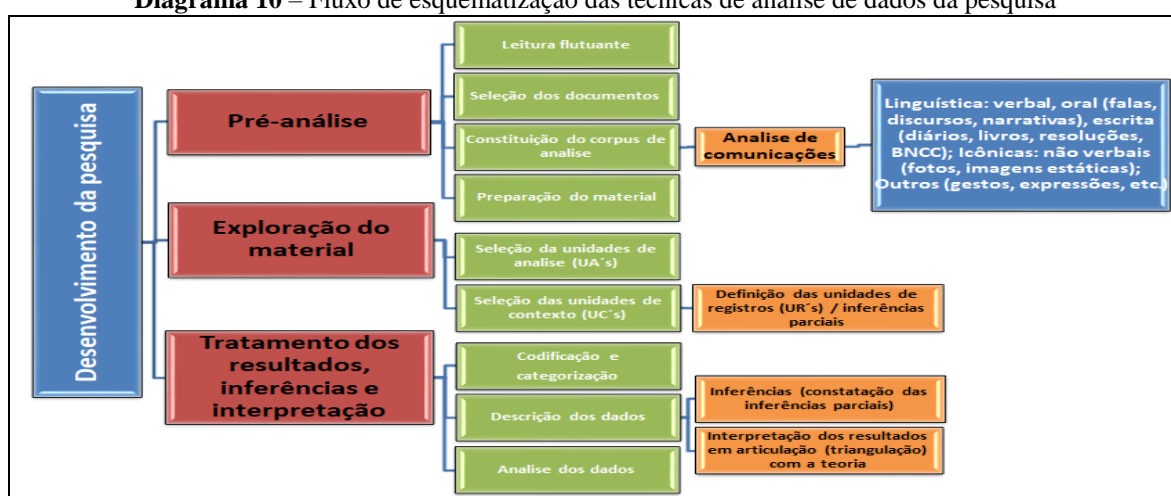
Por fim, no terceiro polo, encaminhamos o processo de codificação dos dados, realizado de modo pluralista e pragmático (raciocínio dedutivo e indutivo), embora alguns códigos tenham sido definidos *a priori*, em face da revisão da literatura e do panorama do Estado da Arte das pesquisas mapeadas, culminando em categorias de análise primárias. Os



objetivos de pesquisa, contudo, já indicavam previamente categorias potenciais, que tenderiam a emergir de novas diligências e da análise dos dados. Desse processo, emergiu uma quantidade significativa de UR com relações diretas com o objeto de estudo, levando-nos a inferências e interpretações embasadas.

De maneira geral, o conjunto de técnicas de análise de dados seguidas por esta investigação está esquematizado no Diagrama 10, exposto abaixo. Nele sintetizamos o que foi descrito nas linhas antecedentes, de modo a facilitar a compreensão de como se desenvolveu a análise de dados da pesquisa.

**Diagrama 10** – Fluxo de esquematização das técnicas de análise de dados da pesquisa



Fonte: Elaboração do autor (2024), inspirada em Bardin (2016).

Assim, os dados da pesquisa foram construídos, selecionados e cuidadosamente examinados. Eles foram comparados, separados por similaridades e/ou diferenças, analisados e descritos – procedimentos que permitiram o confronto com a literatura especializada e a triangulação entre fontes (entrevistas, observações, documentos), conferindo maior validade às inferências. Nesse sentido, buscamos realizar uma interpretação controlada, o que exigiu rigor nos processos de codificação e categorização e levou à adoção, ao final da pesquisa, de “[...] uma metanálise, ou seja, uma reflexão sobre a reflexão em torno da ação pesquisada” (GHEDIN; FRANCO, 2011, p. 29). Esse procedimento visou possibilitar a divulgação desta tese, vinculada à Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC).

Com essa metodologia consolidada de encontro e escuta, adentramos o cerne da análise: os quatro ciclos de EA vivenciados, que serão desvendados no capítulo seguinte.



## CAPÍTULO IV – OS CICLOS DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL: AS SESSÕES INVESTIGATIVO-EXPLORATÓRIAS VIVENCIADAS

*A formação do professor não se faz no discurso, mas no chão da escola, no ato reflexivo da prática partilhada, em que os saberes se entrelaçam e se ressignificam no calor do fazer coletivo.*

– Inspirado em Maurice Tardif, *Saberes Docentes e Formação Profissional*, 2002.

Este capítulo constitui o núcleo prático-investigativo desta pesquisa, dedicando-se a descrever/narrar o processo formativo vivenciado por quatro professores em exercício na rede pública de ensino de Eirunepé-AM. O processo foi mediado pela metodologia do Estudo de Aula (EA) – fundamentada em Lewis (2002); Lewis e Perry (2013); Ponte (2016); Takahashi e McDougal (2016) –, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da Geometria Espacial (GE). O objetivo central é pavimentar o caminho para as análises e discussões que responderão à seguinte questão de pesquisa: *Como ocorre a formação continuada de professores que lecionam matemática e participam de um programa de Estudo de Aula, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?*

Organizamos-nos em ciclos de investigação-ação colaborativa, conforme sugerem Félix (2010); Gaigher (2017); Ponte (2002; 2004; 2012), nos quais planejamos, observamos, refletimos e redesenhamos aulas. Tais aulas, fundamentadas em Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999); Dewey (1979) e outros, articulavam-se em uma tríplice dimensão: práxis coletiva, reflexão crítica e inovação curricular. O percurso formativo foi estruturado em quatro ciclos temáticos, abarcando os principais tópicos da GE: poliedros em geral, prismas e pirâmides, cilindro e cone, e esfera, integrando investigações matemáticas e currículo (ABRANTES; SERRAZINA; OLIVEIRA, 1999).

Mais do que um relato sequencial de atividades, este capítulo é o alicerce analítico do processo de aprendizagem docente vivenciado no programa formativo de EA de GE. Buscamos compreender como os professores — ao se debruçarem coletivamente sobre os desafios de ensinar geometria de forma significativa e contextualizada — enfrentaram e superaram suas próprias dificuldades conceituais, contextuais e didáticas. Investigamos de que modo as reflexões colaborativas desafiaram crenças enraizadas sobre o ensino expositivo e permitiram a produção, mobilização e ressignificação de saberes (didáticos, pedagógicos,



disciplinares e, sobretudo, curriculares) e práticas pedagógicas, ao ancorar a formação em saberes, práticas e materiais do chão de Eirunepé, como a “cubagem da prancha 10x15” (um saber matemático local aplicado pelos serradores) e materiais didáticos construídos com fibra de Buriti e de Malva, utilizados para a construção de sólidos geométricos.

A narrativa que se segue detalha a organização e a vivência de cada ciclo, ilustrando como a tríade planejamento-observação-reflexão se materializou na elaboração de tarefas que, ao serem aplicadas aos alunos, permitiram capturar seus pensamentos, raciocínio espacial, conjecturas e relações contextuais. Esse processo, por sua vez, foi fundamental para a formação e o desenvolvimento profissional dos participantes. As evidências e os processos apresentados neste capítulo servirão de base para a análise aprofundada, no capítulo seguinte: dos saberes docentes ressignificados e da transformação da prática pedagógica, visando comprovar a tese central desta pesquisa.

#### **4.1. A Metodologia dos EA em contexto: Organização e adaptação dos ciclos**

Os EA, enquanto metodologia de ensino investigativo, formação e pesquisa docente, foram adaptados e vivenciados como o cerne de um processo de investigação-exploração colaborativa. Esta seção detalha a organização prática desse processo, contextualizando suas adaptações ao contexto educacional de Eirunepé-AM, descrevendo: participantes; estrutura dos ciclos; lógica temática adotada; e instrumentos utilizados para capturar a riqueza dos dados gerados por esta fábrica de dados que é a escola/sala de aula. Trata-se de elementos que, frequentemente, permanecem subutilizados como alavanca à inovação e às melhorias contínuas da prática pedagógica.

##### **4.1.1. Participantes e contexto**

O programa formativo de EA de GE foi composto por quatro professores: três participantes, aqui identificadas pelos pseudônimos de PCP1, PCP2 e PCP3, e eu, na tripla função de professor, pesquisador e formador (PPF). Na ocasião dos EA, PCP1 e PCP2 possuíam 15 e 8 anos de experiência no ensino fundamental II, respectivamente. Já PCP3, com 5 anos de carreira docente, lecionava no Ensino Médio. Nenhum dos participantes/colaboradores possuía formação continuada específica em ensino de GE ou experiência prévia com a metodologia de ensino e formação dos EA.

Os EA foram desenvolvidos, basicamente, no 8º ano do EFII de uma Escola Estadual



(exceto o Ciclo I: poliedros, desenvolvido simultaneamente na 2ª série do EM do IFAM/*Campus Eirunepé*), ambas as instituições localizadas na zona urbana do município de Eirunepé-AM. Esses espaços escolares enfrentam desafios comuns na rede pública de ensino da região Amazônica, como a rotatividade docente, a carência de recursos didáticos específicos e a defasagem na aprendizagem de geometria.

Esse contexto de desafios foi, paradoxalmente, o catalisador da busca por saberes e uma prática pedagógica inovadora e contextualizada, ancorada nos saberes locais. Nesse cenário, os EA foram mediados por este pesquisador, que atuou como facilitador do processo; proponente da estrutura inicial da pesquisa; membro integrante nas discussões e reflexões coletivas; e responsável por garantir a adesão à metodologia e a manutenção do ambiente colaborativo e produtivo, equilibrando atuação facilitadora com a autonomia do grupo.

#### 4.1.2. Estrutura e adaptação dos ciclos

A estrutura básica de cada ciclo seguiu as três etapas clássicas dos EA, conforme recomendações de Félix (2010), Gaigher (2017), Ponte (2002; 2004; 2012) e outros: (1) planejamento colaborativo; (2) execução/observação *in loco* (sala de aula/escola); e (3) reflexão/*redesign* no pós-aula. Entretanto, o primeiro ciclo vivenciado na pesquisa, que buscou abarcar conceitos, contextos e aplicações de poliedros, seus elementos e relações, incluiu uma etapa preliminar crucial: a de criação do ambiente colaborativo, na qual discutimos os princípios fundantes do trabalho em equipe; os fundamentos dos EA; a ética da investigação sem julgamentos; e os caminhos para a construção da confiança mútua, nesse contexto.

A adaptação mostrou-se fundamental para otimizar as sessões do primeiro ciclo – planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* –, bem como as dos ciclos subsequentes da pesquisa. Cada ciclo focou um tópico específico da GE, integrando elementos conceituais a aplicações e contextos inerentes ao etnoconhecimento geométrico-espacial local. Nesse processo, os ciclos posteriores (a partir do segundo) foram redesenhados na seguinte sequência:

- **Planejamento colaborativo:** elaboração conjunta da “aula investigativo-exploratória”, que serviu como núcleo e diretriz para a posterior construção consensual de um Plano de Aula definitivo, baseado nas tarefas debatidas e pactuadas pelo grupo.

- **Execução/observação:** a aula era ministrada por um dos professores, enquanto o



pesquisador atuava como observador e mediador. Sua função consistia em registrar etnograficamente as reações e interações dos alunos, fomentar conjecturas e auxiliar na superação de obstáculos para o desenvolvimento de raciocínios e modos de pensar.

- **Reflexão/Redesign:** Imediatamente após a aula, realizávamos uma sessão de análise coletiva e dialógica dos resultados, com mediação conjunta do professor e do pesquisador. Com a participação de todos os membros do programa formativo, essa etapa visava analisar os dados observados para, por meio de discussões, redesenhar a atividade e a abordagem didática. As reflexões culminavam na proposição de melhorias e na identificação de novos contextos para a reaplicação da tarefa redesignada.

- **Reaplicação/iteração:** a atividade redesignada era, então, aplicada em outra turma do mesmo nível de ensino, seguindo as recomendações consolidadas na etapa de reflexão. **Dessa forma**, reiniciava-se o ciclo de observação e reflexão, imprimindo um caráter de melhoria contínua não apenas à atividade, mas também aos saberes e às práticas pedagógicas dos envolvidos.

A decisão de avançar para o próximo item de ensino era tomada coletivamente na fase de reflexão, quando se avaliava que os objetivos de ensino e aprendizagem do ciclo em vigor haviam sido alcançados. Contudo, em todos os casos, reconhecia-se que novas ressignificações das atividades, dos saberes e das práticas pedagógicas sempre poderiam ocorrer, a depender do contexto educativo de reaplicação.

Esta lógica de progressão conceitual, somada à natureza cíclica e investigativa da metodologia, demandou um conjunto robusto e diversificado de instrumentos de geração de dados, cuja descrição detalhada é objeto da próxima subseção.

#### 4.1.3. Lógica temática e instrumentos de geração de dados

A sequência dos quatro tópicos abordados nos EA vivenciados – (1) poliedros, (2) prismas e pirâmides, (3) cilindro e cone, e (4) esferas – foi pedagogicamente estruturada para promover uma progressão didática e conceitual na aprendizagem. Dessa forma, partimos de conceitos estruturantes dos poliedros (em geral) até chegar aos corpos redondos, permitindo a revisitação e a ampliação contínua de conceitos-chave com níveis crescentes de complexidade. Entre esses conceitos, exploramos vértices, arestas, faces, convexidade, regularidade, inclinação (reto, oblíquo), tipos de planificações, cálculo de área de superfície e volume, além da exploração de outros elementos específicos da GE, como algumas relações



(fórmulas), a constante  $\pi$  e a geratriz.

Para garantir a confiabilidade e a robustez analítica da investigação – tanto da prática docente pelos participantes quanto da pesquisa em si – adotamos a estratégia de triangulação de dados, utilizando as seguintes fontes:

- **Planos de Aula (RM1/2024-2025):** Versões arquivadas (rascunhos, final e redesignada), que documentam a evolução do pensamento didático-pedagógico ao longo dos ciclos até a reaplicação. Esses planos de aula foram sendo reelaborados a partir de contrastes com as observações, por meio das quais analisamos a fidelidade de implementação e os ajustes necessários às práticas seguintes, deixando registradas (nesta pesquisa) apenas as versões finais (Anexos G, H, I e J), reformuladas após o fechamento de cada ciclo.

- **Guias de observação docente/pesquisa (RM2/2024-2025):** Instrumento estruturado para observação silenciosa e registro de evidências, contendo espaços para notas descritivas e um *checklist* de habilidades espaciais. Seu foco recai sobre categorias específicas da dinâmica de sala de aula, tais como: interações, modos de pensar, conjecturas e raciocínios verbalizados pelos alunos; a mobilização de conhecimentos prévios e etnoconhecimento; e os comandos e redirecionamentos feitos pelo professor. Trata-se de um recurso inicialmente direcionado ao pesquisador/observador externo, mas que, na consolidação de uma cultura de investigação da prática, pode tornar-se uma ferramenta de autoobservação e registro para o professor investigador. (Anexo K)

- **Protocolo de intervenção docente (RM3/2024-2025):** Instrumento de registro para uso exclusivo do professor, elaborado coletivamente para documentar sua ação mediadora durante as atividades. Serve para planejar e anotar os elementos centrais de uma intervenção pedagógica, como a observação inicial que a motivou, as perguntas provocadoras utilizadas, as sugestões de verificação oferecidas e a mediação conceitual mínima e necessária realizada. Este protocolo pode atuar como um Diário de Bordo da prática docente, o que possibilita a apropriação de seu conteúdo específico para propostas de observação ou execução por terceiros, dado que seu formato é adaptável para a investigação de outros temas de ensino (Anexo L).

- **Registros audiovisuais e fotográficos (RM4/2024-2025):** Captados integralmente nas sessões de EA desde os planejamentos, passando pela execução/observação, até as reflexões/*redesign* em dois *locus* distintos: reuniões colaborativas e sala de aula/escola. Incluem transcrições de áudio, imagens de interações, materiais manipuláveis confeccionados e registros das produções dos alunos.



- **Tarefas investigativo-exploratórias (RM5/2024-2025):** Conjunto de comandos desenvolvidos para fomentar a investigação-exploração do ensino de GE na sala de aula/escola, servindo como catalisadoras para as reflexões, discussões e problematizações em torno da formação e do ensino com EA de GE situado (Anexos B, C, D, E e F).

- **Diário de bordo do pesquisador (DBP/2024-2025):** Registro de impressões objetivas e subjetivas, comportamentos verbais e não-verbais e climas de interação, fundamentais para a contextualização da análise e como fonte de dados da pesquisa.

Essa multiplicidade de instrumentos assegurou a validade interna do estudo e forneceu uma base empírica sólida, que sustentou não apenas a narrativa dos ciclos detalhada a seguir, mas, sobretudo, a análise de conteúdo (BARDIN, 2011) e a análise aprofundada dos processos de formação e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas vivenciados.

#### **4.2. A vivência nos ciclos investigativo-exploratórios: uma narrativa didática**

O capítulo dedicou-se, até o momento (na seção 4.1), a apresentar a arquitetura metodológica que sustentou o programa formativo de EA de GE, *in loco*. Dedicamo-nos, agora, à narrativa analítica da vivência prática de cada um dos quatro ciclos temáticos. Essa vivência constitui o coração da experiência investigativo-exploratória e do processo de produção, mobilização e ressignificação de saberes e práticas pedagógicas analisado.

Para conferir clareza, profundidade e uniformidade à exposição dos processos vivenciados – sem incorrer em repetições mecânicas –, as narrativas de cada um dos ciclos (exceto o Ciclo I, que teve a adição da fase de criação do ambiente colaborativo) serão organizadas em quatro eixos interdependentes:

**Descrição da tarefa/atividade investigativo-exploratória:** Apresentação detalhada do objeto de investigação-exploração (tópico de estudo); do planejamento e objetivos de aprendizagem; do problema (negociado coletivamente) que orientou a aula exploratória; das conexões com o currículo e o etnoconhecimento geométrico espacial local; da tarefa/atividade desde a sua versão inicial até o *redesign*;

**Materiais e contextualização:** Indicação dos recursos didáticos utilizados ou construídos (*ex.*: *sólidos geométricos de fibra de buriti e malva*), enfatizando como saberes e materiais do chão de Eirunepé foram integrados aos saberes e práticas pedagógicas;

**Diálogos e interações ilustrativas:** Registros de excertos significativos de falas de professores e alunos, extraídos dos protocolos de observação e gravações (áudio e vídeo) que



ilustram processos de raciocínio, conjectura, dificuldades enfrentadas e momentos de *insights*, descobertas inovadoras e rupturas (*breakthrough*) sobre conceitos, contextos e aplicações tanto por alunos quanto por participantes;

**Lições aprendidas e evolução do Grupo:** Síntese das reflexões coletivas no pós-aula, destacando como os saberes e as práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas, ressignificadas, bem como as dificuldades superadas e os *insights* do ciclo de EA anterior que redirecionaram o planejamento e a abordagem do ciclo subsequente.

Esta estrutura busca transcender o mero relato cronológico, oferecendo uma lente analítica para compreender, em profundidade, como o processo de formação continuada se desenrolou na prática. As narrativas terão início com o Ciclo I, dedicado aos conceitos, contextos e aplicações de poliedros, seus elementos e relações, gênese de todo o processo de investigação e colaboração desencadeado em face do caso pesquisado.

#### **4.2.1. Ciclo I: Conceitos, contextos e aplicações de poliedros, seus elementos e relações — gênese de todo o processo de investigação-exploração e colaboração**

O primeiro ciclo de EA foi desenvolvido entre maio e outubro de 2024, estruturado a partir de cinco sessões de (re)planejamentos, execução/observação (500 minutos, além de atividade extraclasse complementar) e reflexão/*redesign*. Um período inicial anterior a isso (com duração de um quadro de horas intercaladas, em um único dia) foi dedicado à constituição do ambiente colaborativo por meio de conversas individuais com potenciais participantes. Este momento inicial foi, então, seguido pela elaboração das primeiras tarefas investigativo-exploratórias acerca de conceitos, contextos e aplicações de poliedros, abordados em sua generalidade, seus elementos constituintes e relações.

Foi com esse foco que conduzimos o estudo do Caso Piloto da pesquisa, conforme orientações de Benassi, Cancian e Strieder (2023) e Yin (2016). Mais do que um simples ponto de partida, este ciclo representou a fundação do programa formativo de EA de GE e um caminho seguro para o aprimoramento dos instrumentos e procedimentos da pesquisa. Igualmente, foi em face deste ciclo que os alicerces de confiança, ética dialógica e investigação coletiva foram sendo estabelecidos.

A fase preliminar de criação dessa atmosfera – antes do primeiro planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* – mostrou-se crucial, pois “[...] *as tratativas preliminares de constituição do ambiente colaborativo visavam esclarecer pontos específicos sobre aspectos éticos da pesquisa e do funcionamento do programa formativo*” (Diário de



Bordo da Pesquisa – DBP, 2024-2025, p. 1). Registros dos momentos fundantes de tal atmosfera, em que são evidenciadas nossas tratativas primárias junto aos participantes, são revelados na Figura 3.

**Figura 3** - Registros fotográficos dos momentos geradores do ambiente colaborativo



**Fonte:** Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).

Esta etapa permitiu que receios e dúvidas iniciais fossem superados, dando origem a um espaço genuíno de coprodução de conhecimento, envolvendo os quatro participantes (PCP1, PCP2, PCP3 e PPF) em todas as etapas de planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* da primeira tarefa investigativo-exploratória, conforme descrito na sequência.

#### **4.2.1.1 Descrição dos processos do Ciclo I: Mãos à Obra**

Como já explicitado, o objeto de investigação-exploração do primeiro ciclo de EA centrou-se na compreensão de conceitos, contextos e aplicações de poliedros, seus elementos constituintes e generalizações de relações inerentes (como a Relação de Euler:  $V - A + F = 2$ ).

O primeiro planejamento colaborativo, conduzido pelos quatro integrantes do programa formativo de EA de GE (PCP1, PCP2, PCP3 e PPF), partiu de uma provocação negociada coletivamente na ocasião, após as tratativas de construção da atmosfera colaborativa: “[...] *como podemos, a partir da manipulação de objetos 3D ou de uma estratégia didática, explorar elementos, relações e planificações de poliedros com os alunos?* [...]” (RM4/2024-2025).

Nessa primeira reunião, nosso objetivo foi propor uma estratégia de ensino e aprendizagem com EA de GE que possibilitasse não apenas a memorização de nomenclaturas e relações, mas vivências de um processo interativo e reflexivo de construção de conceitos e conjecturas por meio de um percurso de ensino guiado – um dos princípios fundantes dos EA.



Esse entendimento é respaldado por perspectivas internacionais (Lewis, 2002; Takahashi, 2006) e por autores do contexto lusófono (Ponte, 2002, 2008; Ponte et al., 2016), que consolidam a investigação colaborativa guiada como núcleo da formação e do desenvolvimento profissional docente.

A tarefa investigativo-exploratória intitulada “Mãos à Obra: desvendando os poliedros” (Anexo B) foi negociada e elaborada conjuntamente, após outras versões amplamente discutidas e repensadas, mas não executadas. Ela foi concebida como uma sequência didática em duas partes, projetada para guiar o ensino e a prática pedagógica sobre conceitos, contextos e aplicações dos poliedros.

A parte I – executada e observada em uma aula (50 minutos) no 8º ano do EFII pelo PCP2 e pelo PPF – focou na exploração e classificação dos poliedros, incentivando: a) identificação e comparação dos polígonos que compõem suas respectivas faces; b) contagem e registro do número de vértices, arestas e faces; c) testagem, levantamento de conjecturas e validação da Relação de Euler ( $V - A + F = 2$ ) em poliedros distintos; d) reconhecimento de diferenças e semelhanças; e) compreensão do conceito de convexidade.

A parte II – igualmente executada e observada em outra aula (mais 50 minutos) na mesma turma, pelos mesmos participantes – aprofundou a investigação, desafiando a exploração de implicações da Relação de Euler a partir de planificações e comparações entre números de arestas, faces e vértices. O objetivo era estabelecer relações, conectar conceitos abstratos de objetos 3D ao cotidiano e propor situações reais de aplicação do conhecimento negociado e construído.

A atividade, portanto, teve como objetivo central promover uma compreensão conceitual robusta por meio da descoberta guiada, manipulação de objetos e argumentação matemática, indo além da memorização de fórmulas. Ambos os momentos de execução/observação da proposta seguiram uma sequência investigativa composta pelas seguintes etapas:

- **Manipulação e identificação exploratória:** Os alunos receberam a tarefa e um kit com diversos modelos físicos de poliedros – desde regulares, como cubos e dodecaedros, até exemplos não convexos e irregulares.
- **Coleta de dados e padronização:** Em grupos, para cada modelo, realizaram a contagem e o registro sistemático do número de vértices (V), arestas (A) e faces (F). Essa etapa gerou uma tabela que serviu como base empírica para a análise.
- **Conjectura e generalização:** A partir dos dados coletados, calcularam o valor



de  $V - A + F$  para os poliedros. O resultado constante “2” para a maioria dos sólidos levou-os à formulação de conjecturas sobre uma relação invariante: a Relação de Euler.

- **Teste de validade e refutação:** Essa fase crucial foi conduzida com a introdução intencional de casos não convexos (como um sólido com “túnel” ou “reentrância”). A quebra da relação ( $V - A + F \neq 2$ ) nesses exemplos serviu para refutar a validade universal da conjectura inicial e, conseqüentemente, delimitar o escopo de aplicação do teorema de Euler (apenas para poliedros convexos). Esse momento foi essencial para simular um processo autêntico de construção do conhecimento matemático.

Entretanto, após os primeiros (re)planejamentos colaborativos, execução/observação e reflexão/*redesign*, a tarefa foi reformulada. Isso porque a versão então aplicada se mostrou muito focada na técnica, configurando uma proposta de ensino investigativo-exploratória “*descontextualizada e pouco significativa*” (RM4/2024-2025).

Na versão seguinte, incorporamos a possibilidade de abstrações sobre poliedros planejados (execução/observação em 100 minutos: dois tempos de 50 minutos), promovendo melhor visualização espacial, bem como estímulos à observação do etnoconhecimento local. Incorporou-se, ainda que timidamente, uma concepção de ensino contextualizado, mais alinhada às recomendações curriculares.

Contudo, na terceira rodada de (re)planejamento, execução/observação (uma aula: 50 minutos) e reflexão/*redesign*, surgiram *insights* para a incorporação de recomendações curriculares e, efetivamente, para a agregação de elementos do etnoconhecimento local – ainda que a BNCC, os RCAs e os PCEFs não orientem práticas de como fazê-lo. Essa lacuna tornou-se o foco central das discussões e reflexões do quarto (re)planejamento.

Nesse sentido, após outro processo de (re)planejamento, execução/observação – tanto no 8º ano do EFII quanto em uma turma de 2ª série do EM (uma aula com dois tempos de 50 minutos em cada), com os PCP1, PCP2 e PPF – e reflexão/*redesign*, propomos uma nova camada à tarefa, agora intitulada “Desvendando os Poliedros: mão à obra e mergulho no etnoconhecimento geométrico-espacial local” (Anexo C). Nessa versão, os participantes tiveram o *insight* de incorporar comandos de observação de poliedros presentes no artesanato local, na arquitetura regional e em manifestações culturais da comunidade, relacionando a geometria a esse entorno sociocultural.

Um pequeno trecho ilustrativo das discussões e reflexões vivenciadas nessa etapa de reflexão/*redesign* foi transcrito e selecionado como Unidade de Análise (UA):

- **PCP1:** “[...], a gente tem uma boa tarefa pra explorar a Relação de Euler, se levar em conta o que o



Leugênio falou sobre Estudos de Aula. Mas a gente pode torná-la mais significativa e conectada à realidade dos alunos [...], podia tentar melhorar e inserir isso, não? [...].”

- PPF: "Pois é, ficou muito 'caixinha'. Só manipular modelos de acrílico [...]. E se a gente pedir para eles procurarem formas que lembrem poliedros no dia a dia deles?"

- PCP1: "Pode ser! Na cidade tem muito formato real de um prisma, como a cobertura das casa [sic], os objetos das praça, [...]. Seria um ótimo exemplo!"

- PCP3: "Isso! E a molecada podia tentar contar, abstrair aresta, vértice e face das pranchas de madeira, ver se são convexos, regular e tudo mais. Ia ficar muito mais rico."

- PCP2: "Eu acho [...]. Então vamos reformular a tarefa [...]. Em vez de eu chegar com os modelos de acrílico, 'vamo' [sic] pedir exemplos, [...]. Podemo [sic] pedir fotos impressas e que eles trazem pra [sic] recortar [...].”

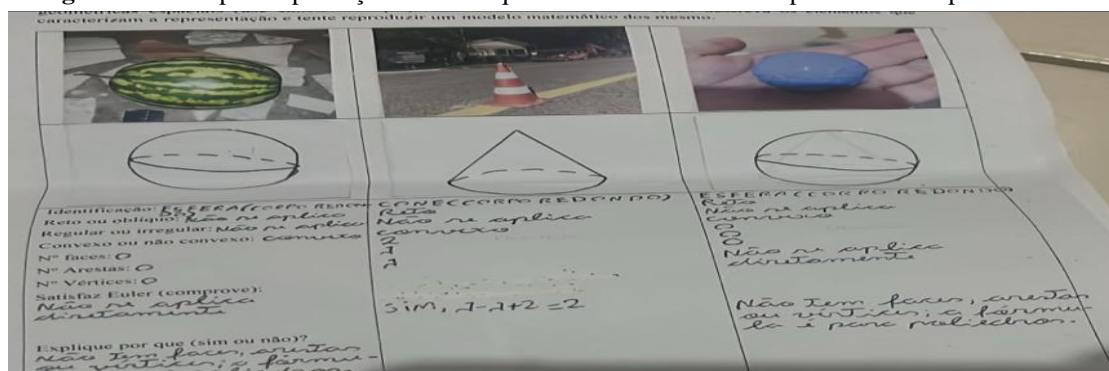
- PPF: “Vamos tentar melhorar então [...]. Isso inclusive é uma recomendação curricular [...].”

Essa discussão culminou no *redesign* final da tarefa – que integrou definitivamente a dimensão cultural aos conceitos, contextos e aplicações dos poliedros – e reforçou a noção de que um ciclo de EA pode ser infinito, pois, a depender da condução, pode sugerir novos *insights* e possibilidades de inovação.

A fase de execução/observação desta versão da tarefa foi conduzida presencialmente pelo participante PCP1 (três aulas em momentos distintos: 50 minutos cada), cabendo ao PPF o papel de observador, com a missão de capturar as reações, as interações e os raciocínios desenvolvidos pelos estudantes.

Na fase seguinte – a de reflexão/*redesign* –, uma observação crucial emergiu: “[...] eles mostraram dificuldade em diferenciar poliedro de corpo redondo [...], fizeram uma confusão danada: esfera era considerada um poliedro regular [...]” (RM4/2024-2025). Um dos registros das produções dos alunos (Figura 4) ilustra bem essa dificuldade inicial, e a “confusão” na diferenciação, especialmente quando solicitados a “identificar e registrar representações poliédricas em objetos do cotidiano de Eirunepé [...]” (RM5/2024-2025).

**Figura 4** - Exemplo de produção de aluno que revelou confusão entre poliedros e corpos redondos



Fonte: Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).



Esta constatação, discutida por todos em mais uma rodada de reflexão, forneceu um *insight* valioso para (re)planejamentos futuros. *O redesign* da atividade passou, então, a incluir uma etapa de classificação e discussão de objetos do cotidiano antes da generalização da Relação de Euler. A tarefa redesenhada (Anexo C) foi reaplicada em outra turma do 8º ano pelo participante PCP2, novamente com auxílio, observação e registros pelo pesquisador (PPF), completando o ciclo iterativo de melhoria contínua.

Assim, encerramos o Ciclo I, ainda que reconheçamos que os processos de planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* podem ser infinitos. A decisão de encerrá-lo neste ponto se deveu à necessidade de avançar para outros eixos temáticos da GE, aprofundando contextos e aplicações emergentes e igualmente importantes.

Deste ciclo inicial, contudo, germinaram sementes fundamentais ao programa: consolidou-se um modo de trabalhar com EA de GE; deixou-se como legado tarefas pedagogicamente testadas; e gerou-se a consciência coletiva de que toda prática pedagógica é passível de ressignificação. A tarefa “*Desvendando os Poliedros*” permanece como uma proposta em aberto, cuja reaplicação futura certamente trará novas lições, desafios e possibilidades de inovação, alimentando o ciclo contínuo de aprimoramento profissional e investigativo.

#### 4.2.1.2 Materiais e contextualização como eixo catalisador

Os recursos didáticos foram fundamentais para ancorar conceitos abstratos na realidade local. Foram utilizados sólidos geométricos confeccionados com fibra de buriti, palitos de malva, “liga de baladeira” e canudos de plástico levados por professores (PCP2 e PCP3) e alunos, além de imagens (impressas) de estruturas de edificações locais (*como o formato prismático da cobertura da “casinha” ou os formatos geométricos que integram “igreja matriz”*) e da “cubagem da prancha”, prática dos serradores da região.

A exploração desses materiais, familiares ao cotidiano dos alunos, reduziu a abstração inicial dos conceitos geométricos e aumentou significativamente o engajamento, pois eles puderam reconhecer na matemática formal uma extensão de saberes já presentes em sua comunidade.

A busca por concepções em torno do tema poliedros revelou uma dificuldade crucial: muitos alunos não distinguiam poliedros de corpos redondos. Entretanto, a manipulação de objetos concretos e a discussão sobre o formato de suas faces (polígonos) contribuíram



diretamente para superar a dificuldade de classificação identificada nas fases iniciais, pois, assim, puderam manipular, explorar e visualizar claramente a diferença entre objetos planos (poliedros) e curvos (corpos redondos) a partir do seu mundo real.

Nesse sentido, a integração do saber local não foi apenas tátil, mas conceitual. A discussão sobre a “cubagem da prancha” (cálculo de volume de madeira) serviu como ponte contextual para introduzir, por exemplo, a importância do cálculo volumétrico de objetos prismáticos ou piramidais, um tópico a ser explorado no ciclo de EA seguinte.

#### 4.2.1.3 Diálogos e interações: evidência de aprendizagens no Ciclo I

Os registros em áudio e vídeo capturaram momentos cruciais de avanço conceitual, tanto para alunos quanto para professores. Durante uma sessão de planejamento, a professora PCP1 expressou uma dúvida que ecoava um saber experiencial: "*Mas meus alunos nunca conseguem lembrar a fórmula. Será que vai funcionar?*" Essa fala catalisou uma discussão que mobilizou um saber curricular (a adequação da atividade à série) e um saber didático (a opção pela investigação em vez da memorização).

Em sala de aula, um diálogo entre alunos e professores ilustra um processo de descoberta e estabelecimento de conjecturas:

- **Aluno/a A:** "*Professor, contei e somei os vértices e as faces desse bicho [referindo-se ao dodecaedro] e deu 32. Diminui [subtraíu] as arestas, que eram 30, e deu 2! Funcionou!*"

- **PCP2:** "*E o teu [fulano], como chegou em 2?*"

- **Aluno/a B:** "*Fiz com esse troço aqui [referindo ao octaedro]! Os vértices é 6, certo? As faces são 8, ok? Somando dá 14. Esses troço aqui [as arestas] têm 12. 14 menos 12 é 2 também!*"

Este momento de descoberta surpreendente foi extraído como UA, avaliado em contexto (UC), identificado como US e, posteriormente, no Capítulo V, deve ser categorizado como CA ou SCA, ilustrando o levantamento de conjecturas sobre um saber disciplinar (Relação de Euler:  $V - A + F = 2$ ) por parte de alunos, mediado pelo saber pedagógico do professor em facilitar a investigação sem fornecer a resposta pronta.

Se esses registros capturam instantâneos pontuais do primeiro Ciclo de EA de GE, a análise sintética que se segue busca evidenciar a riqueza das lições aprendidas que moldaram a trajetória do grupo.

#### 4.2.1.4 Lições aprendidas e evolução colaborativa



Os diálogos e interações analisados na seção anterior não foram eventos isolados, mas sintomas de uma mudança mais profunda no grupo. Eles evidenciam as aprendizagens concretas que emergiram do processo iterativo de planejamento, execução, observação e reflexão que caracterizou o Ciclo I. Esta seção sintetiza as principais lições aprendidas, categorizadas em duas dimensões entrelaçadas: a evolução da prática pedagógica dos participantes e a evolução da dinâmica colaborativa do grupo.

As lições aprendidas que redirecionaram os ciclos subsequentes foram:

- **Dificuldade na visualização:** A necessidade de materiais manipuláveis mostrou-se ainda mais crítica do que o previsto, indicando a necessidade, para os planejamentos seguintes, de investir mais tempo na construção de sólidos 3D com alunos no Ciclo II, a partir de pesquisas de matéria-prima do lugar.

- **Contextualização como catalisadora:** O engajamento gerado pela menção à “cubagem da prancha” sinalizou que a conexão com saberes locais era um caminho potente na construção de significados (*meaning-making*) geométricos espaciais. Assim, decidiu-se, coletivamente, que cada ciclo seguinte deveria buscar uma conexão semelhante.

- **A voz e os registros dos alunos como dados primários:** As falas e conjecturas capturadas nos protocolos e nas gravações tornaram-se o centro das discussões e reflexões, e não mais apenas o desempenho em exercícios e atividades. Este *insight* estabeleceu um novo parâmetro para as fases de execução/observação dos próximos ciclos.

- **O papel do professor provocador:** Aprendemos que a tarefa será verdadeiramente investigativa e exploratória se o professor **assumir o papel de provocador**, levantando questões não programadas (ou previamente delineadas em um protocolo de intervenção), levando os alunos a fazer conjecturas diante da dúvida ou por meio de autocríticas. Assim, o professor evoluiu, conseguindo estabelecer e abstrair conceitos e relações inerentes ao objeto de ensino, promovendo sua autonomia, capacidade de argumentação e generalização de padrões.

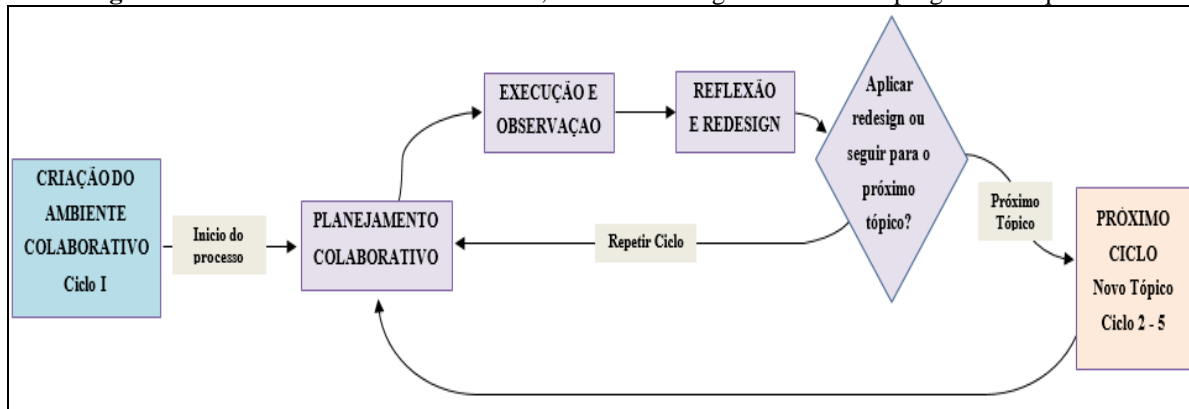
- **Um ciclo de EA pode ser infinito:** A dinâmica iterativa de (re)planejamento, observação e *redesign* mostrou que o processo de aprimoramento é contínuo. Novos *insights* e desafios emergem a cada sessão de execução/observação, demandando novas reflexões/*redesign*, o que reforça a natureza cíclica e aberta da pesquisa e da ressignificação de saberes e da prática pedagógica.

A estrutura adaptada do ciclo I de EA de GE, incluindo a etapa preliminar e a progressão pelos eixos temáticos, é representada esquematicamente no Diagrama 11, que



ilustra a dupla lógica do processo: iterativa (com ciclos de *redesign*) e sequencial (com progressão para novos eixos temáticos).

**Diagrama 11** - Fluxo da estrutura do ciclo I, mostrando a lógica iterativa e a progressão sequencial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Como ilustra o Diagrama 11, a estrutura adaptada seguiu uma dupla lógica: iterativa internamente, com ciclo infinito de reaplicação e melhoria; e sequencial externamente, com a interrupção do ciclo em um ponto ótimo, promovendo a progressão articulada a outros eixos temáticos ou objetos de ensino.

O Ciclo I, portanto, foi muito mais do que o ensino de poliedros. Foi o momento em que se produziu um novo saber sobre a capacidade investigativa dos alunos; em que se mobilizaram saberes experienciais, curriculares e locais; e em que se ressignificou a crença sobre como a geometria espacial pode ser explorada. A confiança construída aqui tornou-se base indispensável aos ciclos (II-IV) progressivos que se seguiram.

Essa abertura para contínuo aprimoramento será explorada no próximo ciclo, que abordará, para além de conceitos, contextos e aplicações, outros elementos e relações inerentes a prismas e pirâmides, partindo diretamente da contextualização da ideia de uma máquina que transforma polígonos em prismas e pirâmides.

#### 4.2.2. Ciclo II: Prismas e Pirâmides - desvendando a Máquina de montar sólidos

A vivência no Ciclo II ocorreu no período de outubro/2024 a março de 2025 (com uma pausa nas etapas de execução/observação entre dezembro/2024 e fevereiro/2025). Nele, foram trabalhadas duas sessões de (re)planejamento, execução/observação (350 minutos, além de atividade extraclasse complementar), e reflexão/*redesign*. Nestas sessões, as bases do trabalho colaborativo já estavam postas, ao passo que elas representaram a busca pela consolidação do



programa formativo de EA de GE e o fortalecimento do ambiente colaborativo e de perspectivas sobre o ensino por investigação.

Nesse contexto, foi construída e aperfeiçoada uma proposta investigativo-exploratória intitulada “A máquina de montar sólidos” e suas respectivas camadas de aprofundamento e extensão. O objetivo era “[...] *desafiá-los [referindo-se aos alunos] a descobrir quais processos uma máquina realizaria para gerar poliedros a partir de formas poligonais?*” (RM4/2024-2025).

Essa ideia surgiu no grupo a partir de uma experiência compartilhada por um dos participantes. Ela era resultado de uma oficina, por ele vivenciada, sobre um EA de Introdução às Funções, em que “[...] *um robô receberia duas unidades e, por meio de operações aritméticas ou algébricas, as transformaria em cinco, propondo a descoberta de quais operações lógico-matemáticas o robô realizou nessa transformação*” (RM4/2024-2025).

A "máquina de montar sólidos" funcionaria como uma proposta análoga, propondo aos alunos abstrair processos lógico-matemáticos e geométricos fundamentais, como: adição, multiplicação, extrusão (constrói-se um prisma: reto ou oblíquo, empurrando uma base poligonal em uma direção em relação a um plano perpendicular ou oblíquo, gerando faces laterais retangulares ou paralelogramos) e conificação (constrói-se uma pirâmide: reta ou oblíqua, conectando todos os vértices de um polígono base a um único ponto externo [ápice], formando faces triangulares).

Além disso, a proposta buscava promover: identificação de faces, arestas e vértices; exploração de relações alternativas à fórmula de Euler, a partir de conjecturas em torno do número  $n$  de lados do polígono da base (para prismas:  $F = n + 2$ ,  $V = 2n$ ,  $A = 3n \rightarrow V - A + F = 2$  e para pirâmides:  $F = n + 1$ ,  $V = n + 1$ ,  $A = 2n \rightarrow V - A + F = 2$ ); aplicação e generalização de fórmulas para os cálculos de área e volume.

Complementarmente, a adição de camadas à atividade promovia sua extensão à aplicação de conceitos geométrico-espaciais com base na exploração de objetos do cotidiano: “*projetar uma embalagem (triangular ou prismática) sustentável para agregar valores à venda de produtos locais (Mariola, Quibe, Cocada, frutas e/ou outros)*” (RM5/2024-2025), consolidando aprendizagens ao conectar a GE ao contexto eirunepeense, de modo a aprofundar as compreensões sobre conceitos, contextos e aplicações de prismas e pirâmides.

Outros detalhes da vivência no Ciclo II serão mostrados na subseção seguinte, que descreve os processos investigativo-exploratórios, os materiais e a contextualização, alguns



diálogos e interações e as lições aprendidas no processo.

#### **4.2.2.1 Descrição dos processos do Ciclo II: do abstrato da máquina ao concreto do contexto**

Este subitem descreve o percurso investigativo-exploratório dos EA de GE vivenciados no Ciclo II, traçando sua jornada desde a concepção do conceito abstrato de uma “máquina” hipotética até as aplicações concretas no contexto geométrico-espacial eirunepense. O percurso foi operacionalizado em duas sessões completas de EA, distribuídas da seguinte forma:

A primeira sessão foi planejada colaborativamente por todos os participantes do programa formativo. Sua execução/observação (200 minutos, equivaleram a 4 tempos de aula, em dois momentos distintos) foi gerida pelo PCP3 e pelo PPF em uma turma de 8º Ano do EFII. A etapa subsequente de reflexão/*redesign* foi conduzida pelo PPF com a participação do PCP1 e do PCP3, com a ausência do PCP2.

A segunda, planejada a partir de *insights* da reflexão anterior, consistiu na reelaboração do plano de aula e da tarefa concebidos na primeira sessão. Sua execução/observação (150 minutos, 3 tempos de aula, em dois momentos distintos) foi conduzida pela PCP2 e pelo PPF em uma turma de 8º Ano de outra escola.

O processo reflexivo resultante da observação orientou melhorias nas camadas investigativo-exploratórias que substituíram parcialmente as abordagens iniciais excessivamente abstratas, promovendo uma proposta de ensino mais significativa e contextualizada.

Nesse sentido, a tarefa/atividade denominada “A Máquina de Montar Sólidos” (Anexo D) – concebida a partir da questão norteadora “Qual ou quais processos realizaria uma máquina ao receber polígonos e transformá-los em pirâmides e prismas?” (RM4/2025) – foi, progressivamente, incorporando elementos que se desdobraram em quatro camadas de complexidade: 1) abstrações da máquina: desvendamento dos processos de extrusão e conificação; 2) generalização e aplicações: dedução de fórmulas, relações e propriedades; 3) contextualização local: identificação, medição e projeto de objetos do cotidiano de Eirunepé; 4) investigação-exploração avançada: resolução de problemas abertos e criação de uma máquina hipotética com novos parâmetros.

À medida que a proposta era delineada, seu foco conceitual e prático se ampliou,

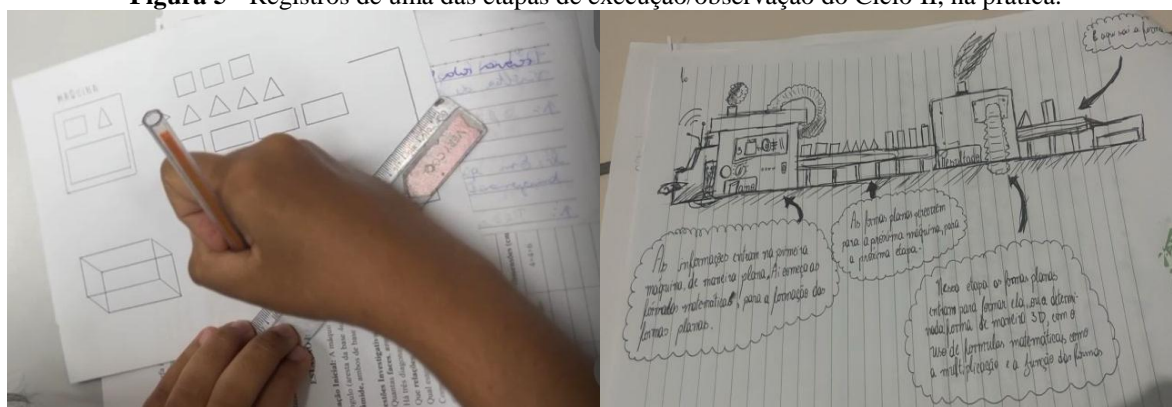


convergindo a um contexto de investigação e exploração cujo cerne era o desvendamento de relações matemáticas elementares (multiplicação e adição), planificação, extrusão e conificação de sólidos. Esse processo promoveu: a análise e identificação de vértices, arestas, faces, diagonais do prisma e apotemas da pirâmide; a exploração de relações alternativas à fórmula de Euler, específicas para prismas e pirâmides; e a compreensão de aplicações das fórmulas de área e volume: “*quantas vezes o volume da pirâmide coube no prisma de mesma base e altura?*” (RM5/2024-2025).

Essa estrutura foi redesenhada para desenvolver habilidades específicas da BNCC, promovendo a generalização de padrões, a resolução de problemas e a aplicação de conhecimentos geométrico-espaciais com base na compreensão e atuação no mundo real. Dessa forma, a concepção abstrata de uma “máquina” serviu não apenas como um recurso didático, mas como um dispositivo heurístico que permitiu aos alunos transcender a memorização de fórmulas e engajar-se na tarefa e em suas camadas progressivas.

**Camada I – A máquina de montar sólidos:** Os alunos recebiam o desafio de descobrir como uma "máquina" hipotética transformaria *três moldes planos (um quadrado de 6x6 cm, um retângulo de 6x10 cm e um triângulo isósceles de base 6 cm)* em um prisma e uma pirâmide de base quadrada. O cerne era levá-los à descoberta de processos de montagem/desmontagem, construção de sólidos e conceitos como extrusão, conificação, planificação, faces laterais e bases, além de processos multiplicativos inerentes à máquina. Na prática, a tarefa, nos dois momentos de execução/observação, foi desenvolvida em grupos de seis alunos, nos quais os alunos formularam hipóteses e simularam, por meio de desenhos ilustrativos, o processamento da “máquina” (Figura 5), desde a situação hipotética de inserção dos polígonos até os poliedros obtidos na saída.

**Figura 5 -** Registros de uma das etapas de execução/observação do Ciclo II, na prática.



Fonte: Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).



A partir dessa exploração, estimaram, mediram e registraram arestas, vértices, faces e outros elementos, descobrindo de forma autônoma e manipulativa as diferenças estruturais entre os poliedros. Uma tabela guiava o registro de medidas estimadas, cálculos de área da base, área lateral e volume.

**Camada II – Generalização e aplicações:** Os alunos preenchem tabelas para explorar e testar relações entre o número  $n$  de lados da base e a quantidade de arestas, vértices e faces para prismas e pirâmides, conjecturando sobre a validade da fórmula de Euler ( $V - A + F = 2$ ) para esses sólidos. Nesse processo, eles deduziram fórmulas gerais para arestas, vértices e faces de prismas ( $A = 3n$ ,  $V = 2n$ ,  $F = n + 2$ ) e pirâmides ( $A = 2n$ ,  $V = n + 1$ ,  $F = n + 1$ ); realizaram experimentação prática para descobrir a relação volumétrica entre uma pirâmide e um prisma de mesma base e altura (o volume da pirâmide é  $1/3$  do volume do prisma), e preencheram tabelas para consolidar a generalização das fórmulas de área e volume.

**Camada III – Aplicação ao contexto eirunepeense:** Nessa camada (desenvolvida em atividade extraclasse), os alunos deveriam “*projetar uma embalagem (triangular ou prismática) sustentável para agregar valor à venda de produtos locais (bombons, açai, frutas e outros)*”, aplicando conceitos aprendidos em um problema real do seu contexto, escolhendo uma base poligonal e calculando dimensões para minimizar o material e maximizar o volume interno. Esta etapa foi crucial para consolidar aprendizagens e conectar a GE à realidade local, ampliando a compreensão de conceitos, contextos e aplicações.

**Camada IV – Investigação avançada:** Nessa camada, os alunos foram desafiados a reprogramar a “máquina”, promovendo a extensão e o aprofundamento dos conhecimentos, bem como a propor problemas abertos de otimização dos processos, tais como:

- “A máquina gerou dois prismas retos com mesmo volume ( $64 \text{ cm}^3$ ), um com base quadrada e outro com base triangular. Qual deles tem maior área superficial?”
- “Reprogramem a máquina para gerar prismas com área lateral constante ( $100 \text{ cm}^2$ ). Como a escolha da base afeta o volume?”

A ideia era vincular explicitamente problemas abertos às habilidades (EF08MA21; EF08MA22) e competências matemáticas da BNCC.

Decerto, nem todos os alunos se engajavam nem conseguiam interpretar e abstrair os comandos iniciais. Muito menos conseguiam levantar questionamentos, já que muitas falas registradas nas etapas de execução e observação revelaram conflitos e dificuldades iniciais tanto por parte do professor em explicar o sentido da proposta quanto por parte dos alunos em



assimilar os sentidos e significados daquela abordagem, como vemos a seguir:

- **Aluno/a A:** “Prof., [sic] eu sei o que é triângulo e quadrado, mas não lembro esse negócio de retângulo, a senhora não deu aula disso [...]”.
- **PCP3:** “Gente não precisa, é um jeito que a gente tá descobrindo e testando com vocês pra guiar vocês em aprender [...]”.
- **Aluno/a B:** “Eu nunca vi [sic] dizer que uma máquina faz esses negócios [risos]”.
- **Aluno/a C:** “Nem eu, oh [sic]”.
- **PPF:** “Pessoal, como a gente já havia conversado, isso se trata de uma pesquisa, uma pesquisa pra gente descobrir como vocês imaginam as coisas, como vocês raciocinam e tudo mais. Com isso, a gente – eu a professora e outros colegas – vai sentar e debater a melhor forma de ensinar vocês e melhorar nosso trabalho [...]”.
- **Aluno/a C:** “É, mas se a gente errar não tira nota [...]”.
- **PCP3:** “[...] A gente não está preocupado se vão acertar ou errar, mesmo assim, a gente vai orientar, vai provocar a curiosidade de vocês e guiando nas respostas [...], não precisa se preocupar em acertar, basta pedir ajuda e ir ouvindo a gente [...]”.

Estas reações dos alunos evidenciam um dos maiores desafios à implementação de abordagens investigativas: o hábito consolidado por anos de aulas tradicionais, que os condiciona a estarem sempre em busca da resposta correta e pronta. Esse modelo expositivo e transmissivo gera tensões perceptíveis, especialmente nas fases de observação e execução do EA, em que a incerteza, a formulação de hipóteses e a investigação são inerentes ao processo. A ansiedade expressa na fala do aluno C (“se a gente errar não tira nota”) é um sintoma claro desse conflito, revelando a dificuldade em se engajar em um contrato didático em que o erro é valorizado como parte fundamental da descoberta e a aprendizagem é encarada como um processo, e não um produto final.

Este excerto evidencia que nem todos conseguiram, de imediato, interpretar e abstrair os comandos da atividade investigativa, demonstrando dificuldades em compreender o sentido de uma abordagem não expositiva e a ansiedade em relação à avaliação tradicional (“tira nota”). Além disso, tais reações revelam a importância de se negociar sentidos, significados e de se estabelecer um contrato didático claro em abordagens investigativas, em que a valorização do “erro” deve ser explicada e é exaltada como parte do processo.

De todo modo, as reações observadas nos momentos de execução fizeram emergir com ainda mais clareza a figura singular do professor provocador, cujo papel é, justamente, o de guiar a descoberta e estimular *insights* sem entregar respostas prontas, construindo-as coletivamente por meio de interrogações e mediações constantes.

Dessa forma, o processo iterativo de reflexão e *redesign* – desencadeado pela primeira



execução/observação, e consolidado na segunda sessão do Ciclo II – articulou intencionalmente a proposta inicial, discutida no segundo encontro, resultando numa tarefa/atividade (Anexo D) substancialmente aprimorada, cuja “versão final”, deliberada coletivamente, operacionaliza o trabalho com conceitos de geometria espacial articulados ao etnoconhecimento local e a aplicações práticas, desvendando o funcionamento da “máquina de sólidos” por meio de investigações práticas sucessivas.

Mesmo assim, a conclusão do Ciclo II, deliberada pelo coletivo do grupo, além de possibilitar melhorias, abre interrogações e provocações sobre sua replicação e adaptação por outros agentes educacionais, em contextos diversos. Ressalta-se, contudo, que o êxito desse processo depende essencialmente da seleção de materiais didáticos adequados ou da sua produção *in loco*, assim como de uma contextualização adaptativa – tal como vivenciado em nosso processo – aspectos que explicaremos a seguir.

#### 4.2.2.2 Materiais e contextualização do Ciclo II

O êxito das duas etapas de reflexão e *redesign* do Ciclo II de EA de GE, em termos de pesquisa, dependeu essencialmente de dois aspectos centrais: seleção/produção de materiais didáticos específicos e uma contextualização significativa dos temas de EA *in loco*.

Os materiais didáticos, cuidadosamente escolhidos ou produzidos para promover a manipulação concreta e a descoberta, incluíam: moldes físicos de representações poligonais em papel-cartão (quadrado 6x6 cm, retângulo 6x10 cm, triângulo isósceles de base 6 cm), prismas e pirâmides em acrílico (ou produzidos com palitos de malva e tripa de mico, fibra do tronco de buriti e do açá, ou com canudos de plástico e fita adesiva), além de régua, lápis, canetas, borrachas, transferidores, entre outros instrumentos. Além disso, foram utilizados objetos regionais como representações reais de poliedros (fotografias de padrões arquitetônicos locais, embalagens de produtos do lugar, artesanatos, entre outros), tudo com o intuito de promover comparações e análises pelos alunos, servindo como ponte tangível entre a abstração geométrica e o cotidiano eirunepeense.

A tarefa revisada e reformulada do Ciclo II (Anexo D), conforme RM5/2024-2025, foi, assim, introduzida com um problema central:

- *Uma máquina recebeu apenas três moldes planos para processar e montar sólidos: um molde quadrado de 6 cm × 6 cm; um molde retangular de 6 cm × 10 cm; e um molde triangular isósceles com base de 6 cm.*
- *Como resultado, foram gerados dois sólidos perfeitos (um prisma reto de base quadrada e*



*uma pirâmide de base quadrada).*

*(1) Seu desafio é descobrir: Como a máquina fez isso? Quais operações matemáticas e geométricas ela realizou?*

*(2) Escolha um polígono de sua preferência para inserir na máquina no lugar do quadrado, simule o processo que você descobriu, indicando a tipologia do prisma e da pirâmide gerados.*

*(3) Além disso, busque descobrir e deixar registrado: [seguem outras questões de desdobramento da tarefa/atividade]*

A contextualização aprofundada foi o elemento-chave para engajar os alunos no propósito da “máquina”, criada para produzir abstrações e desenvolver o raciocínio lógico-matemático e geométrico espacial. Problemas reais, como “*Qual embalagem (prisma ou pirâmide) é mais econômica para armazenar e agregar valor ao produto?*” ou “*Como maximizar o volume para a venda de um produto minimizando o material gasto?*”, foram propostos visando transformar o aprendizado de fórmulas em uma necessidade prática para resolver um desafio do contexto local. Esta articulação permitiu explorar de forma integrada habilidades da BNCC.

Contudo, como essas potencialidades se materializaram na prática? O verdadeiro significado das reflexões/*design* da tarefa revelou-se apenas nas interações em sala de aula. A análise dos diálogos a seguir expõe, de forma tangível, os conflitos cognitivos, as estratégias de superação e os momentos de clareza conceitual que caracterizaram este ciclo.

#### **4.2.2.3 Diálogos e interações - evidências de aprendizagens no Ciclo II**

Os registros de alguns diálogos e interações capturadas nas etapas de execução e observação do Ciclo II forneceram evidências concretas do processo de ensino e aprendizagem com EA de GE vivenciados pelos alunos, ilustrando conflitos cognitivos iniciais, momentos de superação e construção autônoma de conhecimentos à medida que a professora exerceu um papel mediador e provocador.

A análise desses registros expõe o potencial de efetividade da abordagem investigativa e exploratória ao permitir transições das dificuldades à clareza conceitual, diante de um problema inicial de visualizar processos geométricos abstratos:

*- Aluno/a A: “[...] professora, como o mesmo quadrado pode ser base dos dois sólidos? Só se a máquina cortar no meio uma pra [sic] cada um!”*

*- PCP3: “Mas, se ela cortar o quadrado em dois, no melhor cenário um vai deixar de ser quadrado, e aí você deixaria de ter uma das bases quadrada [...]”*



- *Aluno/a A*: “*Aí a base era o que?*”

- *Aluno/a B*: “*Se cortar não fica dois quadrado, né prof. [sic]?*”

- **PCP3**: “*Depende! [...] ela não pode realizar outro processo matemático ou geométrico? Tipo multiplicar, somar, juntar, abrir, fechar, reduzir os quadrados à medida que os reproduz e vai juntando?*”.

As falas iniciais ratificam um pensamento concreto, que interpreta a base do poliedro como um objeto físico e único, capaz de ser dividido, mas não replicado e/ou recombinado. O conflito cognitivo surge quando esse modelo mental não se sustenta em um ambiente hipotético (o da máquina), que opera com processos e representações. A intervenção mediadora da professora não fornece a resposta, mas age como um suporte de apoio mental (*scaffolding*)<sup>18</sup>, desconstruindo um raciocínio (“*se ela cortar o quadrado em dois, no melhor cenário um deixa de ser quadrado*”), sem deixar de oferecer bases (“*outro processo matemático ou geométrico*”) que operam como meios a novos estímulos e *insights*.

As perguntas provocadoras (“*tipo multiplicar, somar, juntar, abrir, fechar, reduzir os quadrados à medida que os reproduz e vai juntando?*”) são cruciais, pois direcionam o foco da forma estática para a operação dinâmica. Elas catalisam a transição de compreensão estática da geometria (formas como figuras) para a compreensão processual (formas como bases para operações: multiplicação, junção, planificação, extrusão ou conificação e até aplicações do princípio de Cavalieri – por exemplo, na pirâmide: se a área for reduzida linearmente até um ápice, ou prisma: se a área replicada continuamente for mantida constante até um topo).

Dessa forma, a superação da dificuldade inicial não se deu pela simples aquisição da informação, mas pela reestruturação cognitiva do conceito de “base e face poligonal”, que deixam de ser objetos fixos e passam a ser elementos operacionais, cujos resultados dependem dos processos matemáticos aplicados sobre eles. Essa interação exemplifica como a abordagem investigativo-exploratória, mediada por questões estratégicas e provocações, promove a construção autônoma de conhecimentos, levando a elaborações mentais e à tradução de conceitos abstratos em operações concretas e compreensíveis.

Em um trecho posterior do mesmo ciclo, um momento de clareza conceitual alcançado é ilustrado através da mediação da professora, da experimentação e da discussão em grupo, evidenciando a superação e construção conceitual:

<sup>18</sup> O conceito de *scaffolding* se baseia na teoria da ZDP de Vygotsky (1978), sendo concebido como um suporte temporário e ajustado oferecido pelo educador para promover a autonomia e o desenvolvimento cognitivo do estudante (Wood, Bruner e Rosss, 1976).



- **Aluno/a B:** “[...] Ah! O retângulo  $6 \times 10$  é que vira as laterais do prisma – e a altura é 10! E o triângulo vira as laterais da pirâmide! Por isso a base é a mesma, né?”

- **PCP3:** “Que, no caso, é o que?”

- **Aluno/a B:** “O que, o que, como assim [...]?”

- **PCP3:** “A forma da base?”

- **Aluno/a B:** “Ah, tá! É quadrado, é só fazer vezes 4 um, e vezes 3 o outro, e só juntar, já fica.”

- **Aluno/a C:** “Não, não, e uma vez só de cada um e só junta [...]”.

- **PCP3:** “A base ou a face?”.

- **Aluno/a B:** “A face, eu acho [...]”.

- **Aluno/a C:** “Os três, ué [sic].”.

As falas demonstram a superação do conflito inicial. Um dos alunos não apenas relacionou corretamente as dimensões dos moldes com as medidas dos sólidos (associando o retângulo às faces laterais do prisma e o triângulo às faces laterais da pirâmide), mas também sintetizou o conceito central da atividade: a base e o papel das faces laterais como fator de distinção entre os poliedros. Esse, sem dúvida, foi um momento de validação do *redesign*, mostrando a construção autônoma do conhecimento por meio da manipulação e do diálogo.

A justaposição desses dois momentos – o questionamento inicial e a síntese conclusiva – demonstra a jornada de aprendizagem vivenciada. O diálogo, além de um recurso de socialização, tornou-se uma ferramenta cognitiva crucial que permitiu: a externalização do pensamento e dos equívocos; a intervenção pontual e provocadora da professora; a construção colaborativa de sentidos e significados; e a validação colaborativa entre pares. Estas evidências reforçam que o bom andamento do Ciclo II, em termos de ensino e pesquisa, residiu no *redesign* e na qualidade das interações dialógicas que ele fomentou, criando um ambiente propício a novas reflexões/*redesigns*.

A partir das evidências concretas do ensino e das aprendizagens observadas nas interações dialógicas, é possível sintetizar lições básicas, como faremos a seguir, e propor orientações às abordagens investigativo-exploratórias futuras, em outros contextos de ensino e aprendizagem com EA de GE.

#### 4.2.2.4 Lições aprendidas e encaminhamentos do Ciclo II



As evidências coletadas no Ciclo II permitiram extrair lições preciosas sobre o ensino e a aprendizagem de GE por meio de EA, numa perspectiva de abordagem investigativo-exploratória. Dentre as principais lições extraídas, mediante registros e vivência no ciclo, destacam-se:

- **A investigação concreta precede e fundamenta a abstração:** a descoberta autônoma de relações e fórmulas por meio da medição e manipulação de sólidos (como a generalização de  $F = n + 2$  para prismas ou  $F = n + 1$  para pirâmides) mostrou-se mais efetiva que a exposição direta de fórmulas prontas. A sequência prática → descoberta → generalização permitiu aos alunos reconstruir conceitos de forma significativa, conforme observado nas interações dialógicas e na transição do pensamento concreto para o processual;

- **Abordagens investigativo-exploratórias de GE demandam materiais concretos e manipuláveis, muitas vezes não disponíveis no acervo escolar:** a confecção de sólidos geométricos com materiais alternativos (palitos de malva e tripa de mico, fibra do tronco do buriti ou do açaí, canudos e fita durex) revelou-se não apenas viável, mas pedagogicamente enriquecedora. A produção colaborativa desses recursos – envolvendo professores e alunos na busca por matérias-primas locais e construção – transformou-se em uma atividade de aprendizagem em si, promovendo apropriação do conhecimento, sustentabilidade e valorização de elementos da cultura local para criação de ferramentas pedagógicas;

- **A contextualização local é um potente catalisador de engajamento e significância:** relacionar conceitos geométricos com produtos eirunepeenses (embalagens de produtos locais: castanhas, açaí, cocadas e outros) transformou a tarefa em uma ferramenta potente de aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos abstratos (ex.: otimização de volume e áreas de superfície). A camada III ("aplicação ao contexto eirunepeense") foi crucial para vincular a geometria à realidade local, tal como previsto na BNCC;

- **Dificuldades conceituais específicas requerem intervenções e materiais específicos:** a confusão inicial entre base, face e processos de formação de sólidos (ex.: extrusão x conificação) foi progressivamente superada com a manipulação de materiais concretos (moldes de papel cartão, sólidos em acrílico ou confeccionados com materiais locais). O *redesign* indicando a utilização de materiais situados mostrou-se essencial para desenvolver a visualização espacial, conforme evidenciado nos diálogos de superação de conflitos cognitivos;

- **A mediação e a provocação docente são uma estratégia decisiva aos avanços conceituais:** o papel da professora como mediadora e provocadora (ex.: questionamentos do



tipo "*multiplicar, somar, juntar?*") é determinante para guiar a transição de uma compreensão estática para uma compreensão processual, funcionando como *scaffolding* para a reestruturação cognitiva (Wood, Bruner e Ross, 1976; Vygotsky, 1978);

• **A abordagem investigativa exige a renegociação do contrato didático:** Como observado nas reações iniciais dos alunos ("*se a gente errar não tira nota?*"), é necessário explicitamente valorizar o erro como parte do processo e reduzir a ansiedade por respostas imediatas, tidas como corretas (uma angústia dos alunos), enfatizando a aprendizagem autônoma e colaborativa entre pares.

Os resultados consolidados no Ciclo II demonstram que a "máquina de sólidos", elemento catalisador dos EA de GE, fundamentou-se na operacionalização de processos geométricos como extrusão e conificação para desvendar a construção de prismas e pirâmides. Essa abordagem investigativo-exploratória, ancorada em materiais contextualizados e mediação docente estratégica, não apenas superou obstáculos de visualização espacial, mas também ressignificou o ensino da GE ao conectá-la ao cotidiano eirunepense. A metáfora da máquina mostrou-se pedagogicamente potente ao engajar os alunos em abstrações, generalizações e aplicações práticas, validando o *redesign* colaborativo e as interações dialógicas como eixos didáticos.

Essas conquistas abriram caminho para novos desafios, já que no Ciclo III a "máquina seria reprogramada" para explorar corpos redondos (cilindros e cones), operacionalizando rotações de retângulos, quadrados e triângulos em torno de eixos fixos. A partir disso, os alunos seriam desafiados a investigar os processos lógico-matemáticos e geométricos gerados por ela para que se obtivessem: cilindros (a partir de quadrados e retângulos) e cones (a partir de triângulos retângulos), integrando esses processos à criação de embalagens sustentáveis de produtos regionais (como polpas de açaí ou óleos vegetais).

Essa evolução buscava aprofundar conceitos elementares, como círculo, circunferência, geratriz,  $\pi$  (pi), raio, diâmetro e altura, além de planificações e relações de volume, área de superfície. Ao mesmo tempo em que promoveria a articulação entre GE e o etnoconhecimento local, dando continuidade à premissa de que a abstração geométrica espacial se baseia na manipulação e na contextualização significativa.

Para operacionalizar essa premissa, a próxima subseção nos mostra como a 'máquina de sólidos' foi 'reprogramada' para produzir cilindros e cones a partir da rotação de figuras planas, mantendo a ideia do Ciclo II e a conexão com o contexto local de Eirunepé no Ciclo III de EA de GE.



### 4.2.3. Ciclo III: Cilindros e Cones - desvendando a máquina de gerar sólidos reprogramada

O Ciclo III foi desenvolvido entre o final de março e ao longo de todo o mês de abril de 2025, mantendo o processo colaborativo instituído nos Ciclos I e II. Este ciclo representou a consolidação do programa formativo de EA e das propostas de ensino e aprendizagem de GE situadas, utilizando tarefas investigativo-exploratórias focadas em conceitos, contexto e aplicações. A metáfora da "máquina de montar sólidos", concebida no ciclo anterior, foi ressignificada, "reprogramando-a", agora para gerar cones, cilindros e troncos de cone a partir de formas circulares e poligonais específicas.

O percurso do Ciclo III foi operacionalizado em duas sessões completas principais (planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign*), evidenciando a evolução da proposta formativa, com melhorias significativas na versão da tarefa (Anexo E) a partir de duas ricas etapas de reflexões e discussões que culminaram no seu *redesign*.

No contexto geral, a proposta visou explorar relações entre catetos e raios, diâmetros e alturas, bem como entre hipotenusa e geratriz, conectando-as ao Teorema de Pitágoras para calcular medidas indiretamente. Após os dois momentos de reflexões e *redesign* do ciclo, uma camada adicional foi incorporada à atividade: “*projetar uma embalagem (cilíndrica, cônica ou tronco-cônica) sustentável para agregar valor à venda de produtos locais*” (RM5/2024-2025). Essa contextualização foi fundamental para estabelecer relações significativas entre os formatos geométricos estudados e produtos regionais, uma vez que embalagens para líquidos e grãos frequentemente adotam esses formatos por questões funcionais.

Os demais detalhes da vivência no Ciclo III serão apresentados na subseção seguinte, a qual descreve os processos investigativo-exploratórios, os materiais e a contextualização, alguns diálogos e interações e as lições aprendidas no processo.

#### 4.2.3.1 Descrição dos processos do Ciclo III: da rotação à aplicação

A primeira sessão de planejamento focou em “[...] reprogramar a máquina pra [sic] explorar os processos de geração de cilindros, cones e troncos de cone” (RM4/2024-2025). Seu objetivo era guiar os alunos na compreensão dos princípios de geração de sólidos de revolução, na abstração de relações entre seus elementos geométricos e na formulação de conjecturas e hipóteses sobre cálculos de área e volume, promovendo a experimentação e a



aplicação do conceito de otimização de espaços.

A etapa de execução/observação inicial (150 minutos, distribuídos em três tempos de aula) foi conduzida pela dupla PCP2/PPF em uma turma do 8º ano do EFII. Nesse processo, identificamos a necessidade de ajustes para tornar a investigação menos expositiva. A descrição inicial da “máquina” – que “[...] *processa moldes planos através de operações de rotação e geração de sólidos tridimensionais*” – revelou-se excessivamente direta, antecipando conceitos que se pretendia que fossem investigados e explorados.

Na fase de reflexão/*redesign*, a descrição foi ressignificada para: “[...] *uma máquina de gerar sólidos [...] reprogramada com novos algoritmos geométricos! Ela agora processa moldes planos através de operações que transformam figuras bidimensionais em sólidos tridimensionais*” (RM5/2024-2025). Essa alteração teve como objetivo remover a menção explícita a “rotação” e a “geração”, incentivando a abstração desses processos por meio da manipulação e análises.

Com base nesse *insight*, a segunda sessão foi reelaborada e executada (em 150 minutos adicionais) pela dupla PCP3/PPF em outra turma do 8º ano do EFII. Esta etapa incorporou os refinamentos identificados, incluindo materiais manipulativos mais diversificados, problematização baseada em produtos regionais e estruturas de apoio (*scaffolding*) mais robustas.

Para aprofundar o processo de descoberta, foi introduzido um novo elemento: “*uma circunferência de diâmetro 6 cm*” para ser igualmente inserida na “máquina”. Essa ideia surgiu a partir de um *insight* do processo de reflexão e *redesign*, motivado por um diálogo espontâneo captado ainda no Ciclo II:

- **Aluno/a A:** “*se ela multiplicar um monte de quadradinho e for colando um sobre outro dá um prisma, eu acho [...]*”.
- **PPF:** “*Se um dos processos fosse esse, como se formaria a pirâmide, então?*”.
- **PCP3:** “*Eita [sic]! Usa a mesma ideia [fulano]*”.
- **Aluno/a A:** “[...] *Ah, mas aí ela ia ter que ir [sic] diminuindo [...]*”
- **PCP3:** “*Ela quem?*”
- **Aluno/a A:** *A figura prof. [sic]. O quadro ia diminuindo e juntando até formar, o retângulo também dar o triângulo não sei [...]*.
- **PPF:** “[...] *se assim ele também formaria um sólido, sabe dizer qual?*”.

Este trecho evidenciou o potencial de expansão da metáfora da máquina para outros polígonos e processos, possibilitando que se trabalhe inclusive noções básicas do princípio de



Cavalieri ao se explorar a possibilidade de geração do sólido pela sobreposição de múltiplas camadas.

Nesse sentido, foram implementados suportes adicionais à versão final (Anexo E) formulada no Ciclo III, como: a) subtópicos-guia (ex.: "qual elemento do molde corresponde a cada elemento do sólido?"; "em que extensão se localiza o eixo de rotação da forma plana geradora?"); b) expansão da tabela comparativa com os itens "Tipo de superfície lateral" e "Simetria"; e c) a utilização de recursos do Laboratório de Matemática do IFAM/Campus Eirunepé, incluindo uma máquina real de geração de sólidos de revolução a partir de moldes planos ou modelos físicos com eixos de rotação definidos, com base nas percepções iniciais dos alunos (Figura 6).

**Figura 6** - Processo de geração de sólidos imaginados na etapa de execução/observação do Ciclo III



Fonte: Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).

O uso desse recurso no Laboratório de Matemática – único da região, cedido pela direção do IFAM/Campus Eirunepé – permitiu que os alunos visualizassem melhor o processo de rotação, testando e comprovando na prática os processos imaginados (até então hipotéticos), consolidando a compreensão.

Com isso, a tarefa intitulada "A Máquina Reprogramada", no seu redesign final, foi organizada em três camadas de complexidade progressiva:

Camada I - Abstrações da Máquina: Esta etapa focou no desvendamento do princípio de rotação de moldes planos (retângulo, triângulo retângulo e trapézio) e sobreposição em camadas (no caso da circunferência) para geração de sólidos. O desafio central era decifrar os algoritmos possíveis de transformação que relacionavam tais figuras planas a sólidos tridimensionais, identificando correspondências entre elementos do molde e o sólido gerado. Após várias discussões e reflexões, a tarefa revisada e reformulada do Ciclo III (Anexo E) passou a conter, já nesta primeira camada, o seguinte comando:



A máquina de gerar sólidos foi reprogramada com novos algoritmos geométricos! Ela agora processa moldes planos através de operações geométricas que transformam figuras bidimensionais em sólidos tridimensionais. Foram inseridos quatro moldes planos diferentes:

1. Um retângulo de  $6\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ;
2. Um triângulo retângulo de catetos  $3\text{ cm}$  e  $10\text{ cm}$ ;
3. Um trapézio retangular com bases de  $3\text{ cm}$  e  $2\text{ cm}$ ;
4. Um círculo de diâmetro  $6\text{ cm}$ .

Foram gerados três sólidos: cilindro reto, cone reto e tronco de cone.

Com isso, a Camada I incorporou mais um elemento (o círculo), além de sugerir a superação de quatro desafios: decifrar o algoritmo da máquina; realizar previsões e análises com diferentes polígonos (incluindo triângulos escalenos); promover uma aplicação criativa do processo; e explorar seu "modo reverso", buscando uma relação inversa (sólido gerado  $\rightarrow$  planificação  $\rightarrow$  possíveis polígonos geradores).

O grande desafio em torno desta camada foi a dificuldade enfrentada pelo PCP, pelo PPF e pelos alunos em visualizar o eixo de rotação e a geratriz de um cone oblíquo. No Laboratório de Matemática não havia um molde plano com um eixo de rotação posicionado para essa finalidade, dificultando essa visualização espacial. Apesar de se configurar um grande impasse inicial, esse desafio tornou-se o cerne do processo investigativo-exploratório dos cilindros e cones retos e oblíquos, com repercussões importantes na etapa de reflexão/redesign subsequente.

Contudo, a superação desse desafio dependeu diretamente dos modos de raciocinar dos alunos, das discussões e reflexões empreendidas pelos PCPs e PPF e, sobretudo, da criatividade de todos em improvisar materiais manipulativos "adequados" ao contexto e a situação investigada na ocasião (Figura 7).

**Figura 7** - Materiais manipulativos produzidos nos planejamentos e execuções/observações do Ciclo III



**Fonte:** Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).

Notadamente, a forma como o grupo mobilizou saberes – desde os disciplinares mais abstratos até os experienciais e locais – para transpor essa barreira conceitual ilustra de



maneira paradigmática a ressignificação da prática pedagógica, elemento que será tratado no Capítulo V, no qual analisamos os saberes e as práticas pedagógicas produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados frente às produções, diálogos e interações da pesquisa.

**Camada II - Generalização e Aplicações:** Esta camada foi dedicada à análise das planificações, à experimentação volumétrica com cones e cilindros de mesma base e altura, e à investigação sistemática das relações entre raio, altura, geratriz e a constante  $\pi$ .

A busca por conjecturas e generalização em torno de relações de área lateral ( $A_{\text{lateral cilindro}} = 2\pi rh$ ;  $A_{\text{lateral cone}} = \pi rg$ ) foi precedida de intensas intervenções, diálogos e confusões, especialmente para distinguir a altura ( $h$ ) da geratriz ( $g$ ) do cone e correlacionar sua relação ( $g^2 = r^2 + h^2$ ) ao teorema de Pitágoras.

Um momento relevante da investigação-exploração, a experimentação e a relação volumétrica, foi marcado por tentativas, erros e situações de estresse até se chegar à conclusão de que *o volume do cone equivale a um terço do volume do cilindro de mesma base e altura*, tornando significativas as abstrações em torno da relação:  $V_{\text{cone}} = (\pi r^2 h) / 3$ .

**Camada III - Contextualização local:** Nesta camada buscou-se propor aplicações de conceitos geométricos ao contexto eirunepeense através da proposta de elaboração de embalagens sustentáveis para produtos regionais (açai, buriti, farinha de mandioca). Processo que envolveu: a escolha de sólidos “adequados” (cilindro, cone ou tronco de cone) aos produtos; a otimização de dimensões internas para embalagens com o mínimo de material; e a integração dos conceitos de sustentabilidade com aprendizagem geométrica.

Nesta camada, conceitos abstratos materializaram-se em soluções para problemas locais reais. Os alunos discutiram a adequação de formas geométricas a produtos específicos, como: *cilindros para óleos, farinha e açai* (otimizando acondicionamento e volume) (RM4/2024-2025). O desafio de otimização levou à aplicação prática das fórmulas deduzidas na Camada II, levando-os a calcular as dimensões de um cilindro “[...] *para acondicionar 500ml de açai com área total mínima*” (RM5/2024-2025), possibilitando a aplicação de elementos como “ $\pi$ ” e “geratriz” e a integração da GE com o etnoconhecimento.

Dessa forma, a sequência didática promoveu uma transição natural da manipulação concreta para a aplicação contextualizada. O êxito dessa transição, no entanto, dependeu criticamente dos materiais manipulativos construídos no Ciclo III e da forma singular como a contextualização foi operacionalizada.

#### 4.2.3.2 Materiais e contextualização do Ciclo III



A operacionalização do Ciclo III, tal como ocorreu nos ciclos anteriores, dependeu criticamente de dois pilares interligados: a produção criativa de materiais didáticos manipulativos e uma contextualização significativa, que permitiu ancorar conceitos abstratos de sólidos de revolução à realidade local de Eirunepé.

Para viabilizar a investigação-exploração dos processos de rotação e geração de sólidos, foi essencial um conjunto diversificado de materiais que permitisse a transição do plano abstrato (a "máquina reprogramada") para o concreto (materiais manipulativos e recursos visuais). Esses materiais e recursos incluíram:

- **Moldes planos:** Figuras geométricas (retângulos, triângulos, trapézios, circunferências) em papel cartão, madeira, acrílico e outros, com eixos de rotação em palitos de bambu ou malva e dimensões precisas, servindo de “matéria-prima” para a geração de sólidos de revolução a partir de rotações e sua visualização tridimensional.

- **Sólidos de referência:** Cilindros, cones e troncos de cone (retos e oblíquos) em acrílico ou materiais locais (fibra de buriti, papelão, luvas de borracha, palitos de bambu), usados para comparação e validação de hipóteses.

- **Recurso tecnológico:** Máquina de geração de sólidos do Laboratório de Matemática do IFAM e *software GeoGebra*, que tornaram observável o processo dinâmico de rotação (Figura 6), auxiliando na visualização e compreensão da transição entre formas poligonais e sólidos retos e oblíquos.

- **Materiais de experimentação:** Conjuntos de sólidos ocultos (cone e cilindro) com areia ou água para descobrir a relação volumétrica  $V_{\text{cone}} = V_{\text{cilindro}} / 3$  empiricamente, além de materiais improvisados para visualizar conceitos de geratriz e introduzir noções iniciais do princípio de Cavalieri.

- **Artefatos locais:** Objetos do cotidiano (vasilhas, copos descartáveis, embalagens regionais) como ponte entre a geometria espacial e a cultura local.

A contextualização no Ciclo III foi intensificada, indo além da identificação de formas geométricas espaciais do ambiente. Ela foi articulada em torno de problemas reais de *design* e otimização, transformando o ensino e a aprendizagem em propostas com objetivos claros.

Mesmo diante das dificuldades, estresses, sobrecarga de atividades e controvérsias inerentes ao seu processo investigativo-exploratório, as tarefas do Ciclo III, à medida que foram ressignificadas, promoviam o desenvolvimento de habilidades<sup>19</sup> e competências gerais da BNCC, como pensamento científico, crítico e criativo para investigar causas, elaborar e

---

<sup>19</sup> EF08MA18, EF08MA19, EF08MA20



testar hipóteses, e utilização de tecnologias digitais de forma crítica e ética. Além disso, contribuíram para o desenvolvimento de habilidades específicas, tais como: identificação e associação de sólidos geométricos a suas planificações e aos polígonos geradores, bem como a resolução e elaboração de problemas envolvendo volumes de cilindros e cones, aplicados ao contexto de otimização de embalagens.

Dessa forma, os materiais e a contextualização atuaram sinergicamente. Os recursos manipulativos e tecnológicos forneceram a base palpável para a investigação-exploração, enquanto a contextualização em problemas locais conferiu significado e relevância à proposta de ensino e aprendizagem em GE.

Cabe ressaltar que a tarefa (Anexo E) não se configura como uma solução definitiva para o ensino de Geometria Espacial no 8º ano, mas sim como um ponto de partida (um *start*) que demanda outros sucessivos ciclos de execução, observação, reflexão e *redesign*, já que nenhum ciclo de EA pode ser visto como pronto e acabado: ele é sempre “longa história de experimentação” (DELEUZE, 2002, p. 131) que nos leva a descobertas e lições valiosas, como as que refletimos na sequência.

#### 4.2.3.3 Processos de aprendizagem e descoberta do Ciclo III

Os processos de aprendizagem e descoberta vivenciados no Ciclo III ficam evidentes em vários registros de interações em sala de aula. Um desses registros revela desafios conceituais específicos, como a dificuldade em visualizar a geração de sólidos de revolução a partir da rotação de figuras planas — especialmente quando não há uma referência clara a ângulos retos, como no caso dos polígonos geradores do cone e do cilindro oblíquos. Um diálogo ilustrativo, ocorrido durante a investigação dos processos da “máquina reprogramada”, exemplifica a dúvida em torno da geração do cone oblíquo:

- **Aluno/a A:** “Professor, se a máquina girar o triângulo reto [retângulo] em pé, dá o cone, a gente viu que é [sic]. Mas esse cone oblíquo com esse aí [escaleno] que o senhor pediu não tem como”.

- **PCP2:** “Boa! Vamos testar essa hipótese. Pegue o molde de triângulo escaleno e o palito. O que acontece com a superfície lateral se inclinar o eixo dele?”.

- **Aluno/a:** “Não sei não oh!” [Silêncio]. A gente gira e dá um negócio estranho olhando.

- **PCP2:** “Até eu fiquei confusa, agora! Mas é o escaleno em rotação que gira”.

- **PPF:** “Eu acho que o problema tá [sic] no eixo de rotação, a gente tem que tentar ver isso, porque de fato não é uma visualização simples”.

- **Aluno/a B:** “Bora testar na máquina [...]”.



- **PPF**: “[...], mas não tem o molde pra encaixar [...]”.

- **PCP2**: “Pelo que tô [sic] vendo, o que é difícil é localizar o eixo de rotação, porque gira no palito e não fica [...]”

Este excerto demonstra não apenas o conflito cognitivo compartilhado por alunos e professores, mas também a essência colaborativa do processo de investigação-exploração. A análise desse diálogo revela dois aspectos fundamentais do processo formativo: primeiro, a genuína horizontalidade na construção do conhecimento, em que tanto a professora quanto os alunos se reconhecem como sujeitos em processo de descoberta – como evidenciado pela admissão da professora: “*Até eu fiquei confusa*”. Segundo, a validação do próprio ambiente de investigação-exploração como um espaço seguro para a dúvida, no qual a limitação material (“*não tem o molde pra [sic] encaixar*”) não interrompe o processo, mas o redireciona para a busca de outras estratégias.

Esta interação transcende a superação de um conceito específico, ilustrando a resignificação do papel do professor – não como detentor de respostas prontas, mas como mediador de uma investigação coletiva, na qual o erro e a dúvida se tornam catalisadores tanto da aprendizagem dos alunos quanto do desenvolvimento profissional docente. Desse modo, este e outros processos de interação das etapas de execução/observação propiciaram lições valiosas, algumas delas refletidas na próxima subseção.

#### 4.2.3.4 Lições aprendidas e evolução colaborativa no Ciclo III

As reflexões coletivas realizadas após as etapas de execução/observação do Ciclo III permitiram sintetizar lições fundamentais que consolidaram a metodologia de EA nesta pesquisa, ao mesmo tempo em que orientam planejamentos de sessões de EA subsequentes sobre cones e cilindros. A análise dos processos vivenciados revelou que:

**A transição conceptual exigiu suportes específicos:** A passagem do estudo de poliedros (baseado em planificação e elementos discretos) para corpos redondos (fundamentados em rotação, sobreposição de camadas e superfícies contínuas) demandou abordagens didáticas distintas.

A dificuldade compartilhada por alunos e professores em visualizar o eixo de rotação e a geratriz de sólidos oblíquos, como evidenciado no diálogo analisado, mostrou que processos de rotação são intrinsecamente mais abstratos e exigem maior apoio visual e manipulativo do que processos de extrusão ou conificação.



**A experimentação prática como base para abstrações complexas:** A descoberta da relação volumétrica entre cone e cilindro por meio do preenchimento com areia ou água revelou-se uma estratégia decisiva. Esta experimentação sensorial forneceu uma base concreta para a compreensão de relações matemáticas abstratas (como  $V_{\text{cone}} = \frac{1}{3} V_{\text{cilindro}}$ ), validando a premissa de que a investigação concreta precede e fundamenta a generalização.

**A contextualização como elemento de significação imediata:** A conexão dos cilindros e cones com produtos regionais líquidos e granulares (açai, óleos, farinhas) proporcionou uma contextualização mais direta e tangível do que a observada nos ciclos anteriores. Problemas de otimização de embalagens surgiram naturalmente do contexto local, transformando fórmulas de área e volume em ferramentas para solucionar desafios reais, o que aumentou significativamente o engajamento dos alunos.

**A resignificação do erro como parte do processo investigativo:** A dificuldade explícita e admitida pelos PCP2/PPF durante o processo contribuiu para a consolidação de um ambiente de aprendizagem seguro, no qual o erro e a dúvida são entendidos como catalisadores da investigação coletiva, e não como fracassos. Esta horizontalidade na construção do conhecimento mostrou-se essencial ao desenvolvimento profissional docente.

As lições do Ciclo III, especialmente sobre a importância da visualização dos eixos de rotação e da experimentação volumétrica, solidificaram a abordagem investigativa. No entanto, o maior desafio conceitual ainda estava por vir: como investigar e explorar as propriedades de um sólido não-planificável como a esfera, que não se origina da rotação de um único polígono familiar? A próxima subseção detalhará como o grupo adaptou a metáfora da 'máquina' e a lógica investigativa para desvendar os segredos da esfera até o 8º ano, fechando o ciclo de aprendizagem dos principais tópicos da Geometria Espacial.

#### **4.2.4 Ciclo IV: A Esfera – Aperfeiçoando a máquina no “Modo Esfera Perfeita”**

O Ciclo IV, desenvolvido ao longo de maio até meados de junho de 2025, representou o ápice do programa formativo de EA de GE, bem como o encerramento da fase de construção de dados da pesquisa. Este ciclo focou na esfera, coroando a progressão didática dos sólidos geométricos ao desafiar o grupo a investigar o processo de ensino e aprendizagem de um objeto sem arestas ou vértices – cuja geração e propriedades demandariam um salto conceitual em relação aos outros corpos redondos (cilindros e cones) –, em uma etapa de ensino reconhecidamente complexa para esse conteúdo. A metáfora da "máquina de sólidos"



foi mais uma vez explorada, sendo aperfeiçoada para operar em um novo modo: o "*Modo Esfera Perfeita*", processando um semicírculo através de revoluções em torno de seu diâmetro, ou eixo de rotação.

O percurso foi operacionalizado em duas sessões completas de (re)planejamento (cerca de 1h45min cada), execução/observação (300 minutos, distribuídos em 6 aulas) e reflexão/*redesign* (aproximadamente 1h45min). A tarefa/atividade "*A Máquina da Esfera Perfeita*" (Anexo F) foi negociada coletivamente a partir do *insight* de que a esfera, por sua "[...] *simetria perfeita, exigia uma abordagem que integrasse intuições geométricas, experimentação e problemas de otimização mais contextualizados*" (DBP/2024-2025). A descrição detalhada do Ciclo IV é apresentada a seguir.

#### 4.2.4.1 Descrição dos processos do Ciclo IV: Da rotação à otimização

As discussões no âmbito do programa formativo partiram de uma questão pedagógica central, que orientou todo o ciclo: "[...] *se os menino [sic] já tem incorporada a ideia da máquina e de uma geometria mais local, por que não avançar com isso, ainda que já tenham uma ideia de sólido de revolução e geratriz?*" (RM4/2024-2025). Esse *insight* evidenciou que a noção consolidada da "*máquina de sólidos*" e os conhecimentos prévios sobre rotação e GE localizada poderiam ser o alicerce para um salto conceitual: a compreensão da esfera.

Essa operacionalização resultou em dois ciclos completos de planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign*, nos quais a tarefa/atividade "*A Máquina da Esfera Perfeita*" foi progressivamente ressignificada e aprofundada, culminando em uma progressão pedagógica lógica e estruturada em três camadas.

A primeira execução/observação (150 minutos, 3 aulas), conduzida por PCP3/PPF em uma turma do 8º ano, colocou em prática as duas primeiras camadas da tarefa, concebidas no planejamento inicial. A "*Máquina de Sólidos*" foi "*reconfigurada*", e a metáfora "*a máquina agora é você*" desafiou os alunos (em grupos de seis) a formularem hipóteses sobre qual forma plana geraria a esfera perfeita e a desenharem a forma e o eixo de rotação, imaginados.

Em seguida, realizaram investigações práticas sobre área e volume a partir da "*proporção da fatia*" de uma laranja. A observação revelou que — embora visualizassem e localizassem bem o eixo de rotação — a correspondência dos elementos (raio, diâmetro, superfície esférica) no semicírculo, sua representação na esfera e as frações equivalentes representaram um obstáculo adicional à compreensão integral.



Na fase de reflexão/*redesign*, as duas camadas iniciais foram ajustadas (incorporando a analogia: "*imagine uma laranja como uma esfera perfeita*"), ao se identificar a necessidade de uma culminância mais prática. Foi nesse momento que uma terceira camada foi concebida, com o objetivo de desafiar a aplicação integrada do conhecimento em um contexto real.

A segunda execução/observação (150 minutos, 3 aulas), conduzida por PCP2/PPF em outra turma, incorporou esse *redesign*, testando a sequência das três camadas progressivas:

**Camada I – Reconhecendo a rotação:** Esta camada manteve o foco na geração da esfera a partir da rotação de um semicírculo. A Hipótese Criativa – "*A máquina agora é você!*" desafiou cada grupo a formular suas hipóteses e a desenhar a forma plana geradora de uma esfera perfeita ao girar em torno de um eixo.

Na investigação prática, testaram a rotação de um semicírculo de papel cartão em torno de seu diâmetro, observando a formação tridimensional. Por fim, o desafio de análise estrutural consistiu no preenchimento de um quadro comparativo, relacionando a correspondência de cada elemento (raio, diâmetro, superfície esférica) no semicírculo e sua representação na esfera, estabelecendo as primeiras conexões conceituais.

**Camada II – Descobrimo as fórmulas (Exploração):** Esta etapa foi operacionalizada por meio de guias de investigação concretos. Os alunos exploraram a ideia de área e volume da cunha e da esfera fatiando laranjas (fatias proporcionais a 180°, 90° e 45°), concebidas como esferas perfeitas, para descobrir a relação de proporcionalidade angular. Em outro momento, investigaram "o segredo de Arquimedes", utilizando esferas e cilindros de mesmo raio ( $r$ ) e diâmetro/altura ( $2r$ ) circunscritos, com areia ou água, para deduzir experimentalmente a fórmula volumétrica ( $V_{cil} = \pi R^2 h \rightarrow V_{esf} = \frac{2}{3}$  de  $\pi R^2 h$ , sendo  $h = 2R \rightarrow V_{esf} = \frac{2}{3}$  de  $\pi R^2 \times 2R \rightarrow V_{esf} = \frac{2}{3}$  de  $\pi R^3 \times 2 \rightarrow V_{esf} = \frac{4}{3} \pi R^3$ ), conforme registrado na Figura 8.

**Figura 8 -** Alunos realizam o experimento de volume com esfera, cilindro circunscrito e água.



**Fonte:** Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).



**Camada III – O Enigma da Casca e a Geometria no Mercado (otimização):** A culminância aplicou os conceitos em problemas profundamente contextualizados. Os alunos resolveram "*O Enigma da Casca*", usando cascas de laranja e círculos de papel para estimar e compreender a fórmula da área superficial ( $A = 4\pi R^2$ ).

Em seguida, enfrentaram o "*Desafio da Barraca de Sucos de Eirunepé*", no qual calcularam o volume de suco, a quantidade de laranjas por litro e a área de casca descartada, tomando decisões baseadas na relação entre superfície e volume, atividade que está registrada na Figura 9. Finalmente, uma investigação sobre "*Por que as frutas têm formatos arredondados?*" levou-os a formular hipóteses sobre as vantagens da forma esférica na natureza, fechando o ciclo com uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada.

**Figura 9** - Registros do "*Desafio da barraca de sucos*" utilizando laranjas e instrumentos de medida.



**Fonte:** Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).

Para operacionalizar essa progressão pedagógica em três camadas, foi essencial o desenvolvimento de materiais específicos e uma cuidadosa contextualização das tarefas, elementos que serão detalhados a seguir.

#### 4.2.4.2. Materiais e contextualização do Ciclo IV

A operacionalização da sequência em três camadas demandou a seleção e a produção de materiais criativos e contextualizados, concebidos para posicionar os alunos como agentes ativos na descoberta da geometria esférica. Os recursos foram organizados em uma progressão de quatro eixos, que guiaram os alunos da abstração à aplicação:

- **Geração e elementos:** Semicírculos de papel cartão e palitos de bambu (como eixos) permitiram a visualização tangível da geração da esfera por rotação. Frutas esféricas regionais, como laranjas e tangerinas, serviram como modelos concretos para a identificação de elementos como raio, diâmetro e superfície.



- **Relações volumétricas:** Dois tipos de materiais foram empregados. Primeiramente, fatias de frutas regionais (laranjas e tangerinas) possibilitaram abstrair a proporção da área superficial ( $\alpha/360^\circ = A_{\text{fuso}}/4\pi r^2$ ) e volumétrica angular ( $\alpha/360^\circ = V_{\text{cunha}}/(4/3\pi r^3)$ ). Em um segundo momento, conjuntos sólidos de esferas e cilindros ocultos circunscritos (em acrílico ou confeccionados com madeira ou PVC) foram fundamentais para a dedução e conjecturas em torno da fórmula de volume por comparação, fazendo emergir discussões sobre o Princípio de Arquimedes.

- **Proporções e Área:** O uso de laranjas para seccionamento em cunhas de diferentes ângulos ( $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ) facilitou a compreensão da proporcionalidade angular. A comparação da casca aplanada com círculos de papel permitiu uma estimativa intuitiva da fórmula da área superficial ( $A=4\pi r^2$ ).

- **Conexão com o Cotidiano:** Artefatos do dia a dia, frutas e imagens de estruturas arquitetônicas locais ancoraram os conceitos abstratos na realidade dos alunos, promovendo uma aprendizagem significativa.

A contextualização articulou-se em torno do princípio universal de eficiência (ou otimização) material e formal. A discussão sobre por que bolhas de sabão e frutas assumem naturalmente a forma esférica permitiu aplicar o conceito de otimização natural ao design de embalagens e estruturas. Esta abordagem estabeleceu pontes interdisciplinares entre Geometria, Física e Biologia, reforçando de maneira decisiva a relevância e a aplicabilidade dos conceitos matemáticos no mundo real.

#### 4.2.4.3. Os processos de aprendizagem e descoberta do Ciclo IV

Os processos de aprendizagem e descoberta vivenciados neste ciclo se mostram em alguns registros da vivência em sala de aula, nas fases de execução/observação, nas quais foram capturadas significativas construções conceituais. Um momento emblemático ocorreu durante a investigação da relação volumétrica entre esfera e cilindro (altura  $2r$ ) de raios  $r$ , na qual a intervenção da professora junto a um grupo de alunos e a experimentação prática atuaram como catalisadoras de raciocínios matemáticos e discussões de princípios da Física.

- **PCP3:** “Daria mais trabalho se vocês encher e depois botar a esfera, mas aí é melhor porque vai vendo o que fica de água dentro [...]”.

- **Aluno/a A:** “[...] a senhora acha que dá mais certo se a gente fizer assim? Mas a gente não entendeu muito bem!”.

- **PCP3:** “A ideia é ver o quanto a esfera ocupa de espaço no cilindro. Vamos tentar de novo?”.



- **Aluno/a B:** “Pera aí [sic], a gente enche, bota a esfera, certo!”.
- **PCP3:** “Isso! Ai [sic] tira o que fica de água [...]. Melhor ir colocando nesse outro vasinho”.
- **Aluno/a A:** “A gente tem que fazer força pra botar a esfera no cilindro [...]”.
- **PCP1:** “Sim! Isso é o tal do empuxo. Já ouviram falar no princípio de Arquimedes?”.
- **Aluno/a C:** “Não!”.
- **PCP3:** “Tá [sic], depois a gente usa o mesmo experimento e explica melhor [...]”.
- **Aluno/a C:** “Tá [sic], aí faz de novo?”.
- **PCP3:** “Isso! Repete! Tira o que fica de água, bota no mesmo vasinho [...]. Faz de novo [...]. Coloca no vasinho”.
- **Aluno/a C:** “A água fica presa e a bolina [referindo-se a esfera] não quer sair”.
- **PCP3:** “Sim! O tal do empuxo. A água faz força pra cima [...]”.
- **Aluno/a B:** “Faz de novo?”.
- **PCP3:** “Não, pera aí [sic], pega o que tem no vasinho, tira essa esfera daí, coloca a água no cilindro”. (Momento de surpresa)
- **Aluno/a B:** “Deu certin, oh, top”.
- **PCP3:** “Ótimo! Vocês encheram o cilindro com o que ficou nele três vezes, depois da esfera colocada, certo?”.
- **Vários/Alunos:** “Três!” (Momento de conflito cognitivo seguido de insight coletivo).
- **PCP3:** “Testem de novo, faz o mesmo processo [...]”. (outras interlocuções)
- **Aluno/a A:** “Agora sim! O volume do cilindro é três vezes o da esfera!”. (Momento de conflito cognitivo seguido de insight coletivo)
- **PCP3:** “Será! Não encheu com três que ficou? Não seria melhor analisar o que saiu quando a esfera entrou [...]? Tipo: se ficou 1 de 3, quanto saiu de 3?” (as interlocuções seguem)

As interlocuções evidenciam um processo articulado de construção de conhecimento, fazendo convergir dimensões de ensino (instrução) e aprendizagens (abstração) significativas.

A intervenção inicial de PCP3: “Daria mais trabalho se vocês encher [sic] e depois botar [sic] a esfera, mas aí é melhor porque vai vindo o que fica de água dentro”, revela uma mediação antecipatória que vai além da simples instrução. Ele não apenas prescreve ações, mas justifica a metodologia, expondo a lógica do procedimento. Essa transparência metodológica funciona como um andaime (*scaffolding*) que permite a compreensão do que e por que fazer, consolidando o processo de investigação-exploração.

O momento em que um dos estudantes observa: “a gente tem que fazer força pra [sic] botar a esfera no cilindro”, e o PCP3 responde: “Sim! Isso é o tal do empuxo”, ilustra



um processo de significação conjunta. A experiência sensorial concreta do aluno ("*fazer força*") é imediatamente ressignificada pelo professor por meio do termo científico ("*empuxo*"), estabelecendo uma ponte dialógica entre o conhecimento espontâneo e o científico. Esse movimento demonstra como a apropriação da linguagem técnica se dá pela ancoragem em experiências vividas, e não por mera transmissão verbal.

A exclamação "*Deu certin, oh, top*" representa muito mais que entusiasmo: um marcador discursivo de validação epistêmica. O uso da gíria "*top*", própria do universo juvenil, sinaliza que o conhecimento, além de compreendido, internalizou-se e incorporou-se a um repertório cultural. Assim, a experimentação material transforma conceitos abstratos em evidências concretas que ganham significado dentro do sistema de valores do grupo.

O ápice do processo ocorre quando os alunos concluem "*o volume do cilindro é três vezes o da esfera*" e o PCP3 contra-argumenta: "*Será! Não encheu com três que ficou? Não seria melhor analisar o que saiu quando a esfera entrou [...]?*". Esta intervenção magistral não corrige simplesmente um erro, ela promove uma reestruturação cognitiva ao problematizar a conclusão prematura ("*será!*"), redirecionar o foco para os dados negligenciados ("*o que saiu*") e oferecer uma nova estrutura conceitual e interpretativa ("*se ficou 1 de 3, quanto saiu de 3?*").

Essa sequência cria uma ZDP em que os alunos são conduzidos a reconceitualizar sua observação empírica, transitando da percepção concreta ("*três transferências*") para a relação matemática abstrata ( $V_{\text{esfera}} = 2/3$  do  $V_{\text{cilindro}}$ ).

Assim, o processo revela que a descoberta matemática em contextos investigativos não é linear, mas avança por meio de ciclos de ação-reflexão-ressignificação. A mediação docente estratégica opera em múltiplos níveis - procedimental, linguístico e conceitual - criando condições para que "acertem" a resposta, mas também compreendam profundamente as relações geométricas envolvidas. A linguagem cotidiana e a experimentação prática entrelaçam-se de modo indissociável com a formalização matemática, convergindo para a construção coletiva de um conhecimento significativo, devidamente internalizado.

#### 4.2.4.4. Lições aprendidas e consolidação final

O Ciclo IV proporcionou lições fundamentais aos integrantes do programa formativo, consolidando a proposta de formação continuada a que se propôs. Nesse sentido, as lições aprendidas e a consolidação final do ciclo foram concebidas em quatro dimensões principais:



- **A abstração como processo culminante:** A esfera, enquanto objeto geométrico sem vértices ou arestas, exigiu o mais alto nível de abstração da série, validando a progressão didática dos sólidos geométricos e demonstrando que a consolidação de conceitos mais simples (cilindro, cone) cria a base cognitiva necessária para saltos conceituais complexos.

Não à toa, a esfera foi o item com melhor desempenho e engajamento dos alunos. Conforme registrado em RM4-2024/2025 e Figura 10, um professor observou: “[...] *achei eles mais focados, não sei se era porque ela [a esfera] tem um formato mais bonito [...], se era por causa das broncas, ou se era porque o trabalho com o cone e o cilindro ajudou [...].*”

**Figura 10** - Manipulação de laranjas na busca de relações volumétricas (cunha) e de áreas (fusos) proporcionais



**Fonte:** Arquivo de registros fotográficos da pesquisa (2024-2025).

- **A experimentação como estratégia de coroação conceitual:** Os experimentos com materiais concretos para validação das relações de área e volume revelaram-se como uma estratégia pedagógica poderosa que transcende a verificação, tornando-se um dispositivo de dedução e construção coletiva de fórmulas complexas. A materialização do conceito por meio de fatias de laranjas, água e recipientes ociosos permitiu que relações abstratas se tornassem evidências concretas e socialmente validadas.

- **A otimização como contexto significativo:** A discussão sobre a eficiência da forma esférica na natureza e no *design* conectou a geometria a princípios universais (físicos, biológicos e econômicos), demonstrando o poder de problemas de otimização para ancorar o conhecimento geométrico em fenômenos reais e promover um pensamento interdisciplinar.

- **A metáfora da máquina como fio condutor adaptável:** A adaptação da "*máquina de sólidos*" para o "*Modo Esfera Perfeita*" ratificou a versatilidade e a resiliência da metáfora unificadora. Esta evolução provou que um artefato pedagógico criativo e bem explorado pode se reinventar para enfrentar desafios conceituais progressivamente mais complexos, mantendo uma identidade didática coerente ao longo de todo o percurso formativo.



Desse modo, o ciclo não apenas coroou o estudo dos sólidos geométricos, como também validou todo o modelo de formação continuada docente em que se inseriu. A capacidade do grupo de conceber, testar e refinar a sequência didática do Ciclo IV – articulando investigação prática, descoberta guiada e contextualização significativa – evidencia o amadurecimento profissional alcançado e o êxito do programa formativo na construção de uma comunidade de prática colaborativa e reflexiva.

Após a narrativa detalhada de cada um dos quatro ciclos vivenciados, apresenta-se, a seguir, um quadro síntese que consolida as principais informações relativas a período, sessões, participantes, carga horária e lições aprendidas em cada etapa. Essa sistematização visa oferecer uma visão panorâmica e comparativa do percurso formativo, facilitando a compreensão da progressão e da complexidade alcançada ao longo do processo.

Ciclo (Tema)	Período	Sessões e Participação	Carga Horária (execução)	Lições Aprendidas e Elementos-Chave
<b>I – Poliedros</b>	Maio a Out/2024	5 planejamentos coletivos; execução com PCP2, PCP1 e PPF; reflexões coletivas.	~8h20 + extraclasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação do ambiente colaborativo (etapa preliminar).</li> <li>• Contextualização com saberes locais ("cubagem da prancha").</li> <li>• Professor como provocador.</li> <li>• Falas dos alunos como dados centrais.</li> <li>• <i>Insight</i>: "Um ciclo de EA pode ser infinito."</li> </ul>
<b>II – Prismas e Pirâmides</b>	Out/2024 a Mar/2025	2 ciclos completos: 1ª execução (PCP3/PPF); 2ª execução (PCP2/PPF); reflexões coletivas.	~5h50 + extraclasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metáfora da "máquina de montar sólidos".</li> <li>• Materiais manipuláveis com produção local (fibra de buriti, malva).</li> <li>• Contextualização com embalagens regionais.</li> <li>• Investigação concreta precede a abstração.</li> <li>• Renegociação do contrato didático.</li> </ul>
<b>III – Cilindros e Cones</b>	Mar a Abr/2025	2 execuções: PCP2/PPF e PCP3/PPF; reflexões coletivas.	5h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Máquina reprogramada" para sólidos de revolução.</li> <li>• Uso do Laboratório de Matemática do IFAM.</li> <li>• Experimentação prática (água/areia) para relações volumétricas.</li> <li>• Horizontalidade: professor e alunos aprendem juntos ("Até eu fiquei confusa, agora!").</li> </ul>
<b>IV – Esfera</b>	Maio a Jun/2025	2 execuções: PCP3/PPF e PCP2/PPF; reflexões coletivas.	5h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Modo Esfera Perfeita" (adaptação da máquina).</li> <li>• Experimentação com laranjas para área e volume.</li> <li>• Otimização: "Desafio da Barraca de Sucos".</li> </ul>



				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexão interdisciplinar (geometria, física, biologia).</li> <li>• Abstração como processo culminante.</li> </ul>
<b>Legenda: PCP1, PCP2, PCP3 = professores participantes; PPF = pesquisador/formador.</b>				

**Quadro 14** - Síntese dos ciclos de EA vivenciados na pesquisa

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

O quadro evidencia, de forma sinóptica, a evolução do programa formativo: desde a criação do ambiente colaborativo no Ciclo I, passando pela introdução da metáfora da "máquina de sólidos" no Ciclo II, sua reprogramação para corpos redondos no Ciclo III, até o ápice conceitual com o "Modo Esfera Perfeita" no Ciclo IV. Observa-se, também, o aumento progressivo da complexidade dos conceitos abordados e a consolidação de uma prática colaborativa horizontal, em que a dúvida e o erro se tornaram catalisadores do aprendizado coletivo. É sobre essa trajetória de amadurecimento profissional e ressignificação de saberes que a próxima seção se debruçará, integrando as experiências narradas às lições aprendidas no processo formativo.

#### **4.3. Síntese integradora: A trajetória colaborativa e as lições do processo formativo**

Esta seção consolida a narrativa dos quatro ciclos de EA de GE vivenciados no programa formativo, articulando experiências que forneceram a base empírica desta pesquisa, concebida para analisar um caso com características singulares. Mais do que um relato sequencial, a trajetória percorrida – dos poliedros à esfera – revela a evolução conceitual conseguida junto aos alunos e, sobretudo, transformações profundas nos saberes e nas práticas pedagógicas dos participantes.

Esse percurso ilustra de forma tangível respostas significativas à questão de pesquisa sobre como se deu tal formação continuada, embora esta análise seja mais aprofundada e confrontada com o referencial teórico no capítulo seguinte.

O programa formativo estruturou-se como uma autêntica comunidade de prática colaborativa, cuja maturidade foi sendo construída ciclo a ciclo. Se no Ciclo I a ênfase esteve na criação do ambiente colaborativo e da confiança, nos ciclos subsequentes a colaboração transformou-se em uma coinvestigação horizontal.

Essa evolução ficou patente em momentos de dúvida compartilhada, como quando um participante, numa etapa de execução do Ciclo III, admitiu: *"Até eu fiquei confusa, agora!"* – demonstrando um ambiente seguro, no qual equívocos e incertezas se tornam catalisadores



desse processo, e não fracassos a serem evitados.

Nesse contexto, a função do professor foi ressignificada de transmissor de conhecimento para guia, mediador, provocador e coaprendiz, centrando a prática pedagógica na escuta e na interpretação de modos de pensar, raciocinar, interagir e conjecturar para, depois, analisá-los com seus pares.

Dessa forma, a vivência nos quatro ciclos permitiu identificar princípios norteadores que se mostraram fundamentais para o ensino e a aprendizagem de GE no contexto educacional: a manipulação de materiais concretos. Isso fica evidente quando consideramos que, em todos os ciclos, a abstração de conceitos complexos – da Relação de Euler ao Volume da Cunha Esférica – foi precedida e alicerçada pelo manuseio de materiais, desde sólidos construídos com materiais locais até experimentos com água e frutas.

Esta abordagem "*mão na massa*" provou ser indispensável às atividades investigativo-exploratórias de GE, dada a necessidade de desenvolver a visualização espacial e transformar fórmulas abstratas em achados ou descobertas significativas.

Assim sendo, a integração do etnoconhecimento e de problemas reais do contexto eirunepeense – como a "*cubagem da prancha*", o projeto de embalagens para produtos regionais e o "*desafio da barraca de sucos*" – mostrou-se um poderoso antídoto contra a descontextualização geométrica. Esta conexão transformou a GE de um corpo de conhecimento inerte em uma ferramenta útil à interpretação e à intervenção na realidade local, gerando engajamentos genuínos.

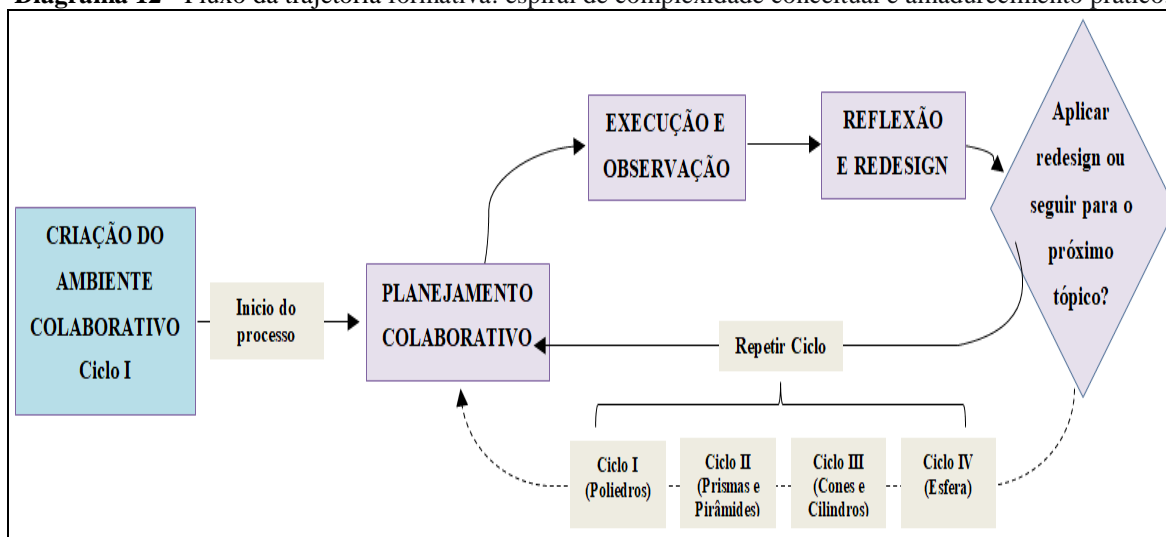
Além disso, a máxima (surgida já no Ciclo I) de que "*um ciclo de EA pode ser infinito*" encapsula a natureza da formação. O processo cíclico de planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* não se limitou a melhorar as tarefas, mas foi o próprio mecanismo de aprendizagem docente. De fato, ao analisar coletivamente reações e equívocos expressos no seio da sala de aula, os participantes ressignificaram suas concepções sobre o ensino e a aprendizagem da GE, ao mesmo tempo em que evidenciaram a necessidade de produção de materiais didáticos em um contexto em que sua aquisição, por si só, já é um grande desafio.

A "*máquina de montar sólidos*", concebida no Ciclo II, mostrou-se um artefato pedagógico poderoso. Sua capacidade de se adaptar ao tema de ensino – tornando-se uma "*máquina reprogramada*" para corpos redondos e, por fim, evoluindo para o "*Modo Esfera Perfeita*" – demonstrou o poder de uma metáfora unificadora e adaptável, servindo como fio condutor do ensino e da aprendizagem que foi se estabelecendo e construindo pontes durante



os processos investigativo-exploratórios a cada novo ciclo, sem perder a capacidade de inovação. Esta trajetória iterativa e progressiva, esquematizada no Diagrama 12, ilustra a sequência lógica dos quatro ciclos vivenciados.

**Diagrama 12** - Fluxo da trajetória formativa: espiral de complexidade conceitual e amadurecimento prático.



**Fonte:** Do autor (2024/2025), baseado em Félix (2010), Ponte (2012) e Gaigher (2017).

Desse modo, os participantes, ao se debruçarem coletivamente sobre o desafio de ensinar GE de forma significativa, não apenas enfrentaram dificuldades conceituais, mas transformaram suas práticas pedagógicas ao assumir o papel de mediadores de investigações, integrando saberes situados e as vozes dos alunos. À luz desse percurso, a formação continuada, mediada pela metodologia do EA de GE, consolidou-se como um processo genuinamente dialógico, iterativo e situado, não necessariamente acabado, mas potencialmente propício a constantes inovações no pós-pesquisa.

Esta experiência, construída no chão da escola e da colaboração, forneceu evidências que constituem o corpus empírico central desta pesquisa. No capítulo seguinte, tais evidências serão analisadas à luz do referencial teórico, examinando em profundidade os saberes docentes produzidos, mobilizados e ressignificados, bem como as transformações nas práticas pedagógicas que comprovam a tese aqui defendida.



## CAPÍTULO V – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS CICLOS DE ESTUDO DE AULA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE EM GEOMETRIA ESPACIAL

*A formação que transforma não vem de fora para dentro; brota<sup>20</sup> do chão da escola, onde professores, reunidos em torno de problemas reais, reinventam juntos sua prática e seu saber.*

– Inspirado em Ponte et al. (2003, 2008, 2016) e seus textos sobre investigação e colaboração.

Após a descrição da trajetória metodológica e implementação dos Ciclos de Estudo de Aula (EA) em Geometria Espacial (GE) nos capítulos anteriores, este capítulo concentra-se no núcleo analítico da pesquisa. Ele conduz a narrativa do que foi feito em direção a uma discussão profunda sobre os processos, conhecimentos e práticas pedagógicas que emergiram, bem como ocorreu a formação de professores nesse contexto.

O objetivo é analisar as evidências produzidas durante os ciclos de EA de GE em relação às contribuições específicas que a experiência nesses ciclos ofereceu para a formação dos participantes, construindo uma perspectiva inovadora de ensino e aprendizagem de GE situada no contexto amazônico.

Seguindo as melhores práticas acadêmicas, este capítulo está estruturado com base no pressuposto de que a questão de pesquisa, os objetivos e a hipótese da tese podem ser revisitados e sistematicamente confrontados com as evidências empíricas e o referencial teórico. A principal tarefa analítica é responder à pergunta orientadora — *Como ocorre a formação contínua de professores de matemática participantes de um programa de EA, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?* — bem como avaliar se os dados podem confirmar, refinar ou possivelmente reformular a hipótese original no que diz respeito às particularidades amazônicas e ao campo educacional no qual o programa de EA de GE foi vivenciado.

Enquanto o Capítulo IV ofereceu indicações preliminares e direções de resposta à pergunta acima, é neste capítulo que as respostas serão adequadamente sustentadas através de uma discussão mais detalhada sobre a construção do conhecimento e práticas pedagógicas, dinâmicas de interação, tensões entre práticas tradicionais e inovadoras, e os artefatos pedagógicos produzidos no Estudo de Caso qualitativo que investigou esta unidade complexa: o programa de EA de GE, examinando-o a fundo e contextualmente (Yin, 2016).

---

<sup>20</sup> A metáfora do 'brotar', como se verá (seção 5.2.1.1), não implica espontaneísmo, mas sim o desenvolvimento orgânico de um solo fértil que foi intencionalmente preparado pela colaboração e pelo diálogo.



Assim, temos uma lógica analítica de movimento dialético que parte de evidências empíricas em direção a um confronto com o referencial teórico, a fim de chegar a uma síntese interpretativa. Conforme descrito no desenho metodológico acima, trata-se de uma análise de conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento de resultados conforme delinea Bardin (2016), ao sugerir identificação e agrupamento de dados em Unidades de Significado (US), criando categorias (CA). Essas CAs foram então inter-relacionadas em um segundo momento para formar um rico quadro sobre os processos formativos. Finalmente, as conclusões são confrontadas com a hipótese da tese e a literatura especializada.

A próxima seção apresenta o mapa de categorias que organiza todo o capítulo para ajudar a conduzir esta jornada analítica e trazer transparência à lógica interpretativa. Em outro nível, esta ferramenta analítica ajuda a estruturar as descobertas enquanto também funciona como um sistema de lentes que possibilita o estudo de dimensões particulares do fenômeno em pauta, tornando visíveis as ligações entre dados empíricos e os construtos teóricos que o sustentam, levando a uma arquitetura argumentativa que visa responder a questão de pesquisa.

### 5.1. Mapa de categorias de análise

Para operacionalizar essa abordagem, definimos a categorização como uma ferramenta importante para reduzir e estruturar dados qualitativos, permitindo a identificação de temas e a construção de narrativas (Miles e Huberman, 1994) em torno do objeto de estudo. Assim, a discussão consistirá em um mapa de categorias e subcategorias de análise (Quadro 15) mostrando como a Categoria 1 (CA1) — a trajetória da formação contínua no ensino de GE com EA — constitui o eixo central responsável por fornecer uma resposta clara e concisa à questão norteadora da Tese, analisando o processo de formação como um todo e sintetizando como as experiências dos participantes contribuíram para essa formação.

As outras categorias (CA2, CA3 e CA4), bem como as subcategorias de análise relacionadas, servem como dimensões analíticas complementares que, em conjunto, apoiam e consolidam — fornecem evidências de conhecimentos e práticas pedagógicas produzidas, mobilizadas, complementadas e ressignificadas — a resposta oferecida pela CA1. Esses elementos-chave da pesquisa (questão orientadora, objetivos e hipótese da tese) e sua articulação com a estrutura analítica são apresentados no Quadro 15.

Categoria de Análise (CA)	Subcategoria de Análise (SCA)	Descrição	Relação com os elementos centrais
---------------------------	-------------------------------	-----------	-----------------------------------



			da pesquisa
CA1: A trajetória da formação continuada em ensino de GE com EA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos relacionais e metodológicos do ambiente colaborativo;</li> <li>- Processo de mudança ao longo dos ciclos de EA;</li> <li>- Percalços, tensões, desafios e superações;</li> <li>- Consolidação da comunidade de aprendizagem colaborativa e prática;</li> <li>- Síntese da trajetória formativa continuada dos EA de GE: o como ocorre</li> </ul>	Analisa e sintetiza o processo de formação como um todo, articulando as evidências das demais categorias para explicar como a participação nos ciclos de EA promoveu o desenvolvimento profissional. Responde diretamente ao como ocorre da questão central.	Responde à Questão Norteadora central da tese.
CA2: Desenvolvimento de Saberes e Práticas Pedagógicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saberes disciplinares: complementação do saber do conteúdo específico;</li> <li>- Saberes curriculares: mobilização dos programas oficiais e da realidade local;</li> <li>- Saberes da formação profissional: As ferramentas do "como ensinar" e a gênese do professor-autor;</li> <li>- Produção de saberes experienciais: A âncora da prática e a emergência do professor-pesquisador</li> </ul>	Examina a construção e integração de saberes disciplinares, curriculares, didáticos, pedagógicos, práticos, experienciais e outros, analisando quais saberes e práticas pedagógicas, de fato, foram produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados no âmbito do programa.	Atende aos Objetivos 1 e 2: Funciona como um pilar de evidência para a CA1, mostrando o que foi desenvolvido.
CA3: Estratégias e Recursos Didáticos Situados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A "máquina de montar sólidos": de artefato cognitivo a paradigma didático;</li> <li>- A ressignificação do contexto: da ilustração ao problema</li> <li>- O protocolo e o guia de observação: a instrumentalização dos papéis de observador e mediador</li> <li>- Síntese: a criação de um repertório pedagógico situado</li> </ul>	Foca nas estratégias de investigação-exploração e nos recursos didáticos produzidos, utilizados e ressignificados (especialmente os adaptados ao ambiente amazônico) para o ensino de GE.	Atende ao Objetivo 3: Funciona como um pilar de evidência para a CA1, mostrando com o quê e de que forma a formação se materializou.
CA4: Dinâmica Colaborativa e Reflexiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A colaboração como motor da reflexão sobre a prática;</li> <li>- Da colaboração à busca pela estruturação da comunidade de prática;</li> <li>- Negociação de sentidos e significados: construção de conhecimentos pedagógicos</li> </ul>	Analisa as interações entre pares e as sessões de planejamento-aula-observação-reflexão-replanejamento vivenciadas em cada ciclo como motor do desenvolvimento profissional.	Atende aos Objetivos 1, 2 e 3: Funciona como um pilar de evidência para a CA1, mostrando o processo e o meio pelo qual a formação ocorreu.

**Quadro 15** - Elementos-chave da pesquisa e sua articulação com a estrutura analítica

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).



Em suma, a CA1 sintetiza o processo de formação, enquanto as CA2, CA3 e CA4 mostram evidências de conteúdos (saberes), instrumentos (estratégias/recursos) e métodos (colaboração), respectivamente, por meio dos quais essa formação continuada se efetivou. As seções subsequentes apresentam a análise minuciosa dos dados a partir desta estrutura.

## **5.2. Análise das categorias e subcategorias emergentes**

Esta seção explora os dados produzidos ao longo dos Ciclos de EA de GE de acordo com o mapa categórico explicado na seção anterior. Usando a lógica da dialética expressa neste capítulo, esta seção primeiro fornece evidências empíricas e, em seguida, constrói um quadro abrangente dos processos formativos vivenciados pelos participantes.

A análise que se segue está organizada em quatro subseções, cada uma dedicada a uma das categorias e subcategorias derivadas da interseção do referencial teórico e dos dados empíricos. Começa com CA1, que representa o eixo central de resposta à questão orientadora da Tese. Em seguida, analisamos as categorias relacionadas que reforçam e detalham essa contribuição: CA2, CA3 e CA4. Cada subseção inclui as evidências mais convincentes, sua descrição em referência à base teórica e as reflexões subsequentes, com ênfase nas contribuições específicas que o ciclo de EA introduziu na formação de professores no ensino de GE na Amazônia.

As categorias, no entanto, têm uma relação interdependente. Como esta análise mostrará, o desenvolvimento da “Máquina de Montar Sólidos” (CA3) permitiu que a materialização dos conceitos e contextos abstratos e de suas aplicações catalisasse processos colaborativos de reflexão (CA4). Esses processos, por sua vez, são necessários para desenvolver conhecimento e práticas pedagógicas (CA2) ao longo de toda a trajetória formativa (CA1). Assim, passamos à análise mais profunda dessa trajetória, abrindo com o ponto de partida contextual que marca sua fundação.

### **5.2.1 A trajetória da formação continuada em ensino de GE por meio de EA**

Esta subseção analisa a trajetória de formação contínua dos participantes, traçando esse caminho desde a criação do ambiente colaborativo, passando por manifestações de concepções iniciais e desafios, até a experiência efetiva nos ciclos de EA de GE desta pesquisa. Esta análise está estruturada em torno de momentos-chave que, coletivamente, revelam evidências materializadas ao longo dos ciclos, dos processos de mudança – que incluem a



construção das bases relacionais e metodológicas do programa de formação (5.2.1.1), os próprios processos de mudança (5.2.1.2), os marcos significativos da trajetória de formação (5.2.1.3), as tensões e superações identificadas (5.2.1.4) e a consolidação de uma comunidade colaborativa de aprendizagem prática (5.2.1.5).

Essas evidências nos permitiram elaborar uma síntese dessa trajetória que responde de forma precisa e abrangente à questão central: *Como ocorre a formação continuada de professores de matemática que participam de um programa de Estudo de Aula, focado na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?*

### 5.2.1.1 Fundamentos relacionais e metodológicos do ambiente colaborativo

Foi necessário estabelecer uma base antes que a mudança real começasse: a construção de uma cultura de confiança e colaboração — o pré-requisito mais importante para o sucesso de todo o processo formativo desencadeado pela pesquisa.

O ponto de partida da trajetória foi marcado por um paradoxo formativo: um desejo genuíno de formação e desenvolvimento profissional coexistia com um ceticismo profundamente enraizado. As primeiras ideias dos PCPs sobre o ensino de GE baseavam-se no modelo expositivo e na memorização de fórmulas, um legado da formação que materializava a clássica transposição didática (Chevallard, 1991). Este cenário exigia não apenas a apresentação de metodologias inovadoras de ensino e formação, mas também uma construção radical das bases relacionais do programa formativo que sustentaria todo o processo de mudança.

Algumas declarações do PCP1, gravadas em áudio (RM4, 2024-2025) durante o processo de criação do ambiente colaborativo, ilustram bem essa tensão: *"a minha maior dificuldade é conseguir lembrar fórmulas, [...] sempre carrego um caderninho com as fórmulas pra [sic] ir passando a eles, [...]. Será que como você diz a gente consegue fazer eles ir [sic] descobrindo isso assim, do nada?"* Essas falas demonstram uma prática enraizada, mas, acima de tudo, a semente da abertura para a mudança. O “caderninho de fórmulas” é a materialização de uma transposição didática clássica, enquanto sua dúvida sinaliza a disposição para negociar uma nova transposição, de natureza investigativa-exploratória, alinhada com um paradigma que centraliza o processo no aprendiz.

Esta análise, que revela tanto concepções enraizadas quanto aberturas para a mudança, reflete um cenário formativo mais amplo, no qual o professor – ciente da necessidade de



atualização constante – muitas vezes tem acesso apenas a propostas desconectadas de sua realidade imediata. Para transformar esse ceticismo inicial em engajamento, foi essencial construir intencionalmente um ambiente colaborativo, cultivado desde os primeiros contatos por meio do protocolo (Anexo G) que favoreceu o estabelecimento de contratos didáticos baseados em corresponsabilidade, na valorização do conhecimento experiencial e em um ambiente de segurança emocional. Os pilares dessa construção emergem dos seguintes diálogos, extraídos de transcrições de áudio (RM4, 2024-2025) gravadas nos primeiros encontros.

O primeiro diálogo, entre PPF e PCP1, ilustra a substituição da lógica hierárquica por uma relação de parceria. Ao declarar que sua ideia era ser um "*parceiro de investigação*" e que a força do programa residia na capacidade de "*pensar juntos*" e "*aprender com os erros*", este pesquisador operou um deslocamento fundamental nos papéis tradicionalmente estabelecidos na formação docente.

- **PPF:** "[...] a proposta não é ensinar nada e nem mostrar modelos prontos [...]. A ideia é ser um parceiro de investigação [...] A força do programa vai tá [sic] na nossa capacidade de pensar juntos, de planejar juntos e de aprender com os erros [...]."

- **PCP1:** "Será que eu dou conta, amigo [...]. Eu não tenho a menor ideia de como a gente vai fazer isso."

- **PPF:** "[risos], nem eu, sou tão aprendiz quanto você. A diferença é que vou registrar tudo e fazer um relatório de pesquisa, né? [...]."

Esta posição constitui a base fundamental dos EA como meio de coaprendizagem e investigação colaborativa (Hart, Alston e Murata, 2011), no qual também o papel do formador é assumido como aprendiz. A vulnerabilidade compartilhada nas palavras "*nem eu, sou tão aprendiz quanto você*" foi essencial para legitimar o erro como parte essencial do processo e para indicar a disposição para um novo 'contrato didático' baseado na corresponsabilidade, em oposição direta à dinâmica tradicional e ao isolamento do professor (Lewis, 2002).

O segundo pilar — a valorização do saber experiencial — emerge no diálogo com o PCP2. Em uma das interações iniciais, o movimento analítico concentrou-se em validar seu saber experiencial. Quando expôs um "quase desistindo" diante das dificuldades e da falta de interesse dos alunos, a nossa condução teve um duplo propósito: quebrar o isolamento profissional e transformar uma queixa em um "dado pedagógico" investigativo.

- **PCP2:** "Por várias vezes eu tentei ensinar geometria plana, espacial, mas tô [sic] quase desistindo, sabia?"

- **PPF:** "Sério? Por quê?"



- **PCP2:** "A gente explica, explica, faz material, mostra as formas do dia a dia e, ainda assim, o menino vai parar no ensino médio e nada acontece [...]. Não vejo que aprendeu muita coisa! É difícil viu! [sic]"

- **PPF:** "Essa percepção é crucial pra [sic] mim. É exatamente a partir disso que vamos construir nossa investigação. Conta mais: como as dificuldades que você enfrenta se manifestam? O que você já tentou fazer? Sua experiência é um ponto de partida interessante."

- **PCP2:** "Pois é [...], experiência a gente tem, o problema é que eles [os alunos] gostam de aula com brincadeiras. Da aula séria que ensina, não gostam."

- **PPF:** "Não tem problema, a gente busca juntos [sic] uma forma. Talvez ajude alguns alunos, outros talvez não, mas o que vale é que a gente tá buscando entender a coisa, [...]."

Ao insistir nos detalhes de como o problema se manifesta e nas tentativas prévias, nossa fala operacionaliza o princípio de que os saberes profissionais do professor se realizam na prática (Merichelli e Curi, 2016). Ao deslocar o foco da formação da figura do formador para a atividade e expertise dos PCPs – que, convidados a trazer suas experiências para o centro do programa –, o grupo aos poucos ajudou a estabelecer os alicerces dos EA vivenciados.

Em outro trecho eleito para esta análise, em um dos diálogos com PCP3, nota-se que a abordagem do pilar da segurança afetiva – essencial para as etapas de execução/observação das aulas *in loco* – se torna flagrante. O "pacto" então proposto, explicitando que "não vai haver julgamentos, só aprendizado coletivo", redefiniu propositalmente o significado da observação.

- **PPF:** "Nos Estudos de Aula, vamos nos observar dando aula. Sei que pode ser intimidador. Mas pra [sic] que funcione, a gente precisa de um pacto [risos]: não vai haver julgamentos, só aprendizado coletivo. Nossa pergunta não será 'o que você fez de errado?', mas 'o que a reação dos alunos nos ensina sobre o que planejamos e como melhorar o que foi feito na sala?'"

- **PCP3:** "Isso! Aí, nesse caso, quem ganha é a gente [...], bora [sic]".

A pergunta-guia – "o que a reação dos alunos nos ensina sobre o que planejamos?" – desloca o foco de uma avaliação individual (do professor) para uma investigação coletiva sobre a eficácia do planejamento e do *redesign* dos instrumentos de mediação pedagógica. Esta abordagem converte a aula executada/observada no que a literatura denomina de 'research lesson' (aula de pesquisa), cujo objetivo é coletivamente estudar os alunos (Richit e Tomkelski, 2023). A resposta positiva e imediata de PCP3 ("Isso! [...] bora" [sic]) evidencia a eficácia dessa abordagem na construção de um clima de confiança.

Este contexto inicial é ainda caracterizado por outras evidências registradas no Diário de Bordo (DBP/2024-2025, p. 3), em que foram documentadas dúvidas e preocupações



recorrentes em relação aos planejamentos preliminares dos EA de GE: a dúvida metodológica (*'sem ser na base da explicação, como faz a aula?'*); a pressão com o conteúdo (*'tem que dar a matéria, será que dá tempo de ficar investigando?'*); a insegurança pessoal (*'se um aluno fizer uma pergunta que eu não sei responder?'*); o medo do engajamento (*'se os alunos não quiserem participar da pesquisa?'*); a preocupação com a gestão de sala (*'tenho um 8º ano que é muito agitado, será que funciona com eles?'*); e a ansiedade com o currículo (*"vou ficar pra [sic] trás no conteúdo se fizer isso"*).

Além de destacar a recorrência e diversidade de preocupações, essas declarações reforçam o argumento de que a construção intencional do ambiente colaborativo era de fato uma necessidade urgente. Elas demonstram que a maneira como a formação ocorre, inevitavelmente, começa com a construção cuidadosa da confiança e da colaboração.

Os pilares da corresponsabilidade, validação do conhecimento e segurança emocional, intencional e processualmente construídos desde os primeiros contatos, consolidaram-se como as bases relacionais dos EA do GE, permitindo que o grupo enfrentasse abertamente os desafios e se engajasse efetivamente nos processos de mudança analisados a seguir.

### **5.2.1.2 Processo de mudança ao longo dos ciclos de EA**

As transformações dos participantes em termos de concepções não surgiram imediatamente, mas se desenvolveram durante o processo iterativo e colaborativo dos quatro ciclos de EA de GE vivenciados na pesquisa, em consonância com os princípios de formação eficaz, defendidos como interativos, colaborativos e fundamentados nas condições para o trabalho baseado no ensino, conforme descrito por Gatti et al. (2019). Essa transformação veio da prática (planejada, executada/observada e refletida) e do ato de pensar e valorizar a experiência compartilhada coletivamente em linha com Nóvoa (1992).

Assim, o grupo estava trabalhando sua própria autonomia e consciência desde a base. Enquanto a seção anterior forneceu detalhes sobre os fundamentos relacionais sobre os quais a jornada de EA de GE começou, esta analisa as tendências internas dentro do programa formativo, mostrando os processos de mudança prática e conceitual.

Desse modo, ao analisar registros de conversas e reflexões, foi possível destacar momentos de transformação nas concepções sobre como poderiam trabalhar GE em suas salas de aula numa perspectiva mais exploratória, e em que medida a natureza da reflexão colaborativa e crítica se manifestou através do processo.



Para ilustrar essa trajetória, mostramos abaixo uma tensão introdutória do primeiro ciclo, seguida pela consolidação progressiva de novas atitudes dos ciclos subsequentes. Tal ciclo foi palco de uma tensão produtiva entre o modelo internalizado de ensino e a nova proposta de ensino e formação. Um registro do Diário de Bordo (DBP/2024-2025, p. 4) captura uma angústia inicial de um participante que, em análise, reflete tal tensão:

Participante, após o primeiro planejamento, me puxou de lado e expressou:  
“No papel, a proposta que nós [sic] elaboramos é boa! Mas na minha cabeça ainda soa um alarme: será que eu vou 'dar' o conteúdo mesmo? Ou vai ficar a sensação de que é uma atividade sem sentido?”.

Esta fala é emblemática do processo de transição em curso. O “alarme” que soa não se refere apenas a uma mudança metodológica superficial, mas à profunda tensão que a transição paradigmática para um modelo inovador de ensino e formação provoca. Esse termo, aliado à pergunta “será que não vai ficar a sensação de que é uma atividade sem sentido?”, demonstra o medo de que a proposta, mesmo ‘boa no papel’, pudesse falhar em seu objetivo central: conferir significado à aprendizagem geométrica e à formação para atuar nesse campo.

Este receio, longe de ser um obstáculo, revela os elementos fundadores de uma prática formativa inovadora, assentada em duas condições fundamentais, segundo Ponte (2002, p. 11, grifo nosso): “[...] a disposição para questionar, o que remete para o campo afectivo e para o campo das atitudes” e o “domínio de certo *savoir faire* [saber fazer], incluindo o uso de diversos instrumentos metodológicos”.

A inquietação então expressa demonstra a primeira condição: a disposição para questionar, ao mesmo tempo em que sinaliza que o *savoir faire* da nova abordagem ainda estava em construção, um processo que a prática colaborativa e iterativa dos ciclos subsequentes encarregar-se-ia de solidificar.

Neste contexto, a expressão ‘dar o conteúdo’, que denota transmissão unilateral, começa a ser desestabilizada não por uma simples elaboração e proposta de atividade, mas pela busca de uma construção de significados. Esta concepção tradicional entra em conflito direto com a abordagem investigativo-exploratória, na qual o professor assume funções de mediador e guia, procurando soluções “para os problemas com que se defrontam e afirmando assim a sua identidade profissional” (PONTE, 2002, p. 11).

Significativamente, o participante refere-se à “proposta que nós elaboramos”, destacando a dimensão colaborativa do processo, construindo, assim, “um modo de trabalho especialmente indicado para lidar com problemas de grande complexidade” (PONTE, 2008,



p. 174), que gera o suporte necessário para enfrentar desafios de transição como o então vivenciado no início dos ciclos de EA de GE.

Assim, a fala do participante constitui um registro autêntico de um processo de mudanças de concepções, no qual a investigação sobre a própria prática vai se configurando, de acordo com Ponte (2008, p. 160): “uma actividade [sic] que pode despertar grande interesse nos respectivos actores e que é susceptível de proporcionar significativas implicações para a sua prática profissional”. A angústia expressa representa, portanto, um momento necessário na jornada de reconstrução da prática docente — sinal não de fracasso, mas de engajamento genuíno e profundo interesse pela transformação educativa.

A análise desta fala emblemática do Ciclo I estabelece, portanto, o ponto de partida do processo de mudança. A superação progressiva dessa angústia inicial e a tradução da 'disposição para questionar' em um '*savoir faire*' consolidado – que se manifesta em planejamentos mais ousados e em uma mediação mais segura em sala de aula – serão analisadas a seguir, tomando como base UA e UR significativas dos Ciclos II, III e IV, em que a colaboração e a reflexão crítica atingiram patamares mais elevados.

Outro aspecto central da mudança foi a transição para uma docência mediadora, operacionalizada através de dois recursos complementares: o Protocolo de Intervenção (Anexo G), que guia a ação e a autoanálise do professor, e recursos didáticos inovadores como a “Máquina de Montar Sólidos”, que engajam os alunos em investigações. Isso porque, nos momentos de execução/observação iniciais, a mediação era às vezes mecânica e insegura.

A Máquina, ao exigir uma abordagem “mãos na massa” (*hands-on*) e investigativa, forçou uma ruptura com a aula expositiva sobre formas geométricas, criando um contexto autêntico para que o Protocolo fosse aplicado. A prática colaborativa e as constantes mediações dos membros do programa permitiram aprimorar esses instrumentos e a produção de outros artefatos cognitivos essenciais aos ciclos seguintes.

O diálogo a seguir, ocorrido durante uma aula sobre sólidos geométricos (prismas e pirâmides), que tinha a Máquina como suporte cognitivo, ilustra como esse instrumento sustentou a nova postura. Em vez de fornecer a resposta, o PCP, que antes carregava o “*caderninho de fórmulas*”, replicou com questionamentos estratégicos, tal como preconizado pelo Protocolo. Eis um recorte transcrito do registro em análise:

- **Aluno/a A:** “*Professor, essa pirâmide é igual à do coreto da praça?*”

- **PCPI:** “*Que bom que você lembrou do Coreto! O que te faz pensar nessa relação?*”

- **Aluno/a A:** “*Como assim, prof. [sic].*”



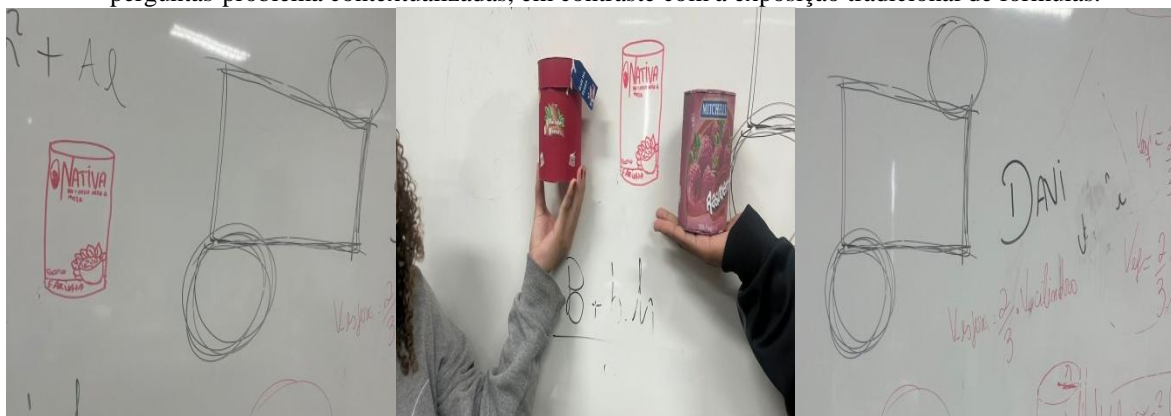
- PCPI: “O que precisa observar melhor para ter certeza? Tipo... Que características ele tem de ter para ser uma pirâmide de verdade?”

Esta intervenção, que exemplifica o *savoir faire* em construção, foi fruto direto das discussões reflexivas colaborativas nos EA de GE do Ciclo II. A estratégia adotada vai ao encontro do que Abrantes et al. (1999) definem como investigações matemáticas, que consistem em tarefas abertas que estimulam a elaboração de diversas perguntas, valorizando o processo de desenvolvimento, a conexão entre conhecimentos, procedimentos e estratégias, e a justificativa dessas conexões. O questionamento “O que precisa observar...?” transformou a simples identificação de um sólido em uma tarefa aberta de investigação, na qual o aluno foi conduzido a conectar o conhecimento prévio (o coreto) a propriedades geométricas, desenvolvendo e justificando seu próprio raciocínio.

Se no Ciclo II a mediação começava a se consolidar por meio de instrumentos, no Ciclo III testemunhamos sua plena materialização em práticas docentes mais sofisticadas.

Diante das angústias e tensões do Ciclo I sobre “dar o conteúdo” – e da busca por consolidação com mediações baseadas em guias, protocolos e recursos de apoio cognitivo no Ciclo II – a imagem a seguir (Figura 11), captada em um momento de execução/observação do Ciclo III, materializa essa mudança.

**Figura 11** - Registros de uma das aulas do Ciclo III evidenciando a mediação por meio de representações e perguntas-problema contextualizadas, em contraste com a exposição tradicional de fórmulas.



**Fonte:** Do autor / arquivos de registros da pesquisa (2025).

Este avanço supera a lógica do ensino expositivo que, como alerta Cortesão (2000, p. 13), ao dirigir-se a uma "entidade passiva e abstracta" – o aluno –, falha em favorecer o conhecimento real e uma relação pedagógica autêntica.

O quadro utilizado pelo PCP2 e os alunos (Figura 11), aqui representado em vários recortes, simboliza a superação definitiva do “*caderninho de fórmulas*”: em vez de



exposições prontas, vemos desenhos, representações e hipóteses de alunos sobre a planificação de cones e cilindros, acompanhados por perguntas-chave como: “qual a melhor embalagem para o açaí?”; “que tal uma forma cilíndrica para armazenar farinha?”; “a forma do cilindro oblíquo não teria uma vantagem prática para a farinha?”.

Esta prática concretiza o *savoir faire* em estágio avançado, no qual o professor faz perguntas direcionadas, ao mesmo tempo em que estrutura sua atividade investigativa em torno de registros e raciocínios, promovendo efetivamente o processo de desenvolvimento e justificativa de conexões preconizado por Abrantes et al. (1999). Esta abordagem ressoa com a defesa de Cortesão (2000) de um professor investigador, que conduz seus modos de ensinar a partir de registros produzidos, utilizando raciocínios e modos de pensar dos alunos como indicadores preciosos, transformando-os em dispositivos pedagógicos centrais da atividade docente, longe de uma mera exposição de conteúdos.

Outra mudança significativa foi a evolução no uso de recursos como a “Máquina de Montar Sólidos”. Ela, que nos Ciclos I e II funcionava principalmente para conificação e extrusão, avançou para o Ciclo IV operando no “Modo Esfera Perfeita”, tornando-se uma ferramenta de modelagem matemática para testar hipóteses e levantar conjecturas sobre altura, área, volume, cunha e fuso esféricos.

Paralelamente, consolidou-se a ressignificação do contexto local. Partindo de uma inclusão tímida e ilustrativa de artefatos locais no Ciclo I, o grupo evoluiu para a concepção de atividades em que o saber geométrico local era o núcleo das aulas. A fala do PCP1 no Ciclo IV (RM4, 2024-2025), durante as discussões sobre “desafio da barraca de suco”, sintetiza essa mudança de concepção: “antes eu via uma barraquinha e pensava: é um prisma! Agora, eu olho, paro, penso, reflito [...]: dá pra [sic] formular um problema de otimização de área, volume e custo. A geometria nem sai do livro [...], sai direto da feira e entra na sala de aula”.

Essa percepção vai ao encontro dos princípios da etnomatemática (D’ambrosio, 2011), demonstrando como a atividade geométrica espacial pode ser interpretada a partir da realidade cultural, materializando, de forma emblemática, o desenvolvimento de saberes e práticas pedagógicas (CA2). Outro registro do Diário de Bordo (DBP/2024-2025) confirma o resultado disso diante de outro momento do Ciclo IV:

Hoje, na última reunião, antes do encerramento do último ciclo, na reflexão final, um dos participantes que, antes temia “ficar para trás no conteúdo”, afirmou: “A gente não aplica a geometria. A gente descobre que a geometria já estava aqui. Nós é que não sabíamos ler e observar. Essa foi uma sacada



legal: aprender a ver a geometria no nosso meio e como eles [os alunos] veem isso também” (p. 18-19).

Esta fala confirma não apenas uma mudança metodológica, mas uma transformação identitária e epistemológica profunda: o cerne da trajetória formativa (CA1). O professor se reconhece não mais como um detentor do saber, mas como um guia em uma comunidade de aprendizes que inclui a si mesmo e a cultura, consolidando-se como o professor investigador que Cortesão (2000) percebe ser capaz de transformar a realidade imediata em dispositivo pedagógico central.

Se a ressignificação do contexto local representou uma mudança de conteúdo e identidade, a estrutura cíclica dos EA (planejamento colaborativo, observação de aula e reflexão coletiva) constituiu o motor prático dessas transformações. As sessões de reflexão dos pós-aula – baseadas em dados concretos (falas, produções e reações observadas e registradas) – tornaram-se os espaços em que a prática, de forma crua e produtiva, buscava ecos numa teoria ainda pouco explorada no contexto. Um trecho recortado de uma reflexão no Ciclo III (RM4, 2024-2025) é ilustrativo:

- **PPF:** “[...] lembra que a gente previu que eles iam ter mais facilidade de achar e entender a área do que o volume? O que foi observado é que não foi bem assim [...]”.

- **PCP2:** “A maioria tentou calcular a área lateral primeiro! Ficou travada porque não sabia trabalhar com Pi [...]. A menina perguntou por que tinha aquilo [Pi] em tudo e o que significava [...]”.

- **PPF:** “Você viu que ela desenhou a planificação direitinha? Ai tu [sic] foi perguntando que forma plana se transformava a lateral e o outro disse direitinho [...]. E logo, ela disse que era base vezes altura?”

- **PCP2:** “Mas foi aí que veio o problema do Pi, né [sic]? Nem ela nem os outros parece que nunca ouviu falar [...]”.

- **PPF:** “É... Mas ela captou direitinho o negócio da área [referindo-se a  $2Ab \times h$ ]. O problema foi a base que precisava do Pi [...]”.

- **PCP1:** “Então, nossa previsão falhou! Mas a pergunta dela foi o erro que salvou a atividade. É melhor planejar de outro jeito! E se a gente começar já com uma pergunta sobre capacidade, e não sobre área?”.

- **PPF:** “Sim! Replanejar e trabalhar uma forma de descobrir sobre o Pi.”

- **PCP2:** “Mas o fato é que a ideia do volume só foi mais fácil porque a gente falou do Pi, depois.”

- **PCP1:** “Pois é [...] É a gente criar algo pra eles ir [sic] descobrindo o Pi e não só falar [...]”.

Os diálogos sobre as dificuldades com  $Pi$  ( $\pi$ ) e os apontamentos para o replanejamento operacionalizam o pacto inicial: “a pergunta não é sobre ‘quem errou?’, mas ‘o que os dados



da aula ensinam sobre o planejamento realizado?’’ Neles, vemos a hipótese didática do planejamento sendo confrontada e refinada pela evidência empírica da aula, em um movimento genuíno de investigação-ação.

Como afirma Alarcão (2018), a formação contínua deve ser um processo de questionamento e reconstrução da prática pedagógica. Nesse espaço de reflexão sobre evidências como a dificuldade com  $Pi$  ( $\pi$ ), os professores se tornaram críticos de sua própria ação, transformando desafios em combustível para o *redesign* colaborativo. Essa formação se deu não pela transmissão de um método, mas pela vivência de um processo recursivo de planejamento, ação, observação e reflexão, no qual foram simultaneamente agentes e protagonistas das transformações vivenciadas.

As evidências analisadas ao longo desta subseção revelam, de forma contundente, que “o como se dá a formação [...], nos EA de GE?”, vai se constituindo por meio de um processo iterativo e recursivo, no qual a prática colaborativa transforma a angústia inicial em *savoir faire* consolidado. A trajetória documentada – da tensão paradigmática do Ciclo I, passando pela construção de instrumentos de mediação no Ciclo II, até a materialização de práticas investigativas sofisticadas nos Ciclos III e IV – demonstra que a formação se efetiva na vivência reflexiva dos ciclos, que convertem desafios pedagógicos em oportunidades de formação, desenvolvimento profissional e ressignificação da identidade docente.

O conjunto de respostas à questão central ganhará novos contornos nas seções seguintes, à medida que analisarmos os marcos significativos (5.2.1.3), as tensões e superações (5.2.1.4) e o processo de consolidação de uma comunidade colaborativa e de prática (5.2.1.5).

### 5.2.1.3 Marcos significativos da trajetória formativa

Se os processos de mudança analisados na subseção anterior ajudam a entender, parcialmente, “como ocorre a formação docente no contexto do programa formativo de EA de GE”, esta subseção complementa significativamente as respostas a tal questão, mostrando momentos-chave que catalisaram e a ela agregaram elementos fundamentais. Os registros desses marcos significativos revelaram movimentos imersos em desafios estruturantes que demandaram a construção colaborativa de soluções.

Nesse sentido, os dados aqui apresentados tratam de recortes pontuais da pesquisa que, embora esta tenha sua trajetória composta por diversos outros marcos, elegeu apenas alguns



momentos significativos de cada ciclo, criteriosamente escolhidos por encapsular de forma paradigmática a natureza colaborativa e os avanços conceituais que, assim eleitos, encontram respaldo teórico progressivo na literatura.

O primeiro marco significativo dessa trajetória situa-se no Ciclo I, por ocasião da constituição do ambiente colaborativo. Esta etapa inicial, dedicada intencionalmente à construção de confiança e ao estabelecimento de um clima ético e dialógico, mostrou-se crucial para transformar um conjunto de indivíduos em uma comunidade colaborativa e de prática. Nesse sentido, uma nota do Diário de Bordo (DBP/2024-2025) registrou esta intencionalidade em dois momentos: primeiro, na enunciação clara do princípio orientador; e segundo, nas questões emergentes do grupo, que atendem a esse princípio.

Hoje, na primeira reunião, deixamos claro: ‘aqui ninguém sabe tudo, e todo mundo tem algo a contribuir’. O silêncio de alguns ainda é embaraçoso do ponto de vista da pesquisa, mas o ‘nóis’, aos poucos, foi aparecendo timidamente em algumas falas: ‘nóis vamos para a sala juntos?’; ‘temos que registrar tudo ou vamos gravar?’; ‘nóis já temos a autorização do gestor!’; ‘podemos escolher os alunos para participar?’ (p. 4-5).

O princípio orientador “*aqui ninguém sabe tudo, e todo mundo tem algo a contribuir*” atua como um dispositivo pedagógico que reconfigura as relações de poder, posicionando todos como corresponsáveis pelo processo que se desencadeia. Esta postura horizontal, essencial a uma investigação prática dialógica (Ponte, 2008), desloca-nos da função de formador/pesquisador, “detentor do saber”, para um parceiro co-construtor de conhecimentos.

A emergência do “*nóis*” na fala dos participantes representa a resposta orgânica a esse princípio, simbolizando a transição de um agrupamento para uma comunidade colaborativa e de prática (Nagy, 2013). Esse marcador linguístico simboliza o nascimento de uma identidade coletiva e de compromisso mútuo, fenômeno descrito por Cunha, Oliveira e Ponte (1995) como fundamental para enriquecer propostas de trabalho através da troca de ideias e da colaboração.

Assim, a emergência do “*nóis*” corrobora o papel decisivo dessa entidade: a colaboração, permitindo o distanciamento crítico da própria prática, a construção de um ambiente de partilha de saberes e o desenvolvimento de uma cultura investigativa. Esse momento marca, portanto, a gênese da trajetória de uma comunidade de aprendizagem, na qual todos, aos poucos, vão se reconhecendo investigadores da própria prática, alinhando-se a concepções teóricas que valorizam a horizontalidade, a colaboração e a investigação como eixos de formação e desenvolvimento profissional.



Se o Ciclo I estabeleceu as bases relacionais, o Ciclo II trouxe à tona a dimensão criativa e material dessa tríade (horizontalidade, colaboração e investigação) com o *insight* sobre a “Máquina de Montar Sólidos”, representando um ponto de virada criativo e unificador. Além de um recurso didático, a máquina tornou-se uma metáfora poderosa que, mais tarde, se materializaria no próprio processo formativo – uma construção coletiva que ajudou a transformar conceitos geométricos abstratos em objetos investigáveis. O diálogo abaixo, extraído de uma sessão de reflexão/*redesign* colaborativo (RM4, 2024-2025), captura a gestação desta inovação:

- **PPF**: “[...] a gente pode montar uma tarefa que torne a ideia de prisma e pirâmide mais acessível; que seja constitutiva e leve a ideia desde os elementos principais até o resultado final do sólido pronto”.

- **PCP1**: “Tipo [sic], você diz algo que mostre o caminho do quadrado até a pirâmide?”.

- **PPF**: “[...] Não sei se bem isso [...], Mas como seria o que tá [sic] pensando?”.

- **PCP1**: “Digo assim, pegar um quadrado e ir montando partes até chegar em [sic] prismas e pirâmide”.

- **PPF**: “A gente pode tentar seguir por essa linha [...], não sei [...]”.

- **PCP2**: “E se fosse uma espécie de 'máquina' que constrói esses sólidos? [...]”.

- **PPF**: “Como você diz?”.

- **PCP2**: “[...] vi numa oficina, sobre investigação de aula de função, um robô que transformava números. Tipo [sic], você inseria 3 unidades no robô e ele virava 8. [...] Aí o menino tinha que dizer qual processo o robô fez para transformar 3 em 8”.  
[nesse momento participante vai ao quadro e explica melhor a ideia]

- **PCP3**: “A gente pode pensar numa máquina com hastes móveis e conectores na tarefa!”.

- **PPF**: “Seria algo que de modo abstrato? Os meninos imagina [sic] como os negócio se forma [sic]?”

- **PCP2**: “Tipo: a gente dá um quadrado e uma pirâmide pra [sic] ele e ele vai tentando descobrir o processo que foi feito pra [sic] chegar até o sólido, usando o pedaço plano”.

O trecho revela a gênese colaborativa do artefato (a máquina). A proposta inicial do PPF é aprimorada sucessivamente pelo grupo: PCP1 opera uma concretização (“*caminho do quadrado*”); PCP2 introduz a metáfora da máquina por analogia com uma vivência formativa e domínio matemático, e PCP3 avança para a materialização técnica (“*hastes e conectores*”). Esse processo dialógico ilustra a investigação da prática docente como uma prática social (Ponte, 2008), na qual o conhecimento profissional é co-construído de modo interativo e coletivo, a partir da partilha do conhecido: “*uma máquina que transformava números*”, até então oculto à maioria.



Notadamente, a máquina encarnou valores construídos no Ciclo I. Sua gênese, evidenciada no diálogo, espelha a construção do conhecimento no grupo, ao mesmo tempo em que seus componentes apresentam contribuições que, unidas, vão formando um todo coerente e funcional. Assim, a partir do *redesign* de uma ideia pré-existente (o robô de funções) ficou evidente a adaptabilidade e a viabilidade pedagógica que emergem de ressignificação coletiva, na qual “a noção de colaboração assume um papel fundamental” (PONTE, 2003, p. 17).

Aqui, a "Máquina de Montar Sólido" trabalhou em duas frentes simultaneamente: como um veículo tangível de aprendizado em métodos geométricos que tornavam os processos geométricos investigáveis, e como uma manifestação material do processo do nosso programa colaborativo de transformar adaptações pedagógicas em inovações através da discussão e negociação coletiva. Mostrou que um entendimento comum pode produzir artefatos pedagógicos que vão além de seu papel principal, tornando-se narrativas da prática que os produziu. E mesmo que as condições de produção não sejam ideais, elas "[...] transformam, com paciência, persistência e criatividade" (PONTE, 2003, p. 19).

O Ciclo III foi palco de um marco relacional profundo: a admissão da dificuldade partilhada – quando um participante admitiu, mesmo diante dos alunos, *"até eu fiquei confusa, agora!"*, durante a investigação sobre qual polígono, em rotação, geraria um cone oblíquo (RM3/2024-2025) e, depois, um cilindro igualmente oblíquo – simboliza o estabelecimento de um ambiente genuinamente seguro para a manifestação de dúvidas, equívocos e erros. A atitude concretiza um dos papéis essenciais do professor em aulas investigativas, que é o de “pensar matematicamente em frente aos seus alunos” (CUNHA, OLIVEIRA e PONTE, 1995, p. 8).

O diálogo abaixo ilustra essa horizontalidade e a repactuação de um novo contrato didático<sup>21</sup>, ainda em processo de assimilação pelos alunos, na ocasião:

- **PCP2:** *“Até eu fiquei confusa, agora! Mas é o escaleno em rotação que gira”.*

- **PPF:** *“Eu acho que o problema tá [sic] no eixo de rotação, a gente tem que tentar ver isso, porque de fato não é uma visualização simples”.*

- **Aluno/a B:** *“Bora testar na máquina [...]”.*

<sup>21</sup> O contrato didático é definido por Guy Brousseau (1982) como o conjunto de comportamentos do professor esperados pelo aluno e o conjunto de comportamentos do aluno que são esperados pelo professor. Esse contrato é o conjunto de regras que determinam explicitamente em uma pequena parte, mas sobretudo implicitamente em grande parte, o que cada elemento da relação didática deverá fazer e que será, de uma maneira ou de outra, válido para o outro elemento. Ou seja, é o conjunto de relações estabelecidas entre ambos e o conhecimento. São as expectativas do professor em relação aos alunos e destes em relação ao professor, incluindo-se, nessa relação, o saber e as formas como esse saber é tratado por ambas às partes.



- **PPF**: “[...] mas não tem o molde para encaixar [...]”.

- **PCP2**: “Pelo que tô [sic] vendo, o que é difícil é localizar o eixo de rotação, porque gira no palito e não fica [...]”.

- Aluno/a B: “Até tu tá confusa prof [sic], imagina nós”.

- **PCP2**: “[...] a gente também tá [sic] aqui gente [...]”.

- **PPF**: “É por isso que a aula é investigativa, a gente também, mais que vocês, vamo [sic] aprendendo”.

A dificuldade expressa em reconhecer o eixo de rotação e a geratriz do triângulo escaleno, longe de representar uma falha, horizontalizou a construção do saber geométrico e ressignificou o contrato didático tradicional (Brousseau, 1982), normalmente estabelecido sob a lógica de que o professor é o detentor do saber e, portanto, deve ter as respostas prontas. Essa postura frente a esse novo contrato didático, implicitamente instituído depois, transformou as aulas investigativas subsequentes em espaços nos quais o professor e os alunos aprendiam juntos, construindo uma nova relação com o conhecimento.

De todo modo, a culminância desta trajetória investigativa materializou-se no Ciclo IV, com a descoberta experimental das relações de área e volume da esfera, bem como do fuso e da cunha esférica. O momento em que os alunos – por meio de experimentações com água, areia, cilindros (opacos), esferas (compactas), laranjas inteiras e fatiadas – concluíram por si mesmos as relações entre áreas e volumes representou o ápice da abordagem investigativa desenvolvida ao longo do programa.

Esta experiência, somada às conquistas anteriores – a conjectura de Euler (Ciclo I) e a descoberta de relações de números de Vértices, Arestas e Faces de Prismas ( $A = 3n$ ,  $V = 2n$ ,  $F = n + 2$ ) e Pirâmides ( $A = 2n$ ,  $V = n + 1$ ,  $F = n + 1$ ), com base de  $n$  lados (Ciclo II) – materializa o processo de “formulação de conjecturas que se procuram testar e provar” (PONTE, BROCARDO e OLIVEIRA, 2006, p. 10) em propostas de EA. Elas não apenas validam a premissa de que a investigação concreta precede e fundamenta a abstração complexa, mas também demonstram a consolidação do *savoir faire* docente em criar condições para descobertas genuínas.

Em síntese, os marcos significativos aqui analisados – da gênese do “nóis” coletivo à descoberta experimental do volume da esfera – complementam a compreensão sobre “o como ocorre a formação docente [...]”, ao evidenciar que o processo se constitui pela vivência e superação dialética de desafios pedagógicos reais, mediados pela colaboração, criatividade e inovação.

Estes elementos iniciais apontam que a formação parece se efetivar na intersecção



entre a reflexão partilhada e a ação investigativa, em que professores, ao se transformarem em investigadores de sua própria prática, começam a desenvolver um *savoir faire* docente mais contextualizado. Assim, a trajetória formativa revela uma espiral dialética na qual a construção do “nóis” (Ciclo I) possibilita a cocriação de artefatos (Ciclo II), que, por sua vez, sustenta a coragem da vulnerabilidade (Ciclo III) essencial para a descoberta genuína (Ciclo IV).

A análise subsequente das tensões e do processo de consolidação da comunidade colaborativa e de prática permitirá verificar a sustentabilidade e a profundidade dos eixos: horizontalidade, investigação e colaboração como fundamentos dos processos de formação e desenvolvimento profissional com EA de GE.

#### 5.2.1.4 Percalços, tensões, desafios e superações

A trajetória formativa dos participantes, longe de ser um caminho linear, foi permeada por percalços, tensões e desafios que, através de um processo dialético colaborativo constante, impulsionaram a busca pela superação de dificuldades. Essas dificuldades demandaram reflexões e adaptações profundas nas tarefas e, sobretudo, nos modos de agir e reagir frente aos planejamentos, execuções/observações e reflexões/*redesigns* ao longo dos ciclos de EA de GE.

Um dos primeiros e mais estruturantes desafios foi relativo às dificuldades matemáticas que os alunos demonstraram frente às tarefas propostas – desde visualizar mentalmente objetos tridimensionais e formas planas geradoras de sólidos, passando pela diferenciação de poliedros de corpos redondos, até compreensões sobre frações equivalentes – revelando lacunas profundas que impactam a construção progressiva do entendimento (característica dos EA) e do pensamento geométrico espacial.

Esta limitação exigiu dos participantes várias reflexões e *redesigns* na tarefa do primeiro ciclo, forçando-os a refletir coletivamente sobre como conduzir a investigação-exploração (em sala de aula) a partir do nível e das reais capacidades de compreensão dos alunos. O diálogo a seguir, captado em uma sessão de reflexão/*redesign* de um pós-aula sobre poliedros (RM4, 2024-2025), ilustra momentos significativos da natureza deste impasse e a gênese de um processo de superação colaborativa:

- **PCPI:** “[...] eles mostraram muita dificuldade em diferenciar poliedro de corpos redondos [...], fizeram uma confusão danada: esfera era poliedro regular [...]. Isso me deixou bastante preocupada!”



- **PPF**: “De fato, é surpreendente, porque é algo bem elementar! [...]. E o que pode ser feito quanto a isso? Alguém sugere algo que poderia inserir ou tirar da tarefa?”

- **PCP2**: “A gente leva as bolas, as latas... mas talvez tenha que fazer eles [sic] contar [sic] as faces mesmo, na mão. O que é liso e o que tem ‘salto’, sei lá?”

- **PCP1**: “É, talvez botar na tarefa duas colunas: ‘tem aresta e vértice’ e ‘não tem aresta nem vértice’... ‘nem tem lado’ e eles vão diferenciando os objetos”.

- **PCP2**: “Isso! E coloca a pergunta: dá pra [sic] rolar? Se não rolar, é poliedro?”

- **PPF**: “Eu penso que a gente deve partir da definição e fazer eles refletir [sic] sobre o conceito [referindo-se a poli = vários e edros = lados] e, a partir daí, ir perguntando quantos lados tem [...]”

- **PCP2**: “Mas poderia gerar uma confusão, já que uma lata cilíndrica vai ter dois lados [...]”  
[por alguns minutos o diálogo segue até um acordo comum]

O trecho revela como uma dificuldade (confusão conceitual) inicial, captada junto dos alunos, catalisou um processo de investigação da prática docente. A proposta inicial do PPF, ao ser transformada em uma estratégia concreta de investigação-exploração por manipulação de objetos, avança para uma validação coletiva do *redesign* da tarefa. A análise coletiva dessas dificuldades, aos poucos, fazia com que os participantes percebessem que processos efetivamente exploratórios frequentemente esbarram em obstáculos conceituais, como a “*diferenciação entre poliedros e corpos redondos*” que, no caso dos EA de GE, dificultou os processos que Abrantes et al. (1999, p. 1) denominam “exploração de hipóteses, fazer e testar conjecturas, generalizar e provar resultados”.

Essa constatação fica clara quando um PCP, em outro contexto de execução/observação, dialoga com um aluno frente a um eventual processo de formulação de hipótese e teste de conjecturas que buscava generalizar a relação de volume da cunha esférica:

- **PCP3**: “Uma banda de laranja equivale a qual fração?”

- **Aluno/a A**: “Como assim? Não entendi prof. [sic]”.

- **PCP3**: “Não seria uma banda? E uma banda corresponde a que parte da laranja?”

- **Aluno/a A**: “Um pedaço!”

- **PCP3**: “Não, não, me refiro: a duas partes iguais equivalem a que parte cada uma?”

- **Aluno/a**: “Meio!”

- **PCP3**: “Meio não seria 1 dividido em 2?”

- **Aluno/a A**: “É, mas ainda não tô [sic] entendendo onde [sic] o senhor quer isso na geometria [...]”

- **PCP3**: “Na fração, ué [sic]”.

[por alguns minutos o diálogo segue até a construção de uma ponte possível]

- **PCP3**: “Tipo [sic]  $\frac{1}{2}$  é a metade, duas partes iguais, certo?  $\frac{1}{4}$  é quatro partes igual [sic], ok [sic]?”



Este excerto explicita a dimensão do problema: a falta de domínio de conceitos básicos, como frações equivalentes – em que  $180^\circ/360^\circ = \frac{1}{2}$  e  $90^\circ/360^\circ = \frac{1}{4}$  – dificultou severamente a investigação geométrica acerca do volume da cunha esférica. Esta dificuldade, carregada de tensão entre aspiração investigativa (por parte do participante) e fragilidade conceitual exigiu o desenvolvimento de habilidades para criar, como sugere Cortesão (2000, p. 5), “propostas flexíveis e variadas de ensino-aprendizagem”. Isso aponta para a necessidade de aprimoramento de conhecimentos didáticos e pedagógicos do conteúdo.

A ausência de recursos didáticos específicos nas escolas amplificava estas dificuldades, tornando o ensino de conceitos geométricos espaciais ainda mais abstrato e desafiador. Contudo, esta limitação material foi sendo superada de forma engajada e criativa pela produção colaborativa de materiais manipuláveis (Figura 12), com matéria-prima (fibra de buriti, palitos de bambu, papel cartão, tripa de mico, canudinho e outros) e conhecimentos de artesãos locais, fortalecendo a conexão com o contexto comunitário e a transformação de um obstáculo em oportunidade de inovação contextualizada.

**Figura 12** - Recortes de registros de processos e materiais produzidos para as aulas investigativas



Fonte – Arquivo de registros da pesquisa 2024/2025.

Paralelamente, uma tensão entre teoria e prática se fez presente. O anseio inicial dos participantes por “*receitas prontas*” entrava em conflito com a natureza aberta da investigação da prática em GE, notadamente diferente, em muitos aspectos, das abordagens de formação de professores, tradicionalmente desenvolvidas em consonância com sistemas de ensino ditos tradicionais (Richit e Ponte, 2019), pautados no paradigma do exercício.

Esta tensão foi sendo superada à medida que os participantes vivenciavam a eficácia da abordagem. Eles perceberam que o processo de descoberta era mais significativo para o ensino e a formação do que a simples transmissão de conteúdo nos moldes tradicionais, uma



vez que as abordagens investigativas de formação e ensino “envolvem características e encaminhamentos metodológicos diferentes das atividades propostas tradicionalmente no ensino de matemática” (AGRANIONI, ZIMER e GUÉRIOS, 2022, p. 338). Nesse aspecto, “a investigação sobre a prática é ameaçadora para o *status quo*, na medida em que põe em xeque a cultura instituída e ameaça hierarquias e papéis tradicionais” (MERCADO e RINCON, 2021, p. 165, tradução nossa).

No âmbito da sala de aula, a resistência dos alunos à nova metodologia emergiu como outro ponto crítico. Um desafio particularmente contemporâneo diz respeito ao hábito consolidado dos alunos com aulas tradicionais, sempre em busca da resposta correta e pronta. Esta mentalidade, potencializada pelo acesso imediato a recursos de inteligência artificial (IA) que fornecem soluções instantâneas, representa uma dificuldade adicional e um enorme desafio aos EA e ao caráter investigativo-exploratório. Os alunos demonstram uma ansiedade perceptível frente à ambiguidade e ao processo de descoberta, buscando constantemente a resposta em vez de engajar-se no percurso investigativo.

Esta postura gera tensões e dificuldades significativas nas fases de observação e execução, pois frequentemente tentam contornar o processo de elaboração de hipóteses e testes, preferindo consultar ferramentas digitais que oferecem soluções prontas. Este comportamento revela não apenas um conflito com a cultura avaliativa tradicional, mas também um desafio emergente em propostas de EA frente às tecnologias contemporâneas, que exigem dos educadores estratégias específicas para valorizar o processo sobre o produto final na aprendizagem matemática.

Reações iniciais como “se a gente errar, não tira nota?” revelaram uma tensão com a cultura avaliativa tradicional. Os professores superaram isso renegociando explicitamente o contrato didático (Brousseau, 1982), valorizando o erro como parte do processo e enfatizando a aprendizagem sobre a nota. Essa renegociação é vividamente ilustrada em um diálogo do Ciclo III (RM4, 2024-2025), em que o PCP2 admite sua própria confusão, e o PPF reforça o novo pacto de aprendizagem:

- **Aluno/a C:** “É, mas se a gente errar não tira nota [...]”.

- **PCP3:** “[...] A gente não está preocupado se vão acertar ou errar. O importante é tentar, investigar. Mesmo errando, a gente vai orientar; vai provocar a curiosidade de vocês [...] Não precisa se preocupar em acertar, basta pedir ajuda e ir ouvindo as pistas que a gente dá”.

- **Aluno/a B:** “Mas na prova teacher [sic] perde ponto se a gente errar... Se não entender, vai errar lá?”



- **PCP3:** *A prova é agora! Mas não é se acertou ou errou! É se se [sic] dedicou, interagiu, trocou ideias, discutiu [...].*

- **PPF:** *“É diferente, pessoal. Aqui o mais importante é o caminho, o raciocínio, a interação. É natural errar agora! Às vezes a gente aprende mais com um erro do que com um acerto só pra [sic] tirar nota. Vai ter vez [sic] que a gente vai ficar confuso também! [...]”.*

- **Aluno/a C:** *“Então é tipo... errar é de boa?”*

- **PCP3:** *“Não exatamente isso! Só não pode [sic] é querer ir fazendo de qualquer jeito só para se livrar. Aqui, errar é só um passo pra [sic] chegar no acerto. O importante é não desistir de pensar e perguntar [...]”.*

Este intercâmbio de ideias demonstra a transição de um modelo de ensino baseado na performance e na nota para um situado no processo e na construção progressiva do conhecimento, culminando na ressignificação do contrato didático.

Finalmente, a desconexão com o currículo e a realidade emergiu como outro desafio persistente. Os participantes perceberam que o currículo oficial (BNCC) e os livros didáticos ofereciam poucas orientações práticas de como contextualizar a geometria espacial na realidade local. Este descompasso revelava a tensão entre as prescrições curriculares e a necessidade premente da “escola adaptar-se também ao aluno, em vez de forçar exclusivamente o aluno a adaptar-se à ação pedagógica” (CORTESÃO, 2000, p. 7). Este cenário demandou dos participantes, além do aprimoramento do conteúdo, a capacidade de ressignificá-lo culturalmente, promovendo a articulação entre teoria e experiências, mediante o trabalho colaborativo e reflexivo, a partilha de experiências e a preocupação com a prática.

Em síntese, esta análise revela que a trajetória formativa investigada foi um processo dialético entre conquistas coletivas e obstáculos pedagógicos, no qual a formação e o desenvolvimento profissional docente efetivo aconteciam na intersecção entre as discussões e reflexões colaborativas e a ação pedagógica concreta. Este processo se constitui e se fortalece no enfrentamento coletivo de desafios reais – das dificuldades conceituais à desconexão curricular –, convertendo percalços, tensões, desafios e dificuldades em oportunidades de aprendizagem profissional através da ressignificação coletiva da prática.

Conforme constatam Fiorentini e Miorim (2001, p. 11), a trajetória corrobora plenamente a visão de que “[...] ao invés [sic] de cursos, os professores precisam mesmo é de grupos de trabalho, nos quais discutam questões reais de sua prática profissional” – uma formação que emerge do trabalho coletivo de enfrentamento dos desafios e dificuldades concretas do ato de ensinar e aprender.

Estas evidências sugerem que a formação docente continuada ocorre através de três mecanismos principais: (1) da investigação colaborativa de problemas reais; (2) da



ressignificação criativa de obstáculos; e (3) da renegociação do contrato didático. Contudo, o processo formativo continuado, nesses moldes, mostrou-se eficaz não apesar das tensões, mas precisamente por causa delas, convertendo: dificuldades conceituais em momentos de *redesign* instrucional colaborativo; carência de recursos em oportunidades de criação contextualizada; e resistência à mudança em espaços de renegociação da cultura avaliativa.

Mesmo assim, esta resposta permanece parcial, pois, embora tenhamos evidências de como essa formação ocorre (através desses mecanismos dialéticos), ainda precisamos investigar em que medida isso se sustenta e transforma as práticas docentes em longo prazo, além de quais condições institucionais seriam necessárias para amplificar esses processos.

Em síntese, este processo dialético de enfrentamento colaborativo de desafios não apenas superou obstáculos pontuais, mas foi o elemento fundador que consolidou progressivamente uma comunidade de aprendizagem profissional. A trajetória de constituição e fortalecimento dessa comunidade manifesta-se em quatro dimensões principais, como veremos na subseção a seguir.

#### **5.2.1.5 Consolidação da comunidade de aprendizagem colaborativa e prática**

A análise da trajetória formativa revela evidências dos processos de formação e desenvolvimento profissional docente, vivenciados no programa, que culminam na emergência de uma comunidade colaborativa e de prática. Embora os indícios construídos ao longo da pesquisa apontem para uma trajetória robusta de consolidação, reconhecemos que a manutenção de uma comunidade colaborativa é um processo dinâmico e contínuo. Logo, sua consolidação plena não é um ponto de chegada estático, mas um 'dever' promissor – um processo contínuo de vir a ser – cuja sustentabilidade pode ser potencializada por estratégias (que proporemos mais adiante). De todo modo, tais indícios manifestaram-se, sobretudo, em quatro dimensões principais:

- **Ampliação do repertório didático:** Os participantes transitaram de uma dependência de modelos expositivos para o domínio de estratégias pedagógicas diversificadas, incluindo a condução de investigações-explorações, a criação de problemas contextualizados e a produção colaborativa de materiais didáticos manipuláveis de baixo custo. Tudo isso graças às possibilidades que os EA oferecem de prever dificuldades dos alunos, antecipar questões, definir estratégias, construir materiais e preparar instrumentos de observação, conforme refletem Quaresma e Ponte (2015, p. 300). Essa transformação foi fruto



tanto da superação de percalços, tensões e desafios, quanto dos processos reflexivos vivenciados.

- **Fortalecimento da prática reflexiva:** Partindo do que advertem Müller e Quartieri (2023, p. 7) — ao afirmarem que refletir sobre as práticas pedagógicas não é um hábito comum entre professores, sendo necessário que se acostumem com isso — notamos no contexto do programa o desenvolvimento de uma capacidade significativa de observar, analisar e refletir coletivamente a partir de evidências de dificuldades e (não) aprendizagens de alunos. Um registro do diário de bordo, reproduzido a seguir, representa bem este movimento:

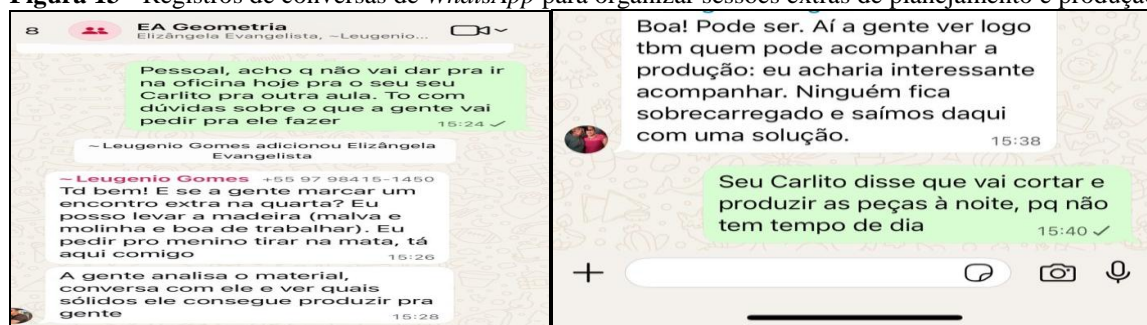
Hoje, na sessão de análise da aula [referindo-se a um momento de reflexão/*redesign*], não ficamos só na crítica. O fato de apenas 3 em 25 alunos terem conseguido visualizar o polígono gerador da esfera, e nenhum ter conseguido entender que  $180^\circ$  equivale a  $\frac{1}{2}$  do ângulo de rotação sobre o eixo da esfera levou todos a uma reflexão ‘barulhenta’ (diria até a um certo desânimo inicial). Um participante levantou a hipótese de que faltou uma etapa de manipulação concreta antes da aplicação da tarefa, e a professora sugeriu emprestar o laboratório de matemática do IFAM da próxima vez. Foi uma conversa que, partindo de um fracasso, ressignificou um plano de ação. Saímos com uma nova estratégia, não apenas a professora, mas todos. (DBP, 2024-2025, p. 21).

O episódio registrado exemplifica como um aparente “fracasso” foi investigado colaborativamente, transformando-se em um plano de ação concreto. Dessa forma, empenhamo-nos (pesquisador/formador e participantes) para nos tornarmos investigadores de nossa própria prática e da prática de colegas, materializando o conceito de que a investigação é “uma actividade [sic] do dia a dia, cada vez mais necessária em muitas esferas da actividade [sic] social, e que deve estar presente na vida das escolas, na formação dos alunos e nas práticas profissionais dos professores” (PONTE, 2008, p. 155).

- **Desenvolvimento da eficácia coletiva:** O grupo evoluiu de um conjunto de indivíduos para uma comunidade prestes a se tornar de prática e colaborativa, demonstrando iniciativa para superar limitações contextuais na resolução de problemas didáticos, pedagógicos, curriculares e experienciais. Um exemplo marcante disso ocorreu no Ciclo II, no qual, após o *redesign* da tarefa, o grupo organizou, de forma autônoma, sessões extras de planejamento para produzir materiais didáticos e repensar estratégias de mediação para outra sessão de observação. O diálogo extraído de trocas de mensagens no grupo do programa formativo (Figura 13) ilustra esse engajamento:



**Figura 13** - Registros de conversas de *WhatsApp* para organizar sessões extras de planejamento e produção



Fonte: Arquivo de registros da pesquisa (2024-2025).

Esse episódio é particularmente emblemático por demonstrar um salto qualitativo na autonomia do grupo. Diferente das sessões iniciais, nas quais a condução e a provocação para a reflexão partiam predominantemente do PPF, aqui a iniciativa para a ação e a organização logística emergiu diretamente dos próprios participantes. A autorregulação evidenciada na troca de mensagens sinaliza a transição de um grupo guiado para uma comunidade potencialmente autogerida, um indicador crucial de efetiva apropriação do processo formativo.

Essa iniciativa de produzir materiais manipuláveis específicos e discutir estratégias de mediação pedagógica para os EA de prismas e pirâmides demonstra uma notável capacidade de autogestão e de apoio mútuo sistemático no âmbito do programa, elementos fundamentais para uma formação efetiva, como propõe Nóvoa (1992; 1999).

- **Ressignificação da identidade profissional:** Os participantes resignificaram seu papel, transformando-se de reprodutores de conhecimentos para mediadores, guias, instigadores da curiosidade geométrica espacial e, conjuntamente com os alunos, (co)investigadores. Essa transição, que representa uma profunda renegociação do contrato didático, decorre de um enfrentamento coletivo que busca opor-se à “[...] abordagem mais usual em que o professor expõe o conteúdo, sendo o papel dos alunos ouvir e reproduzir” (QUARESMA e PONTE, 2015, p. 305).

Esse enfrentamento não apenas supera obstáculos, mas também lança luzes e estabelece alicerces preliminares para esta comunidade colaborativa e de prática em devir, ecoando a ideia de Ponte (2003) de que:

[...] a colaboração pode ocorrer entre professores, ajudando a caracterizar os problemas com que eles se defrontam, definir estratégias de actuação, avaliar resultados da acção, criando um ambiente de trabalho conjunto positivo e estimulante. Quando um dos membros do grupo está num momento menos bom, recebe o apoio dos outros membros. Quando um membro está mais inspirado, contagia todo o grupo (PONTE, 2003, p. 18).



Essa dinâmica, que começou a se esboçar nos ciclos finais da formação, sinaliza o potencial de autorreprodução do grupo. Contudo, para que os promissores indícios observados e o hábito da reflexão, ainda em construção, se transformem na consolidação duradoura que se projeta, é crucial uma transição planejada. Propomos, portanto, um caminho estratégico em três fases para sustentar tal "devir":

**1. Fase de ancoragem e rotina (Próximo ano - 2026):** Focar na integração das práticas colaborativas bem-sucedidas — como as reuniões de planejamento e o banco compartilhado de recursos didáticos — na rotina escolar oficial, legitimando-as perante as instituições e protegendo-as da percepção de serem uma "sobrecarga" adicional, combatendo assim resistências naturais, como as implícitas na pesquisa de Müller e Quartieri (2023).

**2. Fase de empoderamento e liderança distribuída (Ano seguinte - 2027):** Aprofundar o empoderamento das lideranças já identificadas por meio de uma facilitação rotativa dos encontros. Esta etapa é vital para descentralizar a manutenção do grupo e institucionalizar a investigação da prática preconizada por Ponte (2008), assegurando que ela não se dissolva com a saída de membros-chave.

**3. Fase de inovação e autogestão (Longo prazo):** Estimular que a comunidade, já operando sob uma liderança distribuída, dê passos adiante em busca da sua autonomia, iniciando "Grupos de Aprendizagem por Tema" (GATs), propostos pelos próprios participantes, para investigar novas questões e organizar "Mostras de Práticas" para socializar suas inovações. Dessa forma, o grupo não apenas tende a se manter, mas se renova continuamente, tornando a reflexão colaborativa um "hábito" enraizado e com potencial de transformar a comunidade em uma referência de inovação pedagógica na região.

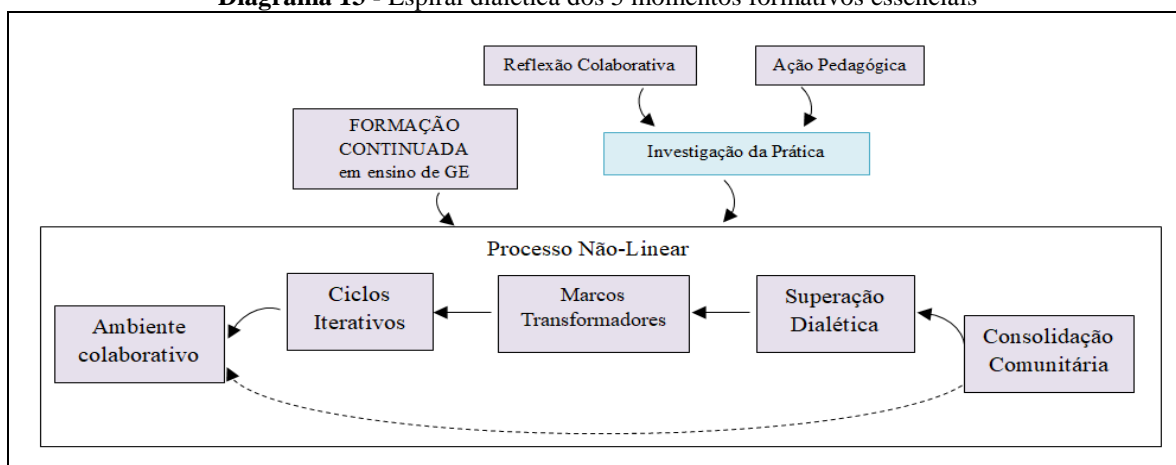
Nesse contexto, a implantação da estrutura deliberada de sustentabilidade, aqui proposta, configura-se como o catalisador capaz de transformar a potencialidade em uma realidade duradoura, materializando, assim, o princípio expresso na epígrafe adaptada de Tardif (2002) que abre o Capítulo IV desta investigação: “a formação do professor não se faz no discurso, mas no chão da escola, no ato reflexivo da prática partilhada, em que os saberes se entrelaçam e se ressignificam no calor do fazer coletivo”. A comunidade, portanto, consolida-se não como um fim em si, mas como um meio contínuo e promissor para a transformação da prática pedagógica.

#### 5.2.1.6 Síntese da trajetória formativa continuada dos EA de GE: ‘o como ocorre’



A formação continuada de professores de matemática no contexto dos EA em GE ocorreu por meio de um processo dialógico, iterativo e colaborativo, estruturado em ciclos reflexivos que integraram planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* de aulas investigativo-exploratórias. Este processo se desdobrou em cinco momentos inter-relacionados que sustentaram transformações nas práticas docentes dos envolvidos: (1) a geração do ambiente colaborativo; (2) a vivência nos ciclos interativos de EA; (3) o surgimento dos marcos transformadores; (4) os momentos de superação dialética; e (5) a busca por consolidação da comunidade de prática. O Diagrama 13 sintetiza visualmente uma espiral dialética desse processo, ilustrando uma trajetória formativa que se inicia pela construção de um ambiente colaborativo imerso em um processo não linear:

**Diagrama 13 - Espiral dialética dos 5 momentos formativos essenciais**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) com base nos dados da pesquisa.

A construção intencional do ambiente colaborativo constituiu a base relacional, estabelecendo-se através de relações horizontais entre formador e participantes, em que erros e dúvidas eram valorizados como oportunidades de aprendizagem. Esta dimensão fundamenta-se na compreensão de que "a colaboração é um dos elementos decisivos da investigação sobre a prática" (PONTE, 2008, p. 174), exigindo um ambiente relacional baseado em diálogo, negociação e cuidado (Ibid., 2008), rompendo com a lógica hierárquica tradicional de formação.

Deste ambiente emergem ciclos iterativos que consolidam a mudança prática, promovendo a transição gradual do modelo expositivo para uma postura investigativa. Este processo reflete a natureza iterativa dos EA - ainda que nos EA de GE tenha-se percebido que esses ciclos possam ser infinitos, já que, a cada execução, surgem sempre espaços para novos *insights*, o que caracteriza ainda mais o caráter emergente da colaboração (Ponte,



2008). Esta transformação envolve a superação de tensões iniciais, como o conflito entre "dar o conteúdo" e "promover descobertas", e é sustentada pelo desenvolvimento de instrumentos de mediação e pela criação de recursos didáticos inovadores.

Ao longo destes ciclos, emergem marcos transformadores que catalisam a mudança identitária - manifestados pelo uso do "nóis", "como", "onde", "o que", "porque" nas interações; pela cocriação de artefatos pedagógicos; pela admissão de dificuldades compartilhadas; e pela realização de descobertas matemáticas e práticas pedagógicas genuínas – como a natureza inconstante da geratriz do cone oblíquo e os modos de desvendar as relações de área e volume da cunha esférica utilizando fatias de laranjas, respectivamente.

Estes marcos conduzem à superação dialética de tensões e desafios, envolvendo o enfrentamento de dificuldades conceituais, a ressignificação do erro, a renegociação do contrato didático, a conexão com o contexto local e a produção colaborativa de materiais. Esta dimensão relaciona-se com a capacidade de criar distância em relação à própria prática através do "recurso à teoria, da vivência num grupo e do debate no exterior do grupo" (PONTE, 2008, p. 174).

Por fim, consolida-se uma comunidade de aprendizagem colaborativa através da ampliação do repertório didático, do desenvolvimento da eficácia coletiva e autogestão, e da ressignificação da identidade profissional — do transmissor ao mediador e coinvestigador. Esta consolidação alinha-se com a perspectiva da investigação como elemento necessário à cultura profissional, mesmo que a valorização disso “[...] por um dado grupo profissional não dependa apenas da vontade e da actuação [sic] individual dos seus membros” (PONTE, 2008, p. 175), mas de condições institucionais favoráveis.

O mecanismo de retroalimentação garante o caráter não-linear do processo, em que a consolidação realimenta o ambiente colaborativo, reiniciando o ciclo em patamar superior (aquela 'velha' história do ciclo de EA ser infinito). A investigação da prática atua como núcleo integrador, mediando a relação entre reflexão colaborativa e ação pedagógica. São caminhos que não são isentos de obstáculos, nos quais são “vencidas as dificuldades [...] é unânime o sentimento de auto-realização [sic]” (PONTE, 2008, p. 162).

Em síntese, a 'espiral dialética' das cinco dimensões formativas transcende a descrição de um processo genérico de formação. Ela configura um modelo pedagógico situado que demonstra, de forma empírica, como os princípios do EA podem ser efetivamente operacionalizados e potencializados no contexto amazônico.

A ressignificação de obstáculos - como a carência de recursos em oportunidades de



criação com matérias-primas locais (buriti, bambu, madeiras, canudos, frutas e outras) e a desconexão curricular em estímulo à etnogeometria - deixa de ser um mero pano de fundo e torna-se o motor dialético do próprio modelo. Dessa forma, esta pesquisa descreve 'como' a formação ocorre, ao mesmo tempo em que propõe um *framework* sustentável e adaptado às propostas de formação continuada e desenvolvimento profissional de professores de matemática na Amazônia, no qual a colaboração e a investigação da prática surgem como resposta pedagógica à complexidade local.

Em conclusão, a formação continuada com EA em GE não é um processo linear, mas uma espiral dialética em que tensões, desafios, dificuldades e erros são transformados em oportunidades de desenvolvimento profissional.

Ela se efetiva na intersecção entre reflexão colaborativa e ação pedagógica, mediada por ciclos de investigação da prática. Para que seja sustentável, é essencial uma transição planejada para a autogestão e a institucionalização dessas práticas na cultura escolar, garantindo assim a perpetuação desta comunidade de aprendizagem como agente transformadora da educação matemática. Esta concepção fundamenta-se na perspectiva de que investigar a nossa própria prática constitui "uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional" (PONTE, 2008, p. 153), capaz de promover transformações significativas na prática docente.

Enquanto a trajetória formativa analisada revelou como esse processo se constitui, cumpre agora examinar que saberes e práticas pedagógicas foram efetivamente desenvolvidos pelos participantes. A próxima seção dedica-se, portanto, a analisar o desenvolvimento de saberes e práticas pedagógicas que emergiram dessa espiral dialética, materializando as transformações docentes em elementos concretos da ação educativa.

### **5.2.2 Desenvolvimento de saberes e práticas pedagógicas**

A construção integrada de saberes e práticas pedagógicas no programa formativo teve como alicerce a vivência coletiva nos Ciclos de EA de GE. Para analisar como se deram os processos de produção, mobilização, complementação e ressignificação desses elementos, recorreremos à teoria dos saberes docentes de Tardif (2002). Esta estrutura conceitual, por sua natureza plural e inter-relacionada, ofereceu a lente adequada para compreender e sistematizar nossa experiência.

Segundo Tardif (2002), os saberes docentes são plurais à medida que são formados por



diferentes fontes e integrados à prática profissional (como os ciclos de EA de GE vivenciados). Para esta análise, focalizamos quatro dos saberes elencados por esse autor e que se manifestaram em meio ao caso estudado: 1) Saberes disciplinares, relacionados ao domínio do conhecimento específico a ser ensinado; 2) Saberes curriculares, que se referem ao conhecimento dos programas e à forma de transformar os conhecimentos socialmente produzidos em objetos de ensino; 3) Saberes da formação profissional, que englobam os conhecimentos pedagógicos, incluindo técnicas e métodos de ensino; e 4) Saberes experienciais, construídos na prática cotidiana e na vivência em situações de ensino.

O saber disciplinar constitui um pilar fundamental, porém insuficiente para a docência, uma vez que - embora represente o domínio do conteúdo específico produzido pela comunidade científica - é visto por Tardif (2002) apenas como parte de um "amálgama" de saberes; por Shulman (1986), como um elemento que exige entender o 'porquê' das coisas e saber transformá-lo para o ensino; e por Gauthier et al. (2006), como algo que difere o professor de um simples conhecedor da matéria. Nesse aspecto, sua efetividade só se concretiza quando articulado com outros saberes, como os curriculares, experienciais e da ação pedagógica que, juntos, são essenciais à prática docente reflexiva e contextualizada, reflete Tardif (2002).

Nessa perspectiva, os saberes curriculares constituem uma categoria própria, que vai além de simplesmente "conhecer" o currículo oficial (como a BNCC, os RCAs e os PCEF's), destoando da concepção de Grossman (1990) que o trata como um componente do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), e não como uma categoria de saber independente.

De todo modo, os saberes curriculares envolvem, antes de tudo, a capacidade de interpretar os objetivos e habilidades curriculares (ex.: elementos da BNCC ligados à temática); selecionar e sequenciar conteúdos de forma coerente para atingir habilidades (ex.: a sequência poliedros, prismas/pirâmides, cones/cilindros e esferas); adaptar o currículo prescrito à realidade e às necessidades dos alunos (ex.: as iniciativas de promover um ensino geométrico situado); e desenvolver ou selecionar materiais (ex.: as tarefas investigativo-exploratórias e os recursos pedagógicos produzidos no programa) adequados para ensinar um conteúdo específico.

Segundo Tardif (2002), o saber da formação profissional origina-se das Ciências da Educação e da ideologia pedagógica, caracterizando-se como um conjunto de conhecimentos teóricos ("saber") e habilidades práticas ("saber-fazer") que fornece ferramentas e métodos



pedagogicamente legitimados, sendo essencial para distinguir a docência de outras profissões ao fundamentar intencionalmente o "como ensinar".

Ainda de acordo com a perspectiva de Tardif (2002), os saberes experienciais são construídos pelos professores a partir da prática cotidiana, incorporando-se como hábitos, habilidades, 'saber-fazer' e 'saber-ser' diante das situações reais da profissão. Diferente de outros saberes, estes são controlados e legitimados pelo próprio docente (ex.: como vem buscando fazer este pesquisador), tornando-se o núcleo personalizado da atuação profissional.

A articulação dinâmica desses saberes fundamentou e orientou as propostas investigativo-exploratórias específicas dos Ciclos de EA de GE, demonstrando que eles não se restringem à dimensão teórica, mas se concretizam em ações educativas intencionais e reflexivas. O Quadro 16 categoriza, descreve e demonstra os saberes e as práticas pedagógicas que se destacaram nos ciclos interativos da pesquisa.

<b>Categoria de Saber (Tardif, 2002)</b>	<b>Descrição</b>	<b>Saberes e Práticas Pedagógicas evidenciados nos Ciclos de EA de GE</b>
<b>Saberes Disciplinares</b>	Domínio do conhecimento específico da geometria espacial (conceitos, estruturas, métodos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saber:</b> Domínio de conceitos como vértice, aresta, planificação.</li> <li>• <b>Prática:</b> Discussão de propriedades geométricas em objetos reais.</li> <li>• <b>Prática:</b> Aplicação de métodos de investigação geométrica e cartográfica.</li> </ul>
<b>Saberes Curriculares</b>	Conhecimento e capacidade de gerir os programas de ensino, transformando conhecimentos sociais em objetos de ensino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saber:</b> Compreensão das habilidades e competências da BNCC para geometria.</li> <li>• <b>Prática:</b> Seleção e sequenciamento de conteúdos curriculares.</li> <li>• <b>Prática:</b> Elaboração de Sequências Didáticas alinhadas ao currículo prescrito e à realidade local.</li> </ul>
<b>Saberes da Formação Profissional</b>	Conjunto de saberes pedagógicos, incluindo técnicas e métodos de ensino, adquiridos na formação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saber:</b> Conhecimento de estratégias de ensino para geometria espacial.</li> <li>• <b>Prática:</b> Mediação conceitual contextualizada em interações via <i>WhatsApp</i>.</li> <li>• <b>Prática:</b> Utilização de materiais concretos e sequências didáticas.</li> <li>• <b>Prática:</b> Organização de trabalhos em grupo investigativos.</li> </ul>
<b>Saberes Experienciais</b>	Saberes construídos na e pela prática docente, a partir da vivência em sala de aula e da relação com os alunos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Saber:</b> Compreensão das dificuldades dos alunos com geometria espacial.</li> <li>• <b>Saber:</b> Valorização do território e cultura de Eirunepé.</li> <li>• <b>Prática:</b> Adaptação de tarefas à realidade amazônica.</li> <li>• <b>Prática:</b> Incorporação de exemplos locais (arquitetura, artesanato) nas atividades.</li> <li>• <b>Prática:</b> Gestão de aulas com atividades diversificadas, baseada em experiências prévias.</li> </ul>

**Quadro 16** - Saberes e práticas produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados - Base Tardif (2002)  
 Fonte: Dados da pesquisa (2025), elaborado com base em Tardif (2002).



Este quadro permite uma visualização clara dos saberes e práticas pedagógicas produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados, que serão analisados nesta subseção, mantendo o rigor e a articulação com as evidências práticas e teóricas.

Essa articulação é visível, por exemplo, quando os saberes experienciais (sobre a arquitetura local) e os saberes disciplinares (sobre os potenciais polígonos geradores de cones oblíquos) foram ressignificados por meio dos saberes da formação profissional, criando problemas de geometria que eram, ao mesmo tempo, matematicamente rigorosos e culturalmente significativos.

As subseções específicas (5.2.2.1 a 5.2.2.4) que seguem pautar-se-ão em refletir, analisar e sustentar teoricamente a estrutura empírica que revela os procedimentos de produção, mobilização, complementação e ressignificação desses quatro saberes principais. O objetivo é aprofundar como cada um desses domínios se articulou na prática dos Ciclos de EA de GE, indo além da descrição da base empírica, adentrando a análise e fundamentando-a teoricamente.

Na sequência, analisamos com profundidade as evidências de saberes disciplinares complementados no programa formativo de EA de GE - especificamente os saberes sobre geometria espacial que transitaram por entre as práticas pedagógicas significativas dos ciclos interativos da pesquisa.

### **5.2.2.1 Saberes disciplinares: complementação do saber do conteúdo específico**

Nesta análise, entendemos a 'complementação' como o processo de ampliação e aprofundamento do conhecimento do conteúdo específico (geométrico) por meio da reflexão colaborativa sobre problemas reais de ensino, indo além do domínio inicial dos participantes.

Os Ciclos de EA de GE proporcionaram um contexto fértil para a complementação dos saberes disciplinares dos participantes, notadamente no que se refere a elementos da GE que ultrapassam os conhecimentos construídos na formação inicial e continuada. Esse processo ocorreu principalmente por meio de aprofundamentos e ressignificações de conceitos geométricos em situações reais de planejamento, no *redesign* de tarefas e, também, durante a execução e observação de aulas, em meio aos cenários de ensino com as tarefas investigativo-exploratórias.

As interlocuções que se seguem referem-se a recortes de transcrições de áudio (RM4, 2024-2025) captados na última seção de reflexão/*redesign* do Ciclo I, quando refletíamos sobre a Relação de Euler ( $V + F = A + 2$ ) válida para poliedros convexos, bem como sobre



as dificuldades dos alunos em contar Vértices, Arestas e Faces, tanto em sólidos concretos quanto em representações abstratas.

- **PCP2**: “[...] dá pra [sic] contar [referindo-se a V, F e A], mas é trabalhoso ficar carregando material [...] Se a gente não levar o negócio, eles não conseguem contar do livro quanto mais fazer abstração [...]”

- **PPF**: “Realmente eles contam, recontam, erram a contagem, contam o mesmo vértice e a aresta duas vezes, fazem uma confusão [...]”

- **PCP1**: “Não teria uma maneira de essa contagem ser mais simples?”

- **PCP2**: “Só se for contando e marcando com cores variadas [...]”

- **PCP1**: “Mas aí o trabalho não diminui [...]”

- **PCP3**: “Poderia ter um jeito de contar sem recorrer aos sólidos concretos [...]”

- **PPF**: “Será que a gente não descobre um jeito? Ou será que já não existe um? [...]”

- **PCP3**: “Deixa eu pesquisar aqui no chat [referindo-se a um recurso de IA]”.

- **PCP3**: “Não diz coisa com coisa”.

- **PPF**: “Às vezes é o prompt, vamos tentar usando outros prompts. Talvez a gente ache alguma coisa”. [as pesquisas individuais continuam, conjuntamente com outros diálogos, até que surge um insight (DBP, 2024-2025, p. 8)].

- **PCP2**: “Opa [sic]! Diz aqui que tem como fazer com a pirâmide e o prisma”.

- **PPF**: “De que jeito?”.

- **PCP2**: “Parece que é assim:  $V = 2n$ ,  $A = 3n$ ,  $F = n+2$ ! A questão é: o que seria o  $n$ ?”.

- **PPF**: “Não diz aí? Acho que diz! Ver aí [...]”  
[outras interlocuções de outros participantes]

- **PCP2**: “Ah tá [sic]  $n$  é o número de arestas da base!”.

- **PPF**: “Serve pra [sic] qualquer poliedro?”

- **PCP2**: “Não, não parece que é só pro [sic] prisma e pirâmide”.

- **PPF**: “Pera aí, bora [sic] testar [...]”  
[as interlocuções seguem em meio aos testes (DBP, 2024-2025, p. 8)]

- **PPF**: “Não! Serve ao prisma, mas não para pirâmide!”

- **PCP2**: “Pera aí [sic] parece que pra [sic] pirâmide é outro! É:  $V = n+1$ ,  $A = 2n$ ,  $F = n+1$ . É isso?”

- **PCP3**: “Nesse o  $n$  também é o número de arestas da base?”

- **PCP2**: “Sim! Parece que é isso [...]”

- **PPF**: “Então vamos testar com três pirâmides de bases distintas?”  
[as interlocuções seguem em meio a outros testes (DBP, 2024-2025, p. 8)]

- **PCP1**: “Bacana! Tô tendo ideia pra [sic] outra tarefa já [...]”



- PPF: “Tá aí oh [sic], não sabia disso!”

- PCP2: “Nem eu [...]”

- PCP1: “Show demais!”

[as interlocuções seguem em meio a um clima de entusiasmo (DBP, 2024-2025, p. 8)]

A descoberta das relações V-A-F não foi um resultado previsto ou dirigido. Ela emergiu de um processo genuinamente colaborativo de resolução de problemas, no qual o grupo demonstrou capacidade de autogestão da investigação. O papel do PPF foi o de manter o grupo no regime de investigação, assegurando que as conjecturas fossem validadas empiricamente. A autoria coletiva do artefato cognitivo (as fórmulas) é incontestada, simbolizada pelo clima de entusiasmo compartilhado que marcou o fim da sessão.

O entusiasmo registrado (*Show demais!*) não é um mero detalhe afetivo; é um indicador da motivação intrínseca gerada pela “descoberta de novas propriedades, extensão ou generalização de um conceito ou propriedade, consolidação de conceitos ou simplesmente exploração em torno de certo assunto” (CUNHA, OLIVEIRA e PONTE, 1995, p. 2). Isso sinaliza um momento de transformação da identidade profissional em que o professor se reconhece também como um investigador do seu próprio conhecimento.

Além disso, essas interlocuções revelam um processo coletivo de aprofundamento teórico-conceitual e, logo, a complementação de conhecimentos do conteúdo específico, evidenciando uma constatação do estudo de Müller e Quartieri (2023, p. 12), de que “o processo reflexivo e as ações colaborativas que foram possibilitadas pelos Estudos de Aula promoveram a aprendizagem de todos os envolvidos”.

A busca por relações geométricas específicas para descobrir números de Arestas, Faces e Vértices ilustra precisamente uma das funções essenciais da docência, apontada por Gauthier et al. (2006): a de selecionar e extrair do saber disciplinar aquilo que é importante ser ensinado, mesmo que o professor não participe diretamente de sua produção.

Além disso, essas interlocuções sugerem uma trajetória autêntica de complementação de saberes disciplinares, iniciada pelo diagnóstico de dificuldades concretas dos alunos na contagem de elementos geométricos e na transição do concreto para o abstrato. Esse diagnóstico desencadeou uma busca colaborativa que – por meio de diálogos, pesquisas e testes práticos – complementou coletivamente o conhecimento sobre as relações (V-A-F), descobrindo e validando progressivamente fórmulas exclusivas para prismas ( $V = 2n$ ,  $A = 3n$ ,  $F = n + 2$ ) e pirâmides ( $V = n + 1$ ,  $A = 2n$ ,  $F = n + 1$ ), envolvendo o parâmetro "n" como número de arestas da base.



Tal movimento transcendeu a simples descoberta de relações válidas, configurando uma genuína apropriação do conhecimento geométrico espacial, na qual os participantes, ao reassumirem o controle sobre a estrutura do conteúdo, transformaram-no em ferramenta pedagógica eficaz. O entusiasmo gerado e as imediatas implicações no *redesign* de tarefas futuras evidenciam como a apropriação do conhecimento geométrico, mediada pela prática colaborativa crítica, concretizou a complementação de saberes do conteúdo específico.

Essa evolução impactou diretamente a construção da tarefa do Ciclo II, que incluiu uma tabela para testes, descoberta progressiva e estabelecimento de conjecturas em torno dessas relações – como evidenciado no registro de uma das produções dos alunos (Figura 14).

**Figura 14** - Registro da produção de um aluno durante a tarefa do Ciclo II

1. Escolha 3 Prismas de base diferentes.  
2. Sendo  $n$  o número de arestas, explore cada um e preencha a tabela abaixo:

Forma da base da base do prisma	$n$	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$
Triângulo	3	9	6	5	$10 - 15 + 7 = 2$
Quadrado	4	12	8	6	$12 - 18 + 8 = 2$
Retângulo	4	12	8	6	$8 - 12 + 6 = 2$

3. Teste com mais dois objetos de bases distintas e verifique os resultados:

Forma da base da base do prisma	$n$	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$
Triângulo	3	9	6	5	$6 - 9 + 5 = 2$
Retângulo	4	12	8	6	$8 - 12 + 6 = 2$

4. A relação sempre se mantém? Que relação é essa no contexto dos estudos poligonos, como um todo?

5. Teste as relações com três pirâmides de bases distintas.

Forma da base da base do pirâmide	$n$	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$
Quadrado	4	8	5	5	$8 - 12 + 6 = 2$
Triângulo	3	6	4	4	$10 - 15 + 7 = 2$
Retângulo	4	8	5	5	$12 - 18 + 8 = 2$

6. Os resultados deram valores iguais?

Fonte: Arquivo de registros da pesquisa (2024-2025).

Um segundo momento emblemático de complementação do saber disciplinar emergiu nas discussões e reflexões sobre o sólido gerador e a geratriz do cone e do cilindro oblíquo (RM4, 2024-2025). Esse momento de reflexão/*redesign* do Ciclo III foi mobilizado graças a um trecho captado durante a aula executada e observada em face do primeiro planejamento do referido ciclo:

- **Aluno/a A:** “Professor, se a máquina girar o triângulo reto [retângulo] em pé, dá o cone, a gente viu que é [sic]. Mas esse cone oblíquo com esse aí [escaleno] que a senhora pediu não tem como”.

- **PCP2:** “Boa! Vamos testar essa hipótese. Pegue o molde de triângulo escaleno e o palito. O que acontece com a superfície lateral se inclinar o eixo dele?”

- **Aluno/a:** “Não sei não oh!” [Silêncio]. “A gente gira e dá um negócio estranho olhando”.

- **PCP2:** “Até eu fiquei confusa, agora! Mas é o escaleno em rotação que gira”.

- **PPF:** “Eu acho que o problema tá [sic] no eixo de rotação, a gente tem que tentar ver isso, porque de fato não é uma visualização simples”.  
[segue com outras discussões]

Na seção de reflexão/*redesign* seguinte, a interlocução emblemática entre alunos,  
202



professor e pesquisador (RM4, 2024-2025) tornou-se o objeto central de um rico debate, catalisando um processo coletivo de correção e precisão conceitual. As expressões informais que emergiram em sala de aula – como a descrição do sólido gerado como “*um negócio estranho*” e o sentimento compartilhado de que “*a gente fica confusa*” – funcionaram como diagnósticos potentes de uma lacuna no saber disciplinar: a compreensão da natureza do cone oblíquo e de seus elementos definidores.

- **PPF**: “*Sempre trabalhei apenas com cone reto, onde [sic] a geratriz é simétrica. No oblíquo, confesso que fiquei pensativo sobre como determina a geratriz?*”

- **PCP2**: “*E eu agora, fiquei em casa remoendo isso [...]. A menina me deixou toda errada com aquela pergunta*”

- **PPF**: “*Eu até tentei ajudar, mas naquela hora eu fiquei bem confuso, confesso [...]*”

- **PCP2**: “*Percebi que depende do polígono gerador. Se a base é um círculo, mas o vértice está deslocado, as geratrizes têm comprimentos diferentes [...]*”

- **PCP1**: “*Exato! Eu acho que isso é que é o problema [referindo-se ao fato de a geratriz não constante]*”

- **PCP2**: “*A gente botou na máquina do laboratório mas o molde do triângulo escaleno não gera exatamente [...]*”

- **PPF**: “*Pois é, e isso foi outra coisa que pegou a gente! Só depois que eu consegui entender [...]*”

- **PCP1**: “*Porque é daquele jeito que te disse: o polígono gerador, à medida que gira, os ângulos internos mudam, se é que pode dizer assim*”.

- **PCP2**: “*A verdade é que não é uma visualização simples. Mas, pelo menos agora eu consigo dizer pro [sic] menino que nem a geratriz nem o polígono gerador são constantes*”.

- **PCP1**: “*Aquela ideia da tampinha com furo no centro e um palito dá pra [sic] simular a abstração*”.

A discussão colaborativa nos Ciclos de EA foi fundamental para superar essa barreira inicial. Partindo daquela perplexidade, o grupo engajou-se em um processo investigativo que levou a um entendimento matematicamente mais rigoroso. O *insight* crucial, articulado pelos participantes, foi a compreensão de que, diferentemente do cone reto, o cone oblíquo possui uma geratriz de comprimento variável. Como destacou PCP2: “*percebi que depende do polígono gerador. Se a base é um círculo, mas o vértice está deslocado, as geratrizes têm comprimentos diferentes*”. Esta constatação marcou a transição de uma visão vaga (“*um negócio estranho*”) para a identificação de uma propriedade matemática específica.

Além disso, o grupo avançou na compreensão do papel do eixo de rotação. A dificuldade de visualização, expressa por PPF (“*o problema tá no eixo de rotação*”), foi sendo dissipada à medida que discutiam a relação entre o polígono gerador (o triângulo escaleno) e a



trajetória de sua rotação. A fala de PCP1, “*o polígono gerador, à medida que gira, os ângulos internos mudam*”, ainda que em busca da formulação exata, aponta para a complexidade dinâmica inerente ao sólido, que não pode ser reduzida a uma simples (nem tanto) revolução simétrica.

O fechamento desse processo é sintetizado na fala de PCP2: “*pelo menos agora eu consigo dizer pro [sic] menino que nem a geratriz nem o polígono gerador são constantes*”. Esta afirmação demonstra que a complementação do saber disciplinar foi consolidada. O professor não apenas internalizou o conceito mais adequado, como também se apropriou de uma nova linguagem, mais precisa, para mediá-lo pedagogicamente. A confusão inicial foi, assim, ressignificada por meio do diálogo coletivo, transformando-se em um saber disciplinar mais sólido e apto a ser mobilizado em situações de ensino.

Um exemplo concreto dessa dinâmica formativa foi observado em situações em que esses e outros momentos emblemáticos de complementação de saberes disciplinares refletiram-se diretamente na prática pedagógica dos participantes através de: elaboração das tarefas seguintes que exploravam sistematicamente as relações V-A-F, partindo de casos particulares até a generalização e validação; a construção de problemas contextualizados que aplicavam o conceito de geratriz do cone oblíquo a situações reais da arquitetura local; o desenvolvimento de materiais concretos representando diferentes tipos de cones e suas planificações; e a formulação de questões investigativas que desafiavam os alunos a estabelecerem relações entre o número de lados da base e os demais elementos dos sólidos geométricos.

Os casos apresentados são resultado direto dos *insights* possibilitados pela metáfora da máquina, sem a qual não seria possível imaginar processos de conificação e extrusão de pirâmides e prismas, respectivamente. Muito menos iniciar uma discussão e, no momento posterior, testar a geração (pretensa revolução) que - por meio de rotações em torno de eixos integrados em figuras poligonais - resulta em cones e cilindros oblíquos, nem estabelecer relações disso com o princípio de Cavalieri, como já referimos em outro momento.

Em ambos os casos, a complementação dos saberes disciplinares não se restringiu à aquisição de novos conhecimentos, mas constituiu um processo colaborativo de ressignificação do saber matemático para o ensino. Este percurso ganha ainda mais relevância quando se contrapõe à cultura de isolamento docente destacado por Tardif e Lessard (2005), ao indicarem que quanto mais complexo se torna o espaço escolar, ao longo do tempo, mais os professores ficam isolados e confinados ao seu contexto de ensino: a sala de aula.



Nos Ciclos de EA, no entanto, “o trabalho em grupo colaborativo faz a programação das atividades enriquecer com a experiência de cada um; as dificuldades encontradas são discutidas e são buscadas soluções” (CASTELLANOS SÁNCHEZ e BLANCO-ÁLVAREZ, 2019, p. 8, tradução nossa).

Os professores, ao reconstruírem coletivamente esses conceitos geométricos, não apenas ampliaram seu domínio sobre o conteúdo específico, mas desenvolveram uma compreensão mais profunda das estruturas matemáticas subjacentes muitas vezes não exploradas nos processos de ensino. Nesse aspecto, “as actividades [sic] investigativas constituem uma oportunidade de promover, junto dos alunos, processos matemáticos característicos amiúde esquecidos no processo de ensino-aprendizagem” (CUNHA, OLIVEIRA e PONTE, 1995, p. 1). Desse modo, transformaram-se em mediadores mais conscientes e críticos do conhecimento geométrico.

Essa trajetória evidencia que a complementação dos saberes disciplinares nos Ciclos de EA transcende a dimensão técnica, assumindo caráter formativo que impacta tanto a prática pedagógica quanto a identidade profissional docente. O entrelaçamento entre atividades investigativas, processos reflexivos colaborativos e trabalho em grupo – conforme evidências empíricas que perpassam esta análise – corrobora as perspectivas teóricas discutidas anteriormente, demonstrando como a integração entre saberes disciplinares, curriculares, da formação profissional e experienciais pode se concretizar na ação docente – tal como proposto pelos referenciais de Tardif (2002), Gauthier et al. (2006) e Shulman (1986).

Na próxima subseção, tratamos de analisar os saberes curriculares mobilizados durante os ciclos interativos de EA de GE.

### **5.2.2.2 Saberes curriculares: mobilização de propostas oficiais e realidade local**

Enquanto a subseção anterior tratou da complementação de saberes docentes sobre 'o que ensinar' (saber disciplinar), esta adentra as evidências da mobilização de saberes sobre 'o quê', 'onde' e 'por quê' ensinar (saberes curriculares). Nesse sentido, analisamos o conjunto de conhecimentos, habilidades e competências para o ensino de GE adquirido pelos participantes no programa formativo. Para tanto, nos apoiamos, sobretudo, nas perspectivas de Tardif (2002) para analisar como os EA de GE atuaram para mobilizar criticamente propostas do currículo prescrito (BNCC, RCAs, PCEFs), em prol de um ensino situado no contexto



eirunepeense, construindo na prática o currículo real idealizado por Gimeno Sacristán (2000).

A vivência nos ciclos interativos revelou que o currículo vai além da simples transposição de diretrizes. Ele configura-se como um autêntico objeto de mediação cultural, transcendendo a lógica de organização e aplicação de conteúdos em etapas específicas. Dessa forma, torna-se um elemento que equilibra o rigor disciplinar (conteúdo) e a significância cultural (contexto).

Um primeiro exemplo emblemático dessa mobilização emergiu durante uma sessão de reflexão/*redesign* do Ciclo I. O grupo debatia como superar a abordagem abstrata dos poliedros – após uma tarefa (Anexo B) investigativo-exploratória inicial com resultados limitados –, quando o PCP1 fez uma provocação que reacendeu o debate sobre ensino geométrico espacial situado (RM4, 2024-2025):

- **PCP1:** “A BNCC pede pra [sic] explorar sólidos geométricos e associar eles [sic] ao mundo físico, acho que é isso [...], mas como fazer isso sem cair na lógica de exercícios e sólidos descontextualizados, com uma abordagem seca, sem sentido?”

- **PPF:** “[...] que tal usar a tecnoestrutura da arquitetura local? Os pilares e os telhados daqui são prismas, tem também muito telhado que são pirâmides [...]”

- **PCP3:** “Mas eu acho que isso se refere ao ensino fundamental I [referindo-se às habilidades EF02MA14 e EF03MA13 e EF06MA17], eu creio! [...]”

- **PCP1:** “Nada a ver! Por que não explorar [...]? Será que eles viram isso, com essa pegada?”

- **PPF:** “A gente parte daí e depois vai aprofundando até chegar na proposta de 8º ou do 2º, que tal?” [outras discussões e reflexões seguiram]

Este recorte de uma áudio-gravação da pesquisa traz evidências de críticas ao ensino descontextualizado e a busca pelo ‘o quê’ (“*geometria espacial*”), ‘onde’ (“*8º ano EFII ou 2ª série EM*”) e ‘o porquê’ (“*será que eles viram isso?*”) ensinar e atribuir significado. Além disso, representa o ponto de virada nos planejamentos do programa, indicando formas do contexto local como novos suportes de aprendizagens, bem como o público-alvo e os motivos.

A reação do grupo – registrada na ocasião como: “[...] se animou com a possibilidade, mas ainda não sabíamos como fazer aquilo” (DBP, 2024-2025, p. 9) – sinaliza o momento em que o currículo formal começa a ser mobilizado, conduzindo o grupo, como apontou o estudo de Ponte (2008, p. 12) a “[...] pensar a longo prazo e organizar tempos, espaços e recursos, criar ambientes de aprendizagem ricos em tecnologias e materiais e ainda definir critérios de seleção das tarefas”.

Ao longo de todas as sessões do Ciclo I - marcadas por reflexões, discordâncias e



sucessivos *redesigns* - essa mobilização curricular consolidou-se em três dimensões interligadas: 1) na interpretação criativa das diretrizes, através de discussões e reflexões sobre competências e habilidades próprias a cada fase de ensino; 2) no sequenciamento situado das tarefas, incorporando dimensões investigativas sobre formas regionais; e 3) no desenvolvimento de materiais didáticos, em que matérias-primas do lugar converteram-se em recursos didáticos.

Na dimensão da interpretação criativa, os participantes transcenderam a visão do currículo como lista de conteúdos para enxergá-lo como ferramenta de mediação cultural, indo além de propostas para desenvolver competências e habilidades. As transcrições a seguir (RM4, 2024-2025) remetem a elementos e a uma unidade de contexto que indicam essa transição, demonstrando a tomada de consciência da necessidade da seleção de suportes de ensino geométrico espacial culturalmente situados:

**-PCP2:** “*Se eu seguir só o livro, vamo [sic] trabalhar poliedro com exemplo e aplicação do Sul. Mas aqui a gente tem formas únicas, que são formas nossas! E aí eu concordo com o Leugênio [...]*”

**-PCP3:** “*Não sei se penso assim, [...]. Mas, olhando por esse lado, talvez valesse a pena relacionar a torre da matriz ao prisma retangular, não sei! A gente pode criar algo que leve eles para observar as formas daqui, tirar foto e discutir [...]*”

Nesse contexto, inicialmente surgiram tensões naturais (“*não sei se penso assim...*”). No entanto, o grupo foi superando essa apreensão, reconhecendo que a contextualização representa ganho curricular, não desvio. Essa superação e a justificativa para a inclusão desse ganho ficam claras na fala de PCP2, ao explicar a troca de um exemplo abstrato por um objeto do contexto real: “[...] *quando uso o banco da praça pra [sic] trabalhar poliedro, trabalho a mesma habilidade, mas com significado pro [sic] menino*” (RM4, 2024-2025). Nessa concepção, os objetivos de ensino não apenas se mantêm, mas se ampliam – sem que o conteúdo seja alterado.

No sequenciamento situado, os participantes redesenharam as progressões didáticas das tarefas, incorporando camadas, como a do Ciclo I denominada “*viagem geométrica por Eirunepé*”. O recorte de uma transcrição de áudio revisitada a seguir (RM4, 2024-2025) captura um momento decisivo para a consolidação desse *redesign*:

**- PCP1:** “*A gente inverte a sequência. Em vez de começar pelos poliedros, começa com observação e exploração de objetos geométricos que eles veem todo dia.*”

**- PPF:** “*Seria tipo: do concreto ao abstrato, certo? A torre da matriz [igreja local] seria trabalhada depois como um prisma regular ou irregular, não é?*”

**- PCP1:** “[...] *Seria tipo uma viagem pela geometria local [...]*”



Nota-se que, a partir de objetos cotidianos, os professores promovem uma recontextualização crítica do saber. Assim, elementos do patrimônio local – como a torre da igreja – ancoram conceitos abstratos na realidade cultural, enquanto a “viagem geométrica” consolida a narrativa investigativa que transforma o currículo em construção dinâmica, negociada entre conhecimento formal e contexto.

No desenvolvimento de materiais, participantes e alunos produziram recursos manipulativos diversos, com matérias-primas locais de Eirunepé (Figura 15), materializando as conexões entre o currículo formal e real. A construção desses materiais é, em si, uma forma concreta de operacionalizar aquela ‘nova’ abordagem curricular:

**Figura 15** - Registros de materiais didáticos produzidos com matérias-primas do chão de Eirunepé



Fonte: Arquivo de registros da pesquisa (2024-2025)

Essa mobilização curricular refletiu-se em questões pedagógicas centrais, tal como apontam Cunha, Oliveira e Ponte (1995, p. 10): “(a) como introduzir estas atividades [sic]? (b) que apoio dar aos alunos? (c) como promover a discussão entre eles? (d) como avaliar a aprendizagem?”, questões que ecoaram em todos os processos de *redesign* das tarefas, orientando a transição para uma abordagem investigativa e dialógica que culminou na elaboração do Guia de Observação (Anexo G) e no Protocolo de Intervenção (Anexo H).

Entre outras coisas, o estímulo à identificação da GE local desencadeou um movimento orgânico de aprendizagem que transcendeu os limites da sala de aula. Um registro do Diário de Bordo demonstra como os próprios alunos tornaram-se coautores de recursos de suporte a pesquisa e ao ensino, transformando o entorno em artefatos de investigação:

Hoje, o professor [...] trouxe amostras de registros fotográficos feitos por alunos, bem como *prints* das interações deles via *WhatsApp*: as torres da igreja, a caixa e o paralelepípedo de concreto, e até mesmo o escorregador da praça viraram recursos para discutir poliedros convexos e não convexos. Nas reflexões, houve relatos da surpresa dos alunos com o estímulo a enxergar poliedros no que conhecem do dia a dia (DBP, 15/10/2024, p. 12).



A nova dinâmica revelou-se ainda mais nas trocas de mensagens de texto (entre um professor/participante e os alunos) e no envio de registros fotográficos via *WhatsApp*, nos quais os alunos descreviam elementos geométricos dos poliedros identificados no entorno, enquanto tiravam dúvidas (Figura 16).

**Figura 16** - Objetos do cotidiano de Eirunepé tornam-se recursos didáticos à aprendizagem de GE

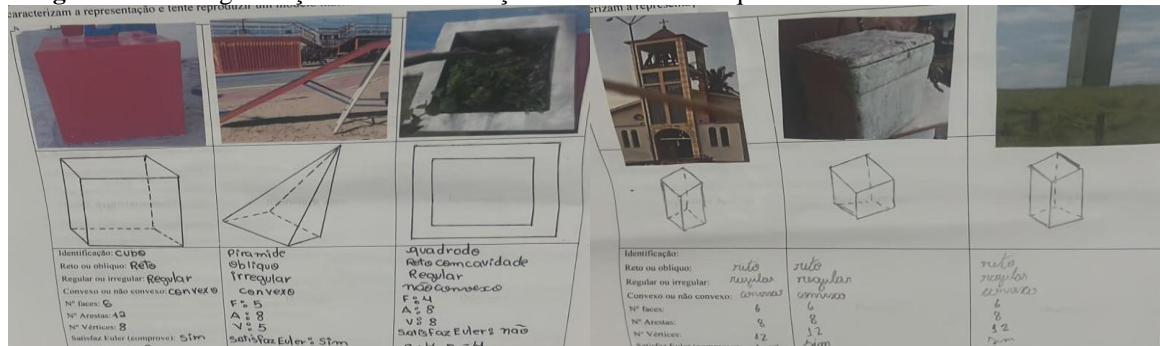


Fonte: Arquivo de registros da pesquisa (2024-2025)

Nessas interlocuções, à medida que surgiam dúvidas sobre classificação, número de vértices, arestas, faces e convexidade, os alunos problematizavam espontaneamente suas observações, enquanto o professor atuava como mediador na construção de conceitos e de compreensões geométricas espaciais. As interações captadas - com perguntas do tipo: "é um poliedro o que?"; "assim é convexo?", e mediações docentes como: "como você classificaria a forma dessa cobertura?"; "É regular ou irregular?"; "Quantas arestas há nessa estrutura?" - mostram uma mudança radical nos modos de ver e aplicar o currículo real.

A proposta de inovação curricular concretizou-se quando os alunos transportaram elementos do cotidiano para a sala de aula, onde reproduziram e modelaram suas formas geométricas subjacentes (Figura 17), demonstrando visualmente o processo de abstração a partir do concreto imerso no contexto local.

**Figura 17** - Ressignificação curricular em ação – elementos da arquitetura local como recursos de ensino



Fonte: Arquivo de registros da pesquisa (2024-2025)



A consolidação dessa mobilização curricular evidenciou-se também no Ciclo IV. Havia enorme apreensão sobre o fato de que os objetos de ensino da Esfera não eram condizentes com aquela etapa de ensino (8º ano EFII). Mesmo assim, os participantes elaboraram uma proposta de tarefa, planejaram, PCP3 executou, PPF observou e os resultados viraram objetos das reflexões e discussões do grupo na sessão de reflexão/redesign seguinte.

- **PCP3:** “Por incrível que pareça, foi o assunto mais suave de trabalhar no 8º ano dessa forma [...]”

- **PPF:** “Pois é, foi a sensação que ficou mesmo [...]”

- **PCP3:** “[...] não sei se foi pelos experimentos com a água e areia ou as laranjas [risos], mas foi bem mais proveitoso [...]”  
[outras interlocuções seguem sobre essa questão]

Em meio a outras interlocuções que se seguiram, notamos a construção de uma percepção de que as “diretrizes curriculares são apenas indicações de norteamo e organização do ensino” (PCP3, RM4, 2024-2025), mesmo que ainda haja receio em relação a descumprimentos de propostas de ensino, como vemos na continuidade deste excerto:

- **PCP1:** “Engraçado que nem a BNCC nem as recomendações curriculares amazonenses tratam a esfera no 8º ano [...]”.

- **PCP3:** “Eu acho que esses documentos são só pra [sic] gente se basear [...]”

- **PPF:** “Pois é, isso mostra que nem o conteúdo de ensino indicado pra [sic] etapa deve ser seguido à risca, eu acho [...] e nem ignorado”.

- **PCP2:** “[...] Mas, aí a gente cai naquela que tem SADEAM e outros negócio [sic] de avaliação [...]”  
[outras interlocuções seguem sobre essa questão]

O diálogo evidencia a tensão entre currículo prescrito e real, na qual o receio de afastar-se das diretrizes pode comprometer a adequação didática às potencialidades do aluno. Progressivamente, o grupo compreendeu que as diretrizes servem como referencial para o ensino, não como determinação absoluta, e que certos temas – a depender da abordagem – podem e devem ser antecipados, consolidando na prática a concepção de currículo real como construção contextualizada.

As evidências analisadas demonstram a mobilização do saber curricular como um dos eixos do programa formativo. Os participantes não apenas selecionaram e sequenciaram conteúdos geométricos a partir do contexto eirunepeense, mas operacionalizaram essa abordagem através de métodos específicos: investigações fotográficas, discussões dialógicas e materiais manipulativos, com avaliação incorporada às atividades investigativas.

Essa mobilização curricular produziu uma dupla transformação: nos alunos, que



transitaram de receptores passivos a investigadores ativos, exercitando um 'olhar geométrico' sobre sua realidade; e nos professores, cuja percepção evoluiu da visão ilustrativa para uma concepção epistemológica do contexto local. Como sintetizou PCP2: "[...] posso usar as construções da cidade para ensinar poliedros [...]" (DBP, 2024-2025, p. 13), demonstrando a internalização de um novo repertório curricular baseado na investigação ativa do entorno.

Esta mobilização curricular fundamenta-se na perspectiva de que "a aprendizagem matemática pode se tornar bem mais significativa à medida que professores adquiram saberes e competências para investigar, no presente, as realidades sociais e culturais advindas do contexto do aluno" (Castro e Pereira, 2020, p. 149), concepção que se alinha com a visão de Quaresma e Ponte (2015) sobre o potencial formativo dos EA.

A mobilização curricular concretizou-se como processo de tradução cultural, no qual: prescrições externas (BNCC, RCAs) foram filtradas pela experiência local; saberes científicos (Geometria Espacial) articularam-se com saberes tradicionais; e diretrizes curriculares transformaram-se em ferramentas de mediação.

Este movimento coletivo materializa a concepção de currículo real de Gimeno Sacristán (2000) e concretiza competências da BNCC, especialmente a CG3 (valorização cultural) e CE1 a CE5 de Matemática. Fundamenta-se na perspectiva de Ponte (2008) sobre o professor investigador e alinha-se com a visão etnomatemática de D'Ambrosio (2011), constituindo-se efetivamente "fazer da matemática algo vivo" (p. 46) a partir do contexto local.

O programa formativo, portanto, mobilizou o saber curricular como processo de mediação ativa entre o prescrito e o vivido, transformando professores de aplicadores em autores do currículo e ressignificando completamente o 'o quê', 'como' e 'por quê' ensinar geometria a partir da realidade eirunepeense.

Se os saberes curriculares permitiram a mediação entre o prescrito e o local, os saberes da formação profissional forneceram o repertório de 'como fazer' essa mediação pedagogicamente, temática que será desenvolvida a seguir.

### **5.2.2.3 Saberes da formação profissional: As ferramentas do "como ensinar" e a gênese do professor-autor**

Se a análise anterior evidenciou a robusta mobilização de saberes curriculares, o caso do programa formativo também demonstrou, na mesma medida, a ressignificação dos saberes



da formação profissional. Emergindo como um elemento com fortes evidências de transformação a partir da participação dos professores nos EA de GE, esses saberes forneceram um repertório didático-pedagógico relevante para a sua atuação em sala de aula.

Na análise que seguimos, entendemos esses saberes, conforme Tardif (2002), como um conjunto de teorias, métodos e técnicas que fundamentam intencionalmente a ação docente, indo além de um saber puramente acadêmico para se tornar um saber da prática pedagógica *in loco*. Essa concepção dialoga com a noção de Shulman (1986) e Grossman (1990) sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), que trata da mutação do saber disciplinar para formas pedagogicamente eficazes e adaptadas à diversidade encontrada na sala de aula.

No contexto do programa formativo, estes saberes manifestaram-se concretamente através de três dimensões inter-relacionadas: na constituição dos modos de ser, fazer e interagir do grupo, no desenvolvimento de competências didático-pedagógicas e na elaboração e apropriação de instrumentos de mediação.

A participação nos ciclos de EA de GE ajudou a consolidar o que aqui optamos por denominar modos de ser, fazer e interagir: um conjunto de rotinas, normas e hábitos que definiram o *modus operandi* do programa formativo. Essa vivência profissional compartilhada foi se consolidando em meio a rotinas estabelecidas, como as sessões de reflexão/*redesign* e planejamentos, as normas de funcionamento baseadas na colaboração e crítica construtiva e os hábitos comuns de linguagem compartilhada, em que termos como "tarefa", "máquina", "redesenho", "contextualização" e "mediação" passaram a definir naturalmente as formas de comunicação.

A constituição desse modo de ser, fazer e interagir é perceptível em um dos registros do nosso Diário de Bordo: **nele**, os ciclos de reflexão-ação tornaram-se o eixo central, como vemos registro a seguir:

"[...] apesar dos deslizes e decepções iniciais nas tarefas sobre poliedros, quando foi se encerrando o trabalho com as pirâmides, enfim acredito que o pessoal se encontrou: as dificuldades reais da sala de aula leva [sic] o pessoal a pensar e testar mais possibilidades, a conversar, interagir mais, a falar mais a linguagem de investigação da prática. Parece que a rotina do grupo começou a se estabelecer. Parece que a ideia da máquina foi incorporada e pode render bons frutos" (DBP, 2024-2025, p. 16).

O registro captura o processo de naturalização da estrutura dos EA. A superação dos "*deslizes e decepções iniciais*" para o "*pessoal se encontrou*" ilustra a transição de uma adesão formal para uma apropriação genuína, no qual os ciclos de reflexão-ação tornaram-se



o eixo central ("a máquina") que ajudou a estruturar e nortear as ações coletivas seguintes.

Ao longo das interações e dos *redesigns*, foi possível observar a emergência de três competências didático-pedagógicas principais, alinhando-se às aprendizagens profissionais documentadas por Quaresma e Ponte (2015, p. 298-299), para quem propostas de EA proporcionam aos professores “um olhar mais atento sobre a natureza das tarefas a propor em sala de aula”, levando-os a “valorizar os processos de raciocínio dos alunos e as discussões coletivas”, processo que fundiu “conhecimento proveniente da investigação com conhecimento experiencial”:

**1. Competência de redesign didático:** desenvolvimento de capacidade de (re)inventar sequências de tarefas que articulam coerentemente o contexto local aos objetivos de ensino e aprendizagem. A concepção da sequência "*a máquina de montar sólidos*" e sua progressão para "*a máquina de gerar sólidos*" e "*a máquina da esfera perfeita*" é um exemplo paradigmático dessa competência.

Sua evolução demonstra a adaptação e aperfeiçoamento progressivo, refletindo a “atenção aos processos de raciocínio dos alunos” e “um olhar mais atento sobre a natureza das tarefas a propor em sala de aula” (QUARESMA e PONTE, 2015, p. 298-299). Essa atenção se consolidou nos *redesigns* das tarefas (uma a uma), fazendo-as passar de simples identificação de formas à valorização de problematizações e abstrações mais complexas sobre classificação, conceitos (conificação, extrusão e revolução), propriedades e relações (fórmulas).

**2. Competência de mediação dialógica:** aquisição de habilidade para conduzir discussões investigativas por meio de perguntas provocadoras que levam à elaboração conceitual e às conjecturas. As interações via *WhatsApp* e as sessões de execução/observação são um testemunho dessa progressão: começando com questões de identificação mais básicas (“*é um poliedro o que?*”); evoluindo para mediações que desafiavam o raciocínio (“*quantas arestas há nessa estrutura?*”; “*quantas vezes o líquido da pirâmide coube dentro do prisma?*”; “*qual polígono, ao girar sobre um eixo de rotação, geraria o cone oblíquo?*”; “*como a escolha da base afeta o volume?*”) (RM5/2024-2025).

Esses movimentos mostram o desenvolvimento de uma escuta pedagógica mais apurada e de um repertório intencional de perguntas, em que os participantes assumem posturas de facilitadores tal como indica Cunha, Oliveira e Ponte (1995, p. 7), que as descrevem como postura predominantemente investigativa, em que expressões como “*experimenta*”, “*já verificaste?*” e “*tenta com outro número*” orientam a descoberta sem



direcionar respostas. Tal postura foi incorporada ao papel mediador dos participantes, que integrou ao seu repertório didático orientações do guia de observação: “*durante a observação, busque adotar uma postura de escuta ativa, prestando atenção tanto na comunicação verbal quanto na não-verbal dos alunos*” (RM2/2024-2025).

**3. Competência de gestão de ambientes de aprendizagem:** a conquista da capacidade de organizar o tempo, o espaço e os recursos para dar suporte a atividades abertas e investigativas. Esta competência foi além do uso de guias e protocolos, culminando na criação de ambientes lúdicos e investigativos que transformaram a motivação e a percepção dos alunos sobre a complexidade de conceitos, contexto e aplicações da GE. Um diálogo durante a sessão de reflexão/*redesign* do Ciclo IV (RM4, 2024-2025) captura a natureza desse processo:

- **PCP2:** “*Gente, bora testar uma coisa diferente... Vamos trabalhar algo com uma fruta redondinha como uma esfera e extrair dela fatiada e da casca a cunha e área da superfície. A turma vai se envolver mais!*”

- **PPF:** “*E o conteúdo de volume consegue trabalhar assim, com a fruta?*”

- **PCP2:** “*Tipo com uma laranja [...], consegue sim! Eles nem vão perceber que estão resolvendo problemas complexos de volume!*”

- **PCP1:** “*Isso é fazer a 'máquina' funcionar de verdade? [risos] Transformar dificuldade em lanche de laranja...*”

- **PCP2:** “*Eles pode [sic] comer depois sim!*” [risos]

A proposta de PCP2 vai além de um simples recurso manipulável; ela reestrutura o ambiente de aprendizagem ao integrar um elemento da vida cotidiana em uma sequência investigativa que parte do concreto para o conceito abstrato. A previsão de que “*eles nem vão perceber que estão resolvendo problemas complexos*” evidencia uma intencionalidade pedagógica sofisticada, que transforma engajamento em caminho para a aprendizagem. A reação de PCP1, ao associar a ideia ao funcionamento da “máquina”, corrobora que o grupo compreendeu essa inovação não como um evento isolado, mas como uma manifestação concreta do modo de ser, fazer e interagir internalizado.

Para sustentar essas competências, os saberes profissionais materializaram-se ainda em instrumentos de mediação concretos, que funcionaram como “andaimes” para a abordagem investigativo-exploratória. Nesse sentido, a elaboração das Tarefas, do Guia de Observação (Anexo G) e do Protocolo de Intervenção (Anexo H) representa um movimento significativo de ressignificação dos saberes da formação profissional. Esse processo ilustra um percurso que vai “desde a integração das atividades de investigação nos currículos ao modo de as



conduzir na sala de aula e à forma de avaliar as aprendizagens [...]” (CUNHA, OLIVEIRA e PONTE, 1995, p. 9).

Fruto dessa consciência, as tarefas ajudaram na condução da mediação; o protocolo, desenvolvido no final do Ciclo III, estruturou a observação em sala de aula, orientando o registro de hipóteses e a análise de respostas, sugerindo perguntas provocadoras à mediação conceitual. Já o guia, elaborado no início do Ciclo IV, tornou-se o principal meio de registros da mobilização de conhecimentos e estratégias de raciocínio dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais visível e, conseqüentemente, mais passível de análise e intervenção.

Como resultado, a ressignificação dos saberes da formação profissional resultou na construção coletiva de um repertório pedagógico distintivo, que amalgamou teoria, método, contexto e instrumentos. Este repertório — composto por estratégias de *redesign*, técnicas de mediação e ferramentas de apoio — mostrou-se dinâmico e em constante sofisticação, evoluindo das intervenções iniciais para mediações complexas, e da simples adoção de recursos existentes à criação efetiva de inovações didáticas, permitindo que transcendessem a condição de meros executores do currículo para se tornarem autores de sua prática.

A internalização desse saber de ser, fazer e interagir é resumida na reflexão de uma participante durante o ciclo III, que primeiro reconhece a dimensão volitiva como fundamento individual: “[...] pra [sic] trabalhar assim precisa ter vontade de fazer [...]”. Em seguida, explicita a ressignificação concreta de seu saber profissional: “Agora pode-se dizer que eu tenho uma opção além do livro” (RM4, 2024-2025), marcando a transição para a autonomia do professor-autor. No entanto, essa autonomia recém-descoberta traz consigo a imediata percepção de que ela não se sustenta sozinha, como evidencia seu questionamento: “agora a gente precisa encontrar apoio na escola, né [sic]?”.

Essa percepção inicial sobre o comprometimento pessoal necessário vai ao encontro do que Cunha, Oliveira e Ponte (1995) identificam como “aspectos do trabalho do professor por vezes pouco visíveis” (p. 9). Já o seu apelo por apoio institucional - e a constatação dos demais exertos de que a consolidação dessa nova prática depende da ampliação do trabalho coletivo - encontram forte ressonância em Ponte (2008), ao afirmar que a investigação da prática “depende, como é bom ver, da valorização desta perspectiva pelas políticas educativas” (p. 175), o que se inicia no microcosmo da escola.

Ele reforça ainda que, “para os professores dos ensinos primário e secundário, condições paralelas terão que existir” (p. 176), referindo-se explicitamente às estruturas de apoio institucional, sem as quais propostas de investigação da prática pedagógica tornam-se



frágeis e insustentáveis em longo prazo.

Se os saberes da formação profissional forneceram o ferramental pedagógico para a inovação, foi na tessitura com os saberes experienciais (ancorados na trajetória de vida e na prática cotidiana dos EA de GE) que a ação docente encontrou sua ressonância mais profunda e seu potencial verdadeiramente transformador, como veremos na subseção a seguir.

#### **5.2.2.4 Produção de saberes experienciais: A âncora da prática e a emergência do professor-pesquisador**

Além dos saberes docentes já discutidos – que foram complementados, mobilizados e ressignificados –, foi na produção de saberes experienciais que os participantes encontraram sentidos mais profundos e uma força transformadora. Ou seja, não se tratou apenas de ajustar ou reaproveitar o que já existia em termos de experiências, mas de produzir saberes a partir da vivência em grupo, os quais trouxeram novas dimensões para a prática pedagógica.

De acordo com Tardif (2002), os saberes experienciais são aqueles que os professores constroem e acumulam ao longo da vida, em suas trajetórias pessoais, formativas e profissionais, incluindo valores, crenças e modos de agir que orientam a prática pedagógica diária. Durante o programa, longe de serem estáticos, eles foram constantemente revisitados, reconstruídos e produzidos, funcionando como âncora de sentido que permitiu aos participantes filtrar, criticar e personalizar suas ações práticas. Esse processo representou mais do que simples adaptação, configurando-se como uma reconstrução identitária em que histórias de vida, profissão e formação se tornaram base para as aulas investigativo-exploratórias de GE.

A participação nos EA de GE, por sua natureza colaborativa e reflexiva, desencadeou a produção de saberes experienciais a partir do diálogo, do debate e da reflexão coletiva. Elementos antes desconexos das trajetórias dos participantes foram recuperados, ganharam sentidos, significados e permitiram compreensões ao serem confrontados com as demandas dos ciclos de investigação. Um exemplo emblemático, registrado no Diário de Bordo, ilustra bem esse movimento:

Antes da primeira aula do Ciclo IV, a professora relatou como sua experiência com fatias e cascas de laranjas tinha ajudado a conceber uma atividade em que alunos da 2ª série do EM acharam as relações da cunha e da superfície esférica. Foi proposta para a tarefa uma conexão entre planificação, área superficial e cortes da casca. (DBP, 22/06/2025, p. 31).



A experiência compartilhada concretiza o princípio etnomatemático de D'Ambrosio (2005), para quem o conhecimento se constrói na ação, articulando passado individual e coletivo. O que poderia ser visto como um simples saber cotidiano – o manejo de laranjas – foi ressignificado como ferramenta epistemológica, demonstrando o processo que Shulman (1986) conceitua como conhecimento pedagógico do conteúdo: a transformação criativa do saber experiencial em ponte de acesso a conceitos geométricos abstratos.

Essa transição não se limitou a uma mera ilustração, mas mobilizou dimensões sensoriais, intuitivas, emocionais, racionais e sociais da experiência, validando-a como um saber legítimo e plural (Tardif, 2002). A laranja deixou de ser um objeto trivial para tornar-se artefato cognitivo que media, simultaneamente, a compreensão conceitual e a valorização do repertório cultural dos alunos.

A produção colaborativa de instrumentos de apoio didático à pesquisa também emergiu como saber experiencial legitimado. O Guia de Observação (Anexo G) e o Protocolo de Intervenção (Anexo H) não foram produtos trazidos de fora do grupo, mas construídos a partir das experiências das aulas investigativo-exploratórias e das necessidades identificadas durante os ciclos II e III. Como registrado no Diário de Bordo:

Hoje, na reflexão do Ciclo II, os professores apontaram a dificuldade de observar sistematicamente as reações dos alunos durante as tarefas. Um deles sugeriu: 'precisamos de um roteiro para não esquecer o que a gente quer observar'. Isso provocou um processo de elaboração de um importante instrumento de observação que, aos poucos, foi melhorado, ajudando a produzir muitos dados que constam neste diário (DBP, 23/03/2025, p. 19).

Hoje, na primeira reflexão do Ciclo III, foi sugerida a produção de um guia de perguntas para, como disse um participante, 'assim, a gente não ficar sem reação na hora da dificuldade deles'. Decidimos, então, construir juntos esse instrumento e ir melhorando ainda que a pesquisa esteja quase se encerrando. (DBP, 14/04/2025, p. 21).

A gênese e o refinamento desses instrumentos ao longo dos ciclos corporificam a construção do saber experiencial tal como concebido por Tardif (2002). Esse saber, controlado e legitimado na e pela prática docente, manifestou-se de forma concreta quando os professores, diante de problemas reais — como a dificuldade de observar sistematicamente ou de intervir de modo mediador —, não apenas demandaram, mas coproduziram as ferramentas de que necessitavam.

Dessa forma, o Guia de Observação e o Protocolo de Intervenção transcendem sua função utilitária; eles são a materialização de um processo de reflexão coletiva que traduziu



vivências, dificuldades e *insights* da ação pedagógica em suportes concretos e válidos para a própria ação. Eles não são instrumentos aplicados à prática, mas sim gerados por ela.

Outro emblemático caso de produção de saber experiencial foi a gênese colaborativa da “*Máquina de Montar Sólidos*”. Conforme registrado nas sessões de reflexão (RM4, 2024-2025), o artefato não surgiu como proposta pronta, mas emergiu do diálogo entre as experiências prévias dos participantes:

- **PCP2:** “*Gente, eu vi numa [sic] oficina, sobre investigação de aula de função, um robô que transformava números. Tipo [sic], você inseria 3 unidades [...] e ele virava em 8. Era o resultado, entende? Aí o menino tinha que dizer qual processo o robô fez pra [sic] transformar 3 em 8*”.

- **PCP3:** “*A gente pode pensar numa máquina com hastes móveis e conectores na tarefa!*”

- **PPF:** “*Seria algo que de modo abstrato? Os meninos imagina [sic] como os negócio se forma [sic]?*”

- **PCP2:** “*Tipo: a gente dá um quadrado e uma pirâmide pra [sic] ele e ele vai tentando descobrir o processo que foi feito pra [sic] chegar até o sólido, usando o pedaço plano*”.

- **PCP1:** “*É tipo uma fábrica de formas, né [sic]? A gente mostra a matéria-prima – o plano – e o aluno descobre a receita da montagem. Ele vê o sólido não como pronto, mas como processo, né [sic]?*”

Este excerto revela como saberes experienciais dispersos: a lembrança de uma oficina anterior (PCP2), a familiaridade com materiais manipuláveis (PCP3) e a preocupação com a progressão didática (PCP1) foram articulados coletivamente, transformando-se em um artefato pedagógico original. A “máquina” materializou-se, assim, como saber experiencial, validado pela eficácia em responder aos problemas concretos de ensino identificados.

A dimensão mais profunda desta produção de saberes foi a transformação da relação dos professores com seu próprio conhecimento. Isso ficou evidente quando a prática rotineira começou a ser sistematicamente observada e questionada. Com efeito, os ciclos de EA instauraram um estado de investigação permanente, levando os professores a problematizarem suas certezas, conforme mostra este diálogo do Ciclo I:

- **PCP1:** “[...] *Nenhuma experiência minha trabalhando geometria só no quadro foi boa!*”.

- **PPF:** “*Acredito que a de ninguém [...]. Talvez isso explique as pesquisa que falam [sic] de esquecimento da geometria na escola*”.

- **PCP1:** “*Tem pesquisa sobre isso né [sic]?*”.

- **PPF:** “*Sim! Tem! Tem pesquisa antiga! Tem uma Lorenzato, eu acho que Pavanello também. Esses são clássicos, na verdade! Sobre negócio de manipular material, não só fórmula, tem uma legal de Santos e Nacarato [...]*”.



- **PCP2:** “[...] As poucas vezes que trabalhei geometria foi com aula expositiva, ainda não tinha me tocado que posso usar as construções da cidade para ensinar poliedros, eu mesma não procuro entender o porquê da fórmula. Só vou repassando [...]”.

- **PCP3:** “[...] Uma vez eu tava [sic] com dúvida sobre umas questões [de geometria espacial] e fui pedir ajuda de um professor antigo da escola, e ele falou: ‘ah eu não trabalho com isso não, tem muita fórmula e os meninos não decoram’ [...]”.

A produção de saberes experienciais inicia-se, portanto, pela crítica coletiva ao ensino tradicional, catalisando movimento reflexivo. A insatisfação compartilhada transcende a queixa quando articulada com referenciais teóricos, indicando como saberes experienciais se constroem "em confronto com suas experiências práticas" (PIMENTA, 1999, p. 10). Essa articulação reforça a necessidade de que as experiências – tanto as do cotidiano (de experiência) quanto as da prática pedagógica (da experiência) – sejam "socializadas entre os professores para, numa espécie de validação, permitir a procura de referenciais teóricos" (CUNHA, 2003, p. 14). Neste aspecto, “a investigação sobre a sua prática é, por consequência, um processo fundamental de construção do conhecimento sobre essa mesma prática” (PONTE, 2002, p. 3).

O ápice do processo manifesta-se na autocrítica e geração de alternativas pedagógicas, situação em que o saber experiencial, "formado de todos os outros saberes e retraduzido a partir da prática" (TARDIF e GAUTHIER, 1996, p. 12), transforma-se em consciência pedagógica renovada. Vale notar que essa transformação não é neutra, pois "a investigação sobre a prática é ameaçadora para o *status quo*, na medida em que põe em causa a cultura instituída da escola" (PONTE, 2002, p. 20).

O ponto culminante desta produção epistemológica manifestou-se quando os participantes – em um dos últimos encontros da pesquisa, durante uma devolutiva dialógica (RM4, 2024-2025)– expressaram a identificação e a valorização de saberes experienciais:

- **PCP1:** “[...] Aquela nossa ideia da 'cubagem da madeira', pra [sic] mim, mudou a forma como eu vejo o que tem de conhecimento aqui, e como isso pode ajudar na sala de aula [...]”.

- **PCP3:** “Muda sim! [...] Eu lembrei, na hora, do meu irmão pedreiro. Ele mede o tanto de concreto que vai pegar só olhando e dá certo. Isso é volume aproximado! Isso tá [sic] aqui. A gente é que é treinado pra [sic] não ver”.

- **PCP1:** “É isso! Olha a ideia de registrar a forma das coberturas, da torre da igreja [...]. A gente passa olhando, sabe que tinha geometria, mas nunca associa com ensino. Só de repente, depois de discutir a cubagem, as formas locais que percebe. É um saber que a gente carrega e não valoriza [...]”.

Esta percepção sinaliza a culminação do processo: os professores desenvolveram um olhar etnomatemático (D'Ambrosio, 2005) sobre as práticas comunitárias, reconhecendo nelas



os fundamentos de conceitos matemáticos formais. Nessa perspectiva, a "cubagem" local identifica-se como saber legítimo que encapsula princípios complexos de geometria espacial. Essa valorização encontra respaldo em Alro e Skovsmose (2010), que defende a coexistência de três tipos de situações nas investigações matemáticas: no quadro interno da matemática, em semi-realidade e na vida real.

Nessa concepção, a EM deve movimentar-se entre os ambientes, legitimando práticas comunitárias como contextos válidos de investigações. Desse modo, a articulação entre o olhar etnomatemático de D'Ambrosio e a proposta de Alro e Skovsmose reforça que saberes de e das experiências vividas se constituem como legítimos, ao serem produzidos e reconhecidos pelos próprios sujeitos da prática.

Portanto, a produção do saber experiencial revela-se como uma verdadeira transformação epistemológica da relação do professor com o conhecimento e com os saberes situados. É na articulação entre o instrumental pedagógico dos saberes de experiências e a âncora com os saberes da experiência que pode emergir a figura do professor-pesquisador – aquele que, ancorado em sua trajetória pessoal, profissional e formativa, não apenas executa e adapta, mas produz saberes experienciais a partir da investigação da prática.

Enquanto esta análise desvendou os saberes produzidos, mobilizados, complementados e ressignificados pelos sujeitos da transformação – o professor-pesquisador –, importa agora examinar os objetos e ações que materializaram tais posturas. Como os participantes, agora valorizadores dos saberes locais, operacionalizaram sua prática? Que instrumentos forjaram para mediar a investigação geométrica no chão da escola amazônica? É essa materialidade da formação – as estratégias e recursos didáticos situados (CA3) – que passamos a analisar.

### 5.2.3 Estratégias e recursos didáticos situados

O foco desta subseção recai sobre as estratégias de investigação-exploração e os recursos didáticos produzidos, utilizados e ressignificados – com ênfase naqueles adaptados ao ambiente amazônico –, os quais se constituíram como instrumentos tangíveis à consolidação da formação continuada para o ensino de GE. Esta análise atende diretamente ao Objetivo Específico 3 da tese e funciona como um pilar de evidências à CA1, elucidando os meios concretos pelos quais a formação vivenciada foi operacionalizada.

Para dar concretude a esta análise, tomamos como ponto de partida o artefato mais emblemático e estruturante de todo o programa: a metáfora da "máquina". Sua gênese



colaborativa e sua evolução conceptual encapsulam de forma paradigmática o processo de criação e ressignificação de recursos didáticos que caracterizou o processo formativo.

### 5.2.3.1 A "máquina de sólidos": de artefato cognitivo a paradigma didático

Esta subseção analisa a "máquina de sólidos" para além de sua função como recurso, posicionando-a como um elemento que norteou a construção da maioria das tarefas dos Ciclos de EA de GE. Sua evolução, de 'artefato cognitivo' a 'paradigma didático', espelha a trajetória das abordagens investigativo-exploratórias propostas no programa, as quais foram sendo aperfeiçoadas, se concretizando em quatro momentos-chave interconectados que refletem a progressão da própria proposta formativa:

No Ciclo I, a 'máquina' ainda era uma concepção em gestação, com indícios de potencial. Foi durante o Ciclo II que sua ideia foi formalmente refletida e compartilhada por PCP2 como: "[...] uma espécie de 'máquina' que constrói esses sólidos" (RM4, 2024-2025).

Essa concepção mantinha-se, contudo, em uma perspectiva de abordagem geométrica abstrata, idealizada pelo grupo e materializada no *redesign* da tarefa desse ciclo (Anexo D), conforme explicado no Capítulo IV. Este *redesign* estabeleceu uma linguagem comum e um referencial conceitual (Figura 18) – um 'artefato cognitivo' nos termos de Vygotsky (2009) – que permitiu ao grupo transpor a ideia para outros conceitos, contextos e aplicações da GE, consolidando-a, assim, como um verdadeiro 'paradigma didático' que permearia as tarefas subsequentes.

**Figura 18 - Recorte de um esboço da Camada I da Tarefa – ‘A Máquina de montar sólidos’**

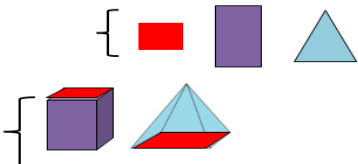
**CAMADA I: A MÁQUINA DE MONTAR SÓLIDOS**

Contextualização: Uma máquina recebeu **apenas três moldes** planos para processar e montar sólidos:

- Um molde **quadrado** de 6 cm × 6 cm;
- Um molde **retangular** de 6 cm × 10 cm;
- E um molde **triangular isósceles** com base de 6 cm.

Como resultado, foram gerados dois sólidos perfeitos:

- Um **prisma reto** de base quadrada.
- Uma **pirâmide** de base quadrada.



1. Seu desafio é descobrir: Como a máquina fez isso? Quais operações matemáticas e geométricas ela realizou?

2. Há outras possibilidades de se gerar esses sólidos? Pense, idealize e registre.

3. Escolha um polígono de sua preferência para inserir na máquina no lugar do quadrado, simule o processo que você descobriu, indicando a tipologia do prisma e da pirâmide gerados.

4. Considerando o algoritmo descoberto, quais sólidos a máquina geraria se fossem inseridos um paralelogramo, um trapézio reto retangular e dois quadrados de medidas diferentes?

Fonte: Arquivo de registro da pesquisa e RM5/2024-2025.

Após reflexões e *redesigns* desse ciclo, a fase de execução/observação da tarefa gerou diálogos e registros relevantes, que capturam o processo de abstração dos alunos – ainda desvinculado de uma relação prática direta, mas fundamental à estruturação conceitual gerada



em torno do artefato. Os excertos a seguir, extraídos dos registros de áudio-gravações de uma aula baseada na proposta da máquina (RM4, 2024-2025), revelam um momento significativo desse processo:

- **PCP3:** “Imaginem que entra um quadrado e que processos matemáticos ele tem que ser submetido para virar vários quadrados?”

- **Aluno/a A:** “Recorta?”

- **PCP3:** “Pode ser, assim ele se divide. Mas ele não pode se multiplicar dentro da máquina?”

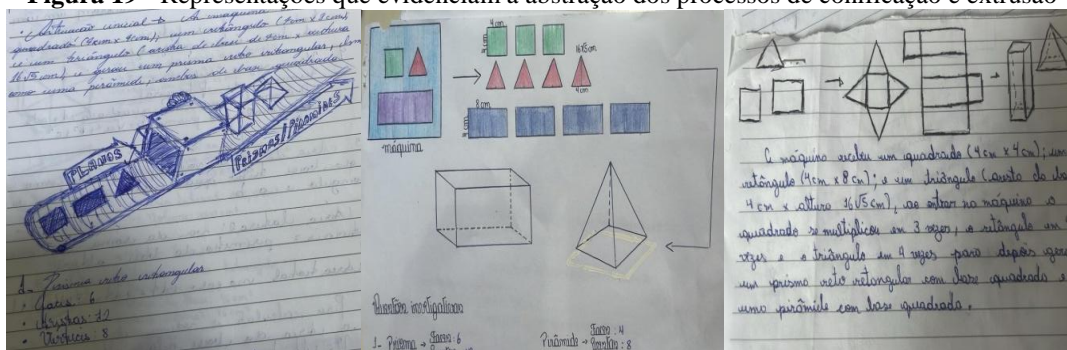
- **Aluno/a B:** “Pode ser!”

- **PCP3:** “E, aí, depois disso? Seria possível ir se juntando? Como isso poderia acontecer?”

- **Aluno/a A:** “Se for pra [sic] formar o que o senhor pede é assim!”

Os registros fotográficos das representações do concreto pensado produzidas pelos alunos (Figura 19), diante dessa natureza de mediação, evidenciam claramente o processo de abstração conduzido – da concepção da “máquina” até as ideias de conificação e extrusão que a proposta acomodou, em um sofisticado exercício mental (concreto pensado e registrado) mediado pela tarefa e pelo professor.

**Figura 19 -** Representações que evidenciam a abstração dos processos de conificação e extrusão



Fonte: Arquivo de registro da pesquisa (2024-2025).

A transição para o Ciclo III marcou a primeira materialização concreta da máquina no Laboratório de Matemática do IFAM/Campus Eirunepé, onde foi adaptada e ressignificada como a “Máquina de Gerar Sólidos”. O foco deslocou-se de percepções abstratas e montagem estática para um processo de geração por revolução. Nesse contexto, a máquina foi concretamente implementada para simular a rotação de polígonos em torno de eixos, ajudando os alunos a investigar a geração de cones e cilindros, inclusive oblíquos.

A complexidade dessa transição do abstrato ao concreto é documentada pela sequência de imagens da Figura 20, que encapsula o processo vivenciado pelos alunos: da representação



mental abstrata (o concreto pensado), passando pela intervenção docente para refinamento do entendimento, até a tentativa concreta de gerar o cone oblíquo na máquina do laboratório. Esta sequência materializa o ciclo investigativo que o artefato ajudou a promover.

**Figura 20** - Registro da abstração (concreto pensado) por alunos, intervenção docente e tentativa de geração do cone oblíquo na máquina.



Fonte: Arquivo de registro da pesquisa e RM5/2024-2025.

Este avanço exigiu a superação de desafios conceituais complexos, como a compreensão da geratriz variável do cone e do cilindro oblíquo, e transformou a máquina em uma ferramenta de modelagem geométrica dinâmica, na qual o sólido era estudado a partir de seu movimento e do objeto plano gerador – como ilustrado nos diálogos a seguir:

- **PCP:** “O que muda no cone quando inclinamos o eixo de rotação?”
- **Aluno/a C:** “Ah, o triângulo muda e a geratriz (como chama né [sic]?) fica desigual. Ela varia dependendo da posição!”
- **PCP:** “Isso mesmo! O termo é 'geratriz!' E não seria 'desigual', mas sim 'assimétrica'.”
- **Aluno/a D:** “Então, o sólido é o rastro do movimento do triângulo, certo? E a geratriz, é o que?”
- **PCP:** “Vamos pensar que é a borda desse rastro? Ou uma linha que vai de um ponto base ao topo? Quem sabe?”
- **Aluno/a C:** “Do reto [referindo-se ao cone] eu entendi, mas do oblíquo ela muda se for assim [...]”

Estes diálogos, marcados pela dúvida produtiva e pela busca de uma definição precisa, ilustram o amadurecimento do professor na mediação de conceitos geométricos complexos por meio da “máquina”. Foi esse amadurecimento que permitiu o ápice dessa trajetória no Ciclo IV, no qual se concebeu a “Máquina da Esfera Perfeita”, atingindo o clímax da abstração operatória.

Se, inicialmente, a lógica da máquina da esfera perfeita permitira compreender a esfera como rotação de semicírculos – ajudando a perceber que ela não possui uma geratriz –, posteriormente ela orientou a investigação de propriedades mais complexas. Por meio de



experimentos tangíveis com laranjas, água e areia, os alunos aplicaram suas propriedades para descobrir relações de volume e área do fuso e da cunha esférica. Consolidando-se como metáfora viva de um processo investigativo (Figura 21), a 'máquina' simbolizou assim a internalização completa da abordagem pela comunidade de prática em devir.

**Figura 21** - Registros de medição de fuso esférico até a máquina da esfera em modelo mental e concreto



Fonte: Arquivo de registro da pesquisa e RM5/2024-2025.

O diálogo a seguir, ocorrido durante a aula e em face desses experimentos, capta o momento em que os alunos, guiados pela lógica da máquina, confrontam as propriedades da esfera e buscam definir a existência (ou não) de uma eventual geratriz:

- **PCP:** “Como a lógica da máquina nos ajuda a entender a esfera?”
- **Aluno/a E:** “Ela pode ser 'gerada' por infinitas rotações de semicírculo? – é como na máquina!”
- **PCP:** “E, nesse caso, seria possível afirmar que a esfera tem uma geratriz?”
- **Aluno/a E:** “Isso ainda me deixa um pouco confusa! Pera aí [sic]”
- **PCP:** “Pra [sic] isso vocês precisariam se perguntar: Pode ser planificada sem distorção?”
- **Aluno/a F:** “A gente viu com a laranja que isso é impossível! Vai ter que sair contando, né [sic]?”
- **PCP:** “Isso! Fica tudo distorcido! Logo, como ficaria a geratriz?”
- **Aluno/a G:** “Pelo que eu entendi, a geratriz é de sólido de rotação que tem a lateral curva, que dá pra [sic] planificar. A esfera não dá de dobrar [sic] no plano! Não dá geratriz, eu acho!”

Este momento de conclusão autônoma e de estabelecimento de uma conjectura pelo aluno G – que não apenas aplica a lógica da máquina, mas compreende suas limitações conceituais – representa o ápice do processo de internalização do paradigma.

Essa trajetória dos ciclos de EA de GE encontra ressonância em pressupostos teóricos fundamentais para o ensino de Matemática. A evolução da máquina – de um objeto destinado à formulação de conceitos abstratos para um organizador didático internalizado – exemplifica



o processo de formação de conceitos descrito por Vygotsky (2009), no qual a mediação semiótica – aqui materializada pela “máquina” – atua como ferramenta psicológica que estrutura o pensamento.

Simultaneamente, o ciclo de idealização, concepção e materialização do artefato demonstra a abstração reflexiva de Piaget (1975) e Dienes (1972), processo pelo qual o conhecimento matemático é construído pela internalização de ações físicas e mentais sobre objetos. A efetividade desse percurso ancora-se ainda na Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), já que a “máquina” atuou como âncora conceitual que permitiu a assimilação de novos conceitos, contextos e aplicações geométricas à estrutura cognitiva preexistente dos alunos.

Por fim, sua transformação em “metáfora viva” e princípio operatório ecoa os princípios da Cognição Corporificada (Merleau-Ponty, 2018), demonstrando como conceitos geométricos abstratos são compreendidos e internalizados por meio de experiências corporais e metáforas baseadas no mundo físico.

O processo coletivo de construção e apropriação do artefato, por sua vez, remete a uma Comunidade de Prática (Wenger, 1998), na qual o significado e a utilidade da “máquina” foram negociados e consolidados através de uma empreitada conjunta. Nessa comunidade, os participantes estavam “trabalhando em comunidades de investigação [...], para gerar conhecimento local” (PONTE, 2008, p. 25) sobre geometria espacial – um conhecimento nascido de sua própria prática e necessidade.

Nessa perspectiva, esse trabalho é social e político, pois envolve a partilha de autoridade, negociação de significados e a transformação das relações tradicionais. Ao participarem dessas comunidades, professores e alunos “começam a ter contato com essa vertente da atividade profissional” (Ibid., 2008, p. 25) – a de investigadores e co-construtores do saber matemático.

Assim, a Máquina transcende sua função de recurso manipulável para se tornar um paradigma didático. Ela materializa a própria abordagem investigativa: um dispositivo que, a partir de insumos simples (planificações, polígonos), gerava produtos complexos (sólidos, relações geométricas), colocando o processo de construção do conhecimento no centro da atividade discente e docente. Sua evolução fornece a evidência mais tangível de que a formação logrou seu intento: a internalização de um novo paradigma didático pelos participantes, no qual a investigação e a co-construção substituíram a transmissão como núcleo da prática em EA de GE.



### 5.2.3.2 A resignificação do contexto: da ilustração ao problema

Esta subseção reflete a incorporação qualitativa do espaço eirunepeense nos Ciclos de EA de GE, traçando sua evolução de elemento ilustrativo para núcleo gerador de problemas geométricos contextualizados. A análise – baseada em anotações do DBP, registros fotográficos e recortes de tarefas dos alunos – mostra uma transição crucial: o contexto situado deixa de ser um pano de fundo decorativo para se tornar fonte primária de complexidade e significado no aprendizado de GE. A argumentação, por sua vez, constrói-se, de forma central, pela análise sequencial de registros visuais e escritos que mostram tal transição.

As anotações iniciais do Ciclo I no DBP registram uma incorporação, a princípio, predominantemente ilustrativa do contexto local, com apenas analogias passivas de formas do contexto articuladas às representações geométricas espaciais trabalhadas na escola. Um registro emblemático identifica um professor/participante fazendo menção a alunos “[...] apontando para telhados e janelas, fazendo relações com sólidos geométricos” (DBP, 2024-2025, p. 7), ação que se limita ao reconhecimento superficial, sem avançar em propriedades, relações e problematizações geométricas mais sofisticadas. A primeira materialização visual dessa fase é o *design* da tarefa inicial (Anexo B), cuja proposta de EA de GE era desvinculada do contexto, que atuava apenas como elemento decorativo.

O primeiro ponto de virada documentado visualmente é a Figura 22, que não é uma mera ilustração, mas o registro de uma nova prática. A imagem mostra a identificação de poliedros na arquitetura urbana local a partir dos quais são feitas modelagens, da qual são extraídos o total de Vértices, Faces e Arestas para aplicar a Relação de Euler ( $V + F = A + 2$ ).

Figura 22 - Formas poliédricas da arquitetura local, extração de V-F-A (relação de Euler) e Modelagem



Fonte: Arquivo de registro da pesquisa (2024-2025)

A análise desta imagem evidencia a transição para uma abordagem de EA mais ativa e

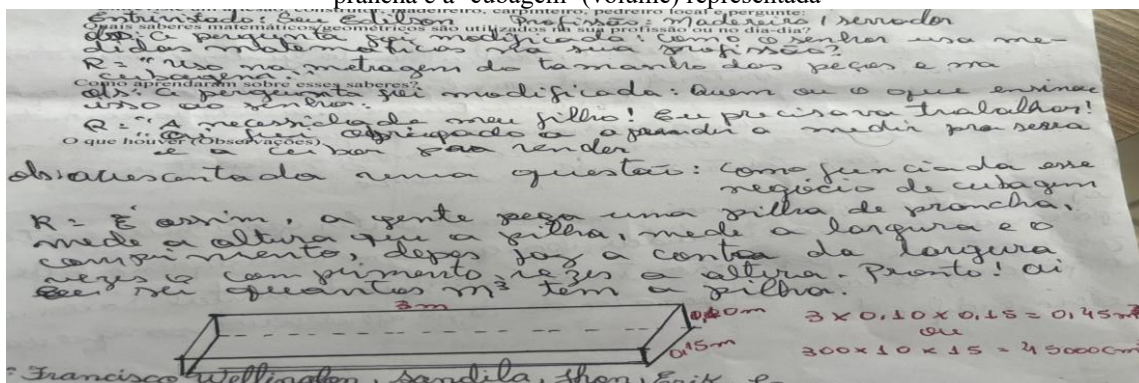


situada, em que objetos do contexto passam a servir de base a problematizações geométricas mais sofisticadas, constituindo a própria prova visual do *redesign* mencionado.

Um segundo e crucial ponto de virada, também ancorado em evidência visual, ocorre com a problematização do conceito de volume do cubo, quando “[...] *professores propuseram o problema da cubagem da madeira para investigar volumes*” (DBP, 2024-2025, p. 9), sinalizando a transição para uma contextualização substantiva, na qual conhecimentos geométricos espaciais situados passam a fornecer dados às investigações e explorações reais.

Essa transição consolidou-se no *redesign* final da tarefa do Ciclo I, que propôs entrevistas com profissionais locais sobre saberes matemáticos/geométricos utilizados em suas profissões e cotidiano (RM5, 2024-2025). Na fase de execução/observação deste último *redesign*, o professor, em sua mediação, orientou que “[...] *as perguntas da entrevista podem ser adaptadas ao contexto e à linguagem do entrevistado*” (RM4, 2024-2025) – propondo um *redesign in loco*, que produziu dados como os da Figura 23:

**Figura 23:** Registro de um processo investigativo do Ciclo I – registros da entrevista, com modelagem da prancha e a ‘cubagem’ (volume) representada



Fonte: Produção de um grupo de alunos, Anexo C, RM5/2024-2025.

Trata-se de um recorte da tarefa executada por um grupo de alunos, na qual tiveram seus primeiros contatos com o cálculo volumétrico. Os elementos constituídos são resultados de uma entrevista em que um profissional local compartilha seu conhecimento e esclarece como o adquiriu para “*medir eubar*” pilhas de pranchas de madeira (10 cm x 15 cm x 300 cm).

Seu Edilson, madeireiro/serrador e entrevistado, ao explicar o processo de “*cubagem da prancha 10x15*” (designação local de pranchas de madeira com dimensões 0,10 m x 0,15 m x 3 m), demonstra a essência de um saber empírico do conceito de volume aplicado a um prisma retangular reto:



- **Aluno/pesquisador:** “Como o senhor usa medidas matemáticas na sua profissão?”

- **Entrevistado:** “Uso na metragem do tamanho das peças e na cubagem.”

- **Aluno/pesquisador:** “Quem ou o que ensinou isso ao senhor?”

- **Entrevistado:** “A necessidade, meu filho! Eu precisava trabalhar! Aí fui obrigado a aprender a medir pra [sic] serrar e a cubar para vender.”

- **Aluno/pesquisador:** “Como funciona esse negócio da cubagem?”

- **Entrevistado:** “É assim, a gente pega uma pilha de prancha, mede a altura que a pilha tem, mede a largura e o comprimento, depois faz a conta da largura, vezes o comprimento, vezes a altura. Pronto! Aí eu sei quantos metros cúbicos tem a pilha.”

Esta entrevista representa fielmente a ressignificação do contexto: da ilustração ao problema. A “pilha de prancha” transita de objeto ilustrativo a artefato cultural geometricamente significativo, catalisando um processo de investigação-exploração autêntico, que é, na definição de Ponte (2003, p. 2), “procurar encontrar soluções para os problemas com que nos deparamos”.

Sua fala “A necessidade, meu filho!” sintetiza a gênese do saber local, ancorado na resolução de problemas reais, materializando o princípio de que “muitas coisas aprendem-se melhor em atividades significativas, lutando com dificuldades concretas, do que de uma forma dedutiva e linear” (PONTE, 2003, p. 12). O conhecimento empírico do “cubar pra vender” não apenas se alinha ao conceito formal de volume do prisma ( $V_p = c \times l \times h$ ), mas o ressignifica com um propósito socioeconômico e cultural concreto.

Este episódio ratifica que o contexto amazônico problematizado transcende a função de cenário e assume o papel de fonte geradora de conceitos e aplicações, entrelaçando matemática escolar e saberes locais no ensino e na aprendizagem da GE. O caso materializa o conceito de D’Ambrosio (2011, p. 9) de que “Etnomatemática é a matemática praticada por grupos culturais” – nos quais os madeireiros de Eirunepé constituem um grupo cultural específico com suas próprias práticas matemáticas.

Os registros do Ciclo III evidenciam igual ressignificação, na qual a proposta de “projetar embalagem sustentável para produtos locais” (RM5, 2024-2025) conduziu os alunos a uma importante problematização contextual. No Ciclo IV, o desafio da “barraca de sucos” e a questão “por que as frutas têm formatos arredondados?” (RM5, 2024-2025) revelam a consolidação da abordagem geométrica situada dos EA, transformando o contexto em núcleo gerador de *insights*, em que são pensados e gerados problemas complexos de otimização e integração geométrica à realidade local.

As tarefas redesenhadas (Anexos B-F) materializam esta complexidade: Os alunos,



conduzidos a investigações por meio de testagens e do contexto, preenchem tabelas comparativas e progressivas até chegarem a conjecturas de relações (fórmulas), ao mesmo tempo em que produziram embalagens prismáticas, cilíndricas e esféricas, justificando soluções de otimização e demonstrando a tradução concreta dos problemas investigados.

Esta trajetória documentada ressoa na perspectiva etnomatemática de D'Ambrosio (2011), em que saberes matemáticos emergem de práticas culturais. A evolução das tarefas - da classificação à otimização - concretiza o princípio de transformação do conhecimento local em objeto de investigação formal. A consolidação do contexto como núcleo problemático caracteriza a criação e a negociação de situações didáticas (Brousseau, 1982) genuínas, evidenciando momentos em que o conhecimento geométrico vai se tornando ferramenta necessária para resolver problemas rotineiramente reais.

Outras gravações de áudio produzidas na pesquisa capturam os impactos dessa concepção de EA de GE situado na prática pedagógica de um participante: “[...] *antes eu via uma barraquinha e pensava: ‘é um prisma!’ Agora, eu olho, paro, penso, reflito [...]: ‘dá pra formular um problema de otimização de área, volume e custo’ [...]*” (RM4, 2024-2025).

Este registro é emblemático ao explicitar a ressignificação do olhar pedagógico sobre conceitos, contexto e aplicações, em que o professor desenvolve a capacidade de identificar potencialidades investigativas em elementos antes meramente ilustrativos. A análise sequencial das tarefas (Anexos B-F) testemunha esta transição de aplicadores a autores de problemas geometricamente significativos e culturalmente relevantes.

A trajetória evidencia que a contextualização, superando a condição decorativa, transformou-se no princípio organizador que conferiu autenticidade e complexidade matemática às tarefas. A análise comparativa dos registros corrobora uma premissa central desta subseção: a GE não é simplesmente aplicada ao contexto amazônico com EA, mas dele emerge como um recurso vital à compreensão e à intervenção na realidade. Esta conclusão encontra eco na visão de D'Ambrosio (2011, s.p.) de “que a matemática é apenas uma forma de etnomatemática”, posicionando esse primeiro saber escolar como uma entre várias manifestações culturais válidas.

A ressignificação do contexto – da ilustração ao problema – representa, assim, a culminância de um processo formativo que, paulatinamente, transformou os professores em autores de um currículo vivo, profundamente ancorado na realidade local.

### **5.2.3.3 O protocolo e o guia: a instrumentalização dos papéis do observador/mediador**



Esta subseção analisa dois instrumentos de suporte à pesquisa e à cognição, concebidos colaborativamente nos EA de GE: o Guia de Observação (Anexo G) e o Protocolo de Intervenção (Anexo H). Desenvolvidos, respectivamente, entre o final do Ciclo II e o início do Ciclo III, eles visaram instrumentalizar dois papéis centrais: o nosso, enquanto observador-pesquisador, para uma análise mais apurada da formação e do desenvolvimento profissional docente a partir das produções dos alunos; e o do professor-executor, em sua mediação das tarefas investigativo-exploratórias, direcionando o olhar para elementos da prática pedagógica com os EA a serem observados, registrados, refletidos, redesenhados e (re)planejados.

Essa estruturação emergiu de uma dupla dificuldade: o desafio dos professores em registrar reações e expressões relevantes (suas e dos alunos) e a carência de um instrumento específico de sistematização na observação (DBP, 2024-2025), alinhando-se a Müller e Quartieri (2023, p. 9) ao proporem, em sua pesquisa, um “roteiro com algumas questões importantes a serem observadas”, reforçando a necessidade de instrumentalização do olhar do observador frente à metodologia de EA.

Ao preencher essa lacuna, o Guia converteu observações ‘casuais’ em investigações diagnósticas complexas, mais atentas aos modos de pensar, reagir, interagir, raciocinar e conjecturar dos alunos, bem como aos gestos e olhares do outro (professor-executor). Esse processo de instrumentalização do ‘olhar atento’ corrobora o fato de que “identificar momentos críticos da própria atuação [...] não é um movimento simples e que o 'olhar' do outro [...] pode facilitar tal ação” (SILVA e CURI, 2018, p. 52). O Guia visou, assim, discussões e reflexões coletivas posteriores, bem como a construção de UA para a pesquisa.

Estruturada com categorias como “*exploração inicial e suposições*”, “*conexões com o contexto local*”, “*interações e negociação de significados*” e “*raciocínio, erros e estratégias*” (RM2, 2024-2025), ela ajudou a capturar registros de linguagens iniciais de professores e alunos, demonstrando conexões contextuais da GE — como “*tambores de diesel do barco*” em vez de Cilindro Reto, “*virado de lado*” em vez de Cone Oblíquo e “*linha do lado*” no lugar de Geratriz — bem como adaptações conceituais: “*geratriz diferente no cone oblíquo com palitos de bambu*” em vez da definição formal: “as geratrizes de um cone oblíquo não são constantes” ou “seu comprimento varia conforme o ponto da base escolhido”; e a nomeação espontânea de: “*cone inclinado*” no lugar de Cone Oblíquo.

A Figura 24 ilustra um trecho de um Guia de Observação preenchida *in loco*, documentando interações e raciocínios sobre execução de uma tarefa no Ciclo III: Cones e Cilindros, conforme citado no parágrafo anterior. A materialidade do registro evidencia a



importante função da Guia de Observação, como ferramenta de captura de dados em tempo real e sua centralidade na metodologia de EA, até que pesquisador e participantes ganhem familiaridade com as propostas investigativo-exploratórias que advêm dessa perspectiva metodológica de ensino e formação.

Figura 24: Registro do pesquisador no Guia de Observação (RM2, 2024-2025)

Fonte: Arquivo de registro da pesquisa (2024-2025)

Ao analisar o preenchimento da referida Guia, nota-se como suas categorias (acima) orientaram a descrição de evidências concretas (abaixo), como a anotação literal de falas de professores e alunos, como os “tambores de diesel” e a descrição de suas ações ao medir “geratriz com palitos”. Este artefato, portanto, não foi apenas um formulário, mas o testemunho material do processo de instrumentalização do olhar investigativo, podendo servir como recurso a outros empreendimentos de investigação da prática pedagógica, em que pese eventuais adaptações ao contexto e ao tema de investigação-exploração proposto.

Se a Guia de Observação instrumentalizou o olhar do pesquisador, o Protocolo de Intervenção, por sua vez, foi concebido para instrumentalizar a ação do professor-executor. Sua elaboração ilustra como “o trabalho em grupo colaborativo faz a programação das atividades enriquecer com a experiência de cada um” (CASTELLANOS SÁNCHEZ e BLANCO-ÁLVAREZ, 2019, p. 8), à medida que promove propostas de ensino (as tarefas) numa perspectiva de trabalho colaborativo.

Motivado pela dificuldade dos participantes da pesquisa em mediar dificuldades dos alunos — “assim, a gente não ficar sem reação na hora da dificuldade deles” (DBP, 2024-2025, p. 21) — o Protocolo forneceu um repertório estratégico que favoreceu a mediação em detrimento de explicações expositivas. Além do mais, instrumentalizou a atuação do professor-executor, guiando a mediação em momentos de impasse através de um processo reflexivo em sete etapas: 1) registrar a observação inicial; 2) identificar as hipóteses dos



alunos; 3) formular perguntas provocadoras; 4) sugerir verificação; 5) documentar as respostas; 6) realizar mediação conceitual; e 7) sintetizar os aprendizados.

Desse modo, ele (o Protocolo) ajudou a sustentar a postura de mediador, facilitador e guia do professor, garantindo que sua intervenção promovesse a investigação e não a dependência, ao incorporar princípios do diálogo investigativo sugerido por Alro e Skovsmose (2010), com um repertório de perguntas que privilegiava a construção conjunta de significados em vez da transmissão unilateral.

A eficácia dessa ferramenta, em termos de artefato captador de elementos para discussões e reflexões docentes, é visível no diálogo abaixo, extraído de um registro da professora que, de posse do Protocolo (RM3 e RM4, 2024-2025), confrontou uma dificuldade imprevista, aplicando as etapas protocolares para mediar a investigação-exploração do cone oblíquo:

- **Aluno/a A:** “Professora, não sei como achar a área lateral desse cone oblíquo!”

- **PCPI:** “Vamos por partes. Qual elemento do cone reto nos ajudava a calcular a área lateral?”  
[Etapa 3: Pergunta provocadora - Recuperar conceito-âncora]

- **Aluno/a A:** “A geratriz! Mas aqui ela é torta e tem tamanhos diferentes...”

- **PCPI:** “Excelente observação! Se não temos uma medida única, que estratégia diferente do cone reto poderíamos usar?” [Etapa 3: Pergunta provocadora - Gerar alternativas]

A Figura 25, que exhibe o preenchimento do Protocolo pela professora com anotações alinhadas a esse diálogo, ilustra essa prática reflexiva.

**Figura 25:** Registro do professor no Protocolo de Intervenção (RM3/2024-2025)

ETAPA	REGISTRO DO PROFESSOR
1. OBSERVAÇÃO INICIAL O que os alunos estão fazendo/dizendo?	GRUPO tentando medir o cone obtuso com régua <b>Aluno B:</b> Professora, não sei como achar a área da base desse cone oblíquo! <b>Aluno B:</b> medindo "lados inclinados" e anotando <b>Aluno B:</b> "lados inclinados" 8 cm, 10 cm, 7 cm "tm que escolher uma geratriz ao usar a fórmula do cone reto?" <b>Aluno C:</b>
2. HIPÓTESES/CONJECTURAS IDENTIFICADAS Que ideias os alunos estão testando?	"Da para fazer a mediação dos geratrizes?" <b>Aluno B:</b> "Como não tem fórmula tem que dissecar ele!" <b>Aluno B:</b> "Como por partes. Qual elemento do cone reto nos ajudava a calcular a área lateral?" <b>Aluno C:</b> "Geratriz observamos! Se não temos uma medida única, que estratégia diferente do cone reto poderíamos usar?" <b>Aluno C:</b> "Como a planificação do cone reto nos ajuda a pensar nesse problema?" "Que tal fazer a planificação no papel e ver o que conseguimos?" "Podemos usar o cone reto de castelina para comparar as superfícies?" "Vamos medir os perímetros da base e ver qual deles tem com as geratrizes?" <b>Aluno B:</b> "A geratriz! Mas aqui ela é torta e tem diferentes tamanhos..." "Identifique o conceito mais reconhecido na superfície..." <b>Aluno C:</b> "Talvez de para planificar e ver a gente..."
3. PERGUNTAS PROVOCADORAS UTILIZADAS Que questões levantam para provocar o pensamento?	
4. SUGESTÕES DE VERIFICAÇÃO OFERECIDAS Que caminhos ou materiais sugerir?	
RESPOSTA DOS ALUNOS	

Fonte: Arquivo de registro da pesquisa (2024-2025)

Assim como a Guia, o Protocolo tornou-se um testemunho material da transição para uma docência mediadora, facilitadora e investigativa. Seu preenchimento, ilustrado na Figura 25, não era um fim em si mesmo, mas a evidência de uma prática reflexiva em ação, na qual o



planejamento da intervenção (“*o que preparar*”) se encontrava com a análise de sua efetividade (“*o que aconteceu*”).

Teórico e conceitualmente, estes instrumentos atuaram como uma espécie de andaime (*scaffolding*) para a própria prática docente. Na esteira de Vygotsky (1978), eles operavam na ZDP do professor, fornecendo suportes temporários que permitiam o exercício de mediações e processos colaborativos ainda em consolidação.

De modo prático, o Protocolo materializava a “reflexão-na-ação”, enquanto a Guia documentava a “reflexão-sobre-a-ação”, conforme propõe Schön (1983). Juntos, constituíam um sistema promotor da metacognição da prática pedagógica (Ponte, 1994), pois externalizavam e orientavam o pensamento docente. O Protocolo, ao estruturar um roteiro mental para a intervenção, e a Guia, ao categorizar os elementos a serem observados, tornavam os processos de ensino e aprendizagem objetos de análise consciente tanto para o professor-executor quanto para o pesquisador-observador.

Conforme os participantes internalizavam os princípios da abordagem com os EA, esses andaimes tornar-se-iam gradualmente desnecessários. Um registro emblemático do nosso DBP atesta essa internalização: “[...] *na aula sobre a esfera não consultei o Protocolo. Acredito que perguntas saíram naturalmente [...]*” (RM4, 2024-2025, p. 22), mostrando que o instrumento foi se tornando, aos poucos, uma voz interna do professor.

Vale notar que essa internalização não foi restrita aos professores: nossa própria prática de observação se transformou rapidamente. As categorias do Guia que, inicialmente, exigiam consulta constante, em curto espaço de tempo tornaram-se uma lente natural através da qual observávamos e registrávamos as interações em sala de aula, refinando significativamente a qualidade das anotações no DBP.

Os dois casos corroboram, portanto, que instrumentos como esses, ainda que demandem ajustes, podem cumprir uma função temporária de suporte aos EA, facilitando a observação investigativa — e a autorregulação da prática docente — até que novas competências profissionais surjam e a postura investigativa se consolide.

Em síntese, o Protocolo de Intervenção e a Guia de Observação materializaram a dimensão instrumental da formação, constituindo-se como uma forma de andaime (*scaffolding*) para a própria prática pedagógica e para a investigação. Na concepção de Wood, Bruner e Ross (1976), esse andaime caracteriza-se como um apoio temporário que permite ao aprendiz alcançar objetivos inicialmente além de sua capacidade atual. De maneira análoga, estes instrumentos atuaram como suportes temporários aos professores e a este pesquisador,



permitindo-nos exercer a mediação investigativa que, até então, representava um domínio ainda em construção no repertório de investigadores da prática pedagógica.

#### 5.2.3.4 Síntese: a criação de um repertório pedagógico situado

Esta subseção sintetiza como as estratégias e recursos analisados convergiram para a construção de um repertório pedagógico situado - um conjunto integrado de práticas, instrumentos e princípios didáticos profundamente ancorados na abordagem investigativo-exploratória e no contexto local eirunepeense. A análise revela que este repertório organizou-se em torno de três pilares fundamentais que se articularam de forma dinâmica ao longo dos ciclos formativos dos EA de GE.

O pilar conceitual, materializado na metáfora da “máquina”, funcionou como paradigma unificador que estruturou o pensamento geométrico, transformando conceitos abstratos em processos investigáveis. O pilar cultural, evidenciado na ressignificação do contexto local para o ensino, transitou da função ilustrativa para uma posição epistemológica central, na qual aspectos dos saberes do contexto tornaram-se fontes geradoras de problemas geometricamente significativos, materializando o que D’Ambrosio (2001, p. 22) define como um “processo de síntese” que, ao “reconhecer e respeitar as raízes de um indivíduo”, não as ignora e sim as “reforça”.

Complementarmente, o pilar instrumental, constituído pelas próprias Tarefas Investigativo-Exploratórias, pelo Protocolo de Intervenção e pelo Guia de Observação, forneceu as ferramentas concretas que materializam os princípios da abordagem investigativo-exploratória. Tal como nos EA de Quaresma e Ponte (2015), esse tipo de instrumento se tornou central na promoção do raciocínio geométrico espacial, funcionando como sustentáculos da prática dos EA de GE em sala de aula, convidando os alunos a desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento.

Este repertório pedagógico situado caracteriza-se por sua natureza emergente e não predeterminada, sendo construído na prática reflexiva e colaborativa e refinado iterativamente a partir das evidências coletivas das aulas, à semelhança do processo de reflexão colaborativa que caracteriza os EA (Fernández, Cannon e Chokshi, 2003; Perry e Lewis, 2009; Quaresma e Ponte, 2015). Sua flexibilidade manifesta-se na capacidade de adaptar-se às necessidades específicas de cada ciclo, enquanto seu caráter autoral transformou os professores em *designers* de suas próprias práticas.



As evidências de internalização deste repertório tornam-se visíveis quando os professores articulam espontaneamente os três pilares em suas reflexões e, crucialmente, quando adotam uma comunicação dialógica e colaborativa, valorizando a voz e os raciocínios, por vezes inesperados, dos alunos. Como sintetizou um professor ao colaborar no replanejamento de uma aula sobre cones e cilindros:

[...] Pegando a lógica da máquina de gerar sólidos, vamos propor que a turma investigue qual o formato [do cone ou cilindro reto ou oblíquo] é mais eficiente pra [sic] armazenar um produto local: açaí, farinha, mel. Algo que vem daqui mesmo. Aí a gente mexe com volume, área e ainda discute uma questão real do nosso comércio, sei lá [...] (RM4, 2024-2025).

Esta mudança de postura, também observada por Quaresma e Ponte (2015), é um indicador de que o repertório foi efetivamente apropriado, transformando os professores de consumidores passivos para autores ativos de seu fazer docente, capazes de ler criticamente seu contexto como fonte de problemas geometricamente ricos.

O processo de construção colaborativa deste repertório revela-se fundamentalmente dialógico — cada instrumento emergiu como resposta a problemas reais identificados coletivamente, cada estratégia se refinou através das evidências das aulas observadas. Esta gênese contextual explica por que o Protocolo de Intervenção e o Guia de Observação foram progressivamente internalizados, tornando-se além de ferramentas externas, extensões naturais da prática pedagógica com EA. O repertório não foi importado, mas tecido na trama das interações, discussões e reflexões, em que o “nóis” coletivo encontrou sua materialização.

Para uma proposta de formação docente continuada, este repertório representa muito mais que a aquisição de técnicas isoladas — significa o desenvolvimento de uma postura pedagógica situada que qualifica os professores a lerem criticamente seu contexto como fonte de problemas geometricamente ricos. Esta capacidade de leitura geométrica do entorno constitui o cerne do programa etnomatemático, que visa, nas palavras de D’Ambrosio (2001, p. 22), fortalecer as raízes culturais através de um “processo de síntese” entre saberes locais e acadêmicos. Associada à habilidade de criar instrumentos adequados às necessidades específicas, constitui o legado mais duradouro do processo formativo.

O repertório pedagógico situado que emerge desta análise constitui-se, portanto, menos como um conjunto fechado de técnicas e mais como uma gramática pedagógica flexível — uma maneira de pensar, comunicar e agir no ensino de GE que integra rigor conceitual, relevância cultural e mediação investigativa.

Esta gramática oferece uma alternativa concreta ao ensino descontextualizado,



mostrando como é possível educar matematicamente a partir da realidade imediata sem abdicar do rigor conceitual. Sua maior contribuição talvez resida em demonstrar que a inovação pedagógica na Amazônia não precisa ser importada, mas pode emergir do diálogo criativo entre saberes acadêmicos e contextos locais — um diálogo no qual todos se reconhecem como aprendizes e co-construtores de conhecimentos geometricamente significativos.

#### **5.2.4 Dinâmica colaborativa e reflexiva**

Esta subseção examina o papel central da dinâmica colaborativa e reflexiva como motor propulsor do desenvolvimento profissional nos EA de GE. O ciclo iterativo de planejamento-aula-observação-reflexão-replanejamento constituiu o eixo estruturador no qual as interações entre pares catalisaram a construção de saberes docentes. O processo colaborativo, embora permeado por desafios à sua implantação e continuidade, revelou-se, assim, muito mais que uma estratégia pontual, mas o próprio tecido social e reflexivo no qual o processo formativo se enraizou e floresceu.

Para compreender em profundidade a natureza desse tecido social, é fundamental analisar o mecanismo que o animava: o uso da colaboração como força motriz de um processo de reflexão contínua e profundamente transformador sobre a prática docente.

##### **5.2.4.1 A colaboração como motor da reflexão sobre a prática**

Se a colaboração, mesmo imersa em um contexto de dificuldades e desafios à construção do seu *status quo*, constituiu o tecido relacional do processo formativo, foi na sua capacidade de impulsionar essas relações e reflexões críticas sobre a prática que seu papel se revelou fundamental. Esta análise evidencia que a colaboração funcionou como um mecanismo catalisador que transformou eventos reflexivos pontuais em processos contínuos, coletivos e estruturantes da formação e do desenvolvimento profissional.

A essência desse mecanismo residiu nos ciclos de *feedbacks* colaborativos que emergiram das observações. Longe de se limitarem a trocas de impressões superficiais, as reflexões colaborativas se caracterizavam por um exame minucioso das evidências produzidas. Foi nesse espaço que comentários de participantes atuaram como espelhos angulares, revelando faces de práticas pedagógicas que, até então, permaneciam invisíveis.

O ambiente colaborativo, construído a duras penas com base na confiança e no



propósito comum, transformou-se em um espaço seguro para a vulnerabilidade. Participantes relataram que se sentiram à vontade em expor suas dúvidas, fracassos parciais e incertezas sobre o ensino de GE – um conteúdo historicamente temido. Como refletiu um professor participante: "*Se eu falar 'não sei' ou 'minha aula não funcionou' ninguém me julga, tá [sic]? Me ajuda a ver onde errei e como fazer diferente [...]*" (RDB, 2024-2025, p. 5). Nesse movimento, os equívocos didáticos e as dificuldades deixam de ser estigmas para se tornarem matéria-prima da investigação coletiva sobre a prática.

Um professor, por exemplo, pôde perceber e refletir pela provocação de um colega do grupo que interrompia sistematicamente os raciocínios "*inesperados*" dos alunos sobre a "*máquina de montar sólidos*" em favor de um caminho predeterminado (RM4, 2024-2025):

- **PCP3**: "*o menino perguntou 'qual era as formas' que a 'máquina forma o prisma oblíquo'. Eu fiquei pensando, mas aí me veio e falei pra ele que depende do prisma. Expliquei tudinho [sic].*"

- **PCP1**: "*Ora homi [sic], tu cortou o raciocínio do menino.*"

- **PPF**: "*[...] Professor, notei que quando o aluno sugeriu o prisma oblíquo, o senhor redirecionou ao caminho previsto. Perdemos uma oportunidade de explorar mais a ideia.*"

Esse *insight* coletivo, dificilmente alcançado em isolamento, levou-o a refletir seu papel de mediador, passando a valorizar aspectos mais investigativos dos alunos do que a mera chegada a uma resposta correta. Ao interromper os raciocínios "*inesperados*", agindo no "*piloto automático*" de um ensino transmissivo, priorizava a explicação do conteúdo ("*expliquei tudinho [sic]*") sobre a investigação.

A intervenção dos colegas, atuando como 'espelhos angulares', revelou esse ponto cego, mostrando que ele "*cortou o raciocínio do menino*" e causou uma "*oportunidade perdida*". Esse confronto levou-o a transcender a lógica da mera transmissão de respostas para adotar o papel de mediador, que valoriza e explora os processos investigativos.

Outro exemplo emblemático ocorreu no Ciclo III, quando um participante - ao analisar as dificuldades dos alunos sobre o conceito de  $\pi$  (pi) - não buscou culpados, mas afirmou ao coletivo: "*Então, nossa previsão falhou! [...] É melhor planejar de outro jeito!*" (RM4, 2024-2025). Esse movimento de investigação coletiva transformou os momentos de reflexões em verdadeiros laboratórios de análise da prática, nos quais a "*voz do outro*" – seja do colega ou do pesquisador – atuou como espelho que ampliava a percepção individual sobre o processo de ensino e aprendizagem.

O ápice desse processo reflexivo revelou-se quando o grupo, analisando as mesmas dificuldades com o conceito de  $\pi$  (pi), questionou coletivamente: "*Mas foi aí que veio o*



*problema do Pi, né [sic]?"*, propondo em seguida: *"E se a gente começar já com uma pergunta sobre capacidade, e não sobre área?"* (RM4, 2024-2025).

A colaboração, no entanto, não se resumiu a consensos harmoniosos e lineares. Pelo contrário, havia conflitos sociocognitivos – os debates e discordâncias surgidas durante os replanejamentos das aulas – que constituíram os momentos de maior potencial formativo. Discussões acaloradas sobre, por exemplo, a melhor forma de utilizar o contexto local (o pilar cultural) para introduzir conceitos relativos ao estudo da Esfera, forçaram os professores a explicitar e justificar publicamente suas escolhas pedagógicas:

- **PCP1:** *"Isso é fazer a 'máquina' funcionar de verdade? [risos] Transformar dificuldade em lanche de laranja [...]"*

- **PCP2:** *"Eles pode [sic] comer depois sim! [risos]"*

- **PCP3:** *"Isso pode acabar é em bagunça [sic]."*

- **PPF:** *"O senhor acha, professor?"*

- **PCP3:** *"Corta a primeira laranja e já vão querer comer [...]"*

- **PCP2:** *"Mas aí é [sic] os seus alunos, os meus eu controlo."*

- **PCP3:** *"A senhora tá [sic] dizendo que eu não controlo minha aula [...]"*

- **PPF:** *"Calma pessoal, essa não é a discussão [...]"*

Este conflito em torno do uso da laranja revelou-se mais que uma disputa metodológica — materializou o dilema fundamental entre controle da sala de aula e autonomia investigativa dos alunos. Quando os professores externalizaram suas preocupações sobre *"bagunça" versus "controle"*, a colaboração transformou esse impasse em objeto de análise coletiva. O debate forçou o grupo a negociar publicamente essa tensão inerente à prática docente, convertendo uma questão de gestão em uma reflexão profunda sobre a natureza da aprendizagem. Assim, o conflito mostrou-se não como obstáculo, mas como motor que impulsionou a reconstrução de concepções pedagógicas.

Diante do impasse, o foco foi redirecionado para a viabilidade pedagógica do uso da laranja para explorar a esfera. Esse processo de argumentação e contra-argumentação desestabilizava concepções ingênuas, levando à reconstrução de saberes. Ao ter de defender por que propôs à turma que investigasse a eficiência de laranjas versus uma esfera de acrílico, a professora foi 'provocada' a articular seus entendimentos sobre ensino e relações entre formas e contexto situado, refinando-os a partir das críticas e alternativas do grupo.

A internalização dessa postura reflexiva, mediada pela colaboração, tornou-se visível



na evolução do discurso dos professores. Nas fases iniciais, as reflexões concentravam-se em aspectos logísticos e de gestão de sala de aula. Progressivamente, migraram para análises pedagógicas mais sofisticadas, como evidenciado por um participante, ao reavaliar sua aula:

Percebi que, ao focar apenas na planificação do cilindro, ignorei completamente a intuição espacial dos alunos. A sua ideia me fez ver que eu tava [sic] guiando a tarefa como se fosse aula de explicação normal, e não como uma exploração (RM4, 2024-2025).

Essa mudança de foco, da execução de um plano para a análise do processo de condução do pensamento dos alunos, é um testemunho eloquente da profundidade da reflexão alcançada por meio da colaboração.

Esse processo vai além do “praticante reflexivo” de Schön (1987, 1995, 2000), que opera predominantemente em uma esfera individual. Ele se alinha com a concepção de “reflexão colaborativa” (Fernández, Cannon e Chokshi, 2003; Perry e Lewis, 2009), em que a crítica coletiva e o diálogo sistemático sobre evidências da prática potencializam e dão novos contornos à reflexão individual. Essa perspectiva é reforçada por Ponte e Fonseca (2022), ao afirmarem que os EA potencializam a reflexão colaborativa, transformando-a em um mecanismo de formação e desenvolvimento profissional docente.

Tal como observado por Quaresma e Ponte (2015), a colaboração nos EA mostra-se fundamental para que professores não apenas pensem sobre o que fazem, mas transformem o modo como pensam o que fazem, dada sua natureza reflexiva. Esta visão é complementada por Perrenoud (2002), ao assinalar que é no confronto com outros pontos de vista que se constrói uma regulação mais robusta da prática, superando os pontos cegos inerentes à autorreflexão. Nesse sentido, Richit e Tomkelski (2022) reforçam que a observação entre pares e o diálogo reflexivo permitem que os professores revelem e superem tais pontos cegos, internalizando uma postura investigativa que transcende a mera execução de planos.

Este movimento de investigação sobre a própria prática sintetiza como a colaboração, nesse contexto, tem enorme potencial de se firmar, não como um pano de fundo, mas como o motor dialógico que pode alimentar, desafiar e aprofundar continuamente as reflexões dos participantes, convertendo-as no principal mecanismo de transformação da prática pedagógica qualquer que seja o tema matemático abordado sob essa perspectiva.

#### **5.2.4.2 Da colaboração à busca pela estruturação da comunidade de prática**



Se a subseção anterior demonstrou que a colaboração – articulada em torno dos modos de pensar, raciocinar, interagir e conjecturar dos alunos – funcionou como motor de reflexão e, conseqüentemente, de formação e desenvolvimento profissional docente, esta subcategoria CA4, que emergiu das unidades de análise (UA) e contexto (UC) selecionadas, revela o rumo dessa evolução. O exame sistemático desse material permitiu identificar três processos centrais que delineiam essa trajetória: a transferência de liderança, a internalização colaborativa e a autogestão do processo.

A transferência de liderança manifestou-se por meio de um movimento progressivo em que este pesquisador (PPF), inicialmente facilitador essencial, foi assumindo um papel periférico de escuta e mediação pontual. Este processo culminou em momentos emblemáticos nos quais os próprios participantes passaram a conduzir debates, como evidenciado no excerto em que a PCP2 assume espontaneamente a mediação de um conflito pedagógico com o colega PCP3 sobre a viabilidade do uso de laranjas na investigação-exploração de conceitos e relações da esfera (RM4, 2024-2025). A mudança de postura do pesquisador, de facilitador central para observador ativo, e a iniciativa dos professores em gerenciarem suas próprias discussões, mesmo quando envolviam discordâncias, sinalizam uma apropriação coletiva da liderança do processo.

A internalização colaborativa, por sua vez, materializou-se na apropriação, pelo grupo, do princípio da reflexão compartilhada como base identitária. Este elemento encontra sua expressão mais eloquente nas falas dos participantes: *“aqui ninguém sabe tudo, e todo mundo tem algo a contribuir”* (DBP, 2024-2025, p. 4); e *“me ajuda a ver onde errei e como fazer diferente”* (RDB, 2024-2025, p. 5). O que começou como um princípio orientador externo transformou-se no alicerce relacional do grupo, demonstrando que a colaboração deixou de ser uma metodologia imposta para se tornar um valor internalizado, refletido na disposição de aprender com os erros e na valorização das contribuições mútuas.

Finalmente, a autogestão do processo consolidou-se por meio de iniciativas concretas que transcenderam o escopo formal dos encontros, organizando-se em três dimensões práticas:

- **Organização de encontros:** Articulação autônoma de sessões de estudo, como atesta a mensagem: *“[...] pessoal, quem puder ficar depois da reunião para fecharmos a sequência dos cones e cilindros?”* com adesão imediata dos pares: *“Boa! Pode ser [...] Ninguém fica sobrecarregado e saímos daqui com uma solução”* (RM4, 2024-2025);
- **Produção de materiais:** Desenvolvimento independente do protocolo de



intervenção (Anexo H) e materiais didáticos (Figuras 14, 15 e 16), cuja utilização extrapolou os ciclos oficialmente previstos nos EA de GE, sendo internalizados e adaptados pelo grupo;

- **Mediação entre pares:** Condução de debates e confrontações pedagógicas focadas estritamente na análise de evidências, sem mediação externa, como no momento em que PCP2 e PCP3 engajaram-se em um debate direto sobre a gestão da sala de aula, focando no planejamento da atividade das laranjas.

O percurso traçado pelo grupo revela, portanto, um processo de transição significativo de uma identidade coletiva inicial, mediada pelo pesquisador, rumo a uma eficiência coletiva autogerida. Este salto qualitativo – da colaboração facilitada para a autogestão – manifesta-se à medida que os participantes assumem progressivamente a liderança do processo. Foi o planejamento colaborativo, enquanto experiência prática, que favoreceu essencialmente esse crescimento, ao promover o estreitamento de relações entre os professores e entre estes e o professor/formador/pesquisador, conforme já identificado por Richit, Ponte e Tomkelski (2019).

Esse ambiente de aprendizagem horizontal e reflexivo, por sua vez, mostrou-se um terreno fértil para a criação de uma comunidade de prática, na qual a instituição escolar e os gestores educacionais passam a assumir papéis horizontais, superando as hierarquias tradicionais, conforme destacam Pina Neves et al. (2022, p. 91, grifo nosso), ao afirmarem que “este ambiente de aprendizagem pode ser favorecido pela criação de uma comunidade de prática, na qual a escola e as [instituições formadoras] assumem papéis horizontais sem hierarquias de uma sobre a outra”.

A emergência e consolidação desses três processos – transferência de liderança, internalização colaborativa e autogestão – constituem, assim, a evidência empírica robusta de que a colaboração se torna o motor da reflexão profissional, apontando para os rumos de uma comunidade de prática em franca constituição e em processo de consolidação. Nela, a troca sistemática de informações, viabilizada por essa colaboração e pela reflexão compartilhada, tende a se solidificar como seus alicerces identitários, princípios basilares que definem e sustentam um grupo colaborativo — suas práticas, crenças e valores compartilhados — sem os quais este perderia sua razão de ser e sua coesão.

#### **5.2.4.3 Negociação de sentidos e significados: construção de conhecimentos pedagógicos**



Se o percurso analisado na subseção anterior demonstrou a estruturação do grupo rumo a uma comunidade de prática autogerida, importa agora analisar a dinâmica interna que preencheu essa estrutura: a construção de conhecimentos pedagógicos, última dimensão da CA4. Este segmento dedica-se, portanto, a analisar como o programa formativo de EA de GE – uma vez internalizado o viés colaborativo – funcionou como dispositivo dialógico e permitiu a negociação de sentidos e significados e a construção conjunta de conhecimentos pedagógicos.

O foco desloca-se, assim, da evolução da forma organizacional do grupo – que, ao “evitar o formato ‘curso intensivo’, criou o espaço necessário para reflexão, sistematização de experiências, [e] produção de conhecimentos” (FONSECA et al., 2001, p. 11, grifo nosso) – para a dinâmica interna que emergiu da sua estruturação. Analisam-se, portanto, os mecanismos discursivos e interativos pelos quais os participantes, em colaboração, (re)significaram seus saberes e práticas. Foi nesse ambiente, propício ao trabalho investigativo e de experimentação (Velo e Ponte, 1999), que novos entendimentos sobre o ensino e a aprendizagem de GE foram construídos.

A análise revela que a construção do conhecimento pedagógico deu-se por meio de mecanismos discursivos específicos que mediavam negociações de sentidos e significados. Este intenso processo dialógico, enquanto “ato de refletir criticamente sobre uma prática”, revelou-se um importante “alicerce ao processo de formação continuada docente” (MIRANDA e TINTI, 2024, p. 23).

Tais mecanismos se manifestavam, particularmente, quando os participantes questionavam e desafiavam entendimentos estabelecidos, como evidenciado no episódio em que PCP1 fez uma provocação que reacendeu o debate sobre ensino de GE situado: “*Mas como fazer isso sem cair na lógica de exercícios e sólidos descontextualizados, com uma abordagem seca, sem sentido?*” (RM4, 2024-2025). Tal questionamento, longe de representar mera discordância, operava como um dispositivo de problematização, forçando o grupo a desmontar conceitos de ensino vagos e a buscar maior contextualização. Dessa forma, construíam, coletivamente, novos sentidos e significados para o ensino da GE.

Esse movimento de desafio era frequentemente seguido por processos de reformulação e ressignificação, nos quais ideias iniciais eram coletivamente reapreciadas e reescritas. O uso estratégico de exemplos e contraexemplos emergiu como uma ferramenta crucial nesta negociação, permitindo testar a robustez de conceitos pedagógicos. Exemplo destacado: quando PCP1 trouxe o caso de um aluno que explicou a origem e os elementos que levam ao



conceito de  $\pi$  de forma inesperada, desafiando a previsão inicial do grupo, como refletiu PCP1: “*nossa previsão falhou! [...]! E se a gente começar já com uma pergunta sobre capacidade, e não sobre área?*” (RM4, 2024-2025). Esse episódio levou a um replanejamento e a uma ressignificação pedagógica baseada no objetivo de verificar se outros alunos adotariam ou não a 'estratégia validada' por aquele aluno.

Este processo de negociação e cocriação levou o grupo a abandonar o “olhar daltônico” que homogeneiza os alunos, conforme alerta Cortesão (2003), e a adotar progressivamente um “olhar investigativo” sobre sua própria prática. Tal como defende a autora, ao propor que o professor observe atentamente seus alunos e, com isso, abandone métodos padronizados para criar “dispositivos pedagógicos a que poderão recorrer” (CORTESÃO, 2003, p. 13). Foi precisamente essa postura que permitiu ao grupo reformular coletivamente suas estratégias com base nas diferentes necessidades e saberes detectados, tanto dos alunos quanto da dinâmica do programa formativo.

Desse intenso processo dialógico, emergiram e foram detalhadamente refinados pelo grupo no âmbito do programa formativo três eixos fundamentais de conhecimento pedagógico:

O primeiro eixo diz respeito às estratégias de ensino específicas, que deixaram de ser receitas aplicáveis para se tornarem objetos de investigação coletiva. Com a negociação e cocriação do Protocolo de Intervenção (Anexo H), partia-se de uma concepção puramente algorítmica para uma abordagem baseada na exploração, ora fundamentada em leituras e discussões compartilhadas, ora nas suas compreensões prévias de professores e alunos.

O segundo eixo compreende os entendimentos sobre os processos de aprendizagem dos alunos. A análise sistemática das produções discentes e a discussão sobre as hipóteses que formulavam permitiram ao grupo desenvolver uma visão mais dinâmica e ponderada sobre as trajetórias de raciocínio, superando visões estanques de “acerto” e “erro”. Um exemplo foi a reinterpretção de “erros” em atividades com prismas e pirâmides como indicadores de concepções alternativas a serem exploradas didaticamente.

Por fim, consolidou-se a ressignificação dos conceitos matemáticos para o ensino, na qual os próprios participantes complementaram e aprofundaram sua compreensão conceitual. Tópicos como as relações para o número de vértices, arestas e faces de prismas e pirâmides; o conceito de geratriz no cone e no cilindro oblíquo; e as relações de proporcionalidade angular do volume e da área da superfície da cunha esférica em relação à esfera foram desconstruídos e reconstruídos.



Esse processo não era um fim em si mesmo, mas um meio essencial para planejar sequências de ensino que promovessem um aprendizado significativo. Este último eixo revela, de forma cristalina, a indissociabilidade entre conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986), que se teceu na prática dialógica do grupo.

Para além da estrutura e da evolução da colaboração, a análise revela que seu cerne residiu em um intenso processo de negociação de significados, no qual conceitos geométricos e estratégias didáticas eram constantemente desconstruídos e reconstruídos pelo grupo. Esse processo dialógico tornou visível a construção social do conhecimento pedagógico, conforme ilustrado na gênese colaborativa da “Máquina de Sólidos”.

A proposta inicial do PPF de uma tarefa constitutiva foi concretizada por PCP1: “*caminho do quadrado*”; metaforizada por PCP2: “*a gente pode pensar numa máquina*”; e materializada por PCP3: “*ela pode receber formas planas e fazer surgir formas espaciais*”.

Este fluxo de ideias não era uma simples soma de contribuições, mas uma síntese dialética que gerava um artefato pedagógico superior e coletivo. A negociação operava em dois níveis: no conteúdo geométrico (o que é uma “geratriz variável” no cone oblíquo?) e na ação pedagógica (como mediar a compreensão desse conceito?). A fala de um participante: “*Aqui a gente vai desenrolando junto, o que um não vê, o outro vê [...]*” (DBP, 2024-2025, p. 15), sintetiza essa epistemologia colaborativa.

Desse modo, a colaboração mostrou-se não apenas um espaço de compartilhamento, mas o próprio motor em que o significado do ensinar GE era incessantemente negociado e redefinido. Esta dinâmica interna de negociação e construção de sentidos constitui, assim, a base geradora dos saberes pedagógicos analisados em face da CA2, na subseção 5.2.2.

### **5.3. Síntese conclusiva: um modelo dialético de formação docente continuada em ensino de GE**

Esta síntese conclusiva integra as três categorias analíticas que estruturaram a análise deste capítulo – CA1 (Trajetória da Formação Continuada), CA2 (Desenvolvimento de Saberes e Práticas Pedagógicas) e CA3 (Estratégias e Recursos Didáticos Situados). Conforme demonstrado na análise da CA4 (Dinâmica Colaborativa e Reflexiva), na seção 5.2.4, esta não constitui um eixo analítico isolado, mas sim o princípio motor e o tecido relacional que permeou e possibilitou o desenvolvimento das demais categorias. A colaboração reflexiva foi o meio dialógico pelo qual as trajetórias se transformaram, os



saberes foram ressignificados e as estratégias foram cocriadas.

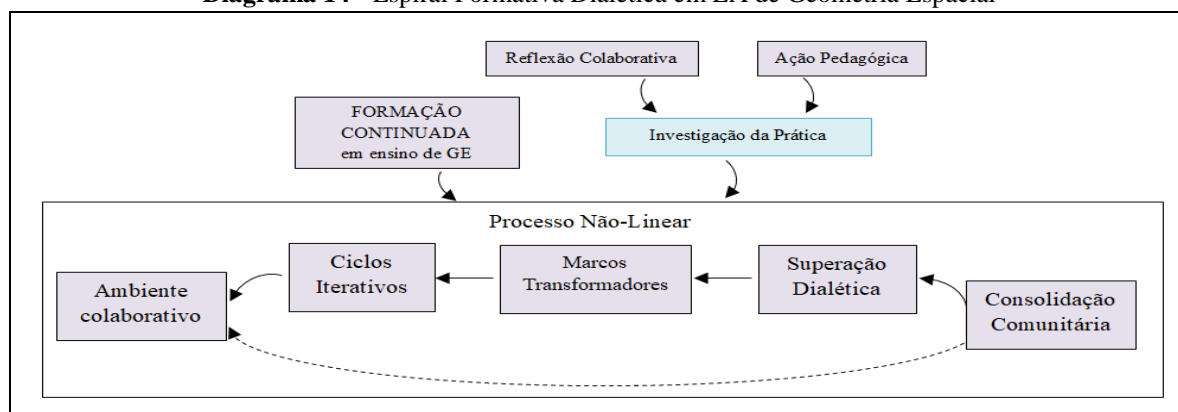
Nesta seção final, apresentamos uma síntese articulada das contribuições deste estudo, organizada em três eixos principais: (1) resposta à questão central: a espiral formativa; (2) a hipótese da tese posta à prova; e (3) as contribuições teórico-metodológicas.

### 5.3.1. Resposta à questão central: A espiral formativa

A questão central desta pesquisa – *Como ocorre a formação contínua de professores de matemática que participam de um programa de EA, com foco na investigação e exploração de conceitos, contextos e aplicações da geometria espacial?* – encontrou sua resposta na espiral formativa dialética, construída a partir dos dados evidenciados e analisados.

Este modelo, inicialmente traduzido no Diagrama 13 e agora detalhado textualmente em face do Diagrama 14, ilustra um processo formativo não linear e recursivo, cuja trajetória – evidenciada no Capítulo IV e corroborada pela análise do Capítulo V, iniciando na CA1, perpassando as CA2 e CA3 – foi impulsionada pela dinâmica colaborativo-reflexiva que emergiu dos EA de GE (CA4).

**Diagrama 14 - Espiral Formativa Dialética em EA de Geometria Espacial**



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) com base nos dados da pesquisa

A análise da trajetória formativa (CA1) revelou que a formação continuada no programa formativo de EA de GE se desdobrou como uma espiral ascendente e pode ser compreendida a partir de cinco dimensões entrelaçadas:

**1. Constituição do Ambiente Colaborativo:** A base do processo foi a construção intencional de um espaço relacional seguro, pautado em relações horizontais em que erros e fragilidades formativas eram valorizados como oportunidades de aprendizagem e inovação



pedagógica, rompendo com a lógica hierárquica dos modelos formativos tradicionais. Este ambiente não era um mero cenário, mas uma condição habilitadora para que a “colaboração, permitindo conjugar os esforços de diversas pessoas, [se constituísse] como uma estratégia de grande valor para enfrentar os problemas da prática profissional” (PONTE, 2003, p. 17, grifo nosso).

**2. Ciclos Iterativos de Mudança Prática:** Desse ambiente, emergiram ciclos recorrentes de planejamento, execução/observação e reflexão/*redesign* que consolidaram a transição gradual do modelo expositivo para uma postura investigativo-exploratória. Esse caráter recursivo e aperfeiçoador da prática – no qual “a reflexão conjunta... proporciona uma melhor compreensão do modo como os alunos viveram a experiência” (PONTE, 2003, p. 14) – permite, em outras palavras, adaptações para a aula seguinte, revelando a dinâmica fundamental da espiral formativa.

Estes ciclos demonstraram um caráter emergente e potencialmente infinito, em que cada execução abria espaço para novos *insights* e, conseqüentemente, para novas oportunidades de replanejamento e observação em outras turmas.

**3. Emergência de Marcos Transformadores:** Ao longo dos ciclos, surgiram marcos catalisadores da mudança identitária, materializados pela linguagem colaborativa (“nóis”), pela cocriação de artefatos cognitivos (como a metáfora da Máquina) e pela realização de descobertas matemáticas/geométricas genuínas. Nesse processo, analogias e representações concretas – a exemplo da “solução discreta com bolinhas” e da “solução visual” que emergiram dos EA do “Problema do Café com Leite” (SOUZA e WROBEL, 2017, p. 47-49) – funcionaram como artefatos cognitivos fundamentais para a compreensão de problemas complexos, estabelecendo pontes entre o conhecido e o desconhecido.

**4. Superação Dialética de Tensões:** Estes marcos permitiram a superação de tensões iniciais, como o conflito entre “*dar o conteúdo*” e “*promover descobertas*”, bem como de tensões relacionais, evidenciadas em falas como: “*mas aí é [sic] os seus alunos, os meus eu controlo*”; “*a senhora tá dizendo que eu não controlo minha aula [...]*”.

Vale acrescentar que a adoção de abordagens investigativo-exploratórias e a abertura a múltiplas estratégias – embora inicialmente geradoras de resistência, como também observado em experiências de EA de Souza e Wrobel (2017) – foram sendo naturalizadas por meio do trabalho colaborativo, da reflexão compartilhada e da construção de repertórios didáticos mais flexíveis e contextualizados.

Às tensões já identificadas soma-se um desafio contemporâneo de grande magnitude:



o hábito consolidado dos alunos com aulas tradicionais, sempre em busca da resposta correta e pronta. Esta mentalidade, potencializada pelo acesso imediato a recursos de inteligência artificial que fornecem soluções instantâneas, representa uma dificuldade adicional e um enorme desafio às propostas de EA. Os alunos demonstram uma ansiedade perceptível frente à ambiguidade e ao processo de descoberta, buscando constantemente ‘a resposta’ em vez de engajar-se no percurso investigativo. Esta postura gera tensões significativas nas fases de observação e execução, pois eles frequentemente tentam contornar o processo de elaboração de hipóteses, testes e conjecturas.

Diante deste cenário, as comunidades de prática investigativas e colaborativas devem estar atentas a essa potencial ‘inimiga’ do processo de aprendizagem significativa, mas também podem transformá-la em aliada estratégica. A IA, quando compreendida criticamente, pode ser ressignificada de fornecedora de respostas para ferramenta de ampliação do repertório investigativo, desde que mediada por uma pedagogia que valorize consistentemente o processo sobre o produto final na aprendizagem matemática. Nesse processo, obstáculos converteram-se em motores para a criação de recursos didáticos inovadores e conexões da GE com o contexto local.

**5. Consolidação da Comunidade de Aprendizagem:** Por fim, o processo abriu caminho para a busca e a consolidação de uma comunidade de prática. Essa transição identitária – do professor individual para o coletivo – ecoa em outras experiências documentadas de formação colaborativa, como os EA, em que os participantes se reconhecem como “verdadeiros protagonistas” de uma “construção coletiva”, evidenciando um “pensar coletivo” que redefine seu papel na formação (SOUZA e WROBEL, 2017, p. 71-72).

A médio e longo prazo, e com o devido apoio institucional, esta comunidade pode se caracterizar, sobretudo, pela autogestão, pela eficácia coletiva e pela ressignificação da identidade profissional, transformando os envolvidos (e os dispostos a se envolver) de transmissores em mediadores, guias e coinvestigadores de sua prática.

Conforme detalhado na seção 5.2.4, a Dinâmica Colaborativo-Reflexiva (CA4) foi o motor que conferiu movimento a esta espiral, atuando como catalisadora da confiança, amplificadora da reflexão e sustentáculo da autoria docente. O mecanismo de retroalimentação, ilustrado no diagrama, garante o caráter não linear do processo. A busca pela consolidação de uma comunidade de aprendizagem prática realimenta o ambiente colaborativo, reiniciando o ciclo em um patamar qualitativamente superior, o que evidencia a natureza infinita e sempre emergente de propostas de EA, em torno de um tema matemático específico.



Como ilustração concreta desse "como", o processo foi metaforizado pelos próprios participantes como a construção colaborativa de uma "Máquina de Gerar Sólidos". Esta analogia funcionou como um recurso didático poderoso que alimentou a espiral formativa: cada ciclo de EA representava um ajuste ou uma nova peça nessa máquina, na qual tensões viravam engrenagens, descobertas viravam novas funcionalidades e a colaboração era a energia que a movia, tornando o abstrato processo de formação em uma imagem viva, compartilhada e contextualizada.

Em síntese, o modelo da espiral formativa dialética demonstra que uma formação docente continuada, pautada em uma proposta potencializadora de EA de GE é:

- **Relacional**, pois começa com a construção intencional de um ambiente colaborativo, seguro e horizontal;
- **Prática e Reflexiva**, ao avançar por meio de ciclos iterativos de planejamento, ação, observação e reflexão/*redesign*;
- **Conflituosa**, uma vez que cresce a partir da superação dialética de tensões, convertendo-as em motor de formação e desenvolvimento profissional;
- **Identitária**, ao resultar na ressignificação da própria identidade profissional, evidenciada na mudança de linguagem (do "eu" ao "nóis" e em reflexões como "*me ajuda a ver onde errei e como fazer diferente*") e na postura em sala de aula (do "*homi [sic], tu cortou o raciocínio do menino*" ao "*perdemos uma oportunidade de explorar mais a ideia*");
- **Sustentável**, pois, ao visar a consolidação de uma comunidade prática, colaborativa e de aprendizagem autogerida, propõe-se uma forma de a formação perdurar para além do programa pontual.

Portanto, a formação docente para ensinar GE ocorre por meio de uma espiral dialética em que a trajetória docente é reconfigurada ciclicamente. A investigação da prática, mediada pela colaboração, transforma tensões e adversidades – como a carência de recursos e a desconexão curricular – no próprio motor dialético de formação e desenvolvimento profissional.

O modelo resultante é uma estrutura conceptual (*framework*) sustentável e situada, que demonstra como os EA de GE podem ser operacionalizados no contexto amazônico, transformando professores em autores de uma prática pedagógica profundamente enraizada e continuamente transformadora.



### 5.3.2 A Hipótese da Tese posta à prova

A hipótese central desta pesquisa — a de que programas formativos baseados na abordagem de ensino por investigação-exploração, numa perspectiva de EA, constituem-se como uma abordagem promissora para a formação docente continuada — foi submetida ao crivo das evidências empíricas e não apenas se sustentou, mas revelou-se profunda e complexa. Os dados demonstram que o programa formativo de EA de GE não apenas se sustentou, mas revelou-se transformador, operando por meio de uma tríade — investigação/exploração, colaboração e reflexão crítica — que:

1. **Superou a fragmentação formativa**, ao complementar saberes disciplinares, mobilizar saberes curriculares, produzir saberes experienciais e ressignificar saberes da formação profissional (CA2) a partir de problemas reais de ensino. Esta superação é visível no estudo de Ponte et al. (2012, p. 14), em que os professores, através dos EA, “assumiram a relevância de integrarem na sala de aula tarefas mais desafiantes do que habitualmente faziam”. Essa atitude demonstra uma articulação entre saberes diversos na prática concreta e ecoa a importância de “integrar inovações no complexo ato de malabarismo da prática em sala de aula” (LEWIS e PERRY, 2017, p. 262, grifo nosso).

2. **Operacionalizou uma transposição didática interna**, na qual os professores (re)criaram ferramentas pedagógicas (a "Máquina", o Protocolo, Tarefas situadas – CA3). Este processo de recriação ativa é corroborado pela experiência dos professores em EA, experiência esta que levou a uma “reflexão mais aprofundada sobre a importância da realização de tarefas de exploração e investigação em sala de aula” (PONTE et al., 2012, p. 14), alinhando-se à observação de Lewis (2002, p. 12, grifo nosso) para quem os EA permitem aos educadores “pensar cuidadosamente sobre as metas de uma área de conteúdo específica, unidade e aula”.

3. **Ancorou a inovação no contexto local**, transformando o ensino de GE em ato culturalmente relevante e epistemicamente justo. Esta ancoragem é visível na forma como os professores, no estudo de Ponte et al. (2012, p. 17), utilizaram uma tarefa de diagnóstico para identificar dificuldades específicas dos alunos, ajustando a prática às necessidades do contexto, o que ressoa com a ideia de que EA bem-sucedidos começam “quando os professores concordam com um objetivo compartilhado de melhoria” (LEWIS, 2002, p. 8), frequentemente ligado ao desenvolvimento integral dos alunos em seu ambiente específico.

A corroboração da hipótese cristaliza-se, portanto, em três movimentos interligados de transformação docente observados nos dados: a transição do “caderninho de fórmulas” para a

249



mediação investigativa; a ressignificação do contexto local, de mera ilustração para núcleo gerador de problemas; e a evolução da execução solitária para a autogestão colaborativa. Estes movimentos encontram eco nos resultados de Lewis e Perry (2017, p. 292, grifo nosso), em que educadores "desenvolveram conhecimento e também o colocaram em prática na sala de aula", e na valorização da discussão coletiva, em que os alunos apresentaram "muitas maneiras diferentes de pensar e todas elas corretas" (PONTE et al., 2012, p. 16).

Assim, a eficácia dos EA mostrou-se potencializada pela sensibilidade às territorialidades, configurando-o não como uma metodologia universal, mas como um ecossistema de formação docente situado – em que a formação se faz pelo engajamento crítico com o contexto, os saberes e os sujeitos.

Esta conclusão corrobora a visão de Leal e Silva (2023) sobre a centralidade da formação continuada e é autenticada por Ponte et al. (2012, p. 19), ao afirmarem que "as aprendizagens dos professores se relacionam de modo estreito com o enfoque seguido na respectiva realização", reforçando a natureza contextualmente sensível dos EA como a base para uma formação verdadeiramente transformadora.

### 5.3.3. Contribuições teórico-metodológicas

Se a validação da hipótese confirmou o estatuto dos EA como um ecossistema promissor, cumpre agora detalhar as contribuições específicas que esta pesquisa oferece ao campo da formação docente para atuar no ensino de matemática. Desse modo, a presente investigação avança ao propor contribuições que transcendem o caso específico investigado, propondo ferramentas conceituais e analíticas com potencial para inspirar e reorientar novas pesquisas nesse campo, especialmente em contextos situados como o interior do Amazonas e outras realidades periféricas.

A primeira dessas contribuições consolida-se na proposição de um Arcabouço Situado da Espiral Dialética, um modelo analítico-pedagógico que captura a natureza não-linear, horizontal e recursiva dos processos formativos mediados por EA. Este arcabouço supera visões estanques e sequenciais ao demonstrar empiricamente como a colaboração, a investigação e a reflexão crítica se alimentam mutuamente num movimento transformador, oferecendo assim uma alternativa epistemológica aos modelos formativos tradicionais.

Metodologicamente, este trabalho consolida um Sistema de Análise Triangular baseado na articulação das categorias CA1 a CA4, constituindo uma ferramenta robusta para o mapeamento de processos formativos complexos, como o do caso investigado.



Este sistema permite operacionalizar categorias abstratas – como saberes, práticas pedagógicas e dinâmicas colaborativas – em indicadores analíticos precisos, mostrando-se replicável e adaptável a outras investigações no campo da formação de professores que lecionam matemática.

No plano conceitual, a análise desenvolvida gerou um conjunto de noções originais que enriquecem o vocabulário teórico da área. A "Máquina" emerge não apenas como um artefato, mas como um paradigma didático que encapsula a transição de um ensino reprodutivo para uma construção investigativa do conhecimento geométrico. A "superação do olhar daltônico" representa a significativa transição epistemológica dos professores, que passaram a enxergar o contexto não como mero pano de fundo, mas como fonte viva de problemas geométrico-espaciais.

Por sua vez, a "ressignificação do contexto" descreve o processo pelo qual elementos locais tornam-se núcleos geradores de conhecimento geométrico, ativando uma relação mais profunda e significativa com o território. Estes conceitos iluminam a tríade transformadora observada na prática docente: a transição do caderninho de fórmulas para a mediação investigativa; a mudança da ilustração superficial para a problematização contextual; e a evolução da execução solitária para a autogestão colaborativa.

No que se refere ao arcabouço investigativo da tese, este capítulo fornece respostas robustas e consistentes. A questão de pesquisa encontra sua resolução no modelo da espiral dialética, que demonstra como a formação continuada se efetiva por meio de processos recursivos, sustentados pela investigação coletiva da prática.

Os objetivos específicos são integralmente atendidos pela análise detalhada das categorias, que revelaram os mecanismos internos e as dimensões constitutivas da formação numa perspectiva de EA. Por fim, a hipótese central não apenas foi validada, mas também refinada, evidenciando que a sensibilidade às territorialidades não é um elemento acessório, mas uma condição fundamental para a efetividade e a potência transformadora dos EA.

A contribuição epistêmica mais significativa deste estudo reside na compreensão dos mecanismos de formação docente em contextos específicos e na validação de um modelo de EA sensível às territorialidades. Demonstrou-se, assim, que a GE pode operar como um eixo privilegiado para processos decoloniais da Educação Matemática, nos quais o contexto deixa de ser um cenário para se tornar um princípio curricular estruturador.

Na sequência, apresentamos as Considerações Finais desta tese, sintetizando essas conquistas e projetando os horizontes que esta investigação perspectiva abrir.



## ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

Se, como inspiram Ponte e seus colaboradores, a formação docente continuada que transforma pode brotar do chão da escola, esta Tese demonstra como esse broto floresceu no coração do interior do Amazonas. Tal como evidenciado por Quaresma e Ponte (2015), a participação em EA permite aos professores transitar de um modelo expositivo para uma abordagem investigativo-exploratória, na qual os alunos assumem um papel ativo na construção do conhecimento – uma transição claramente observada nesta pesquisa.

Professores, reunidos em torno de problemas reais do ensino de GE e imersos em uma atmosfera colaborativa, investigativa e reflexiva previamente negociada, reinventaram juntos suas práticas pedagógicas e seus saberes (disciplinares, curriculares, experienciais e da formação profissional). Como destaca Ponte (2008), este tipo de investigação colaborativa da própria prática não só ajuda a resolver problemas concretos do cotidiano escolar, como também promove a formação e o desenvolvimento profissional docente, fortalecendo a identidade desses profissionais. Nesse processo, tal como descrito por Lewis (2002), eles desenvolveram “os olhos para ver os alunos” – uma capacidade aguçada de observar e interpretar o engajamento e a compreensão desses atores, cultivada na execução e observação conjunta e na análise colaborativa.

A literatura corrobora que modelos de formação colaborativa, investigativa e reflexiva, como o aqui discutido, além de mais eficazes para a aprendizagem de alunos e professores, são significativamente mais valorizados pelos educadores em comparação com formações pontuais e descontextualizadas (Lewis e Perry, 2017).

A jornada aqui analisada transcende a descrição de um processo formativo “bem-sucedido” que, longe de adotar uma perspectiva positivista, oferece um modelo de ensino e formação pedagogicamente situado. De acordo com Quaresma e Ponte (2015), os EA favorecem uma atenção mais cuidadosa aos processos de raciocínio dos alunos, em especial à generalização e justificação, o que se alinha perfeitamente com a opção por um mergulho profundo em um tópico matemático – a Geometria Espacial trabalhada em um contexto específico: escolas do município de Eirunepé. Esta abordagem articula, por meio dos EA, o rigor conceitual da matemática com a riqueza do contexto local, revelando como a inovação pedagógica emerge do diálogo criativo entre saberes acadêmicos e comunitários. Conforme demonstrado por Lewis e Perry (2017), “a integração de recursos baseados em pesquisa ao *Lesson Study* constitui uma nova abordagem para o problema da 'escala', combinando as



forças da liderança docente e do conhecimento científico” (p. 1, tradução nossa).

As contribuições deste trabalho ressoam em múltiplas dimensões. Para a formação de professores, apresenta-se um caminho viável e transformador, ancorado na colaboração, na investigação e na reflexão, que supera modelos formativos fragmentados e descontextualizados – como demonstrado na transição do “*caderninho de fórmulas*” para a mediação investigativa (Seção 5.2.1.2). O processo, tal como evidenciado no estudo de referência, tem o poder de transformar a prática docente. Um participante do referido estudo observou que “nós, professores, interrompemos o pensamento de nossos alunos com excesso de apoios pedagógicos”, comprometendo-se, a partir de então, a “permitir que os alunos tenham tempo para lutar” com os problemas (LEWIS e PERRY, 2017, p. 31, tradução nossa).

Para o ensino de matemática, oferecem-se alternativas concretas e fundamentadas à geometria espacial desenraizada, revelando a potência de uma abordagem etnomatemática e investigativa – materializada no paradigma didático da 'máquina' analisado na Seção 5.2.3.1. Já para as políticas educacionais, sugere-se a valorização de comunidades de prática como estratégia sustentável e decolonial, em contraponto a cursos pontuais que frequentemente reproduzem lógicas de colonialidade do saber (Quijano, 2009).

Apesar do potencial transformador demonstrado, esta jornada também revelou tensões e desafios inerentes aos processos de mudança. A sustentabilidade da comunidade de prática para além do ciclo da pesquisa permanece um desafio em aberto. Contudo, como argumenta Ponte (2008), para que a investigação da própria prática se torne um elemento natural da cultura profissional, são essenciais condições institucionais favoráveis – tempo, recursos, apoio associativo e institucional – e um ambiente relacional baseado no diálogo, na horizontalidade e no cuidado mútuo. A tensão entre a agência do grupo e as estruturas curriculares e avaliativas tradicionais segue como barreira a ser transposta. Igualmente, evidencia-se a tensão entre a pedagogia investigativa e a cultura de ensino da matemática escolar baseada em respostas prontas – um desafio potencializado pelo acesso imediato a recursos de inteligência artificial, como evidenciado nas análises das Seções 5.2.1.4 e 5.3.1.

É imperativo reconhecer que os achados desta pesquisa estão circunscritos aos limites de um estudo de caso particular, desenvolvido em um contexto educacional muito específico: o município de Eirunepé-AM, com um grupo reduzido de quatro professores. Essa característica, inerente à opção metodológica, implica que não se busca aqui a generalização estatística ou a replicabilidade mecânica dos resultados. No entanto, a potência deste estudo reside justamente na profundidade com que descreveu e analisou os mecanismos de uma



formação docente situada. Ao fazê-lo, oferece o que Yin (2015) denomina de "generalização analítica", ou o que Stake (2007) chama de "transferibilidade": um modelo de processo, um arcabouço conceitual (a espiral dialética) e um repertório de estratégias que podem servir de lentes e inspiração para que outros grupos, em outros contextos amazônicos ou periféricos, possam (re)inventar suas próprias práticas formativas a partir do diálogo com este caso particular.

Este cenário exige a contínua renegociação de um contrato didático que valorize os processos de investigação e exploração. Por fim, o descompasso temporal entre processos formativos profundos e demandas imediatas do sistema educacional configura-se como uma contradição a ser enfrentada.

Longe de enfraquecer o estudo, tais limitações abrem férteis perspectivas para investigações futuras. Tornam-se necessários, portanto, estudos longitudinais que acompanhem a trajetória desta e de outras comunidades em processo de amadurecimento; investigações sobre a escalabilidade do modelo da espiral dialética em diferentes contextos; e aprofundamentos temáticos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo para GE; e, do mesmo modo, pesquisas que explorem como a inteligência artificial pode ser convertida de potencial adversária dos processos investigativos e exploratórios em aliada para o desenvolvimento do pensamento, do raciocínio e da capacidade de conjectura matemática e geométrica, sempre ancorada na mediação investigativa crítica dos atores principais do contexto escolar (aluno e professor).

Por fim, se a geometria espacial deixou de ser um conjunto de fórmulas abstratas para tornar-se ferramenta de leitura de um mundo imerso no contexto urbano amazônico – como na análise das formas de praças, igrejas, casas e dos diversos padrões da tecnoestrutura geométrica local; e se professores transitaram de executores a autores de seu currículo, então a maior contribuição desta pesquisa talvez seja demonstrar que a inovação pedagógica não precisa ser importada. Este achado ecoa o alerta de Lewis (2002) de que, para florescer em um novo contexto, um modelo de formação deve ser reinventado e não simplesmente transplantado, evitando assim a prática superficial que condenou muitas reformas do passado.

A 'máquina' de transformação já estava aqui. Seu combustível foi a colaboração; sua engrenagem, a reflexão crítica; e seu produto, uma geometria viva que, emergindo do chão da escola e de um contexto urbano cercado pela floresta, nos ensina que é possível aprender e ensinar matemática de outro modo – um modo mais significativo, mais justo e, finalmente, mais humano.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, P. **Investigações matemáticas na aula e no currículo**. Lisboa: APM, 1999.
- ALBUQUERQUE, A. C. Educação básica no contexto amazônico: metodologias ativas inseridas na aprendizagem matemática no ensino fundamental anos iniciais. In: SOBRENOME, N. (org.). **Título do livro**. 1. ed. São Paulo: Atena, 2025. p. 47-57.
- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que através da resolução de problemas? In: ONUCHIC, L. R. et al. (org.). **Resolução de problemas: teoria e prática**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 35-52.
- ALMEIDA, M. I. **Formação do professor do ensino superior: desafios e políticas institucionais**. São Paulo: Cortez, 2012.
- ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Tradução: Orlando Figueiredo. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. (Tendências em Educação Matemática).
- AMAZONAS. Conselho Estadual de Educação. **Referencial Curricular Amazonense: Ensino Fundamental Anos Finais**. Manaus: SEDUC-CEE/AM, 2019b.
- AMAZONAS. Secretaria de Estado de Educação e Desporto. **Referencial Curricular Amazonense: Ensino Médio**. Manaus: SEDUC-CEE/AM, 2020.
- AMAZONAS. Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino. **Referencial Curricular Amazonense: Ensino Fundamental Anos Iniciais**. Manaus: SEDUC-CEE/AM, 2019a.
- ANDRADE, E. C. **Um estudo das ações de professores de matemática em sala de aula**. 2016. 189 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
- ANDRADE, L. T. A escrita dos professores: textos em formação, professores em formação, formação em formação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 24, n. 85, p. 1297-1315, 2003.
- ASSIS, A. M. R. B. **Conhecimentos de combinatória e seu ensino em um processo de formação continuada: reflexões e prática de uma professora**. 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BACICH, L. Formação continuada de professores para o uso de metodologias ativas. In: MORAN, J.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 247-282.
- BALDIN, Y. Y.; FELIX, T. F. A Pesquisa de Aula (Lesson Study) como ferramenta de melhoria da prática na sala de aula. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife. **Anais [...]**. Recife: CIAEM, 2011. p. 1-12.



Disponível

em: [https://xiii.ciaemredumate.org/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/viewFile/2494/549](https://xiii.ciaemredumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/2494/549)

. Acesso em: 19 maio 2024.

BALDIN, Y.; ISODA, M.; OLFOS, R.; ESTRELLA, S. A STEM Cross-Border Lesson on Energy for Basic Education under APEC Lesson Study Project. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION – EAST ASIA REGIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS EDUCATION, 8., 2018, Taipei. **Proceedings** [...]. Taipei: National Taiwan Normal University, 2018. p. 236-247.

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

BARRETO, M. G. B. **Formação continuada: um desvelar de saberes dos professores da Educação Básica em diálogos reflexivos sobre a estrutura multiplicativa**. 2016. 257 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2016.

BARZANO, M. A. L.; MELO, A. C. Saberes da biodiversidade: perspectivas decoloniais no currículo do ensino de biologia. **Revista Teias**, v. 20, n. 59, p. 191-208, 2019.

BATISTA, C. C. **O estudo de aula na formação de professores de Matemática para ensinar com tecnologia: a percepção dos professores sobre a produção de conhecimento dos alunos**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

BATISTA, C. C.; PAULO, R. M.; EUFRÁSIO, N. P. L. O ensino de geometria espacial com realidade aumentada: contribuições de um estudo de aula. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 12, n. 29, p. 100-118, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.29.100-118>.

BLACK, P.; WILIAM, D. Assessment and Classroom Learning. **Assessment in Education**, v. 5, p. 7-74, 1998.

BLANCO-ÁLVAREZ, H.; CASTELLANOS, M. T. La formación de maestros reflexivos sobre su propia práctica y el estudio de clase. In: MUNHOZ, A. V.; GIONGO, I. M. (org.). **Observatório da educação III: práticas pedagógicas na educação básica**. Porto Alegre: Criação Humana/Evangraf, 2017. p. 231. Disponível

em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/230/pdf\\_230.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/230/pdf_230.pdf). Acesso em: 12 set. 2025.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução: Maria João Alvarez et al. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Tecnologias digitais na educação: ensino e aprendizagem com o uso do computador**. São Paulo: Artmed, 2019.

BORER, V. L. Les savoirs: un enjeu crucial de l'institutionnalisation des formations à l'enseignement. In: HOFSTETTER, R. et al. **Savoirs en (trans)formation: au cœur des professions de l'enseignement et de la formation**. Bruxelles: De Boeck Université, 2009. p. 41-58.



BORGES, R.; FIORENTINI, D.; KRAPAS, S. **Formação de professores de Matemática: histórico, políticas e práticas**. São Paulo: Cortez, 2011.

BORGES, R. **Saberes construídos e ressignificados por um professor de Matemática da Educação Básica quando investiga a sua prática pedagógica**. 2018. 89 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. **Decreto nº 6.755, de 29 de janeiro de 2009**. Institui a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jan. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo escolar da educação básica 2022: notas estatísticas**. Brasília: Inep, 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Nota técnica nº 20, de 21 de novembro de 2014**. Indicador de adequação da formação do docente da educação básica. Brasília: Inep, 2014. Disponível

em: [https://download.inep.gov.br/informacoes\\_estatisticas/indicadores\\_educacionais/2014/do\\_cente\\_formacao\\_legal/nota\\_tecnica\\_indicador\\_docente\\_formacao\\_legal.pdf](https://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2014/do_cente_formacao_legal/nota_tecnica_indicador_docente_formacao_legal.pdf). Acesso em: 27 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC, 2018a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.



BRASILEIRO, A. M. M. **Como produzir textos acadêmicos e científicos**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2022.

BRIONES GANGA, M.; LÓPEZ LÓPEZ, C. A.; OLIVARES-AGUILERA, J. E. Resignificación del concepto de volumen. Un estudio de clases desde un análisis infinitesimal. In: PINA NEVES, R. S.; FIORENTINI, D. (org.). **Seminário Internacional de Lesson Study no Ensino de Matemática (SILSEM): anais**. Vitória: Edifes, 2022. p. 179-186.

BRUNER, J. **O processo da educação**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1991.

CAGLIARI, L. C. **Alfabetização & Linguística**. São Paulo: Scipione, 2009.

CALLAHAN, K. Listening responsively. **Teaching Children Mathematics**, v. 18, n. 5, p. 296-305, 2011.

CARRILO, J. et al. Determining Specialized Knowledge for Mathematics Teaching. In: UBUZ, B.; HASER, C.; MARIOT, M. A. (ed.). **Proceedings of the CERME 8**. Antalya: Middle East Technical University, 2013. p. 2985-2994.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, J. E. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. Goiânia: Decklei, 2015.

CARVALHO, L. S. O estudo de aula como método de avaliação. **Revista de Estudos em Linguagem**, v. 26, n. 1, p. 15-24, 2018.

CASTRO, B. P.; PEREIRA, A. A. S. Educação matemática no ensino fundamental: matemática de caráter prático nos anos iniciais. **Revista Científica UNIFAGOC**, v. 1, 2020. ISSN 2525-488X.

CASTRO, J. F. **Um estudo sobre a própria prática em um contexto de aulas investigativas de matemática**. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Educação Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Paris: La Pensée Sauvage, 1991.

COCHRAN-SMITH, M.; LYTTLE, S. L. Relationship of knowledge and practice: Teacher learning in communities. **Review of Research in Education**, v. 24, p. 249-305, 1999.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CORRÊA, A. C. G. **Educação matemática crítica: perspectivas para a formação de professores**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

CORREIA, D. S. **O desenvolvimento profissional de professores que ensinam as estruturas multiplicativas**. 2018. 199 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2018.



CORTESÃO, L. **O arco-íris na sala de aula? Processos de organização de turmas: Reflexões críticas**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 2003. (Cadernos de Organização e Gestão Curricular).

COSTA, N. C. et al. A ruptura do paradigma cartesiano no Ensino de Matemática. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 373-390, 2020.

CRECCI, V.; PAULA, A. P. M.; FIORENTINI, D. Desenvolvimento profissional de uma professora dos anos iniciais que participa de um Lesson Study híbrido. **Educere et Educare**, v. 14, n. 32, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/22755/14923>. Acesso em: 2 jul. 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução: Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CUNHA, H.; OLIVEIRA, H.; PONTE, J. P. Investigações matemáticas na sala de aula. 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242306039>. Acesso em: 12 set. 2025.

D'AMBROSIO, U. Armadilha da Mesmice em Educação Matemática. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, ano 18, n. 24, p. 95-110, 2007.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 189-204, 2018b.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: motivações, desenvolvimento e ações. **Ensino em Revista**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 536-542, 2018a.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática em formação**. Campinas: Papirus, 2013.

D'AMBROSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005. Disponível

em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022005000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000100007). Acesso em: 20 ago. 2021.

DA SILVA, I. M. **A relação do professor com o saber matemático e os conhecimentos mobilizados em sua prática**. 2014. 215 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

DALBOSCO, C. A. Pesquisa educacional e experiência humana na perspectiva hermenêutica. **Cadernos de Pesquisa**, v. 44, n. 154, p. 1028-1051, 2014.

DOI: <https://doi.org/10.1590/198053142820>. Acesso em: 2 maio 2024.

DE LIMA, F. J. **Docência em Matemática e formação em serviço: um estudo sobre a epistemologia da prática em torno do conceito de professor reflexivo**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.



DE ROSSI, G. Descentralização, neoliberalismo e reformas educacionais na América Latina: tendências e perspectivas. **Educação e Sociedade**, v. 22, n. 75, p. 153-172, 2001.

DELEUZE, G. **Conversações**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1992.

DELEUZE, G. **Espinosa: filosofia prática**. São Paulo: Escuta, 2002.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia**. v. 3. Rio de Janeiro: Editora 34, 1996.

DIAS, R. C. **Práticas letivas na Formação Inicial de Professores de Matemática: contribuições do ensino exploratório na construção do conhecimento profissional**. 2018. 221 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2018.

DIEGUES, A. C. (org.). **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil**. São Paulo: MMA/COBIO/NUPAUB/USP, 2000. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/handle/123456789/750>. Acesso em: 28 mar. 2025.

DIENES, Z. **As seis etapas do processo de aprendizagem em matemática**. São Paulo: EPU, 1972.

DOCHY, F.; SEGERS, M.; SLUIJSMANS, D. The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. **Studies in Higher Education**, v. 24, n. 3, p. 331-350, 1999.

DUBAR, C. **A socialização: construção das identidades sociais e profissionais**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

ELLIOTT, J. What is lesson study? **European Journal of Education**, v. 54, n. 2, p. 175-188, 2019.

ESTRELLA, S.; MENA-LORCA, A.; OLFOS, R. Lesson Study in Chile: a very promising but still uncertain path. In: QUARESMA, M. et al. (ed.). **Mathematics lesson study around the world: theoretical and methodological issues**. Springer, 2018. p. 105-122. DOI: 10.1007/978-3-319-75696-7.

FELÍCIO, H.; SCHIABEL, D. Expressões da “docência compartilhada” na formação inicial de professores. **Práxis Educacional**, v. 14, n. 30, p. 135-151, 2018. DOI: 10.22481/praxis.v14i30.4364. Disponível em: [Link]. Acesso em: 6 out. 2022.

FELIX, T. F. **Pesquisando a melhoria de aulas de matemática segundo a proposta curricular do Estado de São Paulo, com a Metodologia da Pesquisa de Aula (Lesson Study)**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010. Disponível em: <http://ppgece.ufscar.br>. Acesso em: 12 set. 2025.

FELIX, E.; AZEVEDO, A. J. Geometria: como trabalhar os conceitos geométricos nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2015.



FERNANDES, A. M. A formação do professor para o ensino por investigação. **Educação em Revista**, v. 35, e195089, 2019.

FERNANDES, C. A. X. **Formação em serviço de um professor de matemática mediada pelo professor coordenador**. 2020. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, 2020.

FERNÁNDEZ, C.; CANNON, J.; CHOKSHI, S. A US–Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. **Teaching and Teacher Education**, v. 19, p. 171-185, 2003.

FILHO, A. D. P. **Formação continuada de professores do ensino médio para uma aula investigativa sobre probabilidade**. 2018. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2018.

FIORENTINI, D. A pesquisa e as práticas de formação de professores de Matemática em face das políticas públicas no Brasil. **Bolema**, n. 29, p. 43-70, 2008.

FIORENTINI, D. **História da educação Matemática no Brasil: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: UNESP, 1994.

FIORENTINI, D.; JIMÉNEZ, A. (org.). **Histórias de aulas de Matemática: compartilhando saberes profissionais**. Campinas: FE/CEMPEM, 2003.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. (org.). **Por trás da porta, que matemática acontece?** Campinas: Gráfica da FE/UNICAMP/CEMPEM, 2001.

FIORENTINI, D. **Pesquisa em educação Matemática: concepções e perspectivas**. Campinas: Autores Associados, 2010.

FIORENTINI, D. Uma história de reflexão, investigação e escrita sobre a prática escolar em matemática. In: FIORENTINI, D.; CRISTÓVÃO, E. M. (org.). **Histórias e investigações de/em aulas de Matemática**. 2. ed. Campinas: Alínea, 2010. p. 13-36.

FIORENTINI, D.; CRECCI, V. Desenvolvimento Profissional DOCENTE: Um Termo Guarda-Chuva ou um novo sentido à formação? **Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 5, n. 8, p. 11-23, 2013.

FIORENTINI, D.; CRISTÓVÃO, E. M. (org.). **Histórias e investigações de/em aulas de Matemática**. 2. ed. Campinas: Alínea, 2010.

FIORENTINI, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. p. 53-85.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FONSECA, M. C. F. R. et al. **O ensino de geometria na escola fundamental: três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FREIRE, P. **Cartas à Cristina**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.



FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 68. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Unesp, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 68. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019b.

FREITAS, H. C. L. Formação de professores no Brasil: 10 anos de embate entre projetos de formação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 136-167, 2002.

GAIGHER, V. R. **Formação do professor de matemática em aulas de resolução de problemas a partir de ações colaborativas e reflexivas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível

em: [https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/254/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Forma%C3%A7%C3%A3o\\_professor\\_matem%C3%A1tica\\_aulas.pdf](https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/254/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Forma%C3%A7%C3%A3o_professor_matem%C3%A1tica_aulas.pdf). Acesso em: 12 set. 2025.

GARCIA, D.; CECÍLIO, S. (org.). **Formação e profissão docente em tempos digitais**. Campinas: Alínea, 2009. p. 217-235.

GATTI, B. A. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 28, n. 1, p. 13-34, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbpaee/article/view/36066>. Acesso em: 12 set. 2025.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.

GERALDI, C. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. (org.). **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado de Letras/ALB, 1998.

GHEDIN, E. **Refletir e agir na prática pedagógica**. São Paulo: Esfera Educacional, 2010.

GHEDIN, E. **Reflexão sobre a prática pedagógica: implicações para a formação docente**. São Paulo: Esfera Educacional, 2019.

GHEDIN, E. Professor reflexivo: da alienação da técnica à autonomia da crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006. p. 129-150.

GHEDIN, E. Tendências e dimensões da formação do professor na contemporaneidade. In: CONGRESSO NORTE PARANAENSE DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR, 2009, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: UEL, 2009. p. 1-28.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.



GIMENO SACRISTÁN, J. **O aluno como invenção**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GIMENO SACRISTÁN, J. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

GIRALDO, V. Formação de professores de matemática: para uma abordagem problematizada. **Ciência & Cultura**, v. 70, n. 1, p. 37-42, 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000100012>.

GIRALDO, V. Prefácio. In: SOUZA, M. A. V. F.; WROBEL, J. S. **Café, leite e matemática**. Vitória: Edifes, 2017. p. 7-9. e-book. ISBN 978-85-8263-248-2.

GIRALDO, V.; FERNANDES, F. S. Caravelas à vista: giros decoloniais e caminhos de resistência na formação de professoras e professores que ensinam matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 12, n. 30, p. 467-501, 2019.

GOMES, F. L. **Grupo colaborativo: desenvolvimento profissional, produção e ressignificação de saberes docentes para o ensino de geometria**. 2018. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

GOMES, F. L.; SILVA-FORSBERG, M. C.; MELO, G. F. A. Pesquisas sobre a mobilização de saberes docentes numa perspectiva de estudos de aula de Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, a23, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v14n2a23>.

GRANDO, R. C.; NACARATO, A. M.; GONÇALVES, L. M. G. Compartilhando saberes em geometria: investigando e aprendendo com nossos alunos. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 39-56, 2008. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 18 jul. 2024.

GROSSI, M. G. R. Aprendizagem pela análise de prática em serviço: um estudo de caso com professores em uma escola pública de Brasília. **Revista Ibero-americana de Estudos em Educação**, v. 9, n. 1, p. 188-205, 2014.

GUALANDI, J. H. **Os reflexos de uma formação continuada na prática profissional de professores que ensinam Matemática**. 2019. 169 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

HALL, S. **A identidade cultural na pós-modernidade**. Rio de Janeiro: DP&A, 2016.

HART, L. C.; ALSTON, A. S.; MURATA, A. (ed.). **Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education: Learning Together**. Springer, 2011.

HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.

HIRATSUKA, P. I. O lúdico na superação de dificuldades no ensino de geometria. **Educação em Revista**, Marília, v. 7, n. 1/2, p. 55-66, 2006.

HOFFER, A. Geometry is more than proof. **The Mathematics Teacher**, v. 74, n. 1, p. 11-18, 1981.



HUME, D. **Investigação sobre o entendimento humano**. São Paulo: Nova Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 1999.

INSTITUTO UNIBANCO; CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE EDUCAÇÃO; MOVIMENTO PELA BASE. **Ensino Médio no Brasil: Distribuição dos tempos por áreas e componentes curriculares**. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/PesquisaTemposEM>. Acesso em: 27 maio 2024.

ISODA, M. Una breve historia del Estudio de Clases de Matemáticas en Japón. In: ISODA, M.; ARACAVI, A.; LORCA, A. M. (ed.). **El Estudio de Clases Japonés en Matemáticas: Su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global**. Salesianos, 2012. p. 34-41.

ISODA, M.; NAKAMURA, T. The theory of Problem Solving Approach on Lesson Study for All APEC Economies. **Journal of Japan Society of Mathematical Education**, v. 93, n. 9, p. 2-17, 2011.

ISODA, M. et al. **Japanese lesson study in mathematics: Its impact, diversity and potential for educational improvement**. World Scientific, 2007.

JOSSO, M. C. **Experiências de vida e formação**. Tradução: José Cláudio, Júlia Ferreira. 2. ed. Natal: EDUFRN, 2010.

KASTRUP, V. O funcionamento da atenção no trabalho do cartógrafo. In: PASSOS, E.; KASTRUP, V.; ESCÓSSIA, L. (org.). **Pistas do método da cartografia: pesquisa-intervenção e produção de subjetividade**. Porto Alegre: Sulina, 2012. p. 32-51.

KENSKI, V. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2012.

KNIJNIK, G. Etnomatemática, currículo e formação de professores. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**, v. 5, n. 1, p. 4-22, 2012.

KONZEN, S.; BERNARDI, L. T. M. S.; CECCO, B. L. O campo do ensino de geometria no Brasil: do Brasil colônia ao período do regime Militar. **Hipátia**, v. 2, n. 2, p. 58-70, 2017. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/hipatia/article/view/712>. Acesso em: 8 ago. 2024.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2019.

LEWIS, C. Does Lesson Study Have a Future in the United States? **Journal of the Nagoya University Department of Education**, n. 1, p. 1-23, 2002.

LEWIS, C.; PERRY, R. Lesson Study to Scale Up Research-Based Knowledge: A Randomized, Controlled Trial of Fractions Learning. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 48, n. 3, p. 261-299, 2017.



LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 37. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

LIMA, G. S. Pesquisa sobre a própria prática docente: uma possibilidade de empoderamento para o professor. **Revista Cerrados**, Goiânia, v. 26, n. 42, p. 1-16, 2017.

LOCKE, J. **Ensaio acerca do entendimento humano**. São Paulo: Nova Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).

LOPES, E. B.; GHEDIN, E.; MASCARENHAS, S. A. N. Desafios na formação de professores na Amazônia brasileira na perspectiva da etnomatemática. **RECH – Revista Ensino de Ciências e Humanidades**, Manaus, v. 5, n. 2, p. 455-456, 2019.

LOPES, V. C.; RAMOS, F. P. A implementação de atividades investigativas no ensino de ciências: desafios e possibilidades. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 1-24, 2020.

LORENZATO, S. A. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006. (Coleção Formação de Professores).

LORENZATO, S. A. Por que não ensinar geometria? **A Educação Matemática em Revista**, Blumenau, ano III, n. 4, p. 3-13, 1995.

LORENZONI, C. A.; SILVA, C. S. Geometria em práticas e artefatos das etnias Tupinikim e Guarani do Espírito Santo. **Revista de Etnomatemática**, v. 1, p. 1-15, 2008.

LORENZONI, C. A. **Cestaria Guarani do Espírito Santo numa perspectiva etnomatemática**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

LOSANO, A. L. et al. Experiência de Lesson Study Híbrido na formação continuada de professores que ensinam matemática: o caso do Grupo de Sábado/Unicamp. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE LESSON STUDY NO ENSINO DE MATEMÁTICA, 2021, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Edifes, 2021. p. 94-102.

LUCENA, I. C. R. Etnomatemática e transdisciplinaridade: a propósito do GEMAZ. In: MENDES, I. A.; LUCENA, I. C. R. (org.). **Educação Matemática e Cultura Amazônica: fragmentos possíveis**. Belém: Açaí, 2012. p. 45-60.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 25. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, E. S. **Saberes da ação pedagógica sob a perspectiva da matriz 3x3**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2., 2004, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: SIPEQ, 2004. 1 CD.

MANZINI, E. J. **Entrevista: definição e classificação**. Marília: Unesp, 2004.



MARTIN, D. Formation professionnelle en éducation et savoirs enseignants: Analyse et bilan des écrits anglo-saxons. In: COLLOQUE DE L'AQUFOM, 1., 1992, Trois-Rivières. **Anais** [...]. Trois-Rivières: UQTR, 1992.

MARTIN, D. Nature du savoir enseignant: Analyse des écrits anglo-saxons. In: MAINGUY, E. et al. **Compétence et formation des enseignants**. Trois-Rivières: Publications des Sciences de l'Éducation, 1993. p. 289-304.

MATOS, M. D. G. **Práticas investigativas no ensino de Geometria: contribuições para ação docente**. 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

MATSUDA, Y. Lesson study na educação matemática: possibilidades e limites. **Zetetiké**, v. 24, n. 47, p. 105-119, 2016.

MELO, G. F. **Pedagogia universitária: aprender a profissão, profissionalizar a docência**. Curitiba: CRV, 2018.

MELO, G. F. Socialização e desenvolvimento profissional de docentes bacharéis: contribuições teóricas para o debate. **Revista de Iniciação à Docência**, Jequié, v. 5, n. 1, p. 24-39, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22481/rid-uesb.v5i1.6806>. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rid/article/view/6806>. Acesso em: 27 maio 2024.

MERICHELLI, Marco Aurélio Jarreta; CURI, Edda. Estudos de Aula (“Lesson Study”) como metodologia de formação de professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 15–27, 2016. DOI: 10.26843/rencima.v7i4.1202. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/1202>. Acesso em: 6 mar. 2026.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2018.

MIGNOLO, W. Desafios decoloniais hoje. **Epistemologias do Sul**, Foz do Iguaçu, n. 1, p. 12-32, 2017.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

MIRANDA, M. S. **Escola como espaço de (re)significação de conhecimentos matemáticos para o ensino: a constituição de um grupo que estuda o currículo e investiga a própria prática**. 2019. 260 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2019.

MIRANDA, B.; TINTI, J. Formação continuada de professores que ensinam matemática: reflexões sobre uma prática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 105, n. 1, p. 1-25, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.105i1.5457>. Acesso em: [data de acesso].

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 2012.



MORAIS, S. P. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: elaboração de roteiros de estudo para ‘salas sem paredes’. In: MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papirus, 2012. p. 135-150.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2013.

MORAN, J.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 295-426.

MOREIRA, D. A. A teoria da aprendizagem significativa crítica pode fazer sentido para a educação do século XXI? **Revista Pensamento Educacional**, v. 9, n. 22, p. 1-16, 2018.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M.; TOMAZ, V. S. Matemática Escolar, Matemática Acadêmica e Matemática do Cotidiano: uma teia de relações sob investigação. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 15, n. 1, p. 42-60, 2013.

MORICONI, G.; GIMENES, N.; LEME, L. **Volume de trabalho dos professores dos anos finais do ensino fundamental: uma análise comparativa entre Brasil, Estados Unidos, França e Japão**. Ribeirão Preto: D<sup>3</sup>e, 2021.

MORIN, E. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MOTA, J. F. **Um estudo de planos, cilindros e quádricas, explorando seções transversais, na perspectiva da habilidade de visualização, com software WinPlot**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOURA, M. B. **Formação continuada de professores e a metodologia de ensino por investigação nos anos iniciais do Ensino Fundamental de Paraúna-GO**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Goiás, Jataí, 2016.

MOYSÉS, L. B.; COLL, C. **Aprendizagem mediada pelo trabalho em grupo**. São Paulo: Ática, 2001.

MÜLLER, Ana Paula Krein; QUARTIERI, Marli Teresinha. Metodologia de Estudos de Aula com professoras dos anos iniciais: inserção de práticas experimentais e tecnológicas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 28, e280044, p. 1-23. 2023.

MURATA, A. Introduction: conceptual overview of lesson study. In: HART, L. C.; ALSTON, A. S.; MURATA, A. (ed.). **Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education: Learning Together**. Springer, p. 1-12. 2011.

MUSSANTI, S. I. Socialização profissional. In: OLIVEIRA, D. A.; DUARTE, A. M. C.; VIEIRA, L. M. F. **Dicionário: trabalho, profissão e condição docente**. Belo Horizonte: UFMG/FE, 2010. CD-ROM.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores**. São Carlos: EdUFSCar, 2003.



NACARATO, A. M. A Geometria no Ensino Fundamental. In: SISTO, F. F.; DOBRANSZKY, E. A.; MONTEIRO, A. (org.). **Matemática e aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 84-99.

NAGY, M. C. **Trajetórias de Aprendizagem de Professoras que Ensinam Matemática em uma Comunidade de Prática**. 2013. 197 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

NASCIMENTO, S. P. A. **Desenvolvimento profissional de uma educadora matemática em Educação Estatística**. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

NICOLESCU, B. Um novo tipo de conhecimento: transdisciplinaridade. In: ENCONTRO CATALISADOR DO CETRANS, 1., 1999, Itatiba. **Anais [...]**. Itatiba: CETRANS, 1999.

NODDINGS, N. Professionalization and Mathematics Teaching. In: GROUWS, D. (ed.). **Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 197-208.

NOVAK, J. D. **A theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

NÓVOA, A. Formação do professor e profissão docente. In: MACHADO, J. P. (org.). **Saberes, práticas e formação dos professores**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 10-33.

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1999.

NÓVOA, A. **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2009.

OBSERVATÓRIO DO PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Relatório de monitoramento da pesquisa sobre o cumprimento do Plano Nacional de Educação (PNE): 2018**. São Paulo: Ação Educativa, 2019.

OLIVEIRA, C. M. S. **Formação de professores para educação infantil: uma investigação acerca do ensino de formas geométricas**. 2019. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, E. V. F. R. **Formação continuada de professores e sua reflexão: estudo de situações do campo conceitual aditivo**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, T. **Aprendizagem e constituição profissional de uma professora de Matemática: um estudo de si**. 2015. 184 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

ORTIGÃO, M. I. R. A Sala de Aula de Matemática: avaliação das práticas docentes. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 33, p. 117-140, 2009. Disponível em: [Link]. Acesso em: 12 set. 2022.

PASSOS, C. L. B. et al. Desenvolvimento profissional do professor que ensina Matemática: uma meta-análise de estudos brasileiros. **Quadrante**, Lisboa, v. 15, n. 1-2, p. 93-219, 2006.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, Campinas, n. 1, p. 7-17, 1993.



PEREIRA, M. R. O. **A Geometria escolar: uma análise dos estudos sobre o abandono de seu ensino**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

PEREIRA, S. A. V. **O estudo de aula na ressignificação de saberes docentes de professores dos anos iniciais, ao vivenciar um grupo de estudo sobre medidas**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.

PEREIRA, S. A.; GODOY, E. V. Decolonialidade na Educação Matemática: uma revisão sistemática de literatura. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 19, n. 42, p. 53-69, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia>. Acesso em: 27 jun. 2023.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PERRY, R.; LEWIS, C. What is successful adaptation of lesson study in the US? **Journal of Educational Change**, v. 10, p. 365-391, 2009.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **Gênese das estruturas lógicas elementares**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2014.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. **Nuances**, Presidente Prudente, v. 3, p. 1-15, 1997. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/50>. Acesso em: 12 set. 2024.

PIMENTA, S. G. (org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com formação docente. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, 2005.

NEVES, R. S. P.; FIORENTINI, D. (org.). **Seminário Internacional de Lesson Study no Ensino de Matemática (SILSEM): anais**. Vitória: Edifes, 2022.

NEVES, R. S. P.; FIORENTINI, D.; MACEDO, A. D. R. Lesson Study na Formação Inicial de Professores de Matemática: em foco a Iniciação à Prática Profissional e o Estágio Curricular Supervisionado. In: NEVES, R. S. P.; FIORENTINI, D. (Org.). **Seminário Internacional de Lesson Study no Ensino de Matemática (SILSEM)**. Vitória, ES: Edifes Parceria, 2022. p. 85-93.



PLACCO, V. M. N. S.; ABRAHÃO, M. H. S. A. A avaliação como processo regulatório do ensino e aprendizagem. In: CAMARGO, A. C. **Os desafios da avaliação na educação: o papel regulatório da avaliação e a formação docente**. São Paulo: IDeS, 2009. p. 45-60.

PONTE, J. P. A investigação educacional sobre o ensino: perspectivas. **Educação & Matemática**, Lisboa, n. 28, p. 18-23, 1992.

PONTE, J. P. Estudos de aula e oferta de professores. **Cadernos do CERU**, v. 24, n. 2, p. 11-28, 2013.

PONTE, J. P. Investigação do processo de ensino-aprendizagem: implicações para a formação de professores. **Zetetiké**, Campinas, v. 13, n. 23, p. 71-89, 2005.

PONTE, J. P. et al. Aprendizagens profissionais dos professores através dos estudos de aula. **Perspectivas da Educação Matemática**, n. 5, p. 7-24, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/22605>. Acesso em: 15 abr. 2022.

PONTE, J. P.; FONSECA, G. Estudos de Aula com Professores que ensinam Matemática em Portugal. In: NEVES, R. S. P.; FIORENTINI, D. (Org.). **Seminário Internacional de Lesson Study no Ensino de Matemática (SILSEM)**. Vitória, ES: Edifes Parceria, 2022. p. 77-84.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. **O ensino da matemática em mudança: tendências e desafios**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2003.

PONTE, J. P. et al. O Estudo de Aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 868-891, 2016.

PONTE, J. P. et al. **Programa de Matemática do ensino básico: versão final**. Lisboa: Ministério da Educação, 2007.

PONTE, J. P. Investigar a nossa própria prática. In: GTI (org.). **Refletir e investigar sobre a prática profissional**. Lisboa: APM, 2002. p. 5-28.

PONTE, J. P. Investigar a nossa própria prática: uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. **Revista de la Universidad de Granada**, v. 2, n. 4, p. 153-180, 2008.

PONTE, J. P. Investigar, Ensinar e Aprender. In: **Atas do ProfMat**. Lisboa: APM, 2003. p. 25-39.

PONTE, J. P. O desenvolvimento profissional do professor de matemática. **Educação e Matemática**, Lisboa, n. 31, p. 9-12, 1994.

PONTE, J. P. Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática. **Educar**, n. 24, p. 37-66, 2004.

PONTE, J. P.; BAPTISTA, M.; VELEZ, I.; COSTA, E. Aprendizagens profissionais dos professores através dos estudos de aula. **Perspectivas da Educação Matemática**, n. 5, p. 7-24, 2012.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.



PONTE, J. P. O que querem dizer os resultados dos alunos nos testes internacionais de Matemática? **Relatório técnico interno**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2008.

PONTE, J. P.; ALONSO, H. **Tarefas matemáticas exploratórias em contexto com tecnologia móvel**. São Paulo: Blucher, 2017.

PONTE, J. P. Explorar e investigar em matemática: uma actividade fundamental no ensino e na aprendizagem. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 21, p. 13-30, 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUARESMA, E. O.; NAZARÉ, M. L. Os saberes tradicionais e a Educação Matemática na Amazônia. **Revista Foco**, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 1-17, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n3-016.

QUARESMA, M.; PONTE, J. P. Comunicação, tarefas e raciocínio: aprendizagens profissionais proporcionadas por um estudo de aula. **Zetetiké**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 297-310, 2015. DOI: 10.20396/zet.v23i44.8646540. Disponível em: [Link]. Acesso em: 6 out. 2022.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: QUIJANO, A. **A colonialidade do saber: etnocentrismo e ciências sociais – perspectivas latino-americanas**. Buenos Aires: CLACSO, 2005. p. 107-126.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (org.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra: Almedina, 2009. p. 73-118.

RICHIT, A.; PONTE, J. P.; QUARESMA, M. Aprendizagens Profissionais de Professores Evidenciadas em Pesquisas sobre Estudos de Aula. **Bolema**, Rio Claro, v. 35, n. 70, p. 1107-1137, 2021.

RICHIT, A.; TOMKELSKI, M. L. Conhecimento e desenvolvimento profissional de professores em Estudos de Aula. In: NEVES, R. S. P.; FIORENTINI, D. (Org.). **Seminário Internacional de Lesson Study no Ensino de Matemática (SILSEM)**. Vitória, ES: Edifes Parceria, 2022. p. 104-112.

RICHIT, A.; TOMKELSKI, M. L. Aprendizagens profissionais de professores de matemática do ensino médio no contexto dos estudos de aula. **Acta Scientiae**, v. 22, n. 3, p. 2-27, 2020.

RIOS, S. O.; COSTA, J. M. A.; MENDES, V. L. P. S. A fotografia como técnica e objeto de estudo na pesquisa qualitativa. **Discursos Fotográficos**, v. 12, n. 20, p. 98-120, 2016. Disponível em: [Link]. Acesso em: 12 set. 2025.

ROCHA, J. P. O ensino por investigação no ensino de ciências: possibilidades e desafios para o professor. In: ALMEIDA, S. M.; SANTOS, J. S.; LACERDA, C. F. (org.). **Desafios e perspectivas na educação básica contemporânea**. São Paulo: DHeditora, 2020. p. 31-44.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: Artmed, 2020.



SANTOS, A. M. Estudo de aula como estratégia de avaliação formativa. **Cadernos de Pesquisa em Educação**, v. 39, n. 138, p. 27-42, 2019.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S. Contextualização no ensino-aprendizagem da matemática: princípios e práticas. **Educação em Rede: formação e prática docente**, Cachoeirinha, v. 4, n. 5, p. 59-75, 2015.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (org.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra: Almedina, 2009. p. 23-72.

SANTOS, C. A.; NACARATO, A. M. **Aprendizagem em Geometria na Educação Básica: a fotografia e a escrita na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

SANTOS, E.; SILVEIRA, D. R. B. Pesquisa de intervenção com Lesson Study para o ensino de Matemática: uma revisão. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 181-204, 2018. Disponível

em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rencima/article/view/12013>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SANTOS, L. L. Formação continuada de professores: desafios e perspectivas. In: GUEDES, M. C.; OLIVEIRA, M. A. V.; OLIVEIRA, C. M. R. (org.). **Formação de professores: políticas, práticas e desafios**. Curitiba: CRV, 2011. p. 29-56.

SANTOS, V. F.; MADRUGA, Z. E. F. A etnomatemática como base para análise das relações comerciais dos feirantes da feira municipal de Amargosa – BA. **RIEcim**, Araguaína, v. 1, n. 2, p. 40-57, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Triangulacao-dos-dados\\_fig1\\_370782780](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Triangulacao-dos-dados_fig1_370782780). Acesso em: 17 maio 2024.

SAUNDERS, M.; TOWNSEND, K. Choosing participants. In: CASSELL, C.; CUNLIFFE, A.; GRANDY, G. (ed.). **The SAGE Handbook of Qualitative Business and Management Research Methods: History and Traditions**. Londres: Sage, 2019. p. 480-492.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. São Paulo: Cortez, 2007.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo**. Porto Alegre: Artmed, 1987.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 57-94.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE EIRUNEPÉ. **Proposta Curricular do Ensino Fundamental: 6º ano**. Eirunepé: SEMED/ERN, [s.d.]. 147 p. PDF.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE EIRUNEPÉ. **Proposta Curricular do Ensino Fundamental: 8º ano**. Eirunepé: SEMED/ERN, [s.d.]. 147 p. PDF.



SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE EIRUNEPÉ. **Proposta Curricular do Ensino Fundamental: 1º ao 5º ano – Matemática**. Eirunepé: SEMED/ERN, [s.d.]. 64 p. PDF.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE EIRUNEPÉ. **Proposta Curricular do Ensino Fundamental: 7º ano**. Eirunepé: SEMED/ERN, [s.d.]. 189 p. PDF.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE EIRUNEPÉ. **Proposta Curricular do Ensino Fundamental: 9º ano**. Eirunepé: SEMED/ERN, [s.d.]. 190 p. PDF.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, C. R. S.; COSTA, L. F. M. Transdisciplinaridade e ecoformação: aspectos para um ensino de matemática na perspectiva da etnomatemática. **REMATEC**, Belém, v. 16, p. 295-309, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n.p295-309.id356>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SILVA, F. C. **Saberes Docentes Na/Da Formação Continuada de Professores que Ensinam Matemática no Ciclo de Alfabetização**. 2015. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

SILVA, M. G. M. **Contribuições da prática (in)formada por evidências para a formação do professor de matemática: uma análise das ações dos professores a partir das suas próprias práticas**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

SILVA, P. B. G. Educação das relações étnico-raciais nas instituições escolares. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 69, p. 123-150, 2018.

SILVA, P. E. **As origens da USP: raça, nação e branquitude na universidade**. Curitiba: Appris, 2020.

SILVA, R. Decolonialidade do saber: as ecologias dos saberes na produção do conhecimento. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 356-364, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e84178>.

SILVA, M. C. L.; VALENTE, W. R. A Geometria nos Grupos Escolares. In: SILVA, M. C. L.; VALENTE, W. R. (org.). **A geometria nos primeiros anos escolares: história e perspectivas atuais**. Campinas: Papyrus, 2014. p. 41-64.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papyrus, 2013.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à educação matemática crítica**. Campinas: Papyrus, 2014.



SMITH, L. T. **Decolonizing methodologies: research and indigenous peoples**. London: Zed Books, 1999.

SOPELSA, O.; TREVISOL, M. G.; MELLO, R. O. Transdisciplinaridade como base para reconstrução dos saberes docentes no ensino fundamental com vistas à qualidade da educação. **Revista Educação**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 245-260, 2015. Disponível em: [Link]. Acesso em: 13 fev. 2019.

SOUZA, N. R.; ALVES, M. P. Lesson Study como estratégia para a formação de professores: experiências desenvolvidas no Brasil. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 633-649, 2018. Disponível em: <http://revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/13735>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SPINK, P. K. Pesquisa de campo em psicologia social: uma perspectiva pós-construcionista. **Psicologia & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 18-42, 2003. DOI: 10.1590/S0102-71822003000200003.

STERNBERG, R. J. Representação do conhecimento: imagens e proposições. In: STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 189-220.

STIGLER, J. W.; HIEBERT, J. Lesson study, improvement, and the importing cultural routines. **ZDM Mathematics Education**, v. 48, n. 4, p. 581-587, 2016.

TAKAHASHI, A.; YOSHIDA, M. Ideas for establishing Lesson-Study communities. **Teaching Children Mathematics**, v. 10, n. 9, p. 436-443, 2004.

TAKAHASHI, A. Characteristics of Japanese mathematics lessons. **Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics**, v. 25, p. 37-44, 2006.

TAKAHASHI, A.; MCDOUGAL, T. Implementing a new national curriculum: a Japanese public school's two-year lesson-study project. In: KARP, K.; MCDUFFIE, A. R. (ed.). **Using research to improve instruction**. Reston: NCTM, 2014. p. 13-22.

TAKAHASHI, A.; MCDOUGAL, T. Collaborative lesson research: maximizing the impact of lesson study. **ZDM Mathematics Education**, v. 48, n. 4, p. 513-526, 2016. Disponível em: [Link]. Acesso em: 14 abr. 2022.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, M.; LESSARD, C. O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.

TARDIF, Maurice; GAUTHIER, Clermont. O saber profissional dos professores – fundamentos e epistemologia. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE O SABER DOCENTE, 1996, Fortaleza. Anais. Fortaleza: UFCE, 1996

TEIXEIRA, C. F.; PIRES, A.; VITORINO, A. J. R. Desafios para a realização de Pesquisas Educacionais: articulando diferentes áreas do conhecimento. **Linhas Críticas**, v. 26, e25767, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1935/193567257039/html/>. Acesso em: 2 maio 2024.



UNIBANCO; CONSED; MOVIMENTO PELA BASE. **Encontro Nacional na Base: caderno de textos – 2º dia: formação e valorização dos profissionais da educação.** Brasília: MEC, 2016.

UTIMURA, G. Z. **Docência compartilhada na perspectiva de estudos de aula (lesson study): um trabalho com as figuras geométricas espaciais no 5º ano.** 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2015.

UTIMURA, G. Z.; BORELLI, S. S.; CURTI, E. Lesson Study (Estudo de Aula) em diferentes países: uso, etapas, potencialidades e desafios. **Revista Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 4, e202007, p. 1-16, 2020.

VAILLANT, D.; MARCELO, C. **Ensinando a ensinar: as quatro etapas de uma aprendizagem.** Curitiba: UFTPR, 2012.

VALENTE, V. R. **Uma história da Matemática escolar no Brasil (1730-1930).** São Paulo: FAPESP, 1999.

VALENTE, W. R. Os saberes para ensinar matemática e a profissionalização do educador matemático. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 51, p. 207-222, 2017.

VALENTE, W. R.; SILVA, M. C. L. Primórdios do Ensino de Geometria nos Anos Iniciais. In: SILVA, M. C. L.; VALENTE, W. R. (org.). **A geometria nos primeiros anos escolares: história e perspectivas atuais.** Campinas: Papirus, 2014. p. 17-40.

VALENTE, W. R. Que matemática para formar o futuro professor? História do saber profissional do professor que ensina matemática. **Revista Exitus**, Santarém, v. 9, n. 2, p. 15-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n2id852>. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2237-94602019000200015](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-94602019000200015). Acesso em: 18 jul. 2024.

VASCONCELOS, M. E. O.; ALBARADO, E. C. Educação, formação docente e territorialidades amazônicas. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 20, n. 223, p. 13-23, 2020.

VELOSO, E. Ensino da Geometria: ideias para um futuro melhor. In: ENCONTRO SOBRE O ENSINO DA GEOMETRIA NO VIRAR DO MILÊNIO, 1999, Lisboa. **Anais [...]**. Lisboa: DEFCUL, 1999. p. 17-32.

VELOSO, E.; PONTE, J. P. da. Introdução. In: ENSINO DA GEOMETRIA NO VIRAR DO MILÊNIO. 1999, Lisboa. Encontro. Lisboa: DEFCUL, 1999. p. 1-5.

VERGANI, T. **Educação Matemática: o que é?** Natal: Flecha do Tempo, 2007.

VERÍSSIMO, T. E. O. et al. Decolonialidade e Educação Matemática: uma interlocução possível na formação de professores? **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 29, n. 83, p. 1-18, 2024. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/revista/index.php/emr>. Acesso em: 27 jun. 2023.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Tradução: José Cipolla Neto et al. São Paulo: Martins Fontes, 1998.



VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WANDERLEY, R. A. J. **Algumas contribuições do Lesson Study para a formação do professor de matemática em aulas que promovam a construção do conceito de volume**. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2019.

WARDHANI, S. Lesson Study: uma revisão da literatura internacional. **Educação & Linguagem**, v. 21, n. 38, p. 75-92, 2018.

WEBER, F. A entrevista, a pesquisa e o íntimo, ou por que censurar seu diário de campo? **Horizontes Antropológicos**, v. 15, n. 32, p. 157-170, 2009. DOI: 10.1590/S0104-71832009000200007.

WENGER, E. **Communities of practice: learning, meaning, and identity**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

WILIAM, D. **Embedded formative assessment**. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.

WOOD, D.; BRUNER, J. S.; ROSS, G. The role of tutoring in problem solving. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 17, n. 2, p. 89-100, 1976.

YOSHIDA, M. Lesson study como metodologia de formação contínua de professores e impactos no desenvolvimento profissional. In: NAKAMURA, N. L.; PALMA, T. A. S.; KISHIMOTO, M. C. S. (org.). **Pesquisa em educação matemática: desafios atuais**. São Paulo: FEUSP, 2015. p. 333-348.

YOSHIDA, M. **Lesson Study: a case study of a Japanese approach to improving instruction through school-based teacher development**. 1999. Tese (Doutorado em Educação) – University of Chicago, Chicago, 1999.

YOSHIDA, M. Mathematics lesson study in the United States: Current status and ideas for conducting high quality and effective lesson study. **International Journal for Lesson and Learning Studies**, v. 1, n. 2, p. 140-152, 2012.

ZEICHNER, K. Pesquisa sobre o professorado: metodologias qualitativas de pesquisa. In: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e sua formação**. 2. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 81-122.

ZEICHNER, K.; LISTON, D. **Reflective teaching: an introduction**. New York: Routledge, 1996.



## APÊNDICES

### Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**PROJETO DE PESQUISA:** FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL

Com base nas Resoluções nº 466, de 12.12.2012 e nº 510, de 07/04/2016, do CNS/MS, este **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**, submetido aos (as) participantes do projeto de pesquisa acima destacado, objetiva esclarecer e obter consentimento de suas respectivas participações.

#### 1. Convite para participar da pesquisa

##### 1.1 Convidamos o (a) Senhor (a) \_\_\_\_\_

a participar da pesquisa: Formação docente contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais vivenciados em um programa de estudos de aula de geometria espacial, nos termos das resoluções acima mencionadas, sob a coordenação do (a) pesquisador (a), doutorando (a) FRANCISCO LEUGENIO GOMES, cujo qual pode ser acionado por meio do telefone (97) 984151450 ou E-mail: francisco.gomes@ifam.edu.br.

1.2 De modo geral, solicitamos que leia com atenção este TCLE, e peça todos os esclarecimentos para sanar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre a sua participação. Se você se sentir esclarecido (a) e aceitar o convite para participar da pesquisa, solicitamos que assine a última página e rubrique as demais páginas das duas vias deste Termo que foram disponibilizadas a você.

#### 2. Informações sobre a Pesquisa

2.1 A pesquisa tem por objetivo principal compreender como professores (as) que lecionam matemática e participam de um programa formativo de EsA se formam continuamente ao buscarem mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas de geometria espacial. Ela se justifica pela necessidade de se buscar revelar processos, situações, sentidos e significações de uma prática milenar: a docência que, considerando sua função social e transformadora, isso, por si só, já justificaria esta proposta de pesquisa que, diante seus potenciais resultados, pode ajudar a constituir um *rol* de apontamentos essenciais às políticas educacionais, de modo especial, as destinadas à promoção dos conhecimentos e práticas profissionais para atuar no ensino da geometria espacial.

2.2 Os procedimentos e instrumentos metodológicos de construção de dados estão alinhados com a proposta de investigação, os quais devem possibilitar a aplicação de roteiro de entrevistas e questionário de pesquisa; anotações em diários de campo / de bordo; registros fotográficos; gravações de áudio e vídeos; elaboração, aplicação, análise reflexões e discussões de tarefas investigativo-exploratórias.

2.3 A sua participação não é obrigatória e você poderá desistir da pesquisa em qualquer momento, sem nenhum prejuízo à sua pessoa. A sua participação é voluntária e consiste em - além de ser submetido a uma entrevista e responder um questionário de pesquisa - ajudar elaborar e aplicar tarefas investigativo-exploratórias de Geometria Espacial; reelaborá-las em face de discussões e reflexões; discutir e refletir novamente os seus resultados, de modo a se produzir conhecimentos sobre os saberes e as práticas profissionais docente no campo do ensino-aprendizagem da geometria espacial.

2.4 A população alvo da pesquisa é constituída por professores (as) que lecionam Matemática no município de Eirunepé-AM, tendo como amostra, para a fase inicial da pesquisa, um número de 10 (dez) professores (as), o



qual se reduzirá a uma amostra de 03 (três) professores (as) que lecionam no 4º ano do EF1; no 8º ano do EF2; nas 2ª séries do EM, bem como seus (as) respectivos alunos (as) para as fases seguintes da pesquisa.

2.5 Os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa e os seus resultados, além de integrarem uma tese de doutoramento, poderão ser publicados em revistas e/ou eventos científicos, nos quais, em hipótese alguma, serão divulgados seus dados pessoais e particulares, seja qual for momento da pesquisa.

### **3. Esclarecimentos sobre riscos e danos, benefícios, providências e cautelas e formas de acompanhamento e assistência ao participante da pesquisa**

3.1 Considerando a Resolução nº 510 de 07.04.2016, do Conselho Nacional de Saúde, os possíveis risco e danos apresentados aos participantes das amostras selecionadas, durante realização da pesquisa, envolvem eventuais desgastes emocionais mínimos, sobretudo, devido à possibilidade de se resgatar memórias da vida diária, da formação acadêmica, da atuação profissional na Educação Básica e Educação Superior. E, ainda, em casos em que pode haver mínimos desgastes físicos e mentais quanto da necessidade de elaborar, aplicar, responder, discutir e refletir tarefas investigativo-exploratórias, assim como outros instrumentos de construção de dados.

3.2 Para minimizar ou excluir os riscos e danos causados pela pesquisa, os (as) participantes terão: a) a garantia da plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase, sem que haja qualquer tipo de penalização; b) garantia de acesso aos resultados individuais e coletivos; c) garantia de local reservado para realização das entrevistas, respostas ao questionário, assim como para a elaboração, aplicação, discussões e reflexões sobre as tarefas investigativo-exploratórias; d) liberdade para não responder qualquer instrumento de pesquisa que julguem ser desconfortável. Além disso, serão asseguradas a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem/voz e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou da comunidade.

3.3. Esclarecemos que durante a realização da pesquisa, e em face à aplicação dos instrumentos de construção de dados, o (a) participante será acompanhado e assistido pelo pesquisador, o qual oportunizará local climatizado e reservado, com água mineral e se for o caso, transporte para deslocamento por motivo de saúde, como também atendimento médico. Se o (a) participante, após alguma pergunta, se demonstrar insatisfeito, envergonhado (a) ou abalado (a) emocionalmente, a pergunta será rejeitada e (re) elaborada, não se distanciando do objetivo da pesquisa, mas com garantia de recomposição de tempo para a resposta. Após o encerramento e/ou interrupção da pesquisa, o (a) participante continuará a ser acompanhado (a), tendo direito a todos os benefícios que lhe couberem em face da pesquisa.

### **4. Garantias para os (as) participantes da pesquisa**

4.1 O (a) participante é livre para participar ou não da pesquisa. Se concordar em participar, poderá retirar seu consentimento a qualquer tempo, sem sofrer nenhuma penalidade por causa da sua recusa ou desistência de participação.

4.2 Será mantido o sigilo absoluto sobre a sua identidade e a sua privacidade será preservada durante e após o término da pesquisa.

4.3 O (a) participante não receberá pagamento e nem terá de pagar por sua participação na pesquisa. Se houver alguma despesa decorrente de sua participação, você será ressarcido pelo pesquisador responsável.

4.4 Caso a pesquisa lhe cause algum dano ao participante, explicitado ou não nos seus riscos ou ocorridos em razão de sua participação, você será indenizado nos termos da legislação brasileira.

4.5 Após assinado pelo (a) participante e pelo pesquisador responsável, ele (a) receberá uma via deste TCLE.

4.6 A qualquer tempo, o (a) participante poderá solicitar outras informações sobre esta pesquisa e os seus procedimentos, para o seu pleno esclarecimento antes, durante e após o término da sua participação. Essas informações e esclarecimentos poderão ser solicitadas ao pesquisador responsável, Francisco Leugênio Gomes,



através de telefone (97) 984151450 ou e-mail: [Francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:Francisco.gomes@ifam.edu.br).

4.7 Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) para solicitar todos e quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa, de segunda a sexta-feira, no horário de expediente. O CEP-IFAM fica localizado na rua Rua Ferreira Pena, nº 1109, Centro / Reitoria do IFAM, CEP: 69025-010 - Manaus – Amazonas, E-mail - [comissao.etica@ifam.edu.br](mailto:comissao.etica@ifam.edu.br).

4.8 Você poderá, ainda, entrar em contato com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP pelo telefone (61) 3315-5877 ou pelo e-mail [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br), para solicitar esclarecimentos e sanar dúvidas sobre a pesquisa ou mesmo para denunciar o não cumprimento dos deveres éticos e legais pela pesquisadora responsável na realização da pesquisa.

#### 5. Declaração do Pesquisador Responsável

Eu, FRANCISCO LEUGENIO FOMES, RG: 1679869-4 SSP/AM, CPF: 7281.97-072-20 declaro cumprir todas as exigências éticas contidas nos itens IV. 3 da Resolução CNS Nº 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

#### 6. Consentimento do participante da pesquisa

Eu, \_\_\_\_\_,  
RG nº \_\_\_\_\_, CPF nº \_\_\_\_\_, declaro ter sido plenamente informado e esclarecido sobre a pesquisa e os procedimentos apresentados neste TCLE e consinto de forma livre a minha participação.

Eirunepé-AM, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 202\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) participante da pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

Francisco Leugênio Gomes – Rua Domingos Barroso, nº 20, Bairro Centro. CEP: 69880-000 / Eirunepé – Amazonas  
Contatos - E-mail: [francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:francisco.gomes@ifam.edu.br) / Celular: (97) 984151450 / (92) 995227251



## Apêndice B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

**PROJETO DE PESQUISA:** FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL

Com base nas Resoluções nº 466, de 12.12.2012 e nº 510, de 07/04/2016, do CNS/MS, este **Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)**, submetido aos (a) menor, pretendo (a) participante do projeto de pesquisa acima destacado, objetiva esclarecer e obter assentimento de suas respectivas participações.

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: Formação docente contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais vivenciados em um programa de estudos de aula de geometria espacial, nos termos das resoluções acima mencionadas, sob a coordenação do (a) pesquisador (a), doutorando (a) FRANCISCO LEUGENIO GOMES, cujo qual pode ser acionado por meio do telefone (97) 984151450 ou E-mail: [francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:francisco.gomes@ifam.edu.br).

Informamos que seu pai/mãe ou responsável legal permitiu a sua participação, a qual será de suma importância para que possamos compreender como professores (as) que lecionam matemática e participam de um programa formativo de EsA se formam continuamente ao buscarem mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas de geometria espacial. Assim, gostaria muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se não aceitar ou desistir.

A pesquisa e a sua participação nela deverá ocorrer nos espaços escolares públicos do município de Eirunepé-AM, onde os (as) participantes (estudantes) participarão da seguinte forma: serão encorajados (as) e mobilizados (as) a responder tarefas investigativo-exploratórias de geometria espacial, de onde devem emergir registros de conjecturas e formas de raciocínio, comunicação, pensamentos, interações e, ainda, produção de sentidos e significados geométricos, objetos centrais das análises, reflexões e discussões sobre a construção e a ressignificação do conhecimento e da prática profissional docente para ensinar geometria.

As tarefas investigativo-exploratórias são consideradas seguras e não demandem experimentos laboratoriais, o que ajudar a mitigar, substancialmente, a ocorrência de riscos e danos de ordem psicológica, política, religiosa, moral, física ou financeira. Entretanto, há a possibilidade de desconfortos em relação à utilização de espaços físicos institucionais, bem como relativos às demandas de tempo e paciência para respondê-las. Ressaltamos, ainda, que as aplicações e reaplicações das tarefas investigativo-exploratórias poderão ser registradas em fotos ou gravação (as) de áudio ou vídeo. Contudo, caso aconteça algo errado, ou se você tiver algum desconforto em relação a qualquer coisa, inclusive em relação a utilização dessas mídias, você e seus pais ou responsáveis poderá (ão) manifestar através de relatos pessoais ou pelos contatos (97) 984151450.

A sua participação é importante, porque a pesquisa poderá ser de grande relevância à comunidade educacional, tanto do lugar quanto de outras regiões, sobretudo, por se tratar do estudo do caso de um programa formativo de Estudos de aula que - ao ser investigado e produzir conhecimentos - pode lançar luzes sobre um leque de possibilidades para a elaboração e a constituição de tarefas/atividades investigativo-exploratórias de geometria espacial. Sem contar os conhecimentos e práticas profissionais docente, potencialmente, mobilizados complementados e ressignificados nesse processo.

As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados por meio um relatório final (tese de doutoramento e outros), mas sem identificar a fonte dos dados, garantindo o sigilo e sua segurança pessoal.

Você é livre, em qualquer momento, para não responder a qualquer questão que não quiser, ou mesmo a sair/desistir da pesquisa, não sendo imputado nenhum prejuízo em face dessa decisão. Basta nos avisar que retiraremos os seus dados da pesquisa, em todas as fases em que ela ocorra. Agora, pode fazer as perguntas que



quiser, para se sentir seguro (a) sobre este estudo. E, se estiver disposto a participar, solicitamos que assine o termo abaixo, o qual será disponibilizado uma segunda via para a sua posse.

### ASSENTIMENTO (CONCORDÂNCIA) DE PARTICIPAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa: Formação docente contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais vivenciados em um programa de estudos de aula de geometria espacial.

No contexto geral, entendi que riscos e benefícios eventualmente que podem vir ocorrer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis/responsáveis legais. Recebi uma via deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Eirunepé-AM, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) participante de pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) responsável pelo (a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (a)

#### Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

**Pesquisador (a): Francisco Leugenio Gomes**

Endereço: Av. Prefeito João Cavalcante – Residencial Martins – Ap 11, Fátima / Eirunepé-AM

Cep: 69880-000

Telefone: (97) 984151450

E-mail: [francis.gomes@ifam.edu.br](mailto:francis.gomes@ifam.edu.br)

**Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Amazonas (IFAM)**

Endereço: Rua Ferreira Pena, nº 1109, Centro / Reitoria do IFAM

CEP: 69025-010 - Manaus - Amazonas

E-mail - [comissao.etica@ifam.edu.br](mailto:comissao.etica@ifam.edu.br)

Obs.: O participante da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TALE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.



## ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

**Título da pesquisa:** Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docentes vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial

**Objetivo:** Compreender como professores (as) que lecionam matemática e participam de um programa formativo de EsA se formam continuamente ao buscarem mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas de geometria espacial.

Observação: Esclarecer e pedir autorização expressa para registros fotográficos ou gravação (as) de áudio ou vídeo, bem como verificar se há prévia assinatura do TCLE.

### Parte 1: Sobre experiência de participar de uma entrevista com esse viés

1. Você já participou de uma pesquisa em nível de doutoramento? E como se sente participando desta?

### Parte 2: Outras questões de interesse pesquisa

2. É possível ao professor (a) se formar continuamente e adquirir conhecimentos profissionais sem que sua formação esteja vinculada ou que ele seja matriculado numa instituição formadora? Por quê? Como?

3. Opine sobre a ideia do (a) professor (a) pesquisar sua própria prática docente (educativa), partindo de análises, avaliações e reflexões sobre como os (as) alunos (as) pensam, raciocinam, interagem.

4. A partir do que conhece a respeito, como poderia descrever a estratégia (didática, pedagógica, metodológica e formativa) conhecida como Estudo de aula ou *Lesson Study*? Tem alguma opinião ou posicionamento em relação a ela?

5. Com base na sua concepção e no que foi explicado (sobre os Estudos de Aula), qual a sua opinião sobre a possibilidade de se mobilizar, ressignificar e/ou produzir saberes/conhecimentos (tecnológicos, metodológicos, disciplinares, curriculares, didático pedagógico, experienciais e avaliativos) com o Estudo de Aula?

6. Quais saberes docentes se poderia produzir (mobilizar, ressignificar) com Estudo de Aula de Geometria Espacial, com professores (as) trabalhando/estudando sobre sua prática docente, de modo colaborativo?

7. Dos saberes/conhecimentos anteriormente mencionados, qual (ou quais), na sua percepção ou crença, tem interesse de aprender mais a respeito?

8. Se estivesse conversando com um colega de trabalho, o que você diria (seus sentimentos e interesses) sobre as expectativas de participar de um programa formativo de EA?



## INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

**Título da pesquisa:** Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial.

**Objetivo:** Compreender como professores (as) que lecionam matemática e participam de um programa formativo de EsA se formam continuamente ao buscarem mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas de geometria espacial.

**Caso você concorde em participar da pesquisa, leia com atenção os seguintes pontos:**

- a) O *questionário* leva, aproximadamente, 08 (oito) *minutos* para ser respondido e concluído;
- b) São 27 questões: 23 fechadas, onde se assinala “x” na opção escolhida e 04 abertas, respondidas a seu critério.
- c) Caso você não tenha assinado o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE), não o responda;
- d) Você é livre para, a qualquer momento, recusar-se a responder as perguntas que lhe ocasionem constrangimento de qualquer natureza;
- e) Você pode deixar de participar da pesquisa e não precisa apresentar justificativas para isso;
- f) O sigilo das informações prestadas será mantido, garantindo a confidencialidade dos seus dados pessoais e da sua privacidade;
- g) Caso você queira, poderá ser informado (a) de todos os resultados obtidos com a pesquisa, independentemente do fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa.
- h) Todos os eventuais riscos, danos, desconfortos e benefícios estão especificados no TCLE;
- i) Obrigado por participar e contribui com este estudo.

### I. Caracterização de elementos individuais, formativos e profissionais dos (as) potenciais participantes / colaboradores (as) da pesquisa.

#### 1. Gênero:

- Masculino                       Feminino                       LGBTQ+

#### 2. Faixa etária de idade:

- 20 + 30 anos  
 30 + 40 anos  
 40 + 50 anos  
 50 + 60 anos  
 60 + a mais de 60 anos

#### 3. Formação acadêmica (pode indicar mais de uma resposta):

- Ensino Médio Completo com complementação pedagógica  
 Graduação  
 Graduação complementação pedagógica  
 Pós-graduação (*lato sensu*)  
 Pós-graduação (*stricto sensu*: Mestrado)  
 Pós-graduação (*stricto sensu*: Doutorado)

#### 4. Curso de formação docente realizado na Graduação (pode indicar mais de uma formação):

- Pedagogia  
 Matemática  
 Normal Superior  
 Física  
 Outros (indicar): \_\_\_\_\_

#### 5. Tempo de experiência profissional docente, na Educação Básica:

- Menos de 5 anos  
 5 + 10 anos  
 10 + 15 anos  
 15 + 20 anos  
 20 + a mais de 20 anos



**6. Etapas/níveis de ensino em que você está lecionando, atualmente (Pode indicar mais de uma resposta):**

- Ensino Fundamental: 1º a 5º anos  
 Ensino Fundamental: 6º a 9º anos  
 Ensino Médio: 1ª a 3ª séries

**7. Carga horária semanal destinada ao ensino da Matemática, considerando todas as escolas e etapas/níveis de ensino que leciona::**

- 10 + 15 horas  
 15 + 20 horas  
 20 + 30 horas  
 30 + a mais de 30 horas

**8. Carga horária, semanal, disponível para planejamento das aulas:**

- 5 a 10 horas  
 10 a 15 horas  
 15 a 20 horas  
 + de 20 horas

**9. Área (urbana, rural ou indígena) onde está instalada a escola na qual leciona.**

- Rural  Urbana  Indígena  Outros

**10. A escola onde desenvolve seu trabalho docente, na área da Educação Matemática, possui Laboratório de Informática com acesso à internet?**

- Sim  Não

**10.1. Se a resposta a questão anterior for "sim", indique se o laboratório fica disponível ao professor e aos alunos.**

- Sim  Não  às vezes

**11. No seu contexto particular (sua casa), há acesso irrestrito à internet?**

- Sim  Não

**11.1. Se a resposta à questão anterior for "sim", indique sua rede de acesso privado à internet (pode indicar mais de uma).**

- Wi-Fi  
 Rede móvel  
 Lan house  
 Outros (indicar): \_\_\_\_\_

**11.2. Se a resposta à questão 11 foi "sim", indique a qualidade do sinal e do acesso à sua rede particular de internet.**

- Ótimo  
 Boa  
 Regular  
 Ruim  
 Péssimo

**12. A eventual falta de acesso à internet prejudica a participação em programas de formação docente continuada e/ou complementação pedagógica (online)?**

- Sim  Não  As vezes

## II. Dimensões dos desafios, eventuais possibilidades e necessidades formativas.

**13. A instituição de ensino à qual está vinculado (a) viabilizou ou propôs, nos últimos 3 anos, propostas formativas contínuas e/ou de complementação de saberes e práticas docente para atuar nos processos de ensino aprendizagem e avaliação matemática?**

- Sim  Não  Em parte

**13.1 Se a resposta à questão anterior for "sim", indique se você aderiu às propostas da instituição.**

- Sim  Não

**14. Atualmente, participa de algum programa de formação (inicial ou continuada) e/ou complementação pedagógica, que visa constituir saberes/conhecimentos, para atuar nos processos de ensino aprendizagem da Matemática?**

- Sim  Não

**14.1 Se a resposta anterior for "sim", marque a opção que corresponde à modalidade de formação e/ou complementação pedagógica que participa.**

- Online  
 Presencial mediado por tecnologia  
 Presencial



Híbrido

Outros (descrever): \_\_\_\_\_

**15. As iniciativas formativas contínuas e/ou de complementação de saberes e práticas docentes que participou (ou participa) são fruto (s) de uma:**

Decisão individual para satisfação pessoal

Decisão individual para satisfazer um anseio profissional

Possibilidade de aumento salarial

Imposição da gestão educacional

Outros (indicar): \_\_\_\_\_

**16. Interessa-lhe de participar de atividades formativas contínuas, de produção e ressignificação de práticas e saberes docente para atuar na gestão do ensino e da aprendizagem Matemática?**

Sim

Não

**16.1. Se a resposta à questão anterior for “sim”, permitiria que sua participação fosse objeto de investigação?**

Sim

Não

**16.2. Se a resposta à questão 16 for “não”, descreva eventuais motivos de sua recusa (máximo 3 linhas):** \_\_\_\_\_

**17. Indique a categoria de proposta formativa contínua, ou de complementação de práticas e saberes docente, que tem interesse de participar (pode indicar mais de uma resposta).**

Formação institucionalizada e tradicional, com CH previamente definida

Estudo colaborativo em grupo de professores

Estudos de Aula / Investigações da prática docente

Projeto de investigações da prática docente e educativa

Projeto de ensino, pesquisa e extensão

Outro (indicar): \_\_\_\_\_

**18. Na eventual oferta de uma proposta de formação contínua e/ou complementação de saberes e práticas docentes, na área de Matemática, indique o grau de necessidade do tipo de saber que poderia ser mobilizado nesse contexto.**

	Desnecessário	Pouco necessário	Necessário	Extremamente necessário
Saberes matemático (conteúdo específico)				
Saberes didático-pedagógico				
Saberes curricular				
Saberes tecnológico (TICs)				
Saberes metodológico (modelagem, jogos e etc)				
Saberes sobre métodos e técnicas avaliativas				
Saberes experienciais e/ou práticos				

**19. Na eventual oferta de uma proposta de formação contínua e/ou de complementação de saberes e práticas docentes, na área de Matemática, indique o grau de necessidade de temas ou área da matemática que deveria ser trabalhados nesse contexto?**

	Desnecessário	Pouco necessário	Necessário	Extremamente necessário
Álgebra (operações com incógnitas/variáveis)				
Aritmética (operações numéricas)				
Geometria (formas/figuras e suas relações)				
Trigonometria (relações comprimento e ângulos)				
Estatística (tratamento de informações quantitativas)				

**20. Na eventual oferta de uma proposta de formação contínua e/ou de complementação de práticas**



e saberes docente, que visa a fomentar estratégias didáticas, pedagógicas e metodológicas para o ensino de Matemática, indique o grau de necessidade das estratégias que podem ser mobilizadas nesse contexto.

	Desnecessário	Pouco necessário	Necessário	Extremamente necessário
Ludicidade				
Etnomatemática				
Modelagem matemática				
Resolução de problemas				
História da matemática				
Estudos de aula / investigações matemáticas na escola/sala de aula				
Metodologias Ativas				
TICs				

21. Interessa-lhe de participar de um programa de Estudos de Aula (investigação matemática) de Geometria Espacial, onde serão elaboradas tarefas/atividades investigativo-exploratórias para sala de aula?

- ( ) Sim  
 ( ) Não (indicar razões): \_\_\_\_\_  
 ( ) Talvez (indicar condições): \_\_\_\_\_

22. Descreva e/ou indique eventuais razões que têm limitado e/ou impossibilitado sua participação em programas formação contínua e/ou de complementação de saberes e práticas docente (no máximo 4 linhas).

---



---



---

### III. Dimensões da perspectiva de continuidade e autonomia na gestão do ensino, da aprendizagem e da avaliação matemática

23. Você considera que a continuidade do trabalho docente, com a possibilidade do professor encerrar um ciclo de ensino aprendizagem matemática, deveria ser algo repensado pela gestão escolar?

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez

24. Na escola onde leciona há a possibilidade do trabalho docente, do ano letivo corrente, ter continuidade com os mesmos alunos, no ano seguinte?

- ( ) Provavelmente  
 ( ) Muito pouco provável  
 ( ) Indefinido

25. Na escola onde leciona, é dada autonomia ao professor para gerir seus processos de ensino, aprendizagem e avaliativos?

- ( ) Sempre ( ) As vezes ( ) Nunca

26. Reflita e descreva elementos que evidenciem sua perspectiva em relação à possibilidade de continuidade do trabalho docente, na área de matemática, com os mesmo alunos, no ano seguinte (máximo 3 linhas).

---



---



---

27. Reflita e descreva elementos que evidenciem sua perspectiva em relação à necessidade de autonomia do professor que leciona matemática na gestão dos processos de ensino, aprendizagem e avaliativos (máximo 3 linhas).

---



---



---

Observação: Eventualmente, este questionário poderá ser disponibilizado em ambiente virtual, não presencial, conforme recomendações da Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS, através do link: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSepi8QuACn83pQeIPw\\_12zJGjelOxWX7qlB9I\\_Ihuo3dmUdJg/viewform?usp=pp\\_url](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSepi8QuACn83pQeIPw_12zJGjelOxWX7qlB9I_Ihuo3dmUdJg/viewform?usp=pp_url)

Francisco Leugênio Gomes – Rua Domingos Barroso, nº 20, Bairro Centro. CEP: 69880-000 / Eirunepé – Amazonas  
 Contatos - E-mail: francisco.gomes@ifam.edu.br / Celular: (97) 984151450 / (92) 995227251



## Apêndice E – Termo de compromisso de utilização de dados (TCUD)

### TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO DE DADOS (TCUD)

Com base nos termos da Resolução nº 466, de 12.12.2012 e da Resolução nº 510, de 07.04.2016, do CNS/MS, este Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD) - atrelado à pesquisa intitulada: Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial, sob a responsabilidade de **Francisco Leugênio Gomes**, matrícula nº 2181801003, vinculado ao curso de doutoramento em Educação em Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) - objetiva firmar compromisso e obter autorização para utilização de dados documentais institucionais e pessoais, potencialmente, importantes à pesquisa.

#### Termo de responsabilidade do pesquisador

Eu, **Francisco Leugênio Gomes**, firmo compromisso em utilizar, guardar e cuidar dos dados contidos em planos de curso; propostas curriculares; ementas e documentos similares; registros escritos em tarefas, cadernos e diários de alunos e professores vinculados à instituição: \_\_\_\_\_, situada na \_\_\_\_\_, inscrita no CNPJ: \_\_\_\_\_, alertando quanto ao fato de que eles poderão ser manuseados somente após receber a aprovação do sistema CEP-CONEP e da instituição detentora. Assim, comprometo-me a manter confidencialidade e sigilo dos dados contidos nesses documentos, bem como a privacidade de seus conteúdos, mantendo a integridade moral e, igualmente, a privacidade dos indivíduos que terão suas informações acessadas após prévia assinatura de outras autorizações (TCLEs, TALEs, TAs e etc.). Este termo se aplica, ainda, à obrigação de utilização de informações, somente, para cumprimento dos objetivos desta pesquisa, sendo vedadas à qualquer outra, as quais demandarão nova submissão e apreciação ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). No mais, informo que os documentos acessados serão guardados de forma sigilosa, segura, confidencial e privada, por cinco anos e, depois, serão destruídos. Todavia, reafirmamos o compromisso de manter o anonimato da instituição participante, coparticipante e detentora dos dados coletados.

Eirunepé-AM, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de 20 \_\_\_\_.

Francisco Leugênio Gomes  
Doutorando REAMEC – Polo UEA  
Matricula nº: 2181801003

Francisco Leugênio Gomes – Rua Domingos Barroso, nº 20, Bairro Centro. CEP: 69880-000 / Eirunepé – Amazonas  
Contatos - E-mail: [francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:francisco.gomes@ifam.edu.br) / Celular: (97) 984151450 / (92) 995227251



**Apêndice F – Termo de anuência e compromisso da instituição participante**

**TERMO DE ANUÊNCIA E COMPROMISSO DA  
INSTITUIÇÃO PARTICIPANTE E COPARTICIPANTE**

Eu, \_\_\_\_\_, [inserir cargo/função], sob [inserir nº da portaria de nomeação e data], inscrito no RG nº \_\_\_\_\_, e no CPF nº \_\_\_\_\_, após ter tomado ciência do projeto em questão e seus objetivos, AUTORIZO, o pesquisador **Francisco Leugênio Gomes** a ter acesso às informações documentais que têm vínculo com esta instituição. Nesse sentido, tenho ciência de que elas serão utilizadas, única e exclusivamente, na referida pesquisa, em conformidade com todas as leis aplicáveis de segurança da informação privacidade e proteção de dados pessoais, inclusive a Lei Geral de Proteção de Dados do Brasil (Lei Federal No. 13.709/2018).

Eirunepé-AM, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura e carimbo do gestor ou responsável legal da instituição

**OBSERVAÇÕES:**

- 1- Excluir todas as informações destacadas na cor vermelha e entre colchetes que constam neste modelo de documento.**
- 2- Este documento deve ser elaborado exclusivamente pela instituição onde a pesquisa ou parte dela será realizada, em papel com o timbre e a identificação institucional.**
- 3- Apenas o responsável legal pela instituição deve apor carimbo e assinatura no documento.**



Apêndice G – Modelo de declaração da infraestrutura institucional à realização da pesquisa

**DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA INSTITUCIONAL  
PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, [informar função cargo ocupado], sob [informar portaria de nomeação e data], inscrito no RG N° [informar N° do RG], CPF N° [informar N° do CPF], declaro que a instituição acima identificada possui a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: **Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial**, bem como para atender a eventuais problemas resultantes da pesquisa, assim como ações de proteção dos participantes/colaboradores.

O pesquisador e os participantes/colaboradores envolvidos na pesquisa são obrigados a cumprirem integralmente as exigências éticas estabelecidas na Resolução CNS N° 466/2012 e em resoluções complementares aplicáveis ao caso, bem como a obedecerem às disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Eirunepé/AM, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável institucional  
[apor carimbo com nome, cargo e ato de indicação do cargo]

**OBSERVAÇÕES:**

- 1- Excluir todas as informações destacadas na cor vermelha e entre colchetes que constam neste modelo de documento.**
- 2- Este documento deve ser elaborado exclusivamente pela instituição onde a pesquisa ou parte dela será realizada, em papel com o timbre e a identificação institucional.**
- 3- Apenas o responsável legal pela instituição deve apor carimbo e assinatura no documento.**



## Apêndice H – Declaração de garantia de retorno dos resultados aos (as) participantes

### DECLARAÇÃO DE GARANTIA DE RETORNO DOS RESULTADOS AOS PARTICIPANTES

Mediante o presente documento, garantimos o retorno dos benefícios, em forma de conhecimentos, em face da promoção de processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente, vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial - resultantes da realização da pesquisa intitulada “Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial” - aos participantes, consoante alínea d, do dispositivo 3.3, da Norma Operacional nº 001/2013 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Ademais, declaramos conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12.12.2012, e 510, de 07.04. 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo CNS, e disponíveis no Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Eirunepé/AM, 02 de janeiro, de 2024.

---

Francisco Leugênio Gomes  
Pesquisador responsável / Doutorando REAMEC – Polo UEA  
Matricula nº: 2181801003

Francisco Leugênio Gomes – Rua Domingos Barroso, nº 20, Bairro Centro. CEP: 69880-000 / Eirunepé – Amazonas  
Contatos - E-mail: [francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:francisco.gomes@ifam.edu.br) / Celular: (97) 984151450 / (92) 995227251



## Apêndice I – Termo de responsabilidade e compromisso do pesquisador responsável

### TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, FRANCISCO LEUGENIO GOMES, pesquisador responsável pelo projeto de pesquisa intitulado: **Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial**, declaro estar ciente e que cumprirei os termos das Resoluções nº 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – CONEP, e declaro: (a) assumir o compromisso de zelar pela privacidade e sigilo das informações; (b) tornar os resultados desta pesquisa públicos sejam eles favoráveis ou não; e, (c) comunicar o CEP sobre qualquer alteração no projeto de pesquisa, nos relatórios anuais ou através de comunicação protocolada, que me forem solicitadas.

Por ser verdade, firmo o presente documento e assino abaixo.

Eirunepé/AM, 02 de janeiro, de 2024.

Francisco Leugênio Gomes  
Pesquisador / Doutorando REAMEC (Pólo/UEA)  
Matrícula nº 2181801003 .



## Apêndice J – Declaração de que a coleta de dados não foi iniciada

### DECLARAÇÃO DE QUE A COLETA DE DADOS NÃO FOI INICIADA

Eu, FRANCISCO LEUGENIO GOMES, RG N° 1679869-4, E CPF n° 728.197.072-20, pesquisador, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), sob matrícula 2181801003, coordenador e responsável pelo projeto de pesquisa intitulado: **Formação contínua em processos de mobilização, complementação e ressignificação de conhecimentos e práticas profissionais docente vivenciados em um programa de Estudos de aula de geometria espacial**, que tem como objetivo primário compreender como professores (as) que lecionam matemática e participam de um programa formativo de EsA se formam continuamente ao buscarem mobilizar, complementar e ressignificar conhecimentos e práticas pedagógicas de geometria espacial, **declaro que a coleta de dados do referido projeto de pesquisa não foi iniciada e que os dados serão coletados somente após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos, do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e da Comissão de Ética e Pesquisa (CONEP)**, conforme Resolução do CNS n° 466 e 510/2016.

Por ser verdade, firmo o presente documento e assino abaixo.

Eirunepé/AM, 02 de janeiro, de 2024

Francisco Leugênio Gomes  
Pesquisador / Doutorando REAMEC (Pólo/UEA)  
Matrícula n° 2181801003 .

Francisco Leugênio Gomes – Rua Domingos Barroso, n° 20, Bairro Centro. CEP: 69880-000 / Eirunepé – Amazonas  
Contato -: E-mail: [francisco.gomes@ifam.edu.br](mailto:francisco.gomes@ifam.edu.br) / Celular: (97) 984151450 / (92) 995227251



**Apêndice K – Cronograma da pesquisa**

ANO: 2023		Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Meta 1 – Defesa do projeto de tese no Seminário de Pesquisa I</b>															
ATIVIDADE PROGRAMADA	Mapeamento de material bibliográfico e construção do Estado da Arte da Pesquisa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Leitura, análise, estudo sistemático e construção do Referencial Teórico.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Definição do problema e dos objetivos da investigação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Produção textual/escrita do projeto tese	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Submissão do projeto de tese à banca do Seminário de Pesquisa II										x	x			
	Seminário de pesquisa II													x	
Ajustes no projeto em face de demandas da Banca avaliadora do Seminário de Pesquisa II													x	x	
ANO: 2024		Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Meta 2 – Submissão do projeto ao CEP, seguida de defesa do mesmo do Seminário de Pesquisa II</b>															
ATIVIDADE PROGRAMADA	Ajustes no projeto de tese para submissão ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)	x	x												
	Submissão do projeto de tese ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)		x												
	Atendimento de eventuais demandas do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) frente à submissão			x	x	x									
	Ajustes nos instrumentos e procedimentos metodológicos para seleção dos (as) participantes / colaboradores (as) e início da pesquisa				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Início e prosseguimento da pesquisa				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Escrita sistemática e contínua do texto de qualificação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Submissão da proposta de tese à banca avaliadora do Exame de Qualificação												x	x	
	Ajustes na proposta de tese em face de encaminhamentos e demandas da banca avaliadora do Exame de Qualificação														x
ANO: 2025		Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Meta 3 - Continuidade da investigação com foco na qualificação</b>															
ANO: 2025		Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Meta 4 - Defesa da tese</b>															
ATIVIDADE PROGRAMADA	Intensificação e aplicação da pesquisa a partir dos instrumentos e procedimentos de construção de dados.	x	x	x	x	x	x	x							
	Leitura, análise, estudo sistemático e construção e/ou complementação do Referencial Teórico.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Análise, discussão, reflexão contínua e sistemática dos dados construídos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Escrita sistemática e contínua da tese (relatório final).	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Submissão e apresentação da tese à banca avaliadora da Tese													x	x
	Rearranjo do texto de tese com base nas indicações sugeridas pela banca avaliadora.	Janeiro de 2026													



## Apêndice L – Orçamento da pesquisa

<b>RELAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS E FINANCEIROS</b>			
<b>ITENS</b>	<b>QUANT.</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>			
Reprografia preto e branco	450	R\$ 0,50	R\$ 225,00
Reprografia colorida	200	R\$ 1,50	R\$ 300,00
Softwares e plataformas digitais ( <i>MaxQda; Nvivo; Atlas.TI</i> )	01	R\$ 2000,00	R\$ 2000,00
Canetas	15	R\$ 2,50	R\$ 37,50
Caderno de anotações (diário de bordo)	05	R\$ 14,00	R\$ 70,00
Encadernações	30	R\$ 18,00	R\$ 540,00
Confecções de pôster	05	R\$ 50,00	R\$ 250,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>R\$ 3422,50</b>
<b>MATERIAL BIBLIOGRÁFICO</b>			
Livros físicos e eletrônicos	05	R\$ 90,00	R\$ 450,00
Revistas eletrônicas sem domínio público	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>R\$ 700,00</b>
<b>SERVIÇO DE TERCEIROS</b>			
Serviço de transporte (taxi ou moto taxi)	20	R\$ 15,00	R\$ 300,00
Inscrição em evento acadêmico	04	R\$ 60,00	R\$ 240,00
Curso online de análise de conteúdo ( <i>MaxQda ou Atlas.TI</i> )	01	R\$ 600,00	R\$ 600,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>R\$ 1140,00</b>
<b>DESPESAS COM PASSAGENS AÉREAS</b>			
Passagens aéreas	04	R\$ 1200,00	R\$ 4800,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>R\$ 4800,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>R\$ 10.062,50</b>

Este orçamento teve como fonte financiadora principal uma Bolsa de Estudos do Programa e Incentivo à Qualificação do IFAM, recebido desde outubro de 2023, a qual foi regulamentada pela Resolução Nº 044/Consup/IFAM, de 17 de maio de 2022. Os valores relativos a esse aporte financeiro abarcam o valor de R\$ 1550,00 (mil quinhentos e cinquenta reais) mensais, metade dos valores relativos a uma bolsa CAPES. Contudo, considerando que a lista de recursos materiais e de serviços não foi executada de uma única vez e na íntegra, a referida fonte de financiamento foi suficiente para a execução orçamentária hora prevista, conforme demanda, paulatinamente.



## ANEXOS

### Anexo A – Termos de anuência das instituições de ensino parceiras da pesquisa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS EIRUNEPÉ  
DIRETORIA-GERAL

#### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada: **FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**, a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Eirunepé-AM, 06 de outubro de 2023.

DIRCEU DA  
SILVA  
DACIO:897  
06986200

DIRCEU DA SILVA DÁCIO  
Diretor-Geral IFAM/Campus Eirunepé  
Portaria nº 1.106/GR/IFAM, de 22.06.2023.

Assinatura e carimbo do responsável institucional



CNPJ: 10.792.928/0016-96  
Rua Monsenhor Coutinho, S/N.º, Nossa Senhora Aparecida  
CEP: 69.880-000. Eirunepé – Amazonas  
dg.ceiru@ifam.edu.br || gab.ceiru@ifam.edu.br || Fone: (97) 3481-1353





Secretaria de Estado da Educação e Desporto Escolar  
Escola Estadual Nossa Senhora das Dores  
Avenida Getúlio Vargas, 694 – Centro  
Decreto Nº 16.401 – 23/12/1994



## TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada: **FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**, a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Eirunepé-AM, 06 de outubro de 2023.

  
*Assinatura e carimbo do responsável institucional*

Deuzandra Marcelino de Barros  
GESTORA  
Portaria 03 Nº 403/2023  
Escola Estadual Nossa Senhora das Dores  
Eirunepé - AM

  
www.seduc.am.gov.br  
instagram.com/seducamazonas/  
facebook.com/seducamazonas/  
Avenida Waldomiro Lustosa, 250, Jardim II  
Maués-AM - CEP 69076-830

  
Secretaria de  
**Educação e  
Desporto**





Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino  
Coordenadoria Regional de Educação de Eirunepé  
Escola Estadual Eurico Gaspar Dutra  
Alto de Criação Decreto N° 6998 de 07/02/83  
Rua José Camilo N° 71 - São José  
eugasp-@irunepé@educ.net  
Eirunepé Amazonas  
JNEP: 13009672



### TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada: **FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**, a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Eirunepé-AM, 06 de outubro de 2023.

*Assinatura e carimbo do responsável institucional*

Raimundo Nonato Pinheiro da Silva  
Secretário  
Pça. SICAL 042, de 18 de Junho de 1921  
Escola Estadual Eurico Gaspar Dutra  
Eirunepé - AM

www.seduc.am.gov.br  
instagram.com/seducamazonas/  
facebook.com/seducamazonas/  
Avenida Waldomiro Lualaba, 250, Jardim II  
Manaus-AM - CEP 69079-820

Secretaria de  
**Educação e  
Desporto**





Escola Estadual Conrado Pinto Gomes  
Ato de Criação - Decreto nº 21.722 de 07.03.2001  
Eirunepé - Amazonas



## TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada: **FORMAÇÃO DOCENTE CONTÍNUA EM PROCESSOS DE MOBILIZAÇÃO, COMPLEMENTAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**, a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Eirunepé-AM, 07 de outubro de 2023.

Assinatura e carimbo do responsável institucional

Port. ES Nº 497 de 06/10/2017  
GESTOR  
Esc. Est. Conrado Pinto Gomes

Secretaria de  
**Educação**

Avenida Waldomiro Lustoza, 250. Japlim II  
Fone: (92) 3614-2323  
Manaus-AM - CEP 69075-830





## TERMO DE ANUÊNCIA


*Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada:*  
**FORMACAO DOCENTE CONTINUA EM PROCESSOS DE MOBILIZACAO, COMPLEMENTACAO E RESSIGNIFICACAO DE CONHECIMENTOS E PRATICAS PROFISSIONAIS VIVENCIADOS EM UM PROGRAMA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**

a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

*Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.*

*Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.*

*Eirunepê-AM, 06 de outubro de 2023.*

  
Ronaldo Portia Falcão  
Gestor do CETI Neusa Alves Barroso  
Portaria GS N° 694 de 22 de Junho de 2022

www.educ.am.gov.br  
tagram.com/educamazonas/  
fb.com/educamazonas/  
rua Wladimir Lustosa, 250, Jardim II  
Eirunepê-AM - CEP 69078-830

 Secretaria de  
**Educação e  
Desporto**





## TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta instituição tem interesse em participar da pesquisa intitulada: **MOBILIZAÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE PRÁTICAS E CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS DE PROFESSORES(AS) QUE ENSINAM MATEMÁTICA E VIVENCIAM UMA PROPOSTA DE ESTUDOS DE AULA DE GEOMETRIA ESPACIAL**, a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador FRANCISCO LEUGENIO GOMES, autorizando a sua condução nas dependências da instituição.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Eirunepé-AM, 10 de outubro de 2023.

  
Jean Francisco Gomes  
GESTOR  
ESC. Mun. Senador Fábio de Luigny  
Decreto Nº 01/2021/GAB/REP/AM

Assinatura e carimbo do responsável institucional



## Anexo B – Tarefa investigativo-exploratória / poliedros e poliedros de Platão (Versão 1)

“O termo **poliedro** tem sua **origem** no idioma grego: **póly** (vários) + **hedra** (faces). **Poliedro** refere-se aos sólidos geométricos de várias faces”<sup>1</sup>,

1) - Com base na definição de poliedro expressa acima, explore os termos e expressões da definição e registre seu entendimento no caderno.

2) - Observe os sólidos que estão em sua posse e verifique se eles se encaixam na definição de poliedro. Faça comentários (até 3 linhas) no caderno.

3) - Analise-os e verifique se há características comuns nos sólidos que estão em sua posse? Descreva no caderno as características que observou.

“Os sólidos platônicos ou poliedros de Platão, são poliedro convexos em que todas as faces são formadas por polígonos regulares e congruentes, onde há o mesmo número de arestas partindo dos seus vértices e, portanto, os seus ângulos poliédricos são todos congruentes. Esses sólidos também são chamados de poliedros regulares porque possuem características especiais em relação às suas faces (F), arestas (A) e vértices (V).

4) - Com base nessa definição, analise os sólidos que estão em sua posse e verifique se há algum que se encaixa na definição acima.

5) - Junte os sólidos de platônicos, verifiquem quais características comuns podem ser observadas neles? (Essas características especiais tornam os sólidos de Platão únicos e interessantes na Geometria Espacial) Anotem as características observadas no seu caderno.

6) - Selecione o Tetraedro, conte o número de vértices (V) e anote; conte o número de faces (F) e anote; conte o número de arestas (A) e anote. Depois, execute a seguinte operação  $V + F - A$  e anote o resultado, bem como suas observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

7) - Selecione o Octaedro, conte o número de vértices (V) e anote; conte o número de faces (F) e anote; conte o número de arestas (A) e anote. Depois, execute a seguinte operação  $V + F - A$  e anote o resultado, bem como suas observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

8) - Selecione o Hexaedro (Cubo), execute o mesmo processo e operação das questões 6 e 7 anote o resultado, bem como suas observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

9) - E se você realizar o mesmo processo com o Dodecaedro, o resultado seria diferente? Faça registros, bem como observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

10) - Isso se também aplica ao Icosaedro? Faça registros, bem como observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

11) - Nos sólidos de Platão, quais características observadas por você os aproximam e que podem ser consideradas comuns? Há características que os distanciam?

12) - E para um Poliedro que não é um sólido de Platão (escolha um entre as opções da bancada), verifique se vale a relação  $V + F - A$ ? Faça registros, bem como observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

13) - Essa relação vale para qualquer Poliedro? Faça registros, bem como observações, exemplos ou comentários que achar necessário (no caderno).

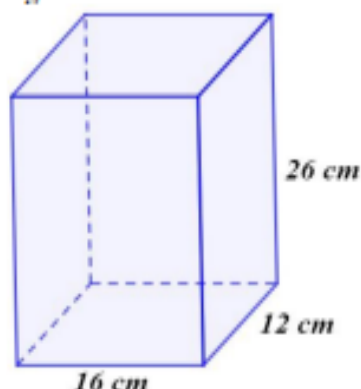
14) - Em relação a tudo que explorou, investigou e aprendeu, Faça registros, exemplos e comentários sobre as conclusões que chegou sobre os Poliedros e Poliedros de Platão.

Observação: Durante a atividade investigativo-exploratória, o professor poderá explorar, investigar, refletir e discutir outras conjecturas à medida que forem surgindo ou sendo demandas pelos alunos.

<sup>1</sup> Disponível em: [https://www.dicionarioetimologico.com.br/poliedro/#google\\_vignette](https://www.dicionarioetimologico.com.br/poliedro/#google_vignette).



- Apresento-lhes um bloco retangular com suas dimensões indicadas:



### **Momento 1**

- 1) Com o material disponível, construa uma representação mais próxima possível, considerando as mesmas dimensões.
- 2) Descreva qual estratégia o grupo utilizaria para medir área da superfície do bloco. Qual seria o resultado disso?
- 3) Descreva qual estratégia o grupo utilizaria aferir seu volume. Qual seria o resultado disso?
- 4) Outras questões levantadas por alunos (as) e professores (as).

### **Momento 2**

- 1) O bloco deverá ser dividido em três partes de dimensões distintas. Assim, defina as medidas de cada parte, faça a divisão indicada e registre (no papel) as dimensões de cada uma.
- 2) Defina a área da superfície e o volume da primeira parte.
- 3) Defina a área da superfície e o volume da segunda parte.
- 4) Defina a área da superfície e o volume da terceira parte.
- 5) Outras questões levantadas por alunos (as) e professores (as).

### **Momento 3**

- 1) Some a área da superfície das três partes em separado e compare o resultado com a área da superfície inteira.
- 2) Explique porque as áreas das superfícies deram diferentes, já que se tratam do mesmo bloco.
- 3) Faça o mesmo processo com a ideia de volume, compare os resultados e explique tal qual fez com na questão anterior.
- 4) Outras questões levantadas por alunos (as) e professores (as).



## Anexo C – Tarefa investigativo-exploratória produzido no último *redesign* do Ciclo I

### Tarefa investigativo-exploratória de Geometria Espacial

**Tema: Conceitos, contextos e aplicações de poliedros.**

**Contextualização exploratória:** Você já parou para observar as formas geométricas presentes na arquitetura, no artesanato, nas embarcações e até nas frutas da nossa cidade? Nesta tarefa, vamos explorar os poliedros a partir do que vivenciamos em Eirunepé, conectando a matemática com a nossa realidade e cultura.

#### 1. Observação e exploração Local

**Materiais sugeridos:** Fotografias de tecnoestruturas de coberturas, praças, barcos, feiras, artesanato em madeira ou palha, peças de madeira e outros com lados planos; caixas de mercadoria, frutas (ex.: cubiu, taperebá), embalagens de medicamentos; réplicas de poliedros feitas com madeira ou materiais prima do contexto local.

#### 2. Proposta extensionista

2.1. Pesquisa com a comunidade:

- Entreviste um artesão, construtor, madeireiro, carpinteiro, pedreiro local e pergunte:

- Quais saberes matemáticos/geométricos são utilizados na sua profissão ou no dia-dia?
- Como aprenderam sobre esses saberes?
- O que houver (anote observações que achar importante para discutir na sala de aula).

#### 3. Identificação no contexto urbano e cultural

3.1 Identifique e faça registros de representações poliédricas em objetos do cotidiano de Eirunepé (ex.: *telhados de madeira, caixas de pescado, cestos de palha, formatos de barcos, monumentos de praças*).

*(Professor imprime registros fotográficos feitos pelos os alunos e os disponibiliza na sala de aula).*

a) Cole três registros fotográficos explorados e trace as arestas que modelam essas representações geométricas espaciais (use caneta ou lápis). Da mesma forma, abaixo delas: descreva os elementos que caracterizam a representação e tente reproduzir um modelo matemático dos mesmo.

Cole aqui	Cole aqui	Cole aqui
Reproduzir aqui	Reproduzir aqui	Reproduzir aqui
Linha 3 registre a identificação: Reto ou oblíquo: Regular ou irregular: Convexo ou não convexo: Nº faces: Nº Arestas: Nº Vértices: Para cada um some V e F e subtraia A (registre observações).	Linha 3 registre a identificação: Reto ou oblíquo: Regular ou irregular: Convexo ou não convexo: Nº faces: Nº Arestas: Nº Vértices: Satisfaz Euler (comprove): Explique por que (sim ou não)?	Linha 3 registre a identificação: Reto ou oblíquo: Regular ou irregular: Convexo ou não convexo: Nº faces: Nº Arestas: Nº Vértices: Satisfaz Euler (comprove): Explique por que (sim ou não)?
b) Há um padrão de resultado? <b>Qual?</b> c) Em quais casos deu o mesmo resultado? Por que isso acontece? d) Em quais casos não deu o mesmo resultado? Por que isso acontece?		

#### 4. Estabelecendo conjecturas

Comandos: Observe-os e os explore, obedecendo aos comandos a seguir:



- a) Descreva os tipos de polígonos que compõe as faces de cada poliedro.
- b) Conte o número de vértices, arestas e faces de cada um e anote.
- c) Some a quantidade de vértices e faces e em seguida subtraia o número de arestas de cada um separadamente.
- d) Que conclusões você pôde perceber acerca do item anterior?  
**Obs.: (Para o professor) Espera-se que os alunos afirmem quais dos poliedros verificam-se a relação de Euler, ou seja, quais operações a igualdade 2, se verificou.**
- e) Separe em dois conjuntos os poliedros em que você identificou algum padrão.  
**Obs.: (Para o aluno) O conjunto em que se verificou o padrão são chamados de poliedros convexos, o outro são ditos não convexos.**
- f) Identifique, no quadro abaixo, quais poliedros são convexos e não convexos.
- g) Volte ao item 4 C), chamando o número de Vértice de V, o de faces de F e arestas de A, escreva uma fórmula para o item 4 C).  
**Obs.: (Para o aluno) A fórmula que você encontrou é chamada de relação de Euler.**
- h) A fórmula acima se verifica para os poliedros não convexos? Faça testes.
- i) Até aqui você concorda com a conjectura: “ Para todo poliedro convexo vale a relação  $V + F - A = 2$  ?  
**Obs.: (Para o professor) Aqui cabe um comentário sobre o que é conjectura, e sobre a demonstração deste fato.**
- j) Naquele conjunto em que a relação de Euler foi verificada (item 4 H), você notou alguma diferença entre os poliedros apresentados? Separe em dois novos conjuntos esses poliedros.  
**Obs.: (para o aluno) Aquele conjunto em que os poliedros apresentam faces congruentes, são chamados de regulares, mais conhecidos como poliedros de Platão.**

### 5. Poliedros regulares e saberes tradicionais

- a) No grupo dos poliedros convexos, você notou algum que tenha todas as faces iguais? Exemplo: Um dado caseiro feito de semente de açaí talhada → cubo (faces quadradas). Esses poliedros são chamados de poliedros regulares ou sólidos platônicos.
- b) Discussão: Existem apenas 5 poliedros regulares ou platônicos, quais são?.
- c) Algum deles aparece na nossa cultura? Na arquitetura? No artesanato? Explique.
- d) Construa um poliedro regular usando materiais locais (tronco de buriti; palitos de malva; palha, madeira, sementes, argila) e explique suas propriedades.



## Anexo D – Tarefa investigativo-exploratória produzida no último *redesign* do Ciclo II

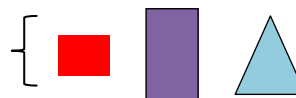
### Tarefa investigativo-exploratória de Geometria Espacial

#### Tema: Conceitos, contextos e aplicações de Prismas e Pirâmides

##### CAMADA I: A MÁQUINA E MONTAR SÓLIDOS

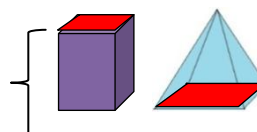
Contextualização: Uma máquina recebeu **apenas três moldes** planos para processar e montar sólidos:

- Um molde **quadrado** de  $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ ;
- Um molde **retangular** de  $6\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ;
- E um molde **triangular isósceles** com base de  $6\text{ cm}$ .



Como resultado, foram gerados dois sólidos perfeitos:

- Um **prisma reto** de base quadrada.
- Uma **pirâmide** de base quadrada.



1. Seu desafio é descobrir: Como a máquina fez isso? Quais operações matemáticas e geométricas ela realizou?
2. Há outras possibilidade de se gerar esses sólidos? Pense, idealize e registre.
3. Escolha um polígono de sua preferencia para inserir na máquina no lugar do quadrado, simule o processo que você descobriu, indicando a tipologia do prisma e da pirâmide gerados.
4. Considerando o algoritmo descoberto, quais sólidos a máquina geraria se fossem inseridos um paralelogramo, um trapézio reto retangular e dois quadrado de medidas diferentes?
5. Além disso busque descobrir e deixar registrado:
  - a) Quantas faces, arestas e vértices tem cada um dos sólidos gerados?
  - b) Além dos elementos anteriores há outros que integram esses sólidos? Quais?
  - c) Quais relações entre medidas (fórmulas ou propriedades) podemos descobrir observando esses sólidos?
  - d) Uma estratégia para encontrar a medida da altura do prisma e da face lateral da pirâmide?
  - e) Uma estratégia para calcular área lateral e área da base de ambos poliedros.
  - f) Como se processaria o cálculo da área total desses sólidos? E do volume?

6. Atividade Prática:

- a) Em grupos, estimem medidas aos objetos gerados e registrem na tabela os valores ou cálculos indicados:

Poliedro	Forma da Base	Dimensões estimadas: aresta da base e altura (cm)	Área da Base (cm <sup>2</sup> )	Área Lateral (cm <sup>2</sup> )	Volume (cm <sup>3</sup> )

##### CAMADA II: GENERALIZAÇÃO E APLICAÇÕES

- Para um **prisma** de base com **n** lados:

Elemento	Fórmula Geral	Exemplo: n=3 (base triângular)
Arestas	$3n$	$3 \times 4 = 12$
Vértices	$2n$	$2 \times 4 = 8$
Faces	$n + 2$	$4 + 2 = 6$
Volume	$A_{\text{base}} \times h$	$(\text{lado} \times \text{lado}) \times h$
Área Lateral	$P_{\text{base}} \times h$	$(4 \times \text{lado}) \times h$

7. Escolha 3 Prismas de base diferentes.

8. Sendo **n** o número de arestas da base, explore cada um e preencha a tabela abaixo, calcule e registre o resultado última coluna

Forma da base da base do prisma	n	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$

9. Teste com mais dois prismas de bases distintas, calcule e registre o resultado na última coluna



Forma da base da base do prisma	n	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$

10. A relação sempre se mantém? Que relação é essa no contexto dos estudos poliedros, como um todo?

11. Teste as relações com três pirâmides de bases distintas.

Forma da base da base da pirâmide	n	Arestas	Vértices	Faces	Calcule: $2n - 3n + (n + 2)$

12. Os resultados deram valores iguais?

13. Elas ( $A = 3n$ ;  $V = 2n$ ; e  $F = n + 2$ ) se aplicam as pirâmides? Explique por que.

- Para uma Pirâmide de base com n lados, há como descobrir uma relação entre o número de arestas, faces e vértices de modo que o resultado dos cálculos seja 2?

14. Faça testes usando uma tabela similar.

Forma da base da base do pirâmide	n	Arestas	Vértices	Faces	Fórmula Geral	Cálculo

15. Testes com mais duas Pirâmides e preencha a tabela.

Forma da base da base da Pirâmide	n	Arestas	Vértices	Faces	Fórmula Geral	Cálculo

16. Os resultados deram valores iguais?

17. Quais as relações para Arestas (A), Vértices (V) e Faces (F)?

18. Pegue uma pirâmide de uma base qualquer (disponibilizado pelo professor), encha-a (com água); depois, despe-o o líquido num prisma de mesma base e altura:

- Quantas vezes a massa (líquido ou areia) da pirâmide coube dentro do prisma?

- Teste para outros sólidos (prisma e pirâmides) de mesma base e altura.

- Isso se aplica em qualquer caso?

- Que conclusões chegaram sobre esse evento?

19. Com as informações conseguidas preencha a tabela, mostrando exemplos de prismas ou pirâmides de número n de lados da base:

Elemento	Fórmula Geral	Prismas Ex.: n = __ (base: _____)	Pirâmide Ex.: n = __ (base: _____)
Arestas			
Vértices			
Faces			
Volume			
Área Lateral			

### CAMADA III: APLICAÇÃO AO CONTEXTO

- **Aplicação no Contexto Local (Eirunepé):**

20. Problema: Projetar uma embalagem (triangular ou prismática) sustentável para produtos locais (castanhas, frutas e/ou outros).

21. Tarefa:

- Escolham uma base poligonal (ex.: quadrado, hexágono).

- Calculem as dimensões para minimizar o material gasto.

- Determinem o volume interno máximo.

- Determine área da superficial plana.

- **Desafios:** Criem um "manual" explicando como transformar dois polígonos distintos em um prisma reto.



## Anexo E – Tarefa investigativo-exploratória produzida no último *redesign* do Ciclo III

### DESVENDANDO A MÁQUINA REPROGRAMADA: CILINDROS E CONES CAMADA I: A MÁQUINA REPROGRAMADA

- A máquina de gerar sólidos foi reprogramada com novos algoritmos geométricos! Ela agora processa moldes planos através de **operações geométricas que transformam** figuras bidimensionais em sólidos tridimensionais. Foram inseridos três moldes diferentes:

1. Um retângulo de 6 cm × 10 cm;
2. Um triângulo retângulo de catetos 3 cm e 10 cm;
3. Um trapézio retangular com bases de 3 cm e 2 cm;
4. Uma circunferência de diâmetro 6cm.

- E foram gerados três sólidos: cilindro reto, cone reto e tronco de cone.

#### Desafio 1: decifrando o algoritmo

1. Qual é o **princípio geométrico fundamental** (a "operação da máquina") que transforma os moldes 1, 2 e 3 nos sólidos de revolução indicados?
2. Para os moldes 1, 2 e 3, estabeleça a correspondência "molde → sólido". Justifique.
  - Qual medida do molde respectivo corresponde à **altura do sólido**?
  - Qual medida do molde respectivo corresponde o **raio (ou os raios) da base**?
3. O molde 4 (a circunferência) pode ser processado, para geração dos referidos sólidos, pelo mesmo princípio dos outros três? Fundamente.
  - **Que** outro princípio matemático (que não o de rotação) permitiria usar essa circunferência para "gerar" ou "definir" sólidos como o cilindro ou o cone?

#### Desafio 2: predição e análise (do cone reto ao "cone" escaleno)

4. Suponha que inserimos um triângulo escaleno de lados 4 cm, 7 cm e 9 cm.
  - a) Represente graficamente o molde e proponha um eixo de rotação. (Dica: a localização exata do eixo rotação é crucial para o resultado).
  - b) Descreva o sólido que será gerado. Ele ainda será um cone? Fundamente sua resposta comparando-o com o cone reto gerado pelo triângulo retângulo.
  - c) Complete a tabela comparativa:

Aspecto	Cone Reto ( <u>triângulo retângulo</u> )	Cone Oblíquo ( <u>triângulo escaleno</u> )
Forma da base	Circular	Circular
Posição do vértice	Alinhada com o centro da base	Deslocado em relação ao centro da base
Comprimento da geratriz	Todos iguais / constantes	Variável
Simetria	Simetria radial	Assimétrico / Sem simetria radial

#### Desafio 3: Aplicação criativa

5. Projete um novo sólido.
  - a) Escolha ou invente uma forma plana **não aboradada** (ex.: um semicírculo, segmento de parábola ou polígono irregular).
  - b) Aplique o "algoritmo" descoberto (rotação em torno de um eixo) à sua forma.
  - c) Esboce o sólido resultante e descreva as características principais (nome, medidas estimadas, tipo de superfície).

#### Desafio 4: Modo reverso (engenharia reversa)

1. A máquina agora tem função reversa: recebe um sólido e revela seu molde plano. Observe e responda:
  - a) Se colocarmos um **cone oblíquo** na máquina reversa, que **informações geométricas** ela deve revelar sobre o molde plano original? (Pense além da simples planificação).
  - b) Com base nisso, escreva as instruções passo a passo para o manual "*Como Gerar um Cone Oblíquo na Máquina de Sólidos*".

### CAMADA II: RELAÇÕES E GENERALIZAÇÃO-

- Agora que descobrimos os princípios de geração dos sólidos, vamos explorar suas propriedades, relações e generalizar as descobertas através da experimentação e análise.

#### Desafio 1: Análise das planificações

1. De posse dos sólidos gerados na Camada I (cilindro, cone, tronco de cone) e dos moldes planos construídos:
  - a) Simule a planificação de cada sólido.
  - b) Identifique e nomeie cada elemento geométrico resultante.
  - c) Meça ou estime e registre as dimensões de cada parte da planificação
  - d) Compare as planificações: quais semelhanças e diferenças você observa?

#### Desafio 2: Experimentação volumétrica



- a) Utilizando um cone e um cilindro de mesma base e mesma altura:  
 - Encha o cone com areia/água e despeje no cilindro  
 - Quantas transições completas são necessárias para preencher o cilindro?
- b) Meça ou estime: Volume do cone: \_\_\_\_\_ ml / Volume do cilindro: \_\_\_\_\_ ml
- c) Análise quantitativa: Divida o vol. do cilindro por 3: \_\_\_\_\_ / Compare com o volume do cone: \_\_\_\_\_  
 - Qual conclusão pode ser estabelecida?
- d) Generalização: Se  $V_{cilindro} = \pi \cdot r^2 \cdot h$ , então  $V_{cone} =$  \_\_\_\_\_  
 - Esta relação se mantém para cones oblíquos? Por quê?

### Desafio 3: Investigação das relações geométricas

1. Tabela de investigação: Complete as linhas e colunas em branco.

Sólido	Raio (cm)	Altura (cm)	Geratriz (cm)	Medida Constante	AL (cm <sup>2</sup> )	AT (cm <sup>2</sup> )	Vol. (cm <sup>3</sup> )
Cilindro	3	8	8	Geratriz	48π	66π	72π
Cone	4	12	4√10	Geratriz	16√10 π	16π(√10+1)	64π
Tronco de Cone	R: 5 / r: 3	7	√53	Geratriz	8√53 π	π(8√53 + 34)	343π/3
Cilindro Oblíquo	3	7	Variável	-	42π	60π	63π
Cone Oblíquo	4	10	Variável	-	-	-	160π/3

2. Que relações existem entre raio, altura e geratriz no cone?
3. Como essas relações se modificam no tronco de cone?
4. Qual elemento é presente em todos os corpos redondos analisados?
5. Por que esse elemento é fundamental nessas figuras?
6. Como as medidas da base se relacionam com a área lateral?
7. Que padrão se observa na composição da área lateral?
8. E na área total, que elemento se repete sistematicamente?
9. Que regularidades podem ser observadas nas fórmulas volumétricas?
10. Como o fator 1/3 aparece contextualizado em cada sólido?

### Desafio 4: generalização e formalização

Tabela de Generalização (Complete com suas descobertas):

Sólido	Constante	Área Lateral (AL)	Área Total (AT)	Volume (V)
Cilindro				
Cone				
Tronco de Cone				
Cilindro Oblíquo				
Cone Oblíquo				

### CAMADA III: APLICAÇÃO AO CONTEXTO EIRUNEPEENSE

**DESAFIO UNICO:** projetar uma embalagem (cilíndrica, cônica ou troncocônica) sustentável para agregar valor à venda de produtos locais (ex.: açaí, buriti, farinha de mandioca).

- **Contexto:** Muitos produtos de Eirunepé (polpas de frutas, óleos vegetais, castanhas) são comercializados de forma informal, sem embalagem padronizada.
- **Tarefa:** Escolham um produto local (ex.: polpa de açaí, óleo de buriti, farinha de mandioca).

1. **Definam o Sólido:** Decidam qual corpo redondo (sólido 3D abstrato) seria mais adequada para embalar tais produtos (cilindro ou cone: para porções individuais) ou um **tronco de cone** (esteticamente diferenciado).
2. **Otimização:** Calculem as dimensões (raio, altura) para que a embalagem tenha um volume específico (ex.: 500 ml) utilizando a **menor quantidade possível de material** (área total mínima), reduzindo o custo e o impacto ambiental.
3. **Valorização:** Criem uma etiqueta que destaque o produto, com um formato poligonal qualquer e fixa-a como rótulo da embalagem ("embalagem eco-matemática").

Tabela de Cálculos Otimizados:

Parâmetro	Cálculo	Valor Otimizado
Volume desejado		ml
Raio ideal		cm
Altura ideal		cm
Área total de material		cm <sup>2</sup>
Geratriz (se aplicável)		cm

### Processo de Otimização:

1. Utilizem as fórmulas descobertas na Camada II
2. Apliquem derivação ou método de tentativa e erro para encontrar as dimensões que minimizam a área total
3. Considerem restrições práticas (facilidade de manuseio, estabilidade).



## Anexo F – Tarefa investigativo-exploratória produzida no último *redesign* do Ciclo IV

### TAREFA/ATIVIDADE: A MÁQUINA DA ESFERA PERFEITA

#### CAMADA I: RECONHECENDO A ROTAÇÃO (Conceitos Básicos)

- Nós já vimos que nossa máquina operou, em outrora, para transformar moldes planos em sólidos 3D, conforme relações:

- Prismas ← Formas poligonais em extrusão;
- Pirâmides ← Forma poligonais em conificação;
- Cilindro ← Rotação de um retângulo;
- Cone ← Rotação de um triângulo retângulo.

- A máquina agora é você!

#### Desafio 1: Hipótese criativa

- Com base nos exemplos, qual é a forma plana mais simples que, ao girar em torno de um eixo, pode gerar uma esfera?
- Em duplas, desenhem no caderno a forma plana e o eixo de rotação que vocês imaginam.

#### Desafio 2: Investigação prática (mão na massa)

- Vamos testar a hipótese mais comum: a rotação de um semicírculo (Materiais: compasso, papel cartão, palito de churrasco).
  - Desenhem um semicírculo de raio 5 cm.
  - Destaquem o diâmetro (a base reta).
  - Fixem o palito no diâmetro (eixo).
  - Girem rapidamente e observem a forma gerada!

#### Desafio 3: Análise e generalização

- Complete o quadro com base na sua investigação:

Elemento	Correspondência no Semicírculo	Medida	O que representa na Esfera?
Raio	Raio do semicírculo (distância do centro ao arco)	5 cm	A distância constante do centro a qualquer ponto da superfície. É a medida fundamental da esfera.
Diâmetro	Diâmetro do semicírculo (o próprio eixo de rotação)	10 cm ( $2 \times 5$ cm)	O dobro do raio; representa a maior distância possível entre dois pontos da esfera.
Superfície Esférica	Arco do semicírculo	Área = $4\pi R^2$ (aproximadamente 314 cm <sup>2</sup> para R=5 cm)	A "casca" ou a fronteira externa da esfera, formada pela rotação completa do arco.

#### Desafio 4: Discussão avançada (Para os grupos que terminarem primeiro).

- Você consegue imaginar OUTRA maneira de formar uma esfera a partir de figuras planas? Explique.

#### CAMADA II: DESCOBRINDO AS FÓRMULAS (Guia de Investigação - Exploração)

##### Desafio 1: A proporção da fatia (Cunha Esférica)

**Material:** 1 laranja/tangerina, palitos de bambu, régua, papel para anotações.

##### 1. Preparação:

- Imagine (ou tenha em mãos) uma laranja como uma esfera perfeita. Corte-a ao meio, precisamente no equador (círculo máximo).

- Meça o diâmetro (D) e o raio (R). Registre as medidas: D  $\cong$  \_\_\_\_\_ cm | R  $\cong$  \_\_\_\_\_ cm

- Desenhe ou ilustre a situação, registrando as medidas encontradas:

[espaço para desenho ou ilustração]

##### 2. Fatia de 180° (Meia-laranja):

- Esta fatia representa que fração de uma rotação completa? \_\_\_\_\_

- Quantas fatias iguais cabem na laranja inteira? \_\_\_\_\_

- **Conclusão:** Volume da fatia de 180° = \_\_\_\_\_ do volume total.

##### 3. Fatia de 90° (Um quarto da laranja):

- Corte uma fatia de 90° (1/4 da laranja).

- Quantas fatias iguais cabem na laranja inteira? \_\_\_\_\_

- **Conclusão:** Volume da fatia de 90° = \_\_\_\_\_ do volume total.

##### 4. Fatia de 45° (Um oitavo da laranja):

- Corte a fatia de 90° ao meio com máxima precisão.



- Quantas fatias iguais cabem na laranja inteira? \_\_\_\_\_
- **Conclusão:** Volume da fatia de  $45^\circ = \underline{\hspace{2cm}}$  do volume total.

**5. Generalização:**

- Complete o padrão: Se uma fatia de  $180^\circ = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} = 1/2 \times V_{T\_esfera}$   
 Se uma fatia de  $90^\circ = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} = 1/4$  do  $V_{T\_esfera}$   
 Se uma fatia de  $45^\circ = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} = 1/8$  do  $V_{T\_esfera}$

- Então um:

$$\text{Fatia de } \alpha \text{ graus} = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} \times V_{T\_esfera}$$

- **Fórmula Geral da Cunha:** Volume = \_\_\_\_\_  $\times V_{T\_esfera}$

**6. Que implicações isso tem na área da superfície da cunha esférica?**

**Desafio 2: O Segredo de Arquimedes (Relação Esfera-Cilindro)**

**Material:** Esfera (madeira ou acrílico) e cilindro (tubo de pvc ou acrílico) que a circunscreve (raio R, altura 2R), areia ou água.

**1. Primeira Medição:**

- Observe o raio e a altura do cilindro, buscando compreender que relações têm com a esfera
- Insira a esfera no cilindro. Preencha todos os espaços vazios do cilindro com areia/água.
- Retire a esfera. O volume restante no cilindro corresponde a que fração do cilindro cheio? \_\_\_\_\_
- **Conclusão Parcial:**  $V_{esfera} = \underline{\hspace{2cm}}$  do  $V_{cilindro}$ .

**2. Verificação com Outro Modelo:**

- Repita o processo com outro conjunto esfera-cilindro de medidas diferentes.
- Volume da esfera em relação ao cilindro: \_\_\_\_\_
- O resultado se mantém? ( ) SIM ( ) NÃO

**3. Conclusão Final e Fórmula:**

- A relação é sempre:  $V_{esfera} = \underline{\hspace{2cm}} \times V_{cilindro}$
- Sabendo que  $V_{cilindro} = \pi R^2 \cdot h$  e  $h = 2R$ , então o volume da esfera é:

$$V_{esfera} = \underline{\hspace{2cm}} \times (\pi R^2 \cdot \underline{\hspace{2cm}}) = \underline{\hspace{4cm}}$$

**CAMADA III: O ENIGMA DA CASCA (Geometria no Contexto)**

**Desafio 1: O Enigma da Casca (Área da Superfície)**

- **Material:** Casca de laranja, tesoura, compasso, régua.

**1. A Planificação Impossível:**

- Tente achatar a casca da laranja inteira sobre a mesa sem rasgá-la.
- **É possível?** ( ) SIM ( ) NÃO
- **Por quê?** \_\_\_\_\_

**2. Estimativa por comparação:**

- Recorte um círculo de papel com o mesmo raio da laranja.
- Quantos círculos iguais você precisaria para cobrir toda a casca? \_\_\_\_\_
- **Nossa Estimativa:**  $A_{esfera} \approx \underline{\hspace{2cm}} \times \pi R^2$  (área do círculo)

**3. A Fórmula Revelada:**

- A máquina nos dá a dica final:  $A_{esfera} = 4 \times \text{Área do círculo máximo}$
- **Fórmula Final:**  $A = \underline{\hspace{4cm}}$

**Desafio 2- A barraca de sucos de Eirunepé**

- Dona Maria vende suco natural e quer otimizar seus custos:
- **Contexto:** Ela usa laranjas com raio médio de 4cm
- **Calculam:**
  - Volume de suco por laranja (considerando 70% de aproveitamento)
  - Quantas laranjas são necessária para 1 litro ( $1000\text{cm}^3$ ) de suco?
  - Área da casca que será descartada por laranja.

**Desafio 3- Investigação: Por que as frutas têm formatos arredondadas?**

- **Observem** diferentes frutas: laranja, melancia, coco, araçá boi (com formatos esfera perfeita)
- **Hipótese:** A forma esférica/arredondada oferece vantagens naturais
- **Investigem:**
  - Resistência à pressão (casca)
  - Otimização de espaço no crescimento
  - Proteção contra impactos
- **Conclusão:** A natureza "escolhe" os formatos esféricos devido: \_\_\_\_\_

