



ARLETE APARECIDA FERREIRA RODRIGUES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DA TEORIA DA
ATIVIDADE: RECONSTRUÇÃO/RECONFIGURAÇÃO DE
AMBIENTES EM UMA ESCOLA**

**LAVRAS – MG
2026**

ARLETE APARECIDA FERREIRA RODRIGUES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DA TEORIA DA ATIVIDADE:
RECONSTRUÇÃO/RECONFIGURAÇÃO DE AMBIENTES EM UMA ESCOLA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Práticas Pedagógicas e Formação Docente, linha de pesquisa em Processos de Ensino e Aprendizagem, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Prof. Dr. José Antônio Araújo Andrade

**LAVRAS – MG
2026**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Rodrigues, Arlete Aparecida Ferreira.

A modelagem matemática a partir da teoria da atividade:
reconstrução/reconfiguração de ambientes em uma escola / Arlete Aparecida Ferreira
Rodrigues. - 2026.
112 p.

Orientador: José Antônio Araújo Andrade

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Atividade de Modelagem. 2. Geometria. 3. Pensamento teórico. 4. Teoria da
Atividade. I. Andrade, José Antônio Araújo. II. Universidade Federal de Lavras. III.
Título.

ARLETE APARECIDA FERREIRA RODRIGUES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DA TEORIA DA ATIVIDADE:
RECONSTRUÇÃO/RECONFIGURAÇÃO DE AMBIENTES EM UMA ESCOLA**

**MATHEMATICAL MODELING FROM AN ACTIVITY THEORY PERSPECTIVE:
RECONSTRUCTION/RECONFIGURATION OF SCHOOL ENVIRONMENTS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Práticas Pedagógicas e Formação Docente, linha de pesquisa em Processos de Ensino e Aprendizagem, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2026

Prof.^a Dra. Daiany Cristiny Ramos

Prof. Dr. Leonardo Lago

Orientador

Prof. Dr. José Antônio Araújo Andrade

**LAVRAS – MG
2026**

*Dedico aos 18 jovens que prontamente aceitaram o convite para participar desta pesquisa.
Pela disposição em investigar, dialogar e construir conhecimentos coletivamente, e por mostrarem que a escola
pode ser espaço de participação, reflexão e transformação*

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de força, esperança e sustento em todos os momentos desta caminhada. Nos períodos de incerteza, cansaço e desafios, Sua presença me permitiu seguir adiante, renovando minha fé e minha confiança de que este sonho seria possível. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras, que contribuíram para minha formação acadêmica e humana por meio dos conhecimentos compartilhados, dos debates promovidos e das reflexões que ampliaram minha compreensão sobre a pesquisa, o ensino e a educação. Ao meu orientador, Prof. Dr. José Antônio Araújo Andrade, por conduzir este percurso com seriedade, sensibilidade e compromisso. Sua confiança, suas orientações e seus ensinamentos foram decisivos para o desenvolvimento desta pesquisa e para meu crescimento como pesquisadora. Ao Prof. Dr. Leonardo Lago e à Prof.^a Dr.^a Daiany Cristiny Ramos, que gentilmente aceitaram compor a banca examinadora, dedicando tempo à leitura deste trabalho e oferecendo contribuições valiosas que possibilitaram seu aprimoramento. Ao Governo do Estado de Minas Gerais, por intermédio do Programa Trilhas de Futuro Educadores, que tornou possível a realização desta formação em nível de mestrado, reafirmando a importância do investimento na qualificação dos profissionais da educação pública. Ao meu marido, Reginaldo Alves Rodrigues, pela presença constante ao longo desta jornada. Sua compreensão nos momentos de ausência, seu incentivo diante das dificuldades e sua confiança foram fundamentais para que eu permanecesse firme em meus propósitos. Aos meus filhos, Taís Ferreira Rodrigues e Mateus Felipe Ferreira Rodrigues, que dão sentido aos meus sonhos e às minhas conquistas. O carinho, a paciência e o apoio demonstrados durante essa trajetória foram essenciais para que eu chegasse até aqui. A todos os familiares, amigos e colegas que, de diferentes maneiras, estiveram ao meu lado durante este percurso, compartilhando palavras de incentivo, apoio e encorajamento. Por fim, registro minha gratidão a todos que contribuíram para a concretização deste trabalho. Esta conquista representa não apenas um esforço individual, mas o resultado de uma caminhada construída com o apoio, a confiança e a colaboração de muitas pessoas.

A compreensão de um fenômeno requer a análise de seu processo de desenvolvimento, uma vez que é no movimento da atividade que se revelam suas determinações essenciais (Leontiev, 2021).

RESUMO

Esta pesquisa, fundamentada na Teoria Histórico-Cultural (THC) e na Teoria da Atividade (TA), investiga como as significações geradas pelos estudantes em Atividade de Modelagem na Educação Matemática, voltada à reconstrução de ambientes escolares, contribuem para o desenvolvimento de conceitos geométricos. O estudo foi realizado com 18 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais, tendo como temática a reconstrução e reconfiguração de ambientes escolares. A organização do ensino estruturou situações investigativas relacionadas à circulação, acessibilidade e uso dos espaços escolares, nas quais os estudantes analisaram problemas concretos e mobilizaram conceitos geométricos na elaboração de modelos e na tomada de decisões. A pesquisa assumiu abordagem qualitativa e utilizou como instrumentos de constituição dos dados gravações em vídeo, registros escritos e gráficos dos estudantes, observações e diário de campo da professora-pesquisadora. A análise foi desenvolvida segundo a metodologia dos Núcleos de Significação, proposta por Aguiar e Ozella (2006, 2013), buscando apreender os movimentos do pensamento produzidos no curso da Atividade dos estudantes. Os resultados indicam movimentos de reorganização das significações produzidas pelos estudantes, expressos em deslocamentos de formas inicialmente marcadas por compreensões empíricas e fragmentadas para modos mais articulados de analisar o espaço, nos quais relações entre medida, área, inclinação e organização espacial passaram progressivamente a orientar decisões e justificativas. O trabalho coletivo, as mediações realizadas e a elaboração de modelos favoreceram a produção de significações que articularam experiências cotidianas e conhecimentos geométricos sistematizados. A pesquisa indica que a organização do ensino, ao criar condições para que os estudantes se relacionem com problemas significativos do espaço escolar, pode favorecer a produção de significações e criar condições para movimentos de aproximação ao pensamento teórico em Geometria.

Palavras-chave: Atividade de Modelagem; Geometria; Significações; Pensamento Teórico; Teoria da Atividade.

ABSTRACT

This study, grounded in Cultural-Historical Theory (CHT) and Activity Theory (AT), investigates how the significations generated by students through a Modeling Activity in Mathematics Education, focused on the reconstruction of school environments, contribute to the development of geometric concepts. The study was conducted with 18 first-year high school students from a public state school in Minas Gerais, Brazil, and centered on the reconstruction and reconfiguration of school environments. The organization of teaching was structured around investigative situations related to circulation, accessibility, and the use of school spaces, in which students analyzed concrete problems and mobilized geometric concepts to develop models and support decision-making. The research adopted a qualitative approach and used video recordings, students' written and graphical records, observations, and the teacher-researcher's field journal as data sources. Data analysis was carried out using the methodology of Signification Cores, proposed by Aguiar and Ozella (2006, 2013), with the aim of understanding the movements of thought produced throughout the students' activity. The findings indicate processes of reorganization in the significations produced by the students, expressed through shifts from initially empirical and fragmented understandings toward more integrated ways of analyzing space, in which relationships among measurement, area, slope, and spatial organization progressively guided their decisions and justifications. Collaborative work, pedagogical mediation, and the development of models fostered the production of significations that connected everyday experiences with systematized geometric knowledge. The study indicates that the organization of teaching, by creating conditions for students to engage with meaningful problems related to the school environment, can foster the production of significations and create opportunities for movement toward theoretical thinking in Geometry.

Keywords: Modeling Activity; Geometry; Meanings; Theoretical Thinking; Activity Theory.

INDICADORES DE IMPACTO

A presente pesquisa, fundamentada nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade, investigou as significações produzidas por estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais durante uma Atividade de Modelagem voltada à reconstrução e reconfiguração de ambientes escolares. Os impactos sociais, de natureza qualitativa, evidenciam a ampliação do acesso ao conhecimento matemático como produção humana e a valorização do protagonismo estudantil, na medida em que os estudantes foram mobilizados a analisar problemas concretos do espaço escolar, superando abordagens empíricas e fragmentadas em direção à compreensão relacional de conceitos geométricos. No que se refere às dimensões cultural e pedagógica, a organização da Modelagem como atividade investigativa possibilitou a articulação entre saberes cotidianos e conhecimentos científicos, favorecendo a objetivação de nexos conceituais relacionados às relações geométricas estabelecidas no plano e no espaço. Tal movimento contribuiu para a constituição de significações que ultrapassam a simples aplicação de procedimentos, orientando-se para a compreensão dos conceitos em seu movimento e em suas relações internas, elemento central para o desenvolvimento do pensamento teórico. O compromisso social desta pesquisa manifesta-se na articulação entre universidade e escola pública, ao inserir os estudantes em um processo formativo que reconhece o espaço escolar como objeto legítimo de investigação e transformação. A participação da professora-pesquisadora na Atividade de Modelagem transformou diretamente sua prática pedagógica, promovendo uma postura reflexiva e investigativa, ao mesmo tempo em que mobilizou os estudantes para a análise crítica das condições materiais de seu próprio contexto escolar. Do ponto de vista formativo, os impactos alcançados relacionam-se ao fortalecimento de processos de análise, abstração e generalização, fundamentais para a compreensão das relações espaciais e para a formação de sujeitos capazes de interpretar e intervir de modo consciente na realidade. Inserida na área temática da Educação, conforme a Política Nacional de Extensão, a investigação alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, contribuindo especialmente para o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao reafirmar o papel social da escola pública na promoção de práticas educativas comprometidas com o desenvolvimento humano e com a formação crítica dos estudantes.

IMPACT INDICATORS

The present study, grounded in the principles of Cultural-Historical Theory and Activity Theory, investigated the meanings produced by first-year high school students from a public state school in Minas Gerais during a Modeling Activity focused on the reconstruction and reconfiguration of school environments. The social impacts, of a qualitative nature, highlight the expansion of access to mathematical knowledge understood as human production and the appreciation of student agency, insofar as students were mobilized to analyze concrete problems of the school space, moving beyond empirical and fragmented approaches toward a relational understanding of geometric concepts. With regard to the cultural and pedagogical dimensions, the organization of Modeling as an investigative activity enabled the articulation between everyday knowledge and scientific knowledge, fostering the objectification of conceptual nexuses related to the geometric relationships established in the plane and in space. This movement contributed to the constitution of meanings that go beyond the mere application of procedures, orienting students toward an understanding of concepts in their movement and in their internal relations, which is a central element in the development of theoretical thinking.

The social commitment of this research is expressed in the articulation between the university and the public school, by engaging students in a formative process that recognizes the school space as a legitimate object of investigation and transformation. The participation of the teacher-researcher in the Modeling Activity directly transformed her pedagogical practice, promoting a reflective and investigative stance, while at the same time mobilizing students toward a critical analysis of the material conditions of their own school context. From a formative perspective, the impacts achieved are related to the strengthening of processes of analysis, abstraction, and generalization, which are fundamental for understanding spatial relations and for the formation of subjects capable of interpreting and consciously intervening in reality. Classified within the thematic area of Education, in accordance with the National Extension Policy, the study aligns with the United Nations 2030 Agenda Sustainable Development Goals, contributing particularly to SDG 4 (Quality Education), by reaffirming the social role of public schooling in promoting educational practices committed to human development and the critical formation of students.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3 - Registro do refeitório realizado pelos estudantes durante a investigação exploratória do fluxo durante a distribuição da merenda (Grupo 3).....	48
Figura 4 - Registro da entrada da escola evidenciando limitações de acessibilidade (Grupo 1)	49
Figura 5 - Registro do terreno evidenciando desnível e ausência de condições de acessibilidade ao espaço externo (Grupo 2).....	50
Figura 6 - Movimento da Atividade de Modelagem	51
Figura 7 - Diagrama de fluxo no croqui	67
Figura 8 - O geoplano como instrumento mediador na representação e análise de área.....	69
Figura 9 - Representação dos trajetos e dos pontos de convergência dos fluxos no refeitório	72
Figura 10 - Croqui do espaço destinado à construção do anfiteatro.....	79
Figura 11 - Representação da fração do círculo no projeto do anfiteatro.....	82
Figura 12 - Construção da planta baixa e organização proporcional do espaço.....	84
Figura 13 - Gestos no momento de discussão do grupo	86
Figura 14 - Identificação do problema com pesquisa exploratória	87
Figura 15 - Gesto de Robert	90
Figura 16 - Modelo tridimensional elaborado no SketchUp	94
Figura 17 - Imagens aéreas utilizadas na análise do terreno	94
Figura 18 - Modelo tridimensional.....	95
Figura 19 - Diferentes representações da rampa produzidas pelos estudantes durante a investigação	97
Figura 20 – Estudantes conferindo os procedimentos utilizados no cálculo da área da rampa.....	98
Figura 21 – Registros gráficos e cálculos produzidos pelos estudantes na determinação da área da rampa.....	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição dos grupos de pesquisa e seus pseudônimos	47
Quadro 2 - Indicadores aglutinados em núcleos de significação	56
Quadro 3 - Sistematização dos pré-indicadores e indicadores por núcleos.....	59

LISTA DE SIGLAS

MM – Modelagem Matemática

MHD - Materialismo Histórico - dialético

PPTHG - Grupo de Pesquisa Práticas Pedagógicas orientadas pela Teoria Histórico-Cultural

THC - Teoria Histórico-Cultural

TA - Teoria da Atividade

UFLA - Universidade Federal de Lavras

CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

ONU - Organização das Nações Unidas

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SER – Superintendência Regional de Ensino

SUMÁRIO

1 MEMORIAL: ENTRE O MEDO E A POSSIBILIDADE DE APRENDER.....	16
2 DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS DA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	20
3 A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO CONCEBENDO A MODELAGEM COMO ATIVIDADE HUMANA.....	25
3.1 A CONSTITUIÇÃO DA ATIVIDADE HUMANA NA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL.....	27
3.2 A ATIVIDADE COMO CONDIÇÃO PARA A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....	33
3.3 A ATIVIDADE DE MODELAGEM.....	36
3.4 O POSICIONAMENTO DOCENTE FRENTE ÀS ESCOLHAS METODOLÓGICAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	41
4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	43
4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS.....	45
4.2 LÓCUS DA PESQUISA E PARTICIPANTES.....	46
4.3 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM.....	48
4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS: OS NÚCLEOS DE SIGNIFICAÇÃO..	53
4.5 A ORGANIZAÇÃO DOS DADOS E CONSTITUIÇÃO DOS NÚCLEOS DE SIGNIFICAÇÃO.....	55
5 ANÁLISE DOS DADOS: SIGNIFICAÇÕES PRODUZIDAS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM.....	61
5.1 NÚCLEO DE SIGNIFICAÇÃO I: DO ESPAÇO VIVIDO À NECESSIDADE DE REORGANIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO.....	63
5.2 NÚCLEO II: DA PERCEPÇÃO DO ESPAÇO À MEDIDA COMO CRITÉRIO DE DECISÃO.....	73
5.3 NÚCLEO III: DA FORMA ISOLADA À COMPREENSÃO RELACIONAL DO ESPAÇO.....	86
5.4 COMPREENSÃO DA TOTALIDADE: ANÁLISE INTERNÚCLEO DAS SIGNIFICAÇÕES PRODUZIDAS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM.....	102
5.4.1 A CIRCULAÇÃO DAS PROPOSTAS DOS ESTUDANTES EM CONTEXTOS INSTITUCIONAIS: DESDOBRAMENTOS DA SIGNIFICAÇÃO.....	105

6 CAMINHOS NÃO TRILHADOS: CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES FUTURAS.....	107
REFERÊNCIAS.....	111

1 MEMORIAL: ENTRE O MEDO E A POSSIBILIDADE DE APRENDER

Minha relação com a escola, nos primeiros anos, foi marcada pelo medo. Não um medo abstrato, mas aquele que se instala no corpo de quem não consegue acompanhar, de quem se percebe deslocada e passa a associar o espaço escolar ao insucesso. A dificuldade de alfabetização atravessou minha infância de forma profunda, culminando na reprovação. Não aprender a ler no tempo esperado fez da escola um lugar de fracasso anunciado, no qual a sensação de não ser capaz se sobrepunha a qualquer expectativa de aprendizagem.

As lembranças desse período são, em grande parte, atravessadas por experiências negativas. Fui reprovada na 1ª série do ensino fundamental, essa reprovação não representou apenas a permanência em um mesmo ano escolar, mas a consolidação de um sentimento de inadequação, como se o aprender não fosse algo possível para mim. A leitura, que para muitos se tornava porta de acesso ao conhecimento, constituía, para mim, um obstáculo constante, reforçando a ideia de que a escola não era um lugar de pertencimento.

Entretanto, mesmo nesse cenário, uma experiência marcou um deslocamento importante. Por um equívoco administrativo, fui inserida na turma 1, quando, na verdade, deveria ter sido encaminhada para a turma 3. Foi nesse contexto que conheci uma professora muito importante para mim, a “tia Marta”. Ao invés de me definir pelas dificuldades, ela acreditou na minha permanência naquela turma e, sobretudo, na minha capacidade de aprender. Sua postura não eliminou imediatamente os desafios, mas inaugurou algo novo: a possibilidade de que o fracasso não fosse um destino definitivo. Pela primeira vez, senti que alguém enxergava para além das limitações que até então me definiam.

A Matemática, nesse período, já se fazia presente, ainda que de forma ambígua. As dificuldades com a leitura acabavam me aproximando dos cálculos, pois ali as palavras cediam espaço aos números. Essa aproximação, contudo, não se dava sem obstáculos. Havia também dificuldades de raciocínio e compreensão, e o fazer matemático se restringia, muitas vezes, à execução de procedimentos, sem entendimento mais amplo. Ainda assim, a Matemática se mostrava como um território menos hostil do que o da leitura, um espaço no qual eu insistia em permanecer.

Ao revisitar essa trajetória, compreendo hoje que muitas das dificuldades vividas nos anos iniciais de escolarização não estavam relacionadas apenas a uma suposta incapacidade de aprender. Há poucos anos, já adulta tive acesso a diagnósticos que lançaram nova luz sobre minha história escolar: a Síndrome de Irlen e o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Essas descobertas não reescreveram o passado, mas permitiram

compreendê-lo de outra forma.

As dificuldades persistentes com a leitura, a fadiga visual, a perda frequente de foco e a sensação constante de esforço excessivo para realizar tarefas que pareciam simples para outros estudantes ganharam novos sentidos. Aquilo que, na infância e na adolescência, foi interpretado como desatenção, lentidão ou falta de empenho, hoje se apresenta como parte de um funcionamento cognitivo específico, que não foi reconhecido nem acolhido no contexto escolar em que estive inserida.

Essa compreensão não elimina as marcas deixadas pelo percurso, mas transforma o modo como olho para ele. Ao invés de reforçar a narrativa do fracasso, permite compreender que minhas estratégias de permanência escolar — a aproximação com os cálculos, a repetição de procedimentos, o esforço constante e o ensinar colegas como forma de aprender — foram também formas de resistência frente a um sistema que pouco considerava as singularidades dos estudantes.

Foi apenas a partir da 5ª série que minha relação com a escola começou a se transformar de maneira mais significativa. Duas professoras tiveram papel central nesse processo: Lina Márcia, de Matemática, e Cláudia, de Ciências. Mais do que os conteúdos trabalhados, o que me marcou foi o modo como organizavam suas aulas. As experiências propostas, o diálogo constante, as reflexões provocadas e a abertura à participação criavam um ambiente distinto daquele que eu havia conhecido até então. Nessas aulas, aprender deixava de ser apenas cumprir tarefas e passava a ser um movimento de pensar, questionar e buscar compreender.

Esse período não representou a superação imediata das dificuldades, mas inaugurou algo fundamental: o desejo de estudar. A escola começou, pela primeira vez, a se apresentar como um espaço possível de construção, e não apenas de julgamento. Ainda não havia ali qualquer projeto de futuro claramente delineado, tampouco a intenção de me tornar professora, mas essas experiências plantaram sementes que, mais tarde, se revelariam decisivas.

No ensino fundamental e médio, embora algumas professoras tenham marcado minha trajetória positivamente, eu não era uma estudante que se destacava pelas respostas prontas, pelo domínio de fórmulas ou pela rapidez nos métodos de resolução. Meus resultados eram medianos e, apesar de não enfrentar novas reprovações, seguia aprendendo à margem das expectativas impostas pelo sistema escolar.

Avancei para o ensino médio e, a partir do segundo ano, cursei o magistério. Foi nesse período que a docência começou a se apresentar de forma mais concreta. Discutíamos como

ensinar Matemática por meio de jogos, brincadeiras e atividades diferenciadas. Contudo, essas discussões ainda carregavam marcas profundas da formação que eu havia recebido: uma Matemática centrada no acerto e no erro, com poucas relações com a realidade.

Em 1998, iniciei minha carreira no magistério, atuando na Educação Infantil. A docência surgiu, nesse início, mais como prática do que como projeto consciente. A escolha pela Matemática esteve atravessada por minha relação com a leitura e pelas possibilidades concretas de formação. Fiz parte da última turma que oferecia formação em Ciências Exatas, contemplando Matemática e Ciências.

Levei para a graduação toda a minha trajetória de dificuldades. O curso foi exigente e marcado por tensões constantes, mas cada obstáculo vencido representava também uma afirmação de permanência. Tive contato com professores profundamente conhecedores, que marcaram minha formação acadêmica. Paralelamente, já nos anos finais da Licenciatura em Ciências Exatas, iniciei a Licenciatura em Educação Básica – Anos Iniciais, formação que ampliou minha compreensão sobre o ensino e aprendizagem, o que possibilitou organizar minhas práticas de forma mais contextualizada.

Entre os anos de 2006 a 2010, atuei como tutora em um curso de Pedagogia voltado à Educação Infantil. Essa experiência foi fundamental para aprofundar minha compreensão sobre os processos de formação docente e sobre os desafios que atravessam o trabalho pedagógico nos anos iniciais. O contato com professores em formação, os estudos teóricos e a reflexão coletiva sobre práticas educativas contribuíram significativamente para consolidar em mim a compreensão de que ensinar exige organização intencional, escuta e mediação dos processos de aprendizagem.

A docência em Matemática teve início nos anos 2000, majoritariamente na escola pública. Os desafios se mostraram intensos: dificuldades persistentes de aprendizagem, compreensão superficial dos conteúdos e a sensação recorrente de não conseguir atender às necessidades dos estudantes. Muitas vezes, o ensino que eu praticava reproduzia aquilo que havia vivido como estudante, com aulas centradas na explicação, seguidas de exemplos e exercícios. Ainda que buscasse alternativas, o desconforto com os resultados permanecia.

Esse incômodo se intensificou ao longo dos anos, até que, em 2018, iniciei uma nova etapa em minha prática pedagógica, aproximando-me da MM. Esse encontro confrontou diretamente meu modo de ser docente. A ideia de que todos os estudantes podem aprender passou a me interpelar de forma mais incisiva, colocando em questão o que eu fazia e o que precisava transformar para enfrentar o insucesso recorrente em minhas aulas. Passei a propor situações da vida cotidiana, aproximando a Matemática de reflexões e problemas concretos.

Nesse percurso, a presença de uma colega de trabalho foi decisiva: Gracinha. Sua maneira de organizar as aulas, de dialogar com os estudantes e de articular atualidades, reflexão e conteúdo transformou profundamente minha prática e minha compreensão do ser docente. Mesmo após sua aposentadoria, sua influência permaneceu viva, especialmente nos momentos de maior desafio, como durante a pandemia.

O ingresso no mestrado ampliou esse movimento de reflexão ao possibilitar compreender a organização do ensino para além das aparências, tomando-o como Atividade de Estudo. O contato com a THC permitiu apreender os processos de ensino e aprendizagem como fenômenos sociais, mediados e intencionalmente organizados.

Foi no mestrado que a Modelagem Matemática (MM) se consolidou como objeto de estudo. A aproximação com a THC, a partir dos estudos de Vigotski, Leontiev e Davýdov, promoveu uma mudança significativa na forma de compreender o ensino, concebendo-o como atividade orientada à formação do pensamento teórico, mediada por significações e articulada à totalidade.

O ingresso no mestrado foi motivado pelas inquietações que me acompanhavam cotidianamente: estudantes desinteressados, aprendizagens superficiais e a necessidade de transformar a prática pedagógica. Essas inquietações se tornaram motor da pesquisa que se apresenta nesta dissertação. Ao vivenciar diferentes situações no contexto escolar, especialmente aquelas relacionadas à organização e transformação dos espaços, fui percebendo que, embora os conceitos geométricos constituíssem conhecimentos já sistematizados no campo da Matemática, sua apropriação pelos estudantes ainda se apresentava como um desafio. Questões relacionadas à representação do espaço, à interpretação de medidas, às relações entre formas geométricas e às justificativas das estratégias utilizadas revelavam dificuldades que ultrapassavam a aplicação de procedimentos. Essas experiências fortaleceram meu interesse em compreender como os conhecimentos geométricos se formam no movimento da atividade dos estudantes e como propostas investigativas, como a MM, poderiam contribuir para esse processo.

2 DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS DA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Em um contexto social marcado pela circulação acelerada de informações, o acesso ampliado a dados e conteúdos não garante, por si só, a apropriação do conhecimento científico. Embora a diversidade de fontes amplie as possibilidades de contato com diferentes saberes, ela impõe aos sujeitos o desafio de analisá-los, interpretá-los e compreendê-los de forma crítica. Nesse cenário, tornam-se necessários processos formativos que ultrapassem a mera recepção de informações e criem condições para a constituição de modos de pensar capazes de apreender a realidade em sua complexidade.

Nessa direção, a escola reafirma sua função social como instituição responsável por organizar mediações entre os saberes oriundos da experiência cotidiana dos estudantes e os conhecimentos científicos historicamente sistematizados. Ao assumir esse papel, cabe-lhe estruturar situações de ensino que criem condições para que os sujeitos se apropriem desses conhecimentos no curso de sua própria atividade, desenvolvendo formas mais elaboradas de pensamento. Tais formas de pensar são compreendidas, nesta pesquisa, como modos de operar por meio de conceitos, relações e generalizações que permitem aos sujeitos analisar, explicar e intervir de maneira consciente nos fenômenos investigados. Conforme assinala Libâneo (2004), a escola constitui-se como espaço de mediação cultural no qual a ação pedagógica se orienta para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e moral dos estudantes.

No interior dessa função social, os diferentes campos do conhecimento científico assumem papel fundamental na escolarização básica, na medida em que expressam formas historicamente elaboradas de compreender e intervir na realidade. Esses campos não se constituem de forma isolada, mas em relação, compondo uma totalidade articulada de saberes. Nesse contexto, a Matemática ocupa um lugar específico, ao possibilitar a análise de relações, a identificação de regularidades e a construção de generalizações, contribuindo para a compreensão e explicação de fenômenos do mundo natural e social. Entretanto, no cotidiano das aulas, persistem desafios que atravessam os processos de ensino e aprendizagem. Huf e Burak (2017) observam que, em currículos organizados segundo uma lógica linear de conteúdos, experiências socialmente significativas e problemas que poderiam constituir objetos reais da atividade dos estudantes tendem a ser secundarizados. Essa organização dificulta que o conhecimento matemático se configure como instrumento de análise de situações relevantes e de intervenção sobre a realidade, comprometendo a formação de compreensões conceituais mais amplas (Burak *et al.*, 2024).

Embora a Matemática, enquanto produção histórica da humanidade, se caracterize

por sua abrangência e dinamicidade, no contexto escolar ela frequentemente se apresenta aos estudantes como um conjunto de regras, fórmulas e técnicas a serem memorizadas e aplicadas mecanicamente, em razão de uma organização do ensino marcada pela formalização excessiva e pela frágil articulação com a realidade vivida (Burak, 2024). Essa forma de organização contribui para que a atividade dos estudantes se reduza à execução de procedimentos, expressando-se em uma mobilização limitada do pensamento conceitual e na dificuldade de justificar escolhas e estratégias, o que corresponde à redução do estudante à condição de mero reprodutor de informações, ou “simples depositário” de conteúdos (Burak, 2017). Nessas condições, dificulta-se a produção de sentidos pelos estudantes no interior da atividade, uma vez que os conceitos passam a ser mobilizados de forma desvinculada dos objetos que lhes conferem significado, tornando restrita a possibilidade de que se constituam como instrumentos para interpretar situações significativas do cotidiano (Burak *et al.*, 2024).

Em muitos contextos escolares, o ensino de Matemática permanece organizado em torno da repetição de procedimentos, da memorização e da aplicação de fórmulas desvinculadas de sentido, o que limita a constituição de formas mais elaboradas de pensamento matemático (Andrade; Teixeira; Sansão, 2024). Essa organização reforça a compreensão de que as dificuldades dos estudantes não decorrem de características individuais, mas expressam as condições concretas sob as quais sua atividade de aprender Matemática é estruturada. Quando o ensino não cria objetos de investigação que mobilizem o pensamento, os estudantes têm poucas possibilidades de estabelecer relações, formular hipóteses, justificar procedimentos ou analisar conceitualmente as situações, o que compromete a formação de conhecimentos matemáticos fundamentais.

Nesse cenário, o papel do professor, que deveria consistir na organização do ensino de modo a criar condições para o movimento do conhecimento, muitas vezes se reduz ao repasse de informações. Tal redução não decorre apenas de escolhas individuais, mas das condições objetivas historicamente constituídas da escola: a organização do tempo, do currículo, das avaliações e das práticas pedagógicas, bem como as condições de formação e de trabalho docente. Currículos extensos, tempo reduzido, avaliações padronizadas e uma tradição pedagógica centrada na transmissão de conteúdos configuram um conjunto de determinações que tensionam o trabalho docente e restringem a possibilidade de organização de atividades investigativas. Como consequência, os estudantes encontram dificuldades para constituir relações conceituais e mobilizar o conhecimento matemático em diferentes contextos.

Diante desse quadro, a análise desloca-se do conhecimento matemático em si para as

condições concretas de sua apropriação no contexto escolar, considerando que os conceitos não são assimilados de forma direta, mas se constituem no movimento da atividade dos sujeitos, mediado pelas relações pedagógicas e pelas condições de organização do ensino. Nessa direção, os conceitos historicamente formados na sociedade existem objetivamente nas formas da atividade humana e em seus resultados, isto é, nos objetos criados de maneira racional. Sua apropriação pelos indivíduos não ocorre de modo imediato, mas demanda processos de mediação que possibilitem a inserção do sujeito na atividade por meio da qual tais conceitos se constituíram (Libâneo, 2004).

À luz dessa compreensão, a aprendizagem escolar é concebida, nesta pesquisa, como um processo que se realiza no movimento da Atividade dos estudantes, orientada por objetos que condensam modos socialmente elaborados de pensar e agir. O ensino, nesse sentido, não produz diretamente a aprendizagem, mas cria condições para que ela se realize no movimento da atividade dos estudantes. Trata-se, portanto, de uma perspectiva que compreende a aprendizagem como um processo socialmente situado, no qual a cultura historicamente produzida é apropriada pelos sujeitos no curso de sua própria atividade.

Nesse horizonte, a Modelagem na Educação Matemática é assumida como uma forma de organização do ensino. Ela é entendida como o modo pelo qual o professor estrutura situações que colocam em cena problemas socialmente significativos, de modo que esses problemas possam se tornar objetos da atividade dos estudantes. Nessas situações, os estudantes analisam contextos concretos, formulam questões e mobilizam conceitos matemáticos sob mediação docente. A compreensão da Modelagem como forma de atividade humana será aprofundada no capítulo teórico.

No âmbito desta investigação, distingue-se entre a Modelagem como forma de organização do ensino e a Atividade de Modelagem como o movimento pelo qual os estudantes constituem uma relação com o objeto dessas situações, realizando ações, tomando decisões e produzindo significações. Essa distinção permite analisar, de um lado, as condições pedagógicas que organizam o ensino e, de outro, o movimento do pensamento dos sujeitos, tomado como unidade de análise.

Ao adotar a reconstrução de ambientes escolares como temática, os estudantes foram convidados a constituir o espaço da escola como objeto de sua atividade, mobilizando conceitos geométricos para compreender situações e propor encaminhamentos. Organizados em grupos, analisaram problemas relacionados à circulação, ao uso dos ambientes e à acessibilidade a partir de suas próprias vivências. A descrição detalhada dessas situações e dos movimentos dos grupos será apresentada nos capítulos de análise.

Nesse contexto, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: **Como as significações geradas pelos estudantes em Atividade de Modelagem na Educação Matemática, voltada à reconstrução de ambientes escolares, contribuem para o desenvolvimento de conceitos geométricos?** Em coerência com ela, definiu-se como objetivo geral analisar como essas significações contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico em Geometria.

Ao delinear os objetivos específicos, o estudo se concentra em:

- analisar se as situações de aprendizagem propostas suscitam a atividade dos estudantes;
- compreender como se constituem, no decorrer da atividade, os elementos de mediação e suas contribuições para a produção de significações acerca dos conceitos geométricos;
- analisar os sentidos e os significados produzidos pelo coletivo no interior da Atividade de Modelagem.

Ancorada nos pressupostos do Materialismo Histórico-dialético (MHD), esta pesquisa adota a análise por Núcleos de Significação como procedimento metodológico, conforme proposto por Aguiar e Ozella (2006, 2013). Parte-se da compreensão de que o pensamento e a consciência se constituem nas relações sociais mediadas pela linguagem, sendo os sentidos e os significados produzidos no curso da atividade o foco da análise. Os Núcleos de Significação possibilitam apreender os movimentos do pensamento dos estudantes ao longo da Atividade de Modelagem, reconstruindo, a partir das falas, registros e ações, as formas pelas quais os sujeitos atribuem sentido às situações vividas e aos conceitos matemáticos mobilizados.

Como desdobramento desta investigação, foi elaborado um Produto Educacional intitulado: Atividade de Modelagem na reconstrução e reconfiguração do ambiente escolar, destinado a professores que atuam na educação básica. O material foi construído a partir das experiências, análises e resultados produzidos durante a pesquisa e tem como objetivo oferecer subsídios para a organização de Atividades de Modelagem. Fundamentado nos pressupostos da THC, da TA e da Modelagem na Educação Matemática, o produto apresenta orientações didático-pedagógicas e sugestões de encaminhamentos, buscando contribuir para a implementação de práticas investigativas que favoreçam a produção de significações e o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes.

Considerando o problema investigado, os objetivos definidos e a perspectiva teórica assumida, torna-se necessário explicitar os fundamentos que sustentam a compreensão de ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano adotada nesta pesquisa. Esse movimento se realiza no capítulo 3, na qual se apresentam e se discutem os referenciais que orientam a análise da

Atividade de Modelagem e dos processos de produção de significações dos estudantes. O capítulo 4 explicita os procedimentos metodológicos, os contextos e os instrumentos de produção dos dados. O capítulo 5 dedica-se à análise das significações produzidas no desenvolvimento da investigação. Por fim, o capítulo 6 sistematiza os principais resultados e as contribuições do estudo.

3 A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO CONCEBENDO A MODELAGEM COMO ATIVIDADE HUMANA

A organização do ensino orienta e confere sentido ao trabalho pedagógico. Mais do que a disposição de conteúdos, métodos ou procedimentos, ela envolve o planejamento intencional de ações, interações e mediações que criam condições para que os estudantes se apropriem do conhecimento científico historicamente produzido. Assumir essa compreensão implica reconhecer as demandas formativas do sujeito contemporâneo e refletir sobre os fundamentos que sustentam práticas pedagógicas comprometidas com uma formação humana ampliada. Nessa perspectiva, Sforzi (2004) destaca que organizar o ensino exige um movimento reflexivo capaz de apreender tanto a direção assumida pela educação escolar quanto os princípios que orientam a ação docente.

Segundo Andrade, Teixeira e Sansão (2024, p. 7), “a organização do ensino é o foco da atividade pedagógica do professor para viabilizar o desenvolvimento da atividade psíquica”. Essa formulação revela que o ensino requer a criação de condições objetivas e simbólicas, isto é, de meios materiais e de sistemas de significação que orientem e mediem a atividade dos estudantes. Organizar situações de aprendizagem envolve, portanto, definir situações desencadeadoras e articular a elas mediações que favoreçam a formação de modos de pensar mais elaborados. Os autores afirmam ainda que “o foco da atividade de ensino do professor é a organização do ensino, que é orientada para um objeto bem definido: o conjunto de conceitos específicos da área de estudo ou de atuação profissional desse docente” (Andrade; Teixeira; Sansão, 2024, p. 9).

Compreendida desse modo, a sistematização pedagógica pressupõe reconhecer a autonomia do professor na escolha de estratégias e de elementos mediadores capazes de favorecer a apropriação conceitual pelos estudantes. Tal autonomia não se reduz a decisões isoladas ou intuitivas, mas apoia-se na compreensão do objeto de estudo, na análise das necessidades formativas da turma e na intencionalidade que orienta cada etapa do processo. Assim, o professor organiza o ensino de modo a criar condições para que os estudantes, em atividade, mobilizem diferentes formas de pensamento, investiguem as situações propostas e reconstruam conceitualmente os objetos de estudo.

Quando essa intencionalidade não se efetiva, é possível observar contradições que incidem diretamente sobre os processos de aprendizagem. Como destaca Marino Filho (2019), as contradições vivenciadas por professores, estudantes e familiares, expressas nos resultados do ensino e da aprendizagem, têm produzido reformas e intervenções que não alcançam a

finalidade de desenvolver a atividade de estudo necessária à superação das dificuldades presentes na escola. Segundo o autor, esse cenário resulta em uma formação contraditória das funções psicológicas dos estudantes, uma vez que significados sociais e sentidos pessoais deixam de manter sua unidade, produzindo conflitos internos e descontinuidades na orientação das ações. Tais contradições comprometem a coerência da atividade escolar e revelam que a humanização dos estudantes requer condições específicas que somente a escola pode promover, especialmente no que se refere à produção do conhecimento, ao planejamento da investigação e ao desenvolvimento do pensamento teórico.

Desse ponto de vista, assumir a organização do ensino como forma de estruturar as mediações essenciais implica criar condições para superar fragmentações e favorecer a entrada do estudante em atividade de estudo. Isso exige problematizar as concepções que orientam a apresentação dos conteúdos, pois, quando o ensino não explicita o sentido dos objetos matemáticos nem promove situações que permitam aos estudantes investigar sua gênese, tende a reduzir-se a um processo de transmissão e reprodução. Tal crítica aparece em Almeida e Ferruzzi (2009, p. 117), ao afirmarem que:

(...) a matemática escolar não apresenta considerações sobre o significado dos objetos matemáticos nem sobre situações e atividades em que estes conhecimentos se mostrem apropriados e passíveis de reconstrução. Neste encaminhamento o ensino está ligado à ideia de difusão de um conhecimento pronto e acabado e com certo caráter utilitário. (Almeida; Ferruzzi, 2009, p. 117)

Essa compreensão revela que a ausência de tarefas que mobilizem análise, comparação e generalização compromete a formação de modos de pensar mais elaborados e anuncia a necessidade de uma organização do ensino que tome a atividade do estudante como princípio estruturante. Nesse processo, o papel do professor como organizador do trabalho formativo torna-se decisivo, ao apresentar a Matemática como um campo passível de significação. Ao estruturar situações que despertem nos estudantes a necessidade de buscar respostas, o professor cria condições para que eles elaborem soluções próprias, investiguem os problemas colocados e se reconheçam como participantes ativos do processo de aprendizagem. A concepção de Matemática adotada orienta, de modo decisivo, esse trabalho. Como afirmam Serconek e Sforzi (2021, p. 2106)

A Matemática, assim como as demais ciências, surge das necessidades do homem e é resultado de observações, estudos, investigações, por meio das quais procura-se compreender os fenômenos e dominar a natureza. Assim, quanto maior for o conhecimento sobre um fenômeno, maior a possibilidade de prevê-lo, de provocá-lo e/ou controlá-lo.

Sob essa compreensão, a Matemática constitui-se como conhecimento voltado à análise de regularidades, à investigação de relações e à construção de generalizações, indicando a importância de que o ensino revele aos estudantes esses processos e não apenas suas formas já sistematizadas. Organizar o ensino, nessa perspectiva, significa criar condições para que os estudantes se engajem em atividades dotadas de sentido e finalidade, pois é na atividade que se mobilizam operações mentais capazes de promover novos modos de pensar.

A coerência da organização do ensino, entretanto, depende de uma compreensão mais ampla dos processos que estruturam a atividade humana. A maneira como o estudante se relaciona com o objeto de estudo, produz significações e orienta suas ações não pode ser explicada apenas pelas escolhas didáticas, mas pelos fundamentos que regem a formação das funções psicológicas superiores e a constituição do pensamento teórico. Conforme argumenta Kopnin (1978), compreender os fenômenos educacionais para além de suas manifestações imediatas, apreendendo suas relações internas e seu movimento histórico, decorre do próprio método materialista histórico-dialético.

Essa orientação metodológica conduz a análise da organização do ensino não a partir de seus efeitos aparentes, mas das condições históricas e estruturais que produzem determinadas formas de atividade e de pensamento. Tais processos, que envolvem mediação, atribuição de sentido e transformação da própria atividade, serão aprofundados nas subseções seguintes, nas quais se apresentam os princípios da abordagem Histórico-Cultural e da TA, situando a Atividade de Modelagem como uma forma particular de atividade humana que pode constituir-se nos estudantes quando o ensino cria condições para a emergência de motivos vinculados ao objeto de estudo.

Para compreender como a organização do ensino pode criar condições para a apropriação do conhecimento, torna-se necessário avançar na compreensão da atividade humana enquanto categoria explicativa do desenvolvimento.

3.1 A CONSTITUIÇÃO DA ATIVIDADE HUMANA NA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL

Embora a Matemática possa ser compreendida como expressão da prática humana e como modo de interpretar regularidades do mundo, muitos estudantes não se percebem capazes de operar com seus objetos. Esse sentimento não decorre da natureza da disciplina, mas da forma como os conhecimentos socialmente produzidos chegam à escola, muitas vezes dissociados das mediações que possibilitam ao estudante incorporar sua lógica interna. Por isso,

a organização do ensino precisa criar condições para que os estudantes se engajem em ações que lhes permitam interpretar, questionar e transformar o objeto de estudo.

O ensino que favorece o envolvimento intencional dos estudantes com esse objeto amplia as possibilidades de avanço na compreensão conceitual e no desenvolvimento de formas de pensamento mais sistematizadas. Tal compreensão sustenta-se na premissa de que o conhecimento é fruto da ação humana organizada. Andrade, Teixeira e Sansão (2024, p. 4) afirmam que “o saber matemático nasce do fato de que os seres humanos são autores de sua própria história e de que essa história se constitui pelo trabalho”, situando a dialética materialista como motor desse processo. A Matemática, assim, deixa de ser um conjunto de verdades distantes e passa a ser entendida como resultado da experiência coletiva, cuja incorporação depende das condições que permitem ao estudante participar da atividade intelectual que lhe deu origem.

Para fundamentar essa premissa, recorre-se à categoria filosófica da atividade, que, segundo Davýdov (1988), refere-se à abstração teórica de todas as formas de prática humana de caráter histórico e social. A atividade, nessa compreensão, permite apreender a totalidade das ações humanas, sendo sua forma inicial a prática histórico-social, laboral, coletiva e transformadora.

A ação humana organizada não pode ser compreendida apenas como uma sequência de respostas ou reações internas, mas como uma interação complexa entre sujeito e mundo exterior, mediada por signos e ferramentas. Essa interação ocorre no interior de um sistema de relações sociais, o que torna a atividade inseparável de seu contexto. Leontiev (2021, p. 104) afirma que:

a atividade de um ser humano representa um sistema inserido no sistema de relações da sociedade; fora dessas relações, a atividade humana simplesmente não existe. A atividade de cada pessoa, individualmente, depende de seu lugar na sociedade, das condições que lhe cabem e de como isso se organiza em circunstâncias individuais únicas.

Mais do que responder às circunstâncias externas, a ação humana é produzida e orientada pela cultura que organiza a vida social. Leontiev (2021, p. 106) assinala que a pessoa não encontra na sociedade apenas circunstâncias às quais precisa ajustar sua atividade, mas formas sociais de existência que carregam motivos, objetivos, meios e modos de ação. Nessa perspectiva, a organização da vida coletiva não apenas condiciona, mas configura os caminhos pelos quais a atividade humana se realiza.

Inserir-se nesse movimento pressupõe o conhecimento como expressão das transformações realizadas historicamente pela humanidade. Sforni (2004, p. 25) destaca que

“compreender o mundo que foi, é, e continuará sendo modificado pela ação humana, é condição para situar-se nele e para o desenvolvimento intelectual e pessoal. Isso não ocorre sem o apoio dos objetos das várias ciências”.

Miller (2019, p. 75) complementa essa concepção ao analisar que:

o objeto da aprendizagem configura-se ao sujeito que aprende como uma objetivação elaborada historicamente por outros sujeitos que o antecederam. Por meio de uma atividade intencionalmente dirigida à aprendizagem desse objeto, na relação estabelecida com seus pares e com o professor, o estudante se apropria desse objeto e com isso torna-se capaz de objetivar-se em novos produtos de sua atividade. Dinamicamente, o conteúdo de que o sujeito se apropria, por um lado, é fruto da objetivação de outros sujeitos que o antecederam e, por outro, por meio de sua atividade, resulta na produção de novas objetivações que, na sequência, serão objeto de apropriação de outras pessoas. É nesse processo que o homem se humaniza.

Aprender, portanto, não significa apenas entrar em contato com informações, mas inserir-se no processo coletivo de produção de conhecimentos. O ser humano interpreta o mundo, age para transformá-lo e, nesse movimento, elabora significados. Leontiev (2021) acrescenta que o indivíduo estabelece relações específicas com esse mundo transformado pela ação humana e se apropria de sistemas de significação que antecedem sua experiência imediata.

Na perspectiva histórico-cultural, sempre que o indivíduo se depara com uma necessidade, mobiliza ações para atendê-la, constituindo a atividade como unidade fundamental de sua relação com o mundo (Leontiev, 2021). Nessa dinâmica, o conteúdo objetivo da atividade converte-se em conteúdo subjetivo, configurando novas formas de organização psíquica. Essa constituição depende da presença do outro que, por meio de sistemas simbólicos culturalmente elaborados, favorece o acesso ao patrimônio de conhecimentos produzidos na cultura (Vigotski, 2009). Por essa razão, a educação escolar desempenha papel decisivo na internalização consciente desses conhecimentos:

(...) o acesso ao ensino (...) é condição para a aquisição de instrumentos cognitivos que permitam o trânsito consciente no interior da sociedade em que o sujeito está inserido, constituindo-se como meio para o domínio de signos, códigos e instrumentos desenvolvidos socialmente. (Sforni, 2004, p. 23)

Esse quadro permite reconhecer que o desenvolvimento humano depende qualitativamente das experiências sociais às quais o sujeito tem acesso. A atividade está atravessada pelas relações sociais que estruturam modos de agir, pensar e significar. Filho (2019) observa que o sujeito ocupa um lugar nessas relações, realizando ações que expressam sua vinculação às finalidades coletivas. Ainda que condicionado pelas formas culturais existentes, cada indivíduo imprime autoria à própria ação. O estudante, portanto, não apenas

internaliza conteúdos, mas participa de processos coletivos de produção e transformação de significações.

Nessa perspectiva, a constituição da atividade humana permite compreender que o desenvolvimento psicológico resulta da participação do sujeito em formas historicamente construídas de interação com o mundo. A atividade torna-se eixo da formação humana, pois permite ao sujeito apropriar-se das objetivações produzidas pelas gerações anteriores e convertê-las em novos modos de agir e pensar. Miller (2019, p. 73) compreende a atividade como fundamento da formação humana: "nela o sujeito transforma o ambiente natural e social e, ao fazê-lo, transforma a si mesmo, utilizando instrumentos como extensões de seu corpo biológico". Libâneo (2004, p. 95) afirma que "o desenvolvimento do psiquismo e da consciência humana [...] deve ser compreendido em sua dependência essencial com o modo de vida e as relações sociais existentes". A formação conceitual, portanto, não começa na experiência imediata, mas na relação do estudante com um patrimônio cultural que antecede sua ação.

Considerar essa dimensão histórica exige reconhecer o papel estruturante da mediação. Na perspectiva de Vigotski (2009), a constituição das funções psicológicas superiores ocorre por meio de processos mediados por instrumentos e, sobretudo, por signos, que reorganizam a relação do sujeito com a realidade. Entre esses mediadores, a linguagem ocupa posição central, pois orienta a forma como os indivíduos interpretam e significam o mundo. Em diálogo com essa compreensão, Leontiev (2021, p. 53) situa a produção de significações no âmbito da atividade humana, destacando seu enraizamento nas relações sociais e no trabalho. Ao tratar da linguagem, o autor afirma que:

Ao entrar em contato entre si, as pessoas produzem também a língua que serve para designar o objeto, os meios e os próprios processos de trabalho. Os atos de significação, em essência, não são outra coisa senão atos de separação do aspecto ideal dos objetos; já a apropriação da língua pelos indivíduos é a apropriação do que é significado por ela na forma da tomada de consciência. (Leontiev, 2021, p. 53)

Nesse quadro teórico, os signos não apenas representam aspectos da realidade, mas reconfiguram processos internos, constituindo-se como meios que possibilitam ao estudante analisar relações do objeto de estudo, promover generalizações e estruturar conceitualmente sua ação. A linguagem generaliza e transmite a experiência social, sendo o principal meio de acesso às formas de pensamento. Ao reconhecer o diálogo como espaço privilegiado de elaboração conceitual, torna-se necessário avançar para o modo como essas elaborações se materializam nas ações dos sujeitos. Nesse ponto, a compreensão da atividade, em sua estrutura,

dinâmica e condições de desenvolvimento, torna-se indispensável para analisar a organização do ensino.

A compreensão da atividade como unidade de análise do desenvolvimento humano constitui um fundamento central da abordagem histórico-Cultural e da TA (Leontiev, 2021). A atividade humana adquire valor formativo na medida em que o sujeito produz significações no curso de sua relação com o objeto. Nesse movimento, o desenvolvimento psíquico não decorre da simples acumulação de experiências, mas do agir do sujeito em uma atividade orientada por um objeto e por motivos socialmente constituídos.

A relação entre linguagem, pensamento e consciência permite compreender que os processos psíquicos superiores se constituem de modo mediado e histórico (Vigotski, 2009). Contudo, não é apenas o diálogo ou a interação simbólica que reorganiza o pensamento, mas o fato de o sujeito entrar em atividade, orientado por um objeto que se converte em motivo. É na atividade que necessidades, objetos e ações se articulam em um sistema capaz de conferir direção e coerência à relação do sujeito com a realidade. (Leontiev, 2021).

Essa compreensão exige superar leituras que tratam a sociedade apenas como meio externo ao qual o sujeito deve adaptar-se. Para Leontiev (2021), a atividade humana não pode ser compreendida como simples ajuste às circunstâncias, pois é na própria organização social que se produzem os motivos, os objetivos, os meios e os modos da ação humana. A atividade constitui-se no interior das relações sociais e expressa, de forma concreta, o lugar ocupado pelo sujeito na vida coletiva. Como afirma o autor,

a atividade de um ser humano representa um sistema inserido no sistema de relações da sociedade; fora dessas relações, a atividade humana simplesmente não existe. A atividade de cada pessoa, individualmente, depende de seu lugar na sociedade, das condições que lhe cabem e de como isso se organiza em circunstâncias individuais únicas. (Leontiev, 2021, p. 104).

Dessa formulação decorre a compreensão de que a atividade humana se organiza como sistema historicamente mediado, no qual as relações sociais não determinam mecanicamente a ação individual, mas se realizam por meio dela. Ao engajar-se em atividades concretas, o sujeito não apenas participa das relações sociais existentes, mas também as atualiza e transforma, imprimindo-lhes sentidos singulares. Estabelece-se, assim, uma relação dialética entre atividade individual e organização social, que impede leituras reducionistas tanto do social quanto do individual.

Sob essa perspectiva, as ações realizadas pelos sujeitos não são arbitrárias, mas originam-se de necessidades que se concretizam em motivos e orientam o indivíduo em direção a determinados objetivos. Davýdov (2021) explicita essa relação ao afirmar que as ações

voltadas à resolução de uma tarefa emergem dos motivos existentes, os quais representam a concretização das necessidades do sujeito e se realizam por meio de ações e operações quando há disponibilidade de meios materiais e simbólicos:

[...] voltadas para a resolução de uma dada tarefa surgem a partir dos motivos existentes. Por outro lado, os motivos representam uma concretização das necessidades no caso de uma pessoa que estabelece para si uma mesma tarefa e realiza ações para resolvê-las. Dessa forma, cada ação corresponde a um dado motivo ou motivos. As ações são executadas quando há disponibilidade de meios materiais. (Davýdov, 2021, p. 291–292).

A análise da atividade, portanto, não pode restringir-se às ações observáveis. Sua estrutura interna, composta por necessidades, motivos, objetivos e mediações, é o que organiza a relação do sujeito com o objeto e orienta o curso da ação. Leontiev (2021, p. 68) afirma que “a atividade não é uma soma de reações ou atos isolados, mas um sistema com estrutura, transições internas e desenvolvimento próprio”, caracterizando-a como um processo dinâmico e não aditivo.

A TA compreende essa estrutura como um sistema articulado de relações. Sforzi (2004) sistematiza dois planos de análise que se inter-relacionam: um plano de sentido, que envolve a relação necessidade – motivo – finalidade - condições de realização, e um plano de realização, constituído pela relação atividade - ação - operação. A necessidade configura-se como condição inicial, mas só se converte em motivo quando encontra um objeto capaz de satisfazê-la, reafirmando que não existe atividade sem motivo (Leontiev, 2021).

Embora no uso cotidiano o termo atividade seja frequentemente associado à simples execução de ações, na TA seu significado é mais profundo. Para Leontiev (2021), uma atividade propriamente humana exige consciência, pois seu resultado existe inicialmente como um fim ideal que orienta e confere direção às ações. Ao defini-la como unidade molar, não aditiva, da vida do sujeito corporal e material, Leontiev (2021) reforça que a atividade constitui um sistema dotado de estrutura, transições e transformações internas, cuja função psicológica fundamental é orientar o sujeito na realidade objetiva.

Nesse quadro teórico, o objeto da atividade assume papel central. Leontiev (2021) destaca que toda atividade possui caráter coletivo e se orienta para um objeto que expressa a necessidade ou o motivo que a impulsiona. O objeto confere identidade à atividade, diferenciando-a de outras formas de agir. As ações, por sua vez, correspondem a processos orientados a objetivos parciais relacionados a esse objeto maior e, articuladas entre si, constituem um sistema integrado.

O vínculo sujeito - atividade - objeto estrutura a vida psíquica e orienta o desenvolvimento humano. A apropriação do conhecimento se concretiza na atividade, na medida em que o sujeito se relaciona com o objeto e reorganiza seus modos de agir e pensar. Assim, compreender os conceitos científicos como produtos e instrumentos da atividade humana implica reconhecer que sua apropriação exige mais do que o acúmulo de informações. Como aponta Sforni (2004), o conhecimento é simultaneamente resultado e alavanca da atividade humana, pois aprender um conceito significa apropriar-se do modo de ação intelectual que o produziu.

A compreensão da atividade como unidade explicativa do desenvolvimento humano permite avançar para o campo específico da aprendizagem escolar, uma vez que o desenvolvimento não ocorre de forma espontânea, mas depende de condições organizadas socialmente, entre as quais se destaca o ensino. Se toda atividade é orientada para um objeto que contém um motivo, no contexto educativo a Teoria do Ensino Desenvolvidor introduz a noção de Atividade de Estudo, concebida como uma forma particular da atividade por meio da qual o estudante se apropria dos conhecimentos científicos, a partir da investigação e da descoberta das relações essenciais dos objetos de estudo, constituindo o núcleo do desenvolvimento do pensamento teórico. No contexto escolar, essa forma específica de atividade assume características próprias e corresponde ao que a Teoria do Ensino Desenvolvidor denomina Atividade de Estudo.

3.2 A ATIVIDADE COMO CONDIÇÃO PARA A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O desenvolvimento humano constitui-se nas formas historicamente organizadas de vida social, nas quais os sujeitos se apropriam de signos, instrumentos e modos culturalmente elaborados de agir e pensar, que antecedem sua experiência individual e orientam a formação de novas capacidades psíquicas (Vigotski, 2009). As práticas sociais, como formas objetivadas da atividade humana, ao produzirem objetos, significados e modos de ação, organizam necessidades, motivos e finalidades que mobilizam o sujeito, constituindo a atividade humana como um processo sempre mediado e culturalmente situado (Leontiev, 2021).

A apropriação dos objetos culturais ocorre por meio de um movimento que transforma a atividade inicialmente externa, realizada nas interações sociais e mediada por instrumentos e signos, em atividade interna, reorganizando qualitativamente as funções psicológicas superiores

(Vigotski, 2009). Esse processo de internalização não se reduz a uma transposição mecânica do exterior para o interior, mas implica a constituição de novas formas de funcionamento psíquico. Assim, aquilo que, no plano social, é compartilhado e mediado converte-se, no plano psicológico, em modos próprios de análise, interpretação e ação. A aprendizagem, nessa perspectiva, não se origina de um esforço individual isolado, mas do trânsito entre práticas coletivas historicamente elaboradas e a atividade mental do estudante.

Nesse contexto, a escola constitui-se como um espaço social privilegiado para a apropriação dos conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade. Reconhecer essa função implica compreender que a ação pedagógica não se restringe à transmissão de conteúdos, mas se configura como Atividade de Ensino, isto é, uma práxis intencional orientada à criação de condições para que os estudantes tenham acesso ao conhecimento em sua forma mais elaborada: o conhecimento teórico. Essa compreensão remete à distinção entre pensamento empírico e pensamento teórico. Para Davýdov (1988), o pensamento teórico possibilita revelar as relações internas e necessárias dos objetos, enquanto o pensamento empírico permanece restrito às propriedades externas e imediatamente observáveis. Ao enfatizar a densidade desse ato educativo, Moura *et al.* (2010) destaca a responsabilidade social implicada na organização do ensino, compreendendo a atividade de ensino como uma forma historicamente elaborada de inserção dos novos membros na cultura científica.

A partir dessa compreensão, distinguem-se duas atividades centrais no processo educativo: a Atividade de Ensino, desenvolvida pelo professor, e a Atividade de Aprendizagem, própria do estudante. Embora ambas se orientem para o mesmo objeto, os conceitos científicos, a relação que cada sujeito estabelece com esse objeto é distinta. Para o professor, os conceitos fundamentam a intencionalidade pedagógica e orientam a organização do ensino; para o estudante, esses mesmos conceitos se constituem como objeto de apropriação no processo de formação do pensamento teórico (Andrade; Teixeira; Sansão, 2024).

Compreender o processo educativo exige reconhecer que a aprendizagem se organiza como atividade humana. Como uma forma específica, a Atividade de Estudo organiza-se em torno de necessidades que encontram nos conceitos científicos seus objetos, convertendo-se em motivos para agir. Suas ações são operacionalizadas por instrumentos, ideias, imagens, conhecimentos e outras formas culturais, que orientam as operações conforme as condições concretas da situação. Esses atos parciais convergem para o objetivo central da Atividade de Estudo: a apropriação consciente do conhecimento científico (Leontiev, 2021).

Nessa direção, o professor organiza sua própria atividade, definindo ações, escolhendo instrumentos e avaliando o processo, de modo a criar condições para que se constitua, no

estudante, um motivo especial para aprender. Para Moura *et al.* (2010), a Atividade de Ensino viabiliza a Atividade de Estudo, caracterizada por ser sistematizada, intencional e orientada à formação do pensamento teórico. Sforzi (2024) destaca que, assim como nas demais atividades humanas, a atividade de estudo envolve motivos, desejos, necessidades e emoções, reafirmando que aprender não é apenas um ato cognitivo, pois envolve a mobilização integral do sujeito. Nesta atividade, o estudante atua impulsionado por uma necessidade interna vinculada aos conceitos científicos.

Entende-se, assim, que a Atividade de Estudo, enquanto forma específica de atividade, constitui-se como condição para a apropriação do conhecimento teórico. A apropriação do conhecimento não resulta de ações fragmentadas ou espontâneas, mas da capacidade de operar com generalizações essenciais e de reconstruir o objeto em suas relações internas. Como afirma Davydov (1988), o saber teórico revela as leis da gênese e dos vínculos internos dos objetos, possibilitando a apreensão de sua essência.

A efetividade desse processo depende da articulação entre significado e sentido pessoal. Os significados correspondem a produções culturais relativamente estáveis, enquanto o sentido emerge das relações que o sujeito estabelece no interior da atividade. Nesse movimento, o sentido vincula o significado à atividade concreta, conferindo-lhe dinâmica e relevância para o sujeito (Leontiev, 2021). Assim, o papel do professor consiste em criar condições pedagógicas que favoreçam o surgimento de necessidades intelectuais capazes de se converter em motivos para aprender. A finalidade da atividade de estudo, nesse contexto, é a transformação interna do sujeito (Sforzi, 2024).

Para que a apropriação do saber teórico se efetive, o ensino precisa ser organizado de modo a favorecer a compreensão das relações essenciais do objeto de estudo, possibilitando que o estudante investigue, estabeleça relações e compreenda a lógica interna do conteúdo. Essa organização implica a proposição de situações de estudo que suscitem necessidades intelectuais e orientem as ações dos estudantes (Andrade; Teixeira; Sansão, 2024).

Nesse processo, a mediação simbólica, especialmente por meio da linguagem, desempenha papel fundamental na organização da atividade dos estudantes. A palavra, como signo central, não apenas expressa a realidade, mas participa de sua interpretação, orientando a formação de operações como abstração, generalização e construção de conceitos (Vigotski, 2009).

Nessa dinâmica, a internalização de instrumentos simbólicos, como a linguagem matemática, possibilita a constituição de novas capacidades psíquicas que ampliam os motivos dos estudantes, entre eles o de compreender e explicar os fenômenos da realidade (Sforzi,

2024). Assim, a Atividade de Estudo configura-se como um modo específico de inserção do estudante na cultura científica, favorecendo a formação de operações intelectuais que ampliam sua capacidade de analisar, explicar e transformar a realidade.

Ao compreender a aprendizagem como atividade do sujeito, suscitada por necessidades e orientada por um objeto de estudo, torna-se possível analisar diferentes formas de organização do ensino que mobilizam motivos, ações e instrumentos culturais. Nesse horizonte, insere-se a MM como uma forma de organização do ensino que, embora distinta da Atividade de Estudo, se estrutura em torno de um objeto investigativo e pode criar condições para que os estudantes entrem em atividade, desenvolvendo processos de investigação e produção de significações.

Considerando a estrutura da atividade humana, compreendida em sua articulação entre atividade, ações e operações, torna-se possível analisar a Atividade de Modelagem como um sistema organizado em torno de um objeto investigativo — o modelo — que orienta as ações dos estudantes e lhes confere sentido no processo de aprendizagem.

3.3 A ATIVIDADE DE MODELAGEM

O entendimento da Modelagem à luz da TA permite compreendê-la como uma forma de organização do ensino que pode suscitar, nos estudantes, a constituição de atividades orientadas por um objeto investigativo, quando uma necessidade socialmente produzida encontra nesse objeto uma possibilidade de satisfação, convertendo-se em motivo e orientando suas ações. Nessa perspectiva, não se trata de atribuir à Modelagem um estatuto conceitual próprio da TA, mas de compreendê-la, neste estudo, como uma organização pedagógica que cria condições para que os estudantes entrem em atividade, na medida em que o objeto da investigação adquire valor subjetivo e passa a orientar suas ações.

No curso da Atividade de Modelagem, essa compreensão se explicita quando as atividades deixam de se limitar à execução de procedimentos e passam a envolver os estudantes em situações nas quais o objeto investigado assume relevância para suas ações. Conforme discutem Almeida e Brito (2005), a atividade de Modelagem adquire caráter formativo quando a situação investigada mobiliza os estudantes e estabelece uma relação entre os objetivos das ações e aquilo que lhes faz sentido, superando práticas centradas apenas na aplicação de técnicas previamente definidas.

Atividades de Modelagem tornam-se efetivamente atividades, no sentido leontieviano, quando a situação investigada assume importância subjetiva para os estudantes e quando estes percebem a relação entre o motivo que os mobiliza e os objetivos das ações realizadas. Essa é

unidade entre motivo e objetivo que diferencia a Atividade de Modelagem de práticas que se limitam à execução de tarefas ou à aplicação de procedimentos matemáticos previamente definidos.

Na Atividade de Modelagem, as ações realizadas pelos estudantes - como formular questionamentos, levantar hipóteses, selecionar variáveis, buscar informações, construir representações e validar resultados - organizam-se em um sistema orientado pelo motivo instaurado pela situação investigada. Essas ações não se desenvolvem de modo isolado ou individualizado, mas se constituem em contextos coletivos de interação, nos quais o diálogo, a cooperação e a mediação assumem papel central na reorganização do pensamento. Nessa perspectiva, as Atividades de Modelagem favorecem a manifestação de múltiplas ações e interações que contribuem para o desenvolvimento psíquico dos estudantes.

Nesse movimento, ao formular questionamentos e problematizar a situação investigada, o estudante explicita elementos de seu nível de desenvolvimento real, permitindo ao professor identificar aquilo que pode ser realizado de forma autônoma e aquilo que requer mediação, seja pela intervenção docente ou pela colaboração entre os colegas do grupo. Tal dinâmica reafirma o papel das interações sociais na promoção do desenvolvimento, conforme discute Boldt *et al.* (2013, p. 12).

No curso da Atividade de Modelagem, as ações investigativas articulam-se ao motivo instaurado pelo problema inicial e se reorganizam à medida que os estudantes avançam na investigação. À medida que determinadas ações se estabilizam, transformam-se em operações, permitindo que o estudante direcione sua atenção a níveis mais complexos da análise. Como destacam Almeida e Brito (2005), é da articulação entre atividade, ações e operações que decorre a significação, possibilitando ao sujeito conferir sentido à atividade que desenvolve.

Ao considerar essa estrutura, torna-se possível compreender a centralidade do modelo na Atividade de Modelagem. Se o problema instaura a necessidade, é o modelo que possibilita sua satisfação. A construção do modelo, e não apenas a execução de cálculos ou a aplicação de técnicas, permite ao estudante elaborar explicações para o fenômeno investigado. Nesse sentido, o modelo pode ser compreendido como o objeto da Atividade de Modelagem, pois é ele que concentra o motivo, organiza o conjunto das ações investigativas e orienta o percurso desenvolvido pelos estudantes.

Essa interpretação se fortalece quando se reconhece que a atividade humana não se organiza de modo espontâneo, mas em torno de objetos socialmente produzidos. As necessidades, os motivos, os meios de ação e as formas culturais de agir não surgem do indivíduo isolado, mas lhe são apresentados pelas práticas sociais que antecedem sua

participação. Assim, ao engajar-se na construção de um modelo para interpretar uma situação do cotidiano escolar ou social, o estudante mobiliza formas historicamente constituídas de ação matemática, apropriando-se de instrumentos culturais que orientam sua investigação. A Atividade de Modelagem só se efetiva, portanto, porque encontra no modelo o objeto que responde à necessidade instaurada pelo problema e possibilita a entrada do sujeito em uma forma socialmente situada de atividade.

Nessa configuração, a aprendizagem deixa de se restringir à apropriação de significados sociais prontos e passa a constituir-se como produção de sentido pessoal. Ao modelar a realidade, o estudante não apenas aprende conceitos matemáticos, mas reorganiza sua própria estrutura de pensamento, ampliando sua consciência sobre os fenômenos investigados. O encontro entre conhecimento científico e vida prática, característico da Atividade de Modelagem, promove a superação da cisão entre teoria e realidade, possibilitando que o sujeito, ao agir sobre o mundo, reorganize sua própria consciência.

A constituição da Atividade de Modelagem não ocorre de forma linear ou estática, pois os motivos que sustentam a participação dos estudantes podem se transformar ao longo do processo investigativo. Como observam Araújo e Torisu (2022), sempre há um motivo inicial que leva o estudante a aceitar o convite que suscite a Atividade de Modelagem; contudo, esses motivos podem se modificar à medida que novas demandas, desafios e interesses emergem no curso da investigação. A organização pedagógica precisa, portanto, criar condições para que os motivos se fortaleçam, se renovem e adquiram novos sentidos, garantindo a continuidade da participação dos estudantes. Para Almeida e Brito (2005), quando o problema faz sentido para o estudante, o motivo para a realização da atividade se estabelece, conferindo coerência interna ao processo investigativo.

No decorrer da Atividade de Modelagem, os estudantes frequentemente se deparam com demandas intelectuais que excedem seus conhecimentos atuais. Esse movimento gera novas necessidades e indica a emergência da Atividades de Estudo, orientadas por objetos conceituais requeridos pelo modelo em construção. Cada Atividade de Estudo possui um objeto próprio, conceitos, procedimentos ou princípios, que se torna relevante porque é solicitado pela investigação em curso. Assim, aprender conceitos e resolver o problema configuram-se como aspectos indissociáveis do desenvolvimento da atividade, em consonância com a perspectiva davydoviana da aprendizagem escolar.

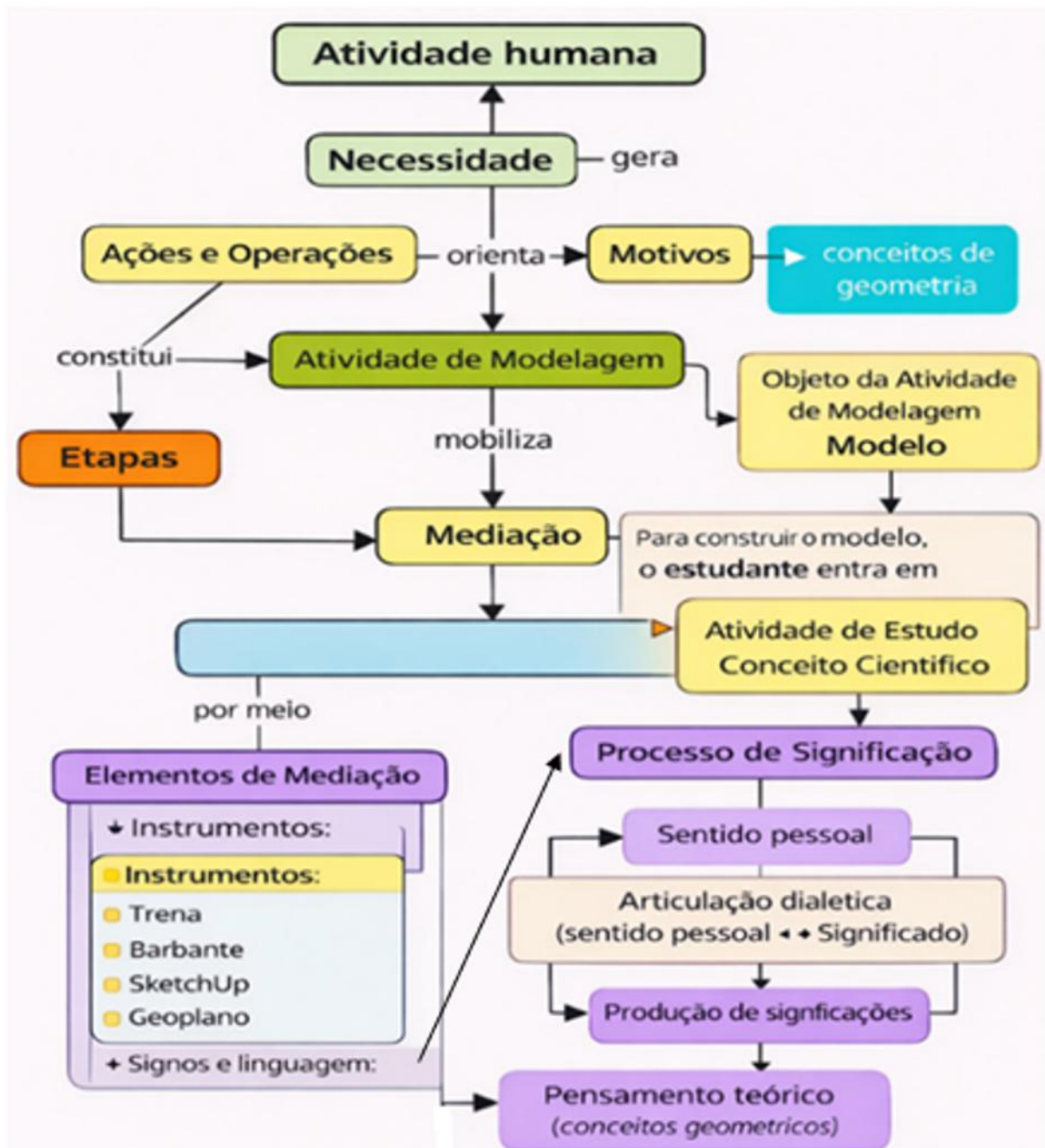
Além de seus elementos estruturais, a Atividade de Modelagem configura-se como uma prática social, realizada predominantemente em grupo. Conforme destacam Almeida e Ferruzzi (2009), ela se concretiza nas interações entre estudantes, professores e o contexto social,

mobilizando experiências prévias, interpretações e negociações de significados. Nesse ambiente investigativo, o trabalho coletivo favorece a circulação de ideias, a negociação de sentidos e a construção compartilhada de explicações. Nessa direção, Boldt *et al.* (2013) ressaltam que “é fundamental trabalhar em grupo, com o professor sempre articulando e utilizando estratégias que possibilitem trocas interativas e apresentando ao aluno a maneira de transformar o saber cotidiano em científico” (Boldt *et al.*, 2013, p. 10).

As etapas práticas da Atividade de Modelagem, quando organizadas de forma articulada, favorecem a exploração de fenômenos e a construção de modelos matemáticos fundamentados em informações da realidade. Esse processo não se reduz à aplicação de procedimentos, mas se configura como um movimento investigativo que envolve análise do fenômeno, tomada de decisões e validação das soluções construídas. Conforme destacam Almeida e Ferruzzi (2015), tais ações ocorrem predominantemente em grupos e se sustentam nas interações estabelecidas entre estudantes e professor.

À luz das discussões apresentadas, torna-se possível sintetizar os elementos constitutivos da Atividade de Modelagem na perspectiva histórico-cultural. A Figura 1 organiza, de forma relacional, as categorias centrais da TA – necessidade, motivo, objeto, ações e operações, articulando-as às Atividades de Estudo que emergem no processo de modelar e às mediações simbólicas que sustentam a produção de significações. Nessa perspectiva, a Atividade de Modelagem não se reduz a uma sequência de procedimentos, mas se constitui como uma unidade dinâmica orientada pelo objeto e sustentada pelas interações sociais.

Figura 1 - Elementos da Atividade de Modelagem



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2025)

A necessidade vivida pelo estudante mobiliza um motivo que se objetiva no objeto da atividade e organiza as ações que a constituem. A mediação, sustentada pelo uso de instrumentos e da linguagem, articula significado, o saber socialmente estabilizado e sentido, o valor pessoal atribuído ao conceito. Esse movimento possibilita a produção de significações que ampliam a capacidade do estudante de interpretar e transformar a realidade, aspecto central no desenvolvimento do pensamento teórico. Ao mesmo tempo, o esquema explicita a

articulação entre a organização do ensino por Modelagem e as Atividades de Estudo, mostrando que a apropriação conceitual decorre das demandas colocadas pela investigação.

A leitura da Modelagem pela TA permite, assim, compreender a articulação entre objeto, motivo, ações e Atividades de Estudo, o que permite reconhecer seu potencial formativo. Contudo, sua realização concreta depende das condições sociais que estruturam o ambiente de aprendizagem, uma vez que a atividade dos estudantes não é estática e os motivos podem se transformar ao longo do processo.

Ao situar a atividade dos estudantes, organizada pela Modelagem, como unidade analítica deste estudo, torna-se necessário explicitar o lugar do professor nesse processo, uma vez que as condições para suscitar a atividade não se produzem espontaneamente, mas são organizadas intencionalmente no ensino. Assim, discutir o posicionamento docente frente às escolhas metodológicas não significa tratar de técnicas, mas de concepções que orientam a organização da atividade.

3.4 O POSICIONAMENTO DOCENTE FRENTE ÀS ESCOLHAS METODOLÓGICAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

As escolhas metodológicas realizadas pelo professor não são neutras nem se reduzem à seleção de técnicas. Elas expressam uma concepção de sujeito, conhecimento, aprendizagem e desenvolvimento. Na perspectiva histórico-cultural, o trabalho docente é compreendido como atividade intencionalmente organizada, orientada pela criação de condições para que os estudantes se apropriem das produções humanas historicamente constituídas e desenvolvam modos mais elaborados de pensamento.

Assumir a Modelagem como forma de organização do ensino exige, portanto, superar sua compreensão como simples sequência de procedimentos ou estratégia motivacional. Nesta pesquisa, a Modelagem é tomada como atividade humana organizada em torno de um objeto compartilhado: a elaboração de modelos para analisar e propor transformações nos ambientes escolares. O modelo constitui o objeto que articula necessidades, motivos, ações, operações, instrumentos e relações entre os sujeitos.

A literatura reúne perspectivas epistemológicas distintas de MM. Algumas produções mobilizadas neste campo dialogam com o cognitivismo, com a aprendizagem significativa ou com paradigmas da complexidade. Embora essas contribuições auxiliem a reconhecer a pluralidade histórica da área, elas não são assumidas nesta investigação como fundamento explicativo do desenvolvimento psíquico. A análise aqui construída mantém como eixo a THC

e a TA, segundo as quais a aprendizagem se realiza pela apropriação mediada de formas culturais e pela participação do sujeito em atividades socialmente organizadas.

Nessa direção, o posicionamento docente envolve organizar situações que produzam necessidade de investigação, favorecer o confronto entre diferentes modos de compreender o problema e mediar a passagem de percepções imediatas para relações conceituais. A mediação não substitui a ação dos estudantes, mas introduz perguntas, instrumentos, signos e condições que possibilitam reorganizar o objeto de estudo. O professor acompanha as contradições que emergem, problematiza procedimentos e contribui para que os resultados sejam confrontados com as propriedades matemáticas e com as condições concretas do espaço investigado.

Assim, a opção pela Atividade de Modelagem nesta pesquisa está vinculada a uma concepção de educação comprometida com a formação humana e com a possibilidade de os estudantes compreenderem e intervirem conscientemente na realidade. A investigação dos espaços da própria escola produziu um motivo socialmente significativo, ao mesmo tempo em que demandou a mobilização de conceitos geométricos relacionados à medida, área, proporcionalidade, inclinação, representação plana e organização espacial.

4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, orientada pela análise dos sentidos e significados produzidos pelos estudantes em Atividade de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. Parte-se da compreensão de que a produção do conhecimento se constitui nas relações sociais e nas condições concretas de existência, sendo indissociável do contexto histórico no qual os sujeitos se inserem. Nessa direção, a compreensão dos fenômenos educativos implica considerar as ações, as interações e a linguagem que os atravessam.

A abordagem qualitativa adotada nesta investigação considera os fenômenos em suas condições concretas de produção, compreendendo que as manifestações dos sujeitos são constituídas nas relações sociais, históricas e culturais em que estão inseridos. Nessa perspectiva, o interesse da pesquisa voltou-se para as elaborações produzidas pelos estudantes do Ensino Médio durante a Atividade de Modelagem, buscando compreender os sentidos produzidos em relação aos conceitos geométricos mobilizados no processo coletivo de discussão, ação e registro.

O estudo fundamenta-se nos pressupostos do MHD, compreendido como uma perspectiva teórico-metodológica que permite apreender a realidade social em sua dinamicidade, marcada por movimentos e contradições. Sob esse enfoque, o fenômeno educativo é entendido como prática social situada, simultaneamente constituída e constituinte das relações sociais. O pesquisador insere-se nesse movimento como sujeito implicado na atividade investigativa, não assumindo uma posição externa ao objeto de estudo. O conhecimento científico é, assim, compreendido como expressão de relações historicamente construídas, e não como descrição imediata dos fenômenos.

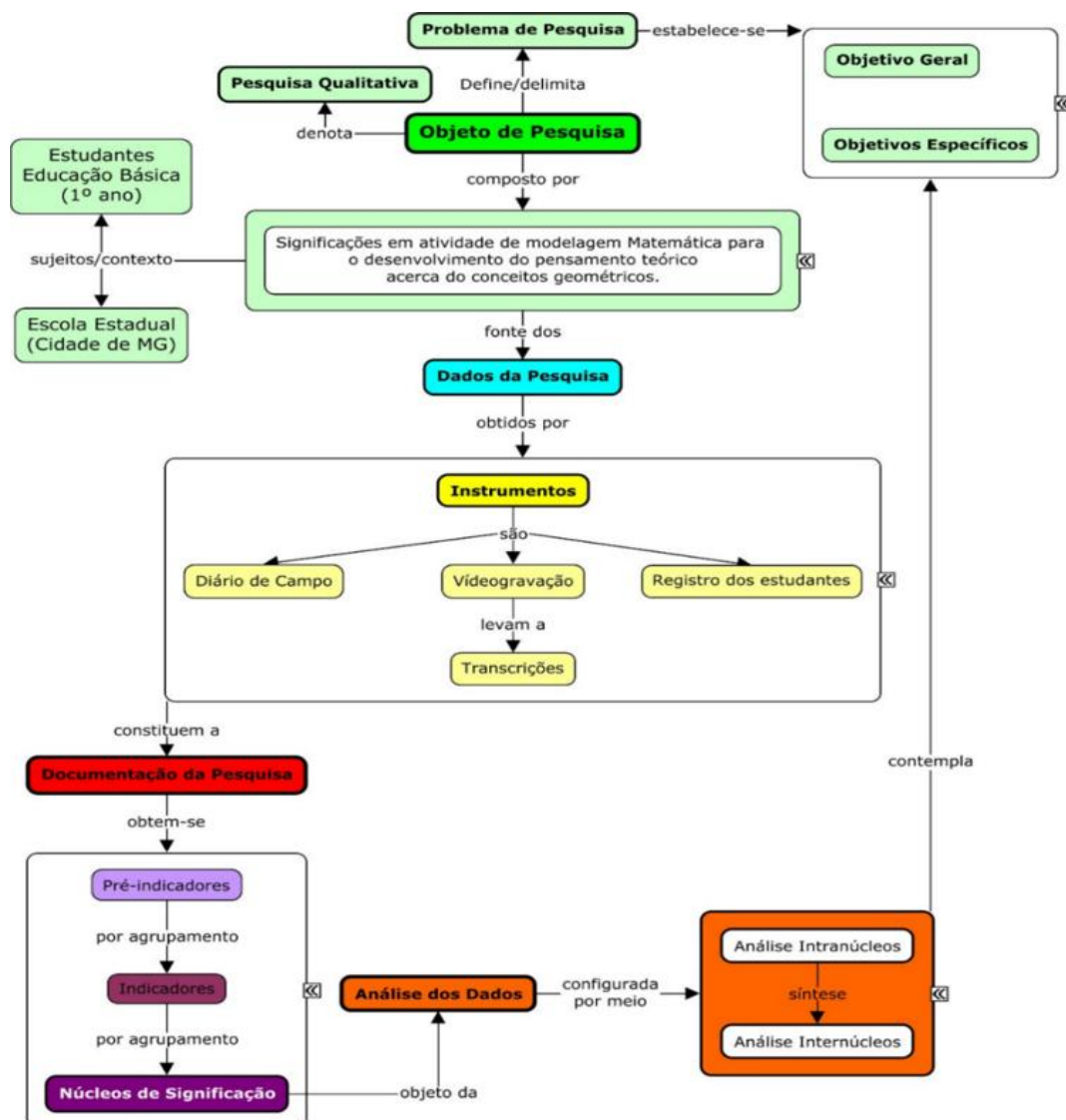
Nessa direção, o olhar analítico orienta-se para os modos pelos quais os estudantes se apropriam dos conceitos geométricos, articulando-os às situações concretas produzidas no interior das práticas com Modelagem, bem como às formas de mediação presentes nas interações e nos registros produzidos. A atuação da professora-pesquisadora integra esse contexto como parte constitutiva da atividade pedagógica, assumindo a organização das situações de ensino que compõem o campo empírico da investigação.

Na perspectiva da TA, que orienta esta investigação, as ações dos sujeitos não se organizam de forma isolada, mas são orientadas por um objeto comum, socialmente produzido e historicamente situado. No contexto desta pesquisa, o objeto da atividade dos estudantes é a construção de um modelo para a reorganização do espaço escolar por meio da Atividade de Modelagem. Esse modelo não se reduz a um produto final, mas se constitui ao longo do

processo investigativo, sendo continuamente elaborado, tensionado e validado pelos estudantes a partir dos problemas identificados no espaço físico da escola.

Assim a análise dos dados dessa pesquisa desenvolveu-se à luz da THC, por meio da metodologia dos Núcleos de Significação apresentados por Aguiar e Ozella (2006, 2013). Esse procedimento possibilita segundo os autores, ultrapassar descrições imediatas do material empírico, orientando-se pela apreensão dos sentidos produzidos pelos estudantes e por sua relação com os significados socialmente constituídos. A Figura 2 apresenta o mapa conceitual da pesquisa, no qual se explicitam as articulações entre o problema investigado, os objetivos, o objeto de estudo, os dados, os instrumentos de constituição do material empírico e os procedimentos de análise, sintetizando o percurso metodológico adotado.

Figura 2 - Mapa Conceitual da Pesquisa



Fonte: Elaborado coletivamente pelo Grupo de Pesquisa PPTHc (2025)

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS

A abordagem qualitativa adotada nesta pesquisa fundamenta-se na perspectiva do MHD, segundo a qual os fenômenos educativos são compreendidos como processos históricos, sociais e contraditórios. Em consonância com essa perspectiva, a investigação busca compreender o movimento de apropriação dos conceitos geométricos pelos estudantes no desenvolvimento da Atividade de Modelagem, considerando as mediações, as interações e as condições concretas que constituem esse processo.

A adoção do MHD permite compreender a realidade educacional em seu movimento, reconhecendo que os fenômenos sociais se organizam por meio de contradições e transformações. Essa perspectiva orienta a análise para além da aparência imediata dos fatos, possibilitando apreender as relações internas que estruturam a Atividade dos sujeitos e conferem sentido às suas ações.

A THC fundamenta este movimento analítico ao compreender o desenvolvimento humano como um processo social e historicamente mediado. Nessa perspectiva, pensamento e linguagem constituem uma unidade dialética, sendo a linguagem fundamental para a organização do pensamento e a produção de sentidos. Assim, a análise centra-se nas interações discursivas, nos registros produzidos e nas ações desenvolvidas pelos estudantes durante a Atividade de Modelagem, buscando compreender como se constitui o processo de apropriação dos conceitos geométricos.

Ao assumir essa orientação, a pesquisa reconhece que a produção dos dados não se constitui de forma dissociada do contexto investigado, uma vez que o pesquisador participa da organização das situações de ensino e das relações estabelecidas no campo empírico. Essa condição exige uma postura analítica reflexiva diante das mediações envolvidas, considerando as relações entre pesquisador, participantes e objeto de investigação.

Nessa perspectiva, a atuação da pesquisadora como gestora escolar da instituição durante o período de realização da investigação foi compreendida como uma das mediações constitutivas do processo de pesquisa, demandando permanente exercício de reflexividade quanto às possíveis implicações dessa condição na produção e interpretação dos dados. Assim, buscou-se conduzir todas as etapas da investigação com rigor metodológico, explicitando as mediações presentes no campo empírico e observando os princípios éticos que orientam pesquisas com seres humanos.

4.2 LÓCUS DA PESQUISA E PARTICIPANTES

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede pública estadual, situada em um município da região central de Minas Gerais, com população inferior a 10 mil habitantes. A instituição atende aos anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio, acolhendo estudantes provenientes de diferentes bairros, o que a configura como um espaço relevante de convivência e circulação social no contexto local.

Participaram do estudo estudantes do 1º ano do Ensino Médio Regular. Os encontros foram realizados no contraturno escolar, duas vezes por semana, com duração de 60 minutos cada. Essa organização considerou a dinâmica institucional da escola e o exercício da função de gestora escolar pela pesquisadora durante o período da investigação. A participação foi voluntária, totalizando dezoito estudantes, dentre os vinte e cinco matriculados na turma, organizados em três grupos de trabalho.

Em razão da função exercida pela pesquisadora na instituição, foram adotadas medidas para preservar a autonomia dos participantes e minimizar possíveis influências decorrentes dessa condição institucional. A participação ocorreu mediante convite, de forma inteiramente voluntária e desvinculada de atividades curriculares, processos avaliativos e critérios de frequência escolar. Aos estudantes e seus responsáveis foi assegurado o direito de recusar ou interromper a participação em qualquer etapa da pesquisa, sem qualquer prejuízo de natureza acadêmica ou institucional. A realização dos encontros no contraturno escolar reforçou esse caráter voluntário, ao distinguir a pesquisa das atividades obrigatórias desenvolvidas pela escola.

A organização em grupos não foi tomada como elemento determinante da Atividade, mas como condição para que os estudantes, em relação a um objeto comum, desenvolvessem diferentes focos de investigação. Nesse movimento, as ações foram sendo construídas coletivamente, assim como as discussões e as propostas elaboradas, em um processo marcado pelas interações entre os participantes e pelas mediações presentes na situação investigada.

Com vistas à preservação da identidade dos participantes, todos os nomes foram substituídos por pseudônimos, escolhidos pelos próprios estudantes, assegurando o anonimato e o atendimento aos princípios éticos da pesquisa. Os pseudônimos adotados, bem como a composição dos grupos de trabalho, encontram-se apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição dos grupos de pesquisa e seus pseudônimos

Grupos	Estudante (Pseudônimo)
Grupo 1	Lívia – Nyara - Luiza – Elaíra – Enne – Ellys
Grupo 2	Kaite - Akamy - Charlotte - Clarisse - Fred – Robert
Grupo 3	Rany – Carla - Letícia - Bárbara - Adriana - Maite

Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A autorização institucional para realização da pesquisa foi concedida pela vice-diretora da instituição, que formalizou a anuência da escola. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE nº 83697324.5.0000.5148) e Parecer nº 7.200.308, em conformidade com os princípios éticos que orientam pesquisas envolvendo seres humanos.

A constituição dos dados ocorreu no período de 28 de abril a 16 de junho de 2025, após a obtenção das autorizações institucionais e da aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Os responsáveis legais pelos estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), enquanto os estudantes firmaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), além da autorização específica para o uso de imagem e voz.

Além dos estudantes participantes da pesquisa, durante a constituição dos dados houve a colaboração de uma profissional da área de Arquitetura, convidada para contribuir com conhecimentos específicos relacionados ao uso do software SketchUp. Sua participação esteve restrita ao apoio técnico, com orientações sobre as ferramentas do software e noções básicas de escala necessárias à modelagem. As demais conduções da pesquisa, incluindo o planejamento das tarefas, a organização dos instrumentos e o desenvolvimento das discussões, permaneceram sob responsabilidade da pesquisadora.

O planejamento inicial da investigação previa a realização de doze encontros. Entretanto, no decorrer da investigação, identificou-se a necessidade de incluir dois encontros adicionais para a participação de uma arquiteta convidada, cuja colaboração possibilitou aos estudantes discutir aspectos técnicos relacionados às propostas elaboradas e aprofundar as análises desenvolvidas. Assim, a pesquisa foi constituída por quatorze encontros.

Ressalta-se que durante o contato com os participantes da pesquisa, o conhecimento prévio da rotina e da organização da escola permitiu planejar as ações da pesquisa de acordo com os horários, a dinâmica das aulas e as normas da instituição. Por fim, buscou-se ouvir as falas dos estudantes, fazer perguntas para aprofundar as discussões e garantir que diferentes

pontos de vista fossem considerados, favorecendo um ambiente de diálogo e participação.

4.3 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM

A constituição dos dados ocorreu a partir do desenvolvimento de uma proposta de ensino organizada no contexto da investigação. Essa proposta foi desenvolvida ao longo dos encontros com os estudantes e, posteriormente, sistematizada como produto educacional¹ desta pesquisa, considerando as condições concretas do contexto escolar e as necessidades que emergiram no movimento da Atividade de Modelagem.

Como parte da atividade de pesquisa, a organização desse percurso didático esteve orientada pelas intencionalidades pedagógicas da pesquisadora, considerando sua inserção no contexto escolar e as condições concretas da instituição investigada. O percurso teve como campo inicial de investigação o tema “Organização do espaço escolar”, cuja escolha esteve vinculada à intenção de criar condições para que os estudantes estabelecessem relações entre suas experiências cotidianas e a mobilização de conhecimentos geométricos na compreensão e reorganização dos espaços em que convivem.

Embora o tema geral tenha sido previamente definido como orientador da investigação, as situações-problema, os encaminhamentos e as propostas de intervenção foram constituídos no decorrer das interações com os estudantes, a partir das necessidades identificadas na análise dos espaços investigados. Nessa organização, foram criadas condições pedagógicas que possibilitaram aos estudantes observar, problematizar, investigar e propor alternativas diante das situações identificadas no contexto escolar.

A proposta de ensino foi desenvolvida em doze encontros, realizados em horário distinto daquele destinado às atividades escolares regulares dos estudantes, utilizando diferentes espaços da escola. Os ambientes externos, como o refeitório, a entrada principal, o pátio e o espaço de convivência, foram utilizados pelos estudantes para observação, medição e realização de registros relacionados às situações investigadas.

Durante esse processo, os estudantes produziram registros fotográficos dos espaços analisados como parte do reconhecimento e da problematização das condições concretas da escola. Mais do que ilustrações, esses registros auxiliaram os estudantes na análise dos espaços, na identificação das situações a serem investigadas e na definição dos focos de análise de cada

¹ Como requisito do Mestrado Profissional, esta pesquisa resultou na elaboração do Produto Educacional: “Atividade de Modelagem na reconstrução e reconfiguração do ambiente escolar”, que se encontra disponível para consulta na seção de Produtos Educacionais do portal do PPGECEM/UFLA.

grupo. Como exemplo desse movimento inicial de reconhecimento dos espaços, apresenta-se, na Figura 3, o registro fotográfico realizado pelos estudantes no refeitório durante a investigação sobre a circulação no período de distribuição da merenda.

Figura 3 - Registro do refeitório realizado pelos estudantes durante a investigação exploratória do fluxo durante a distribuição da merenda (Grupo 3)



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A partir dos registros fotográficos produzidos, os estudantes retomaram os espaços analisados e discutiram aspectos relacionados às condições de circulação, organização e acessibilidade, elementos que orientaram a definição das situações investigadas pelos grupos. No caso da entrada principal, Figura 4 voltou sua atenção para as condições de circulação e acessibilidade, considerando a organização dos acessos e os deslocamentos realizados pelos estudantes.

Figura 4 - Registro da entrada da escola evidenciando limitações de acessibilidade (Grupo 1)



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

Por sua vez, no terreno destinado ao espaço de convivência, o grupo 2 analisou

características como o desnível existente e as condições de acesso, refletindo sobre possibilidades de reorganização desse espaço, conforme apresentado na Figura 5. Os registros fotográficos foram utilizados para documentar os locais observados e integraram as discussões realizadas pelos grupos ao longo do processo investigativo.

Figura 5 - Registro do terreno evidenciando desnível e ausência de condições de acessibilidade ao espaço externo (Grupo 2)



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A partir dessas ações dos estudantes, a sala de aula constituiu-se como espaço de sistematização, debate, validação das propostas e realização de cálculos. Nesse espaço, os registros produzidos durante a investigação foram retomados nas discussões, permitindo aos estudantes analisar as condições de uso dos ambientes e identificar limitações relacionadas à circulação, à organização e à acessibilidade.

Ressalta-se que a circulação entre esses espaços ocorreu conforme as necessidades que surgiam no desenvolvimento das investigações, acompanhando o movimento da Atividade de Modelagem. O percurso investigativo partiu da observação inicial dos ambientes escolares, e envolveu diferentes espaços da instituição à medida que novas demandas surgiam no processo de análise, elaboração e discussão das propostas pelos estudantes.

Nesse movimento, os estudantes passaram a transformar as observações realizadas em questões de investigação. A investigação do grupo 1, que analisou a entrada da escola, estruturou-se em torno da seguinte questão: *como reorganizar e reconfigurar o acesso, a circulação e as condições de acessibilidade na entrada da escola, especialmente nos horários de maior movimento, considerando a distribuição dos acessos e as condições de entrada e saída?* As discussões apontaram a necessidade de repensar a estrutura existente, tendo em vista a organização do espaço e a melhoria do fluxo de circulação.

O grupo 2, que se dedicou ao espaço de convivência, configurou sua investigação a partir da seguinte questão: *como reconfigurar as condições de acesso, circulação e*

acessibilidade ao campinho e ao terreno disponível para a construção de um anfiteatro, considerando os desníveis do terreno e a ausência de estruturas adequadas? A análise dessas condições levou à proposição de uma rampa como possibilidade de reorganização do acesso e à elaboração da ideia de construção de um anfiteatro no terreno vago, mobilizando os estudantes a investigar alternativas que atendessem às necessidades de acessibilidade e de uso do espaço identificadas.

Já o grupo 3, que investigou o refeitório, organizou sua situação-problema em torno da seguinte questão: *como reorganizar a circulação dos estudantes durante a distribuição da merenda, considerando o fluxo de entrada e saída, a formação de filas e a ocupação do espaço?* As discussões apontaram a necessidade de reconfigurar esse fluxo, tendo em vista tanto a funcionalidade quanto o conforto dos estudantes.

As situações-problema formuladas pelos grupos apresentaram como elemento comum a circulação nos espaços escolares, assumindo diferentes configurações conforme o objeto investigado: a organização do fluxo de estudantes, as condições de acessibilidade e as possibilidades de uso dos ambientes. Essas situações orientaram as ações dos estudantes ao articularem as condições observadas no espaço escolar às necessidades que passaram a direcionar a investigação. Para sintetizar o movimento dessas ações na Atividade de Modelagem, apresenta-se, na Figura 6, uma representação dos momentos que caracterizaram esse percurso.

Figura 6 - Movimento da Atividade de Modelagem



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2025)

Durante o desenvolvimento da proposta, foram mobilizados diferentes instrumentos, como trenas, registros gráficos, plantas, esquemas e recursos digitais, incluindo o software SketchUp. Esses instrumentos foram utilizados pelos estudantes na medição, representação e análise dos espaços investigados, compondo os materiais produzidos ao longo da Atividade de Modelagem.

Por meio desses instrumentos, os estudantes puderam produzir, organizar e transformar informações sobre os espaços, articulando procedimentos matemáticos às situações concretas analisadas. Assim, os conceitos geométricos foram mobilizados como instrumentos de compreensão e intervenção sobre a realidade investigada, em resposta às necessidades colocadas pela própria Atividade.

Ressalta-se que o software SketchUp foi utilizado como recurso para a elaboração de representações digitais dos espaços investigados. Sua utilização esteve relacionada às necessidades de visualização, antecipação e avaliação das propostas construídas pelos grupos e contou com a colaboração de uma arquiteta, que orientou os estudantes quanto ao uso do software para a elaboração das representações digitais dos espaços investigados.

Por fim, para a constituição dos dados da pesquisa, foram utilizados diferentes procedimentos e registros de produção de dados, organizados a partir das condições estabelecidas no desenvolvimento da proposta de ensino. O material empírico foi composto pelas produções dos estudantes, incluindo anotações, esquemas, croquis, plantas baixas, diagramas e cálculos; pelas videograções dos encontros, que registraram as interações verbais, gestuais e as ações desenvolvidas pelos estudantes; e pelo diário de campo da pesquisadora, no qual foram registrados aspectos relacionados às condições de realização dos encontros, às intervenções pedagógicas e às situações relevantes ao desenvolvimento da pesquisa.

A consideração conjunta desses diferentes registros constituiu uma ação metodológica da pesquisa, possibilitando a triangulação dos dados. Partindo do entendimento de que a compreensão da realidade investigada requer apreender as relações constituídas nas condições concretas em que os sujeitos desenvolvem suas ações, a articulação entre esses registros possibilitou acompanhar diferentes manifestações da Atividade de Modelagem, considerando as ações, interações e mediações constituídas ao longo da investigação.

4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS: OS NÚCLEOS DE SIGNIFICAÇÃO

A análise dos dados foi realizada a partir da proposta dos Núcleos de Significação, elaborada por Aguiar e Ozella (2006; 2013), fundamentada na THC e no MHD. A escolha desse procedimento analítico decorre da compreensão de que os fenômenos investigados são constituídos em contextos históricos e sociais específicos, considerando as relações estabelecidas pelos sujeitos no desenvolvimento de suas atividades.

Consideramos que a palavra com significado é a primeira unidade que se destaca. Partimos dela sem a intenção de fazer uma mera análise das construções narrativas, mas com a intenção de fazer uma análise do sujeito. Assim, temos que partir das palavras inseridas no contexto que lhe atribui significado, entendendo aqui como contexto desde a narrativa do sujeito até as condições histórico-sociais que o constitui. (Aguiar; Ozella, 2013, p. 308).

Considerou-se também que os sentidos produzidos pelos estudantes se expressavam na articulação entre linguagem, ações, representações e uso dos instrumentos presentes na atividade, elementos que constituem o contexto em que os conceitos geométricos foram mobilizados. Assim, as manifestações selecionadas para compor os pré-indicadores foram aquelas que possibilitaram compreender aspectos do processo de significação dos estudantes, considerando as condições em que foram produzidas e as relações estabelecidas com o espaço investigado, os instrumentos utilizados e os demais participantes.

A partir desse processo de organização e leitura do material empírico, foram constituídos os pré-indicadores, compreendidos como manifestações que expressam aspectos relevantes da produção de sentidos no interior da Atividade. Nesse movimento, os pré-indicadores foram considerados unidades dialéticas, pois “são, portanto, trechos de fala compostos por palavras articuladas que compõem um significado, carregam e expressam a totalidade do sujeito e, portanto, constituem uma unidade de pensamento e linguagem” (Aguiar; Ozella, 2013, p. 309). Assim, as falas, ações e representações dos estudantes foram tomadas como expressões dos processos de pensamento e significação construídos ao longo da Atividade de Modelagem, podendo revelar movimentos de elaboração, dúvida, reorganização e apropriação de conhecimentos.

O processo analítico iniciou-se com leituras sucessivas do material empírico, constituído pelas videograções da Atividade de Modelagem, registros escritos, representações gráficas e demais produções elaboradas pelos estudantes ao longo da investigação. Inicialmente, foram realizadas retomadas as videograções, com o objetivo de revisitar os episódios vivenciados pelos estudantes, identificar situações significativas e realizar a transcrição das interações

produzidas durante a atividade. As transcrições foram organizadas com o auxílio de um aplicativo de transcrição TurboScribe.ai, sendo posteriormente revisadas a partir do confronto com os registros audiovisuais, de modo a preservar aspectos verbais e não verbais presentes nas interações.

Posteriormente, os pré-indicadores foram articulados em indicadores, constituindo um novo nível de organização dos dados. A articulação ocorreu por meio da aglutinação dos pré-indicadores, considerando que “o movimento empreendido é de aglutinação dos pré-indicadores, seja pela similaridade, pela complementaridade ou pela contraposição, de modo que nos levem a uma menor diversidade, no caso já dos indicadores” (Aguiar; Ozella, 2013, p. 309). Com os autores, os indicadores foram compreendidos como sínteses provisórias elaboradas a partir das relações identificadas entre diferentes manifestações dos estudantes, possibilitando explicitar regularidades, tensões, contradições e deslocamentos presentes no processo investigativo.

Essa etapa envolveu retornos constantes ao material empírico, buscando compreender principalmente as relações que expressavam transformações nos modos de agir, pensar e significar dos estudantes. A partir desse movimento de análise dos indicadores constituídos, foi realizado um novo processo de articulação, no qual as relações entre os indicadores possibilitaram a constituição dos Núcleos de Significação.

Assim, os indicadores foram agrupados em um mesmo núcleo quando expressavam relações comuns com o objeto da Atividade, compreendido nesta pesquisa como o processo de investigação e reorganização dos espaços escolares mediado pela elaboração de modelos e pela mobilização de relações geométricas. Dessa forma, indicadores produzidos em diferentes grupos puderam compor um mesmo núcleo quando explicitaram modos semelhantes de analisar situações, elaborar propostas, justificar decisões e reorganizar ações diante das necessidades produzidas pela investigação.

Conforme proposto por Aguilar e Ozella (2006; 2013), o movimento de análise foi desenvolvido em dois momentos articulados. Inicialmente, realizou-se a análise intranúcleo, considerando os elementos que constituíram cada núcleo e as relações estabelecidas entre seus indicadores. Posteriormente, foi realizada a análise internúcleos, buscando compreender as relações, aproximações e deslocamentos entre os diferentes núcleos constituídos, de modo a apreender o movimento de significação produzido pelos estudantes ao longo da Atividade de Modelagem.

4.5 A ORGANIZAÇÃO DOS DADOS E CONSTITUIÇÃO DOS NÚCLEOS DE SIGNIFICAÇÃO

O movimento de análise partiu das manifestações produzidas pelos estudantes durante a Atividade de Modelagem, compreendidas como elementos que expressam processos de significação construídos nas relações estabelecidas ao longo da investigação. Desse modo, a análise por meio dos Núcleos de Significação possibilitou compreender a produção de significações acerca dos conceitos geométricos como um processo coletivo, mediado e historicamente situado, no qual ações, instrumentos e interações contribuíram para a elaboração, validação e reorganização dos modelos produzidos na Atividade de Modelagem.

Para a constituição do corpus analítico, foram considerados os registros audiovisuais da atividade, as transcrições das interações produzidas pelos estudantes, os registros escritos, as representações gráficas e demais produções elaboradas ao longo do processo investigativo.

No movimento de organização dos dados, as transcrições foram realizadas pela própria pesquisadora a partir das videograções, buscando preservar os enunciados verbais e os elementos relevantes da situação interativa, como gestos, uso dos instrumentos, indicações espaciais e ações que contribuíram para a compreensão dos sentidos produzidos pelos estudantes no decorrer da Atividade de Modelagem. Após a transcrição inicial, os registros foram revisados mediante o confronto com as videograções, buscando garantir maior fidelidade às situações vivenciadas pelos participantes.

A análise também contou com o apoio do diário reflexivo da pesquisadora, utilizado como instrumento complementar para contextualizar as situações analisadas, auxiliar na localização temporal dos episódios e registrar aspectos da atividade que não se tornam imediatamente visíveis apenas nos registros verbais. O diário não foi considerado uma fonte explicativa independente, mas um elemento de apoio à compreensão do encadeamento das ações e das reorganizações do pensamento produzidas pelos estudantes ao longo da investigação.

A partir desse processo de organização e leitura do material empírico, foram constituídos os pré-indicadores, posteriormente articulados em indicadores e, por meio das relações estabelecidas entre eles, organizados os Núcleos de Significação. O Quadro 2 apresenta um recorte desse movimento analítico e explicita a relação entre as manifestações empíricas dos estudantes, as interpretações dos sentidos produzidos pela pesquisadora e a constituição dos indicadores que compuseram os núcleos elaborados na pesquisa.

Quadro 2 - Constituição dos indicadores a partir dos pré-indicadores

NÚCLEO I: DO ESPAÇO VIVIDO À NECESSIDADE DE REORGANIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO		
PRÉ-INDICADORES	ANÁLISE DOS SENTIDOS	INDICADORES
“Como aqui parece um triângulo...” (Luiza) “É um triângulo retângulo.” (Kaite) “Aqui seria os banquinhos e que a gente teria o anfiteatro. Ele é uma forma meio circular. (Fred). “Aqui é a secretaria, a secretaria é quadrada.” (Clarisse) O cinco é a altura? Não... ele não está reto, ele está empinado.” (Luiza)	Os estudantes deixam de descrever o espaço apenas pela percepção imediata e passam a utilizar a linguagem geométrica para identificar e organizar as formas presentes no ambiente escolar.	Reconhecimento de formas geométricas no espaço escolar
“O palco é essa parte arredondada.” (Enne) “Aqui seria o anfiteatro.” (Fred) “A rampa não pode ser reta, senão fica muito inclinada.” (Charlotte) “Parece que cabe mais gente aqui.” (Bárbara) “Área maior melhora a circulação.” (Adriana) “Se diminuir aqui aperta ali.” (Letícia) “Tem que pensar no uso do espaço.” (Kaite)	As formas geométricas passam a ser relacionadas às possibilidades de circulação, ocupação e uso do espaço, orientando decisões sobre sua organização.	Associação entre forma geométrica e uso do espaço
“Quantos metros quadrados a gente tem?” (Robert) “É metro quadrado porque é o espaço todo.” (Enne) “É para saber quanto piso vai gastar.” (Akamy) “Área é o espaço de dentro.” (Eláira) “Área não é só número.” (Ellys)	A área passa a ser mobilizada como uma grandeza associada ao espaço ocupado e às necessidades práticas de organização do ambiente.	Reconhecimento inicial da área como espaço ocupado
“Esse cálculo é de área ou de perímetro?” (Kaite) “Eu sempre confundo área com perímetro.” (Ellys) “Nunca sei qual dos dois usar.” (Ellys) “Perímetro é só a volta.” (Clarisse) “Área não é o contorno, pensa no espaço que ocupa” (Kaite) “Contando os 20 cm de cada lado do quadrado o perímetro é 80.” (Fred) “Ver quanto tem de largura, de altura.” (Fred)	Os estudantes passam a distinguir, ainda de forma instável, funções diferentes atribuídas à área e ao perímetro na análise do espaço.	Diferenciação inicial, ainda instável, entre área e perímetro

NÚCLEO II: DA PERCEPÇÃO DO ESPAÇO À MEDIDA COMO CRITÉRIO DE DECISÃO		
PRÉ-INDICADORES	ANÁLISE DOS SENTIDOS	INDICADORES
“Para ser centímetro quadrado tem que preencher a figura.” (Kaite) “Três é o quê?” “É metro ou metro quadrado?” (Adriana) “Não pode ser só número.” “Esqueci da unidade.” (Adriana) Sem unidade não dá.” (Adriana) “Tem que colocar metro quadrado.” (Bárbara) “Área usa quadrado.” “Metro sozinho não serve.” (Bárbara) “Área sempre tem quadrado.” (Bárbara) “Não é metro, é metro quadrado.” (Fred) “Centímetro não é a mesma coisa.” (Charlotte) “Se mudar a unidade muda tudo.” (Kaite)	A unidade de medida deixa de ser apenas um registro numérico e passa a funcionar como critério para interpretar e validar os cálculos realizados.	Uso das unidades de medida como critério de validação dos cálculos
“Será que faz sentido, o resultado encontrado?” (Pesq) “Não, não faz sentido.” (Enne) “Não pode ter mil metros quadrados nessa rampa.” (Akamy)	Os estudantes passam a confrontar os resultados obtidos com as características do espaço real, utilizando a plausibilidade como critério de validação.	Questionamento da plausibilidade do resultado numérico
“Juntando os dois triângulos dá um quadrado” (Ellys) “Ela girou o triângulo de baixo, colocando aqui e formou o quadrado.” (Fred)	As figuras passam a ser reorganizadas buscando estabelecer relações entre diferentes formas que representam uma mesma região.	Estabelecimento de relações entre diferentes formas geométricas na reorganização do espaço
“Base vezes altura dividido por dois.” (Maite) “A área do triângulo é a metade” (Clarisse)	A fórmula deixa de ser utilizada apenas como procedimento memorizado e passa a ser relacionada à composição e decomposição das figuras.	Justificativa do ‘dividir por dois’ a partir da relação parte-todo
“Se mudar a unidade, muda tudo.” (Lívia) “Na planta parece menor.” (Luiza) “No papel é organizado.” (Lívia)	Os estudantes passam a estabelecer correspondências entre representação gráfica e espaço real.	Construção progressiva de relações entre representação e espaço real
“É só um quarto do círculo.” (Akamy) “Então tem que dividir por quatro.” (Enne) “Não é o círculo inteiro.” (Robert)	A decomposição do círculo favorece o estabelecimento de relações parte-todo para determinar áreas.	Reconhecimento da fração do círculo como referência para o cálculo da área.

NÚCLEO III: DA FORMA ISOLADA À COMPREENSÃO DAS RELAÇÕES ENTRE GRANDEZAS NO ESPAÇO		
PRÉ-INDICADORES	ANÁLISE DOS SENTIDOS	INDICADORES
“Tem que cortar aqui.” (Enne) “Se dividir vira um triângulo.” (Luiza) “A gente corta e vira um retângulo.” (Clarisse)	A decomposição de figuras irregulares surge como estratégia para tornar possível sua análise e cálculo.	Decomposição de figuras irregulares como estratégia para análise e cálculo.
“A base é aqui embaixo.” (Eláira) “Qual é a base?” (Ellys) “A altura é essa aqui.” (Enne)	Base e altura passam a orientar a organização dos procedimentos de cálculo.	Mobilização da base e da altura como referências para o cálculo.
“Para ser altura tem que ter 90 graus.” (Luiza) “Tem que ser perpendicular.” (Clarisse)	A perpendicularidade passa a ser utilizada como critério para definir a altura da figura.	Uso da perpendicularidade como critério para definição da altura.
“Esse aqui é a hipotenusa.” (Enne) “Os catetos são esses lados.” (Luiza)	A estrutura do triângulo passa a orientar a modelação da situação da rampa.	Mobilização da forma triangular como referência para analisar a rampa
"Como é um triângulo retângulo, dá para calcular a medida deste lado da rampa." (Charlotte) "Precisamos fazer esse cálculo porque não conseguimos medir o lado que fica inclinado." (Akamy) "Vamos usar o Teorema de Pitágoras para encontrar essa medida." (Charlotte)	Relações geométricas formais passam a orientar a escolha de procedimentos para determinar e validar medidas.	Uso de relações geométricas formais como critério para determinar e validar medidas.
“Quanto menor o ângulo, mais suave vai ser.” (Kaite) “A gente dividiu a altura pelo comprimento.” (Akamy)	A inclinação deixa de ser interpretada apenas visualmente e passa a ser relacionada às grandezas envolvidas.	Comparação entre rampas a partir da relação entre desnível e comprimento
"Na planta parecia que cabia, mas aqui no programa não cabe." (Robert) "Quando a gente vê de lado, fica diferente." (Lívia) "Na planta parecia certo, mas no 3D não funciona." (Robert) "Agora dá para ver o desnível." (Fred)	A comparação entre a planta e a visualização tridimensional favorece a identificação de limites da proposta inicial e a reorganização da interpretação do espaço representado.	Reorganização da interpretação do espaço por meio da visualização tridimensional do modelo.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2025)

Os indicadores reunidos no Núcleo I sugerem um movimento em que a percepção inicial do espaço escolar passa a ser reorganizada pela linguagem geométrica, que assume a função de orientar a leitura e a organização do ambiente. No Núcleo II, observa-se que as unidades de medida e as relações entre diferentes representações passam a constituir critérios para validar cálculos e orientar decisões sobre a organização do espaço. Por sua vez, o Núcleo III indicam um movimento em que os estudantes deixam de operar apenas sobre formas isoladas e passam a coordenar relações entre figuras, medidas e propriedades geométricas para modelar, analisar e validar soluções para os problemas investigados.

O Quadro 3 apresenta a organização final dos indicadores em cada Núcleo de Significação. O agrupamento foi realizado considerando os sentidos produzidos pelo conjunto dos indicadores, em que cada núcleo expressa uma síntese interpretativa dos movimentos de significação produzidos pelos estudantes ao longo da Atividade de Modelagem, os quais sugerem processos de reorganização das formas de apreender e significar os conceitos geométricos mobilizados na investigação.

Quadro 3 - Constituição dos Núcleos de Significação a partir dos indicadores

NÚCLEO	INDICADORES QUE O COMPÕEM
Núcleo I: Do espaço vivido à necessidade de reorganização da circulação	Reconhecimento de formas geométricas no espaço escolar. Associação entre forma geométrica e uso do espaço. Reconhecimento inicial da área como espaço ocupado. Diferenciação inicial, ainda instável, entre área e perímetro
Núcleo II: Da percepção do espaço à medida como critério de decisão	Uso das unidades de medida como critério de validação dos cálculos Questionamento da plausibilidade do resultado numérico Estabelecimento de relações entre diferentes formas geométricas na reorganização do espaço Justificativa do ‘dividir por dois’ a partir da relação parte–todo Construção progressiva de relações entre representação e espaço real Reconhecimento da fração do círculo como critério para o cálculo da área
Núcleo III: Da forma isolada à compreensão relacional do espaço	Decomposição de figuras irregulares como estratégia para análise e cálculo. Mobilização da base e da altura como referências para o cálculo. Uso da perpendicularidade como critério para definição da altura Mobilização da forma triangular como referência para analisar a rampa Uso de relações geométricas formais como critério para determinar e validar medidas Comparação entre rampas a partir da razão entre desnível e comprimento Reorganização da interpretação do espaço por meio da visualização tridimensional do modelo

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2025)

A constituição desses indicadores exigiu sucessivas retomadas ao material empírico, permitindo revisitar as falas, as produções escritas e as interações desenvolvidas durante a atividade. Esse movimento analítico possibilitou aprofundar a interpretação sobre as relações estabelecidas pelos estudantes na produção de significações acerca dos conceitos geométricos, explicitando as transformações em seus modos de analisar, representar, justificar e reorganizar as ações diante das situações investigadas.

Por fim, os Núcleos de Significação constituídos orientam a análise apresentada no capítulo seguinte. Em um primeiro momento, será realizada uma análise intranúcleo, voltada à compreensão dos sentidos produzidos pelos estudantes no interior de cada núcleo. Posteriormente, será desenvolvida uma análise internúcleos, buscando apreender as relações que se estabelecem entre eles e compreender o movimento de produção de significações em sua unidade, interpretado à luz do referencial teórico adotado nesta pesquisa.

5 ANÁLISE DOS DADOS: SIGNIFICAÇÕES PRODUZIDAS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM

A análise do material empírico fundamenta-se nos princípios da Teoria Histórico-Cultural de Vigotski (2009) e da Teoria da Atividade de Leontiev (2021), tomando a aprendizagem dos conceitos geométricos como um processo indissociável das relações estabelecidas pelos estudantes com os problemas investigados. Sob essa perspectiva, as significações não são tomadas como produtos acabados do pensamento, mas como expressões iniciais de um movimento em constante reorganização, no qual os sujeitos transformam suas ações e compreensões à medida que os modos anteriores de explicar e atuar sobre o objeto se mostram insuficientes.

A investigação dos espaços escolares mobilizou diferentes formas de interagir com o ambiente. Inicialmente pautadas pela observação direta e pela experiência cotidiana, as ações dos estudantes passaram progressivamente a demandar modos mais sistematizados de análise. As discussões, os registros, as medições, a elaboração de plantas e o uso de instrumentos de mediação (como croquis, papel quadriculado, geoplano e representações digitais) atuaram reconfiguraram o modo como os grupos apreendiam e reorganizavam o espaço escolar.

A análise do material empírico buscou acompanhar a reorganização das ações e das significações produzidas pelos estudantes no desenvolvimento da Atividade de Modelagem. Foram considerados diferentes registros produzidos durante o processo investigativo, incluindo falas registradas nas discussões coletivas, ações realizadas nos espaços investigados, gestos produzidos nas situações de medição e representação, registros escritos, desenhos, croquis, tabelas, cálculos, esquemas, produções gráficas e representações digitais construídas pelos grupos. Também compõem o material analisado os registros produzidos no diário reflexivo da pesquisadora, utilizados para contextualizar as situações investigadas, explicitar condições das ações desenvolvidas e situar os episódios analisados no movimento das investigações.

Os sentidos produzidos pelos estudantes são compreendidos como expressões das relações estabelecidas com o objeto da Atividade, reorganizando-se à medida que novas exigências se colocam no processo investigativo, especialmente no que se refere à área, ao perímetro, às unidades de medida e às relações entre representação gráfica e espaço real. Ao longo das investigações, as formas iniciais de descrição dos espaços, sustentadas pela percepção imediata dos estudantes, passaram progressivamente a se mostrar insuficientes para justificar escolhas, comparar possibilidades e validar as propostas elaboradas pelos grupos.

As ações desenvolvidas passaram, então, a mobilizar medições, registros numéricos,

representações gráficas, comparações quantitativas e análises espaciais. Observar, medir, representar, comparar, registrar e reorganizar propostas passaram a assumir função central no processo investigativo, não como procedimentos isolados, mas como formas de responder às necessidades produzidas nas próprias investigações realizadas pelos estudantes.

O uso de diferentes instrumentos de mediação também reorganizou as formas de análise produzidas pelos grupos. Registros fotográficos, croquis, plantas, papel quadriculado, medições e representações digitais passaram a integrar as discussões, possibilitando novas maneiras de analisar e representar os espaços investigados, bem como antecipar implicações das propostas elaboradas. Nessas situações, os instrumentos utilizados não atuavam apenas como recursos auxiliares, mas como mediações que ampliavam as possibilidades de análise e reorganização das ações produzidas pelos estudantes.

As interações analisadas sugerem que as relações geométricas passaram progressivamente a orientar as ações dos estudantes à medida que surgia a necessidade de justificar e validar as propostas elaboradas. Em diferentes momentos das investigações, a percepção visual mostrava-se insuficiente para sustentar determinadas decisões, levando os grupos a mobilizar medidas, comparações e relações entre grandezas como critérios para analisar as possibilidades de reorganização dos espaços investigados.

A organização analítica do material empírico estrutura-se em três Núcleos de Significação: o primeiro, intitulado *Do espaço vivido à necessidade de reorganização da circulação*, reúne as análises dedicadas ao modo como os estudantes problematizam o uso, a funcionalidade e os fluxos nos ambientes escolares a partir de suas vivências cotidianas; o segundo, *Da percepção do espaço à medida como critério de decisão*, engloba os episódios em que a quantificação, as estimativas e o controle métrico passam a orientar as escolhas e a validação das propostas; por fim, o terceiro, *Da forma isolada à compreensão relacional do espaço*, volta-se aos momentos em que a representação gráfica e a modelagem do espaço articulam-se de modo mais sistematizado com as condicionantes do ambiente real.

Embora determinados grupos apresentem maior recorrência de episódios relacionados a aspectos específicos da investigação, os três movimentos atravessam os diferentes Núcleos de Significação. O Grupo 3 produz com maior intensidade problematizações relacionadas à circulação e ao uso social do espaço, enquanto os Grupos 1 e 2 produzem mais frequentemente episódios nos quais medida, decomposição geométrica, razão e controle de unidades passam a assumir função organizadora das decisões. Essa distribuição, entretanto, não caracteriza etapas independentes, pois os movimentos analíticos se articulam ao longo da Atividade de Modelagem. A passagem do espaço vivido para a medida como critério de decisão e,

posteriormente, para a compreensão relacional do espaço evidencia um processo de reorganização progressiva das ações dos estudantes, no qual o próprio objeto da atividade passa a demandar formas cada vez mais elaboradas de análise e controle.

Assim, a produção de sentidos e a aprendizagem dos conceitos geométricos são compreendidas como processos indissociáveis das relações estabelecidas pelos estudantes com os problemas investigados, mediados por instrumentos, linguagem, registros e ações coletivamente produzidas.

A seguir, apresenta-se a análise do Núcleo de Significação I: Do espaço vivido à necessidade de reorganização da circulação, acompanhando o movimento pelo qual as percepções iniciais sobre os espaços escolares passam a constituir necessidades de análise, quantificação e reorganização das propostas elaboradas pelos estudantes.

5.1 NÚCLEO DE SIGNIFICAÇÃO I: DO ESPAÇO VIVIDO À NECESSIDADE DE REORGANIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO

O Núcleo I expressa o movimento inicial de constituição das significações sobre o ambiente escolar, no qual as experiências vividas pelos estudantes passam a produzir necessidades de análise que mobilizam relações geométricas. Inicialmente, o ambiente foi compreendido a partir dos usos recorrentes e das percepções imediatas vinculadas à experiência concreta. No decorrer do processo de Modelagem, as condições de circulação, acessibilidade e organização do uso coletivo dos espaços passaram a constituir elementos centrais nas ações dos estudantes voltadas à análise das relações espaciais.

O pensamento organizou-se, num primeiro momento, na relação empírica com o ambiente, ancorado na observação e na linguagem cotidiana. Ao percorrerem os espaços e discutirem coletivamente suas impressões, os estudantes identificaram situações que exigiam análise. Expressões como “espaço apertado”, “fica todo mundo embolado” e “tinha que ter uma rampa” indicavam problemas relacionados ao uso coletivo dos espaços, como a circulação no refeitório, a entrada da escola e os acessos aos espaços de convivência. Esses problemas não surgiram como questões previamente definidas, mas se constituíram nas próprias ações dos estudantes, quando os modos iniciais de compreensão deixaram de sustentar a análise do espaço vivido.

Nessa perspectiva, a necessidade de compreender e transformar essas situações constituiu-se no próprio desenvolvimento da Atividade, passando a orientar as ações dos estudantes e conferindo sentido ao processo investigativo. Como afirma Leontiev (2021), as

necessidades não a antecedem, mas se constituem no curso das ações, configurando-se como o motivo que orienta seu desenvolvimento.

Nesse movimento inicial, ao circularem pelos ambientes e discutirem suas observações, os estudantes interpretaram os espaços com base em formas geométricas já conhecidas, apoiando-se prioritariamente em semelhanças, perceptivas e na aparência externa dos objetos. Essa identificação ocorreu por comparação com modelos previamente internalizados, indicando um modo de generalização pautado no visível e nas características mais imediatas dos objetos (Vigotski, 2009), como se observa no recorte a seguir.

Recorte 1 – Nomeação do espaço a partir da forma

Robert: “É um triângulo retângulo.”

Fred: “Aqui seriam os banquinhos, eles podem ter uma forma meio circular.”

Clarisse: “Aqui eu tenho um retângulo.”

Clarisse (apontando com o dedo no espaço): “Aqui é a secretaria, ela é quadrada.”

Robert (olhando para o terreno inclinado): “Parece um trapézio.”

(Falas dos estudantes do Grupo 2, registradas em 28 de abril de 2025, durante a observação do espaço escolar.)

A linguagem geométrica constituiu-se como meio de organização do olhar, permitindo aos estudantes nomear e descrever o espaço a partir de referências conhecidas. Conforme registros do diário reflexivo da pesquisadora, os estudantes estabeleceram essas correspondências por semelhança com modelos previamente internalizados. Os gestos de apontar e delimitar regiões indicam que a análise se apoiava na percepção imediata, sem mobilização das propriedades internas das formas identificadas.

No entanto, com o avanço das investigações, esse modo inicial de apreensão mostrou-se insuficiente para explicar as situações analisadas. Ao discutirem problemas relacionados à circulação e à organização dos ambientes, os estudantes relacionaram as formas identificadas ao uso do espaço, deslocando gradativamente o foco da simples descrição para a compreensão de sua funcionalidade.

Recorte 2 – Da forma ao uso do espaço

Bárbara: “Parece que cabe mais gente aqui.”

Letícia: “Mas todo mundo passa aqui... aí fica apertado.”

Carla: “Fica tudo embolado quando vai subir a escada.”

(As estudantes se aproximam do local, caminham simulando o fluxo de pessoas.)

Rany: “É gente indo, gente voltando...”

Letícia (faz gesto com as mãos cruzando caminhos): “Aí junta tudo.”

Pesquisadora: “Então o problema está só no tamanho do espaço?”

Bárbara: “Não... tem que pensar no uso desse espaço.”

(Falas de estudantes do Grupo 3, registradas em 30 de abril de 2025, no refeitório da escola)

A análise desenvolvida pelo Grupo 3 permite compreender que a percepção inicial mencionada pela estudante Bárbara explicita um pensamento empírico, apoiado no dado sensorial da visualização direta do tamanho e do volume. Contudo, essa apreensão imediata deixa de ser suficiente quando confrontada com a dinâmica real de uso do ambiente. Na intervenção de Letícia, ao pontuar que *“todo mundo passa aqui... aí fica apertado”*, as estudantes expõem a contradição entre a aparência do espaço e sua funcionalidade, revelando que os aspectos sensoriais não dão conta de explicar o problema. Esse confronto instaura a necessidade de mobilizar o conhecimento geométrico como instrumento de análise. Assim, a forma e a dimensão do ambiente passam a ser avaliadas em função das práticas sociais e dos fluxos que o espaço precisa comportar, marcando a constituição de uma nova necessidade que reorganiza a própria Atividade (Leontiev, 1978; 2021).

Essa mesma reorganização do pensamento, da descrição visual para a funcionalidade do ambiente, manifestou-se na análise de outros espaços da escola. À medida que a investigação avançava, os estudantes passaram a reconhecer que a identificação das formas não era suficiente para compreender os problemas encontrados. Desse modo, o foco da análise deslocou-se das características visíveis do ambiente para as relações entre sua configuração física, as condições de circulação e o uso coletivo do espaço, como revela o recorte a seguir.

Recorte 2A – Tensionamento da forma pelo uso

Robert: “Aqui tem uma escada, mas está ruim de subir.”

Fred: “E se for muita gente, não dá conta.”

Charlotte: “E para quem tem dificuldade de andar?”

(Os estudantes observam o terreno, com presença de mato e entulhos, e apontam para o desnível.)

Robert: “Esse terreno é vazio, mas dá para fazer alguma coisa aqui.”

Clarisse: “Mas com essa escada não dá... teria que mudar.”

Kaite: “Podia ser uma rampa... fica melhor para todo mundo.”

(Falas de estudantes do Grupo 2, registradas em 30 de abril de 2025, no acesso ao campinho e ao espaço onde planejavam a construção de um anfiteatro.)

No Grupo 2, o espaço, inicialmente apreendido como um terreno “vazio” a partir de sua aparência imediata, é progressivamente redefinido em função das condições concretas de acesso e circulação. A escada deixa de ser percebida como um elemento estático da arquitetura e passa a ser problematizada por sua inadequação ao fluxo de pessoas e à acessibilidade coletiva. Nesse contexto, a proposição da rampa marca o momento em que o problema espacial deixa de ser apenas uma característica observada do ambiente e se constitui como o objeto que orienta a Atividade dos estudantes. Como afirma Leontiev (2021), a Atividade humana organiza-se em torno de um objeto que responde a uma necessidade, sendo esse objeto o elemento que confere direção e sentido às ações desenvolvidas pelos sujeitos.

Recorte 2B – Organização do acesso e condições de uso

Lívia: “Aqui não tem cobertura... quando chove fica muito ruim.”

Luiza: “Fica todo mundo molhado esperando abrir o portão.”

Lívia: “E quando junta muita gente, fica tudo apertado aqui.”

(Os estudantes observam o portão e a área externa, apontando para o espaço entre a rua e a entrada da escola.)

Elaíra: “Olha aqui... tem um degrau da rua para o portão.”

Enne: “Quem usa cadeira de rodas não consegue entrar.”

Ellys: “Nem quem tem dificuldade para andar.”

(A estudante simula o movimento de subida, indicando o desnível com o corpo.)

Elaíra: “Tinha que ter uma rampa aqui.”

Lívia: “E um lugar para as pessoas ficarem esperando, tipo uma sala.”

(Falas de estudantes do Grupo 1, registradas em 30 de abril de 2025, enquanto observavam a entrada da escola.)

No Recorte 2B, as significações produzidas pelos estudantes revelam que o espaço de acesso à escola passa a ser analisado para além de sua aparência imediata. Inicialmente, as falas de Lívia e Luiza destacam situações vivenciadas cotidianamente, relacionadas à ausência de cobertura, à exposição à chuva e à concentração de pessoas no momento de entrada na escola. Os gestos de apontar e simular deslocamentos indicam que a análise se constituiu na relação entre percepção, ação e linguagem, explicitando limites não evidentes na observação imediata. Isto é, o que se interpreta do recorte é que o problema espacial é significado a partir das experiências concretas dos estudantes com o ambiente. A identificação do degrau entre a rua e o portão feita pela estudante Elaíra desloca a análise de uma dificuldade vivenciada individualmente para uma questão relacionada às condições de participação e circulação de

diferentes sujeitos no espaço escolar. As falas das estudantes Ellys e Enne indicam que elas consideram usuários que não estavam diretamente envolvidos na situação observada, ampliando a problemática e a função social daquele espaço.

A simulação corporal realizada por Elaíra ao indicar o desnível existente sugere um movimento em que a estudante torna perceptível sua compreensão da situação investigada, utilizando o próprio corpo como recurso para representar e analisar a relação espacial identificada. Nesse processo, o espaço deixa de ser compreendido apenas como uma configuração física e passa a ser significado em relação às possibilidades e limitações que apresenta para as ações humanas. A proposta de construção da rampa e de um local de espera, apresentada ao final do Diálogo 2B pelas estudantes Elaíra e Livia, expressa uma reorganização da compreensão do problema. A proposição de alternativas para o espaço sinaliza um redirecionamento da Atividade, orientando novas ações voltadas à transformação do ambiente investigado.

Os recortes 2, 2A e 2B, articulados, indicam um movimento no qual o espaço passou a ser analisado pelos estudantes não apenas em termos de sua configuração física, mas em função das práticas que deveria possibilitar. Os deslocamentos corporais, as simulações dos trajetos e as falas relacionadas ao fluxo e à acessibilidade revelam que a análise do ambiente incorpora elementos ligados à circulação e à organização do uso coletivo do espaço.

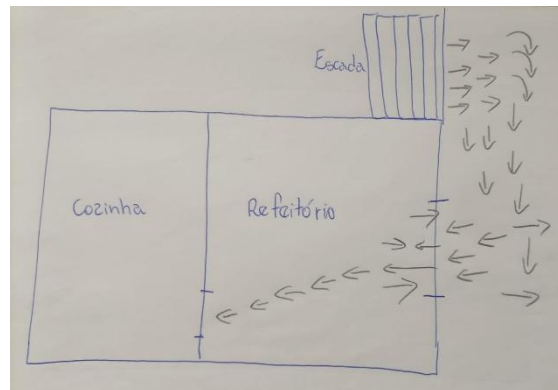
Nesse processo, a identificação de uma necessidade, isto é, a reorganização das condições de acesso e circulação, passa a orientar novas ações dos estudantes, uma vez que essa necessidade encontra no objeto investigado as condições para constituir-se como motivo da Atividade. Nesse sentido, recorre-se a Leontiev (2021, p. 73), que afirma:

Psicologicamente, ou seja, no sistema de consciência do sujeito e não como seu objeto ou produto, os significados em geral não existem de outra forma senão na realização de determinados sentidos, assim como suas ações e operações não existem senão na necessidade de determinada atividade, estimulada por um motivo ou necessidade.

A afirmação de Leontiev (2021) permite compreender que os conceitos mobilizados pelos estudantes não adquirem significado psicológico apenas por serem conhecimentos socialmente produzidos, mas quando passam a participar de uma Atividade orientada por necessidades e motivos. Como se observa na Figura 7, a concentração de trajetos em um mesmo ponto indica que o problema não se restringia à dimensão física do espaço, mas à forma como ele estava organizado e utilizado pelos sujeitos. A representação gráfica possibilitou explicitar a sobreposição de fluxos, reorganizando o modo como os estudantes compreendiam a situação

investigada e permitindo estabelecer novas relações entre circulação, organização espacial e possibilidades de intervenção.

Figura 7 - Diagrama de fluxo no croqui



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

O registro feito por Bárbara, no dia 06 de maio, para demonstrar ao grupo como ela estava pensando o fluxo do refeitório, sugere que a representação é instrumento que possibilita estabelecer novas análises sobre o espaço investigado. O gesto da estudante Bárbara indica uma região específica da planta, deslocando a atenção da percepção geral do espaço para aspectos relacionados as suas partes, medidas envolvidas e relações de contorno da superfície.

Recorte 3 – Necessidade de quantificação

Nyara: “Quantos metros quadrados a gente tem neste espaço da entrada?”

Enne: “É metro quadrado porque é o espaço todo.”

Luiza: “Por que você está fazendo essa conta Lívia?”

Lívia: “É pra saber quanto piso vai gastar.”

Eláira: “Área é o espaço de dentro.”

(Os estudantes desenham o espaço no caderno e o dividem em partes.)

(Falas dos estudantes do Grupo 1, registradas em 6 de maio de 2025, durante a investigação realizada na entrada da escola.)

As falas dos estudantes do grupo 1, sugerem que eles ainda não têm uma apropriação das relações entre área e perímetro. No entanto, a necessidade de responder o problema investigado coloca em confronto com conhecimentos anteriormente produzidos e novas exigências da Atividade, levando a estudante a diferenciar propriedades que inicialmente, apareciam articuladas apenas pela aparência da figura.

Tem-se, no recorte 3, que os conceitos de área e perímetro passam a assumir um papel na resolução de uma necessidade produzida pela própria Atividade. Em Leontiev (2021), compreende-se que os significados socialmente produzidos não existem para o sujeito de forma

independente da Atividade que realiza, pois passam a integrar sua consciência quando se articulam aos sentidos produzidos nas relações estabelecidas com o objeto.

No contexto investigado, os conhecimentos geométricos começaram a adquirir sentido para os estudantes porque estavam vinculados à necessidade concreta de reorganizar as condições de acesso e circulação no espaço escolar. Desse modo, os conceitos geométricos deixaram de aparecer apenas como procedimentos a serem aplicados e passaram a operar como instrumentos teóricos para compreender e intervir sobre o espaço investigado.

Recorte 4 – Diferenciação inicial entre área e perímetro

Kaite: “Esse cálculo é de área ou de perímetro?”

Fred: “Eu sempre confundo área com perímetro.”

Clarisse: “Perímetro é só a volta.”

Kaite: “Área não é o contorno, pensa no espaço que ocupa”

Clarisse: (fazendo gesto de multiplicação com as mãos): “Multiplica o comprimento pela altura.”

(Falas dos estudantes do Grupo 2, registradas em 8 de maio de 2025, durante a elaboração da estratégia para determinar a área do campinho.)

O recorte 4, expressa um movimento inicial de diferenciação entre os conceitos de área e perímetro, ainda marcado por instabilidades na compreensão das relações que constituem essas grandezas. A fala de Fred explicita que, naquele momento, área e perímetro ainda não estavam organizados pelo estudante como grandezas que expressam relações distintas sobre o espaço analisado. A dificuldade em distinguir área e perímetro revela que os estudantes estavam em um movimento inicial de elaboração das relações que constituem essas grandezas, buscando compreender quais aspectos do espaço cada conceito permite analisar.

Entretanto, a intervenção de Clarisse, ao relacionar o perímetro ao contorno e a área à multiplicação entre comprimento e altura, sugere um movimento de elaboração de relações entre os conceitos geométricos e as propriedades do espaço que representam. A estudante começa a articular o conceito de área não apenas ao seu nome, mas também às medidas envolvidas em sua determinação, explicitando um modo de pensar que estabelece relações entre a grandeza geométrica e o procedimento empregado para medi-la.

Trata-se de um movimento inicial de apreensão que possibilitou aos estudantes, no contexto da Atividade de Modelagem, estabelecer relações entre as representações, a linguagem e as ações mobilizadas na análise das grandezas geométricas. Esse processo sugere uma reorganização do pensamento, na qual os estudantes estabeleceram relações entre os conceitos

e as propriedades do objeto investigado, ainda que essa diferenciação se mostrasse em construção.

As dificuldades manifestadas pelos estudantes na diferenciação entre área e perímetro constituíram um novo elemento para a organização do ensino. No acompanhamento do processo de Modelagem, tornou-se necessário reorganizar as condições de aprendizagem de modo a favorecer a explicitação das relações constitutivas dessas grandezas. Nesse contexto, a utilização do geoplano integrou uma ação intencional da pesquisadora, orientada pela necessidade de ampliar as possibilidades de análise do espaço e criar condições para que os estudantes identificassem contornos, delimitassem regiões e discutissem as relações entre área e perímetro a partir das ações realizadas.

Figura 8 - O geoplano como instrumento mediador na representação e análise de área



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A utilização do geoplano, conforme ilustrado na Figura 8, passou a compor o processo de análise. Ao representar figuras, delimitar regiões e contar unidades, os estudantes passaram a estabelecer relações entre contorno, superfície e unidades de medida, ampliando as possibilidades de compreensão das grandezas geométricas envolvidas na situação investigada.

Até este ponto da análise, o episódio vivenciado pelo Grupo 3 no refeitório foi mobilizado para explicitar o deslocamento da identificação das formas geométricas para a consideração do uso do espaço. Entretanto, por constituir um recorte representativo do movimento de produção de significações dos estudantes, o episódio é retomado sob outro foco analítico. Conforme destacam Aguiar e Ozella (2013, p. 301), “(...) é necessário irmos para além das aparências, não nos contentarmos com a descrição dos fatos (...)”. Nessa direção, sua retomada busca apreender outras relações constitutivas das significações produzidas pelos estudantes no processo investigativo. Assim, a análise não se limita ao registro das ações realizadas, mas procura compreender como, no curso da investigação, novas relações passam a integrar a compreensão do espaço escolar.

Recorte 5 – Retomada do episódio do refeitório: da percepção espacial à organização dos fluxos

Bárbara: “Essa parte aqui parece maior, então cabe mais gente.”

Letícia: “Mas todo mundo passa junto aqui, aí fica apertado.”

Carla: “Atrapalha quando vai subir a escada, porque fica tudo embolado na descida.”

(A estudante aponta com a mão o trecho estreito entre a escada e a parede.)

Pesquisadora: “Quando vocês dizem que ‘parece maior’, maior em relação a quê?”

Bárbara: “Em relação ali do lado, né... aqui é mais aberto.”

Pesquisadora: “E mesmo sendo mais aberto, o que acontece quando todo mundo passa por aqui ao mesmo tempo?”

Rany: “Fica tudo junto, ninguém sabe para onde vai.”

Letícia: “É tipo gente indo, gente voltando e gente parada.”

Pesquisadora: “Vocês já perceberam que o grupo representa no croqui os caminhos percorridos pelas pessoas? Vamos marcar no croqui por onde as pessoas passam no recreio.”

(As estudantes desenhavam setas convergindo para o mesmo ponto.)

Bárbara: “Olha... todo mundo passa aqui nesse mesmo lugar.”

Carla: “Por isso que não adianta só ser maior, tem que separar.”

Pesquisadora: “Separar o quê?”

Carla: “Os caminhos... tipo, um para ir e outro para voltar.”

Rany: “Se diminuir aqui, aperta ali.”

Pesquisadora: “Então o problema está só no tamanho do espaço?”

Letícia: “Não... está no espaço se ele está organizado.”

Bárbara: “Tem que pensar no uso do espaço, não só no espaço.”

(As estudantes observam novamente o croqui e começam a apagar e redesenhar trajetos.)

Carla: “Se a gente tirar essa passagem aqui, o fluxo melhora.”

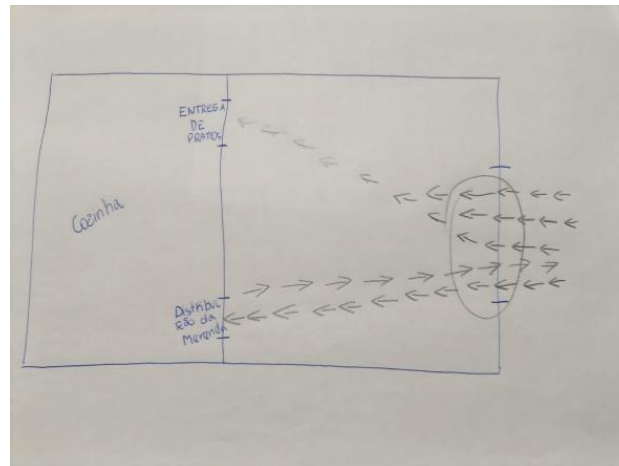
Rany: “Porque aí não junta todo mundo.”

(Falas dos estudantes do Grupo 3, registradas em 8 de maio de 2025, durante a produção do croqui do espaço investigado.)

Essa retomada permite aprofundar dimensões do processo de significação que não haviam sido exploradas na análise anterior. Enquanto o Recorte 2 permitiu analisar o deslocamento da identificação das formas para a consideração do uso do espaço, nesta reanálise interessa compreender como a representação dos trajetos e a discussão sobre os fluxos reorganizam a interpretação do problema investigado. A elaboração do croqui e a marcação dos percursos tornaram perceptíveis relações que não se explicitavam na observação imediata,

criando condições para que os estudantes estabelecessem relações entre os trajetos, os pontos de concentração dos fluxos e a organização do ambiente.

Figura 9 – Representação dos trajetos e dos pontos de convergência dos fluxos no refeitório



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

Nesse movimento, os estudantes reconheceram que as dimensões e a disposição dos elementos do espaço não eram suficientes para explicar as condições de circulação. A representação dos trajetos no croqui explicitou os pontos de convergência dos fluxos e reorganizou a análise do ambiente, permitindo que aspectos anteriormente percebidos de forma fragmentada fossem compreendidos de maneira integrada.

A Figura 9 apresenta o movimento realizado pelos estudantes ao representar os percursos de circulação no espaço investigado. As setas direcionadas para uma mesma região (um único portão de acesso ao local de distribuição da merenda e de entrega de pratos após a refeição) tornam visível uma relação que não se apresentava imediatamente na observação do ambiente: a concentração dos deslocamentos em determinado ponto do espaço. Desse modo, a representação gráfica não atua apenas como registro do local, mas como instrumento que possibilita analisar relações entre organização espacial e circulação.

Ao externalizar os percursos e visualizar a convergência dos fluxos, os estudantes passam a identificar relações entre circulação, acessibilidade e organização espacial que não eram claras na visualização inicial. Esse movimento configura a reorganização das ações orientadas pelo objeto da Atividade (Leontiev, 2021), indicando um movimento de transição de generalizações apoiadas na aparência para formas de análise sistemáticas, nas quais as relações entre os elementos do espaço passam a orientar a elaboração das propostas de intervenção.

Os episódios analisados indicam que a problematização dos espaços escolares modifica progressivamente o modo como os estudantes se relacionam com as formas geométricas. Estas deixam de constituir apenas referências para descrever o ambiente e passam a participar da análise das condições de circulação, acessibilidade e uso coletivo dos espaços. Nesse movimento, produzem-se as condições para que os conceitos geométricos passem a orientar as ações dos estudantes na análise do objeto da Atividade, aspecto aprofundado no Núcleo II.

5.2 NÚCLEO II: DA PERCEPÇÃO DO ESPAÇO À MEDIDA COMO CRITÉRIO DE DECISÃO

O Núcleo de Significação II reúne indicadores que expressam o processo pelo qual a medida, inicialmente mobilizada pelos estudantes como resultado numérico ou procedimento de cálculo, passa progressivamente a assumir a função de instrumento de análise, validação e decisão. Esse movimento não ocorreu de forma linear, mas foi constituído por reorganizações desencadeadas quando os procedimentos inicialmente empregados deixaram de responder às exigências suscitadas pelas situações analisadas.

No Núcleo I, as experiências cotidianas, os deslocamentos pelos ambientes, os gestos e as representações gráficas possibilitaram aos estudantes identificar problemas relacionados à circulação, à acessibilidade e ao uso dos espaços escolares. Entretanto, a percepção dessas situações mostrou-se insuficiente quando os estudantes discutiram a viabilidade das propostas para a resolução dos problemas, a quantidade de materiais, as dimensões dos espaços e a correspondência entre as representações produzidas e os ambientes investigados.

Nesse processo, surgiu a necessidade de estabelecer relações entre o número, a unidade de medida, a grandeza, a forma geométrica e a representação. Os recortes que constituem este núcleo revelam diferentes momentos desse processo: a atribuição de unidades de medida aos valores obtidos; o confronto entre os resultados e as dimensões concretas dos ambientes; a decomposição de terrenos irregulares; a revisão coletiva dos procedimentos e das fórmulas; a relação entre parte e todo; e a busca de correspondência proporcional entre o desenho e o espaço real.

O elemento comum aos diferentes episódios reside na transformação da significação atribuída à medida. Inicialmente compreendida apenas como resultado numérico, passa a constituir uma relação capaz de orientar a comparação dos procedimentos, a verificação da coerência dos resultados e a validação das ações. A análise, portanto, não se restringe à identificação de acertos e erros matemáticos, mas busca apreender as mediações e as

reorganizações por meio das quais os estudantes ampliam sua compreensão das relações entre número, unidade de medida e grandeza.

Esses movimentos constituem indícios de que a medida deixa de ser mobilizada apenas para quantificar os espaços e passa a orientar a análise da coerência dos resultados, a revisão dos procedimentos e a fundamentação das decisões dos estudantes.

Recorte 6 – A unidade como critério de validação

Adriana: “Três é o quê? É metro ou metro quadrado?”

Carla: “Não pode ser só número, esqueci da unidade de medida.”

Adriana: “Sem unidade não dá.”

Letícia: “Não é metro, é metro quadrado.”

(Falas dos estudantes do Grupo 3, registradas em 15 maio 2025, durante a discussão sobre o cálculo da área da cozinha e do refeitório.)

No Recorte 6, as falas revelam uma situação em que o número isolado deixa de ser aceito como suficiente para expressar o resultado do cálculo. Ao perguntar “Três é o quê?”, Adriana explicita a necessidade de relacionar o valor numérico à natureza da grandeza investigada. A dúvida não se refere apenas à forma de registrar o resultado, mas àquilo que o número representa na situação analisada.

O episódio também permite compreender que uma mesma ação assume novos significados quando sua função se reorganiza no interior da Atividade. Inicialmente, registrar um número parecia suficiente para responder ao problema proposto; contudo, quando a unidade de medida passa a ser discutida, essa mesma ação é modificada em função das novas exigências que emergem no desenvolvimento da investigação. Conforme Leontiev (2021), as ações adquirem sentido no interior da Atividade da qual fazem parte, sendo determinadas pelo objetivo que procuram alcançar. Nesse episódio, registrar corretamente a unidade deixa de constituir um procedimento meramente formal e passa a integrar o próprio processo de validação do resultado obtido.

Ao afirmar que “não pode ser só número”, Carla reconhece que a medida não se reduz ao valor obtido pela operação. Ao admitir que havia esquecido a unidade, a estudante torna visível a insuficiência do procedimento realizado e a necessidade de comunicar o significado do resultado. O número três, considerado isoladamente, não permite identificar se o cálculo se refere a uma medida linear, a uma superfície ou a outra grandeza.

Adriana reforça essa insuficiência ao afirmar que “sem unidade não dá”. Sua fala sugere que a unidade passa a ser compreendida como condição para que o resultado adquira significado

no contexto investigado. Na sequência, Letícia diferencia metro e metro quadrado, relacionando a unidade à superfície cuja área estava sendo calculada.

Consideradas em conjunto, as falas indicam um processo de elaboração em que o resultado numérico passa a ser analisado em relação à unidade que o acompanha. A diferenciação entre metro e metro quadrado amplia os critérios utilizados para validar o cálculo, pois o valor obtido deixa de ser aceito isoladamente e passa a ser interpretado em função da grandeza representada.

Não se pode afirmar, com base nesse episódio, que os estudantes tenham se apropriado plenamente das relações conceituais entre comprimento e área. Contudo, o recorte indica uma reorganização na forma de significar a medida: o resultado passa a exigir uma relação entre o valor numérico, a unidade utilizada e a grandeza investigada.

Essa reorganização, entretanto, ainda não esgota os critérios mobilizados pelos estudantes para validar suas respostas. À medida que as investigações avançam, surge a necessidade de confrontar os resultados produzidos com as características concretas da situação investigada. O cálculo deixa de ser aceito apenas porque decorre da aplicação de um procedimento matemático; sua validade passa a depender também da correspondência entre o valor obtido e a realidade representada.

Recorte 7 – Quando o resultado não convence: a plausibilidade como critério

Pesquisadora: “Será que faz sentido o resultado?”

Clarisse: “Não, não faz sentido.”

Pesquisadora: “Por que vocês acham que esse resultado não faz sentido? O que, nesse desenho, ajuda a justificar esse valor?”

Charlotte: “Aqui neste espaço é a rampa e o campinho é esse espaço todo.”

Fred: “Gente!!! A rampa é bem menor, não pode ter essa área toda, o resultado ficou bem alto.”

Akamy: “Não pode ter mil metros quadrados nessa rampa, o campinho é bem maior.”

(Falas dos estudantes do Grupo 2, registradas em 20 maio 2025, durante a discussão sobre o cálculo da área da rampa e do campinho.)

O Recorte 7 desloca o foco da validação do cálculo para a análise de sua coerência em relação ao espaço representado. O resultado deixa de ser aceito apenas porque decorre de uma operação matemática e passa a ser confrontado com as relações espaciais expressas no desenho. A resposta inicial de Clarisse, ao afirmar “Não, não faz sentido”, expressa a recusa do valor encontrado, mas ainda não explicita o critério utilizado para sustentar essa avaliação.

Ao confrontarem o resultado obtido com as características da situação analisada, os estudantes elaboram um novo critério para validar o cálculo. A comparação entre o valor encontrado e a configuração do espaço reorganiza os procedimentos desenvolvidos pelo grupo, que deixam de se orientar exclusivamente pela execução de cálculos e passam a considerar as exigências colocadas pelo problema em análise. Nessa direção, Leontiev (2021) afirma que as ações se transformam no próprio curso da atividade conforme o sujeito responde às necessidades produzidas na relação com o objeto. O desenho assume, assim, uma função mediadora, permitindo verificar, regular e reorientar as decisões construídas coletivamente.

No diálogo estabelecido, as questões formuladas pela pesquisadora convidam os estudantes a explicitar as razões pelas quais o resultado lhes parece inconsistente. Ao perguntar por que o resultado não fazia sentido e solicitar que recorressem ao desenho, a pesquisadora não indica diretamente o erro nem apresenta outro procedimento. As questões formuladas orientam a discussão para as relações entre o valor obtido, a representação gráfica e as dimensões do ambiente representado.

Charlotte estabelece uma primeira relação ao distinguir, no desenho, a região correspondente à rampa e a extensão total do campinho. Sua fala localiza graficamente as partes analisadas e evidencia a relação entre parte e todo. Fred retoma essa distinção e compara qualitativamente as dimensões das duas regiões, argumentando que a rampa, por ser menor, não poderia possuir a área calculada. Akamy amplia essa análise ao explicitar a incompatibilidade entre o valor de mil metros quadrados e a dimensão concreta da rampa, utilizando o campinho como referência comparativa.

A articulação entre as intervenções dos estudantes mostra que a plausibilidade do resultado é construída coletivamente. A negação inicial do valor obtido conduz o grupo à localização das regiões representadas e, posteriormente, à comparação entre suas dimensões relativas. A plausibilidade deixa, assim, de constituir uma impressão imediata e passa a ser elaborada por meio das relações estabelecidas entre cálculo, representação e configuração espacial.

Nesse episódio, a representação gráfica deixa de constituir apenas um registro do espaço e passa a funcionar como instrumento de validação. É por meio dela que os estudantes confrontam os valores encontrados com a organização do ambiente, verificando se o resultado obtido é compatível com as dimensões representadas. O número, por si só, deixa de ser suficiente; sua validade passa a depender das relações que estabelece com o objeto da análise.

Os dados indicam que, nesse episódio, a medida deixa de operar apenas como resultado numérico e passa a integrar um processo de validação baseado na plausibilidade das relações

estabelecidas entre cálculo, representação e configuração espacial. Embora o episódio não permita afirmar a elaboração de um critério formal de estimativa de áreas, ele revela que os estudantes passam a avaliar seus resultados considerando a coerência entre os valores obtidos e as características do ambiente representado.

A insuficiência dos procedimentos até então empregados torna-se ainda mais evidente quando os estudantes se deparam com um terreno cuja configuração já não pode ser explicada apenas pelas figuras geométricas cujas fórmulas de área conheciam. A irregularidade do espaço passa, então, a exigir uma transformação da forma de representar e analisar o objeto.

Recorte 8 – Decomposição de formas geométricas para cálculo de área

Clarisse: “A gente escolheu esse espaço porque ele está jogado, cheio de mato e entulho, mas dá para virar um lugar de convivência.”

Clarisse: “Só que antes precisava saber se a área dava, porque não adianta querer fazer se não cabe.”

Clarisse: “O terreno não é reto, ele é todo torto, então não tem como calcular direto.”

Clarisse: “Eu pensei em puxar essa linha aqui para deixar essa parte reta, porque a forma irregular acaba virando duas partes: um retângulo e um triângulo.”

Kaite: “É, porque assim a gente consegue enxergar melhor as medidas.”

Clarisse: “Nesse pedaço aqui fica o retângulo, que dá para calcular normal.”

Akamy: “Mas nesse triângulo a gente não tem a altura direta.”

Robert: “Só que a gente conhece dois lados.”

Clarisse: “Dá para usar Pitágoras para achar a altura.”

Kaite: “Faz hipotenusa ao quadrado menos o cateto ao quadrado.”

Clarisse: “Aí depois calcula a área do triângulo e soma tudo.”

Akamy: “Assim fica mais organizado e mais certo de medir.”

(Falas dos estudantes registradas durante a solução coletiva/interação entre grupos, em 22 de maio 2025)

No Recorte 8, a irregularidade do terreno deixa de ser percebida apenas como uma característica física do ambiente e passa a constituir um problema a ser enfrentado pelos estudantes. Ao descrever o espaço como abandonado, coberto por mato e entulho, Clarisse não apenas caracteriza suas condições atuais, mas o relaciona à possibilidade de transformá-lo em um ambiente de convivência.

A necessidade de transformar uma figura irregular em outras figuras conhecidas revela que o objeto da Atividade deixa de ser aceito tal como aparece empiricamente. Para responder ao problema investigado, os estudantes modificam sua forma de representá-lo, tornando explícitas relações geométricas que não eram percebidas na observação imediato. Conforme Leontiev (2021), a transformação do objeto é condição para o desenvolvimento da própria

Atividade, pois é no processo de agir sobre ele que novas formas de pensamento e de ação se constituem.

A transformação da representação não responde apenas à necessidade de realizar o cálculo. Ela está relacionada à necessidade de verificar se o terreno comportava a proposta elaborada pelo grupo. Ao afirmar que era necessário verificar "se a área dava", Clarisse explicita que a medida passa a constituir um critério para avaliar essa possibilidade. A decisão sobre o uso do terreno passa, então, a depender da consideração de suas dimensões, indicando que o cálculo adquire uma função diretamente vinculada ao problema investigado.

Ao afirmarem que "não tem como calcular direto", os estudantes reconhecem que os procedimentos anteriormente utilizados já não respondem às exigências da situação investigada. A criação de uma linha auxiliar e a decomposição da figura em um retângulo e um triângulo transformam a representação do terreno, permitindo estabelecer relações geométricas que não eram explicitadas em sua configuração inicial. Embora o terreno permaneça materialmente o mesmo, sua representação passa a organizar o pensamento dos estudantes, tornando possível operar com formas conhecidas e produzir a medida da área.

A fala de Kaite "assim a gente consegue enxergar melhor as medidas" explicita que a decomposição modifica as condições de análise. O que não podia ser calculado diretamente torna-se mensurável por meio da separação e da posterior recomposição das partes. Entretanto, a decomposição produz uma nova dificuldade: a ausência da altura do triângulo.

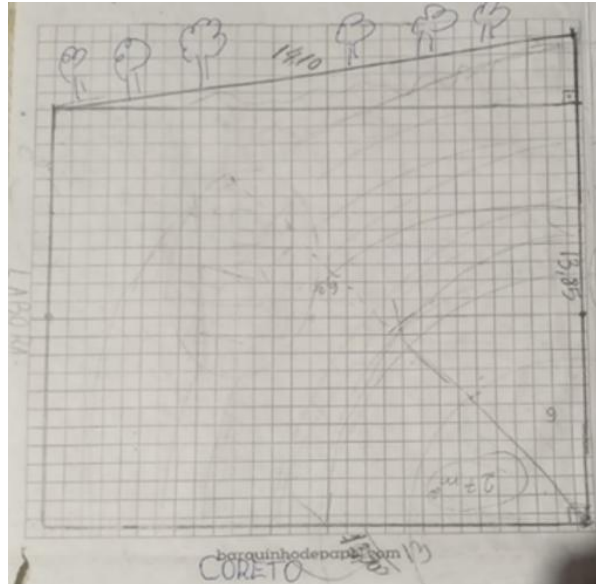
A identificação desse elemento ausente exige que os estudantes relacionem diferentes conhecimentos geométricos. Robert observa que o grupo conhece dois lados da figura, enquanto Clarisse e Kaite recorrem ao Teorema de Pitágoras para determinar a medida necessária. Nesse movimento, o teorema deixa de aparecer apenas como conteúdo anteriormente estudado e passa a ser mobilizado em função de uma necessidade.

O encadeamento das ações desenvolvidas pelo grupo evidencia que a decomposição da figura possibilita articular diferentes procedimentos em torno de um mesmo objetivo. A determinação da altura do triângulo por meio do Teorema de Pitágoras, o cálculo das áreas das figuras obtidas e sua posterior recomposição deixam de constituir operações isoladas e passam a integrar um único processo de resolução do problema. Quando Akamy afirma que "assim fica mais organizado e mais certo de medir", reconhece que a nova forma de representar o terreno favorece a coordenação dos procedimentos necessários para determinar sua área.

Nesse episódio, a decomposição não se reduz a uma técnica de cálculo. Ao transformar a figura irregular em formas geométricas conhecidas, os estudantes estabelecem relações entre a configuração do terreno, as medidas disponíveis e os procedimentos necessários para

determinar sua área. Nessa perspectiva, a medida deixa de orientar apenas a obtenção de um valor numérico e passa a organizar a representação do espaço e os procedimentos mobilizados para compreendê-lo. Esse processo pode ser observado no croqui elaborado pelo grupo (Figura 10).

Figura 10 - Croqui do espaço destinado à construção do anfiteatro



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

No croqui, as linhas introduzidas pelos estudantes não apenas delimitam regiões, mas reorganizam a representação do terreno, tornando explícitas relações que não eram percebidas na observação direta do espaço. Ao decompor a figura irregular e posteriormente recompor suas partes, os estudantes passam a operar com relações entre forma, medida e cálculo.

As relações estabelecidas por meio dessa nova representação, entretanto, não encerram o processo de análise. Ao retomarem os procedimentos utilizados para calcular a área do anfiteatro, os estudantes passam a discutir também a aplicação da fórmula da área do círculo. A atenção do grupo desloca-se, então, da transformação da representação para a análise dos elementos que constituem a própria expressão matemática, inaugurando um novo momento da investigação, apresentado no Recorte 9.

Recorte 9 – Cálculo da área do anfiteatro: a relação parte-todo no círculo

Robert: “Então, aqui eu fiz assim: três vezes seis.”

Charlotte: “Mas isso é a área?”

Akamy: “Na fórmula não é só o raio.”

Kaite: “Olha o que está escrito: r^2 .”

Robert: “Então eu fiz errado.”

Akamy: “Não é só o valor do raio, é o raio vezes ele mesmo.”
 Charlotte: “Seis vezes seis dá trinta e seis.”
 Robert: “Isso, mas temos que multiplicar o valor de π por 36.”
 Clarisse: “Agora o cálculo está seguindo a fórmula: $A = \pi r^2$.”
 Charlotte: “Antes não estava considerando o raio ao quadrado.”
 Robert: “Agora faz sentido.”

(Falas dos estudantes do grupo 2, registradas durante cálculo da área do anfiteatro, em 27 de maio 2025)

As interações apresentadas no Recorte 9 expressam um movimento de revisão coletiva do procedimento utilizado para calcular a área do círculo. Inicialmente, Robert realiza a multiplicação entre três e seis, aparentemente associando o valor aproximado de π diretamente ao raio. A pergunta de Charlotte, “Mas isso é a área?”, coloca o resultado em dúvida e abre espaço para que o procedimento seja analisado pelo grupo.

Akamy e Kaite direcionam a atenção para a estrutura da expressão matemática, especialmente para o expoente indicado em (r^2) . Ao afirmar que não se trata apenas do valor do raio, mas do raio multiplicado por ele mesmo, Akamy explicita uma relação que havia sido desconsiderada no cálculo inicial. Charlotte realiza a operação correspondente, enquanto Robert acrescenta a necessidade de multiplicar o resultado pelo valor de π .

A discussão coletiva não se reduz à correção de uma conta. Ela permite que os elementos da representação simbólica sejam retomados, confrontados e relacionados. A expressão ($A = \pi r^2$), inicialmente mobilizada de forma parcial, passa a constituir objeto de análise. O procedimento inicialmente realizado por Robert torna visível uma compreensão em que os símbolos da expressão matemática ainda não estavam articulados como um sistema de relações.

As intervenções dos colegas conduzem à revisão do procedimento adotado. Primeiro, o grupo identifica a necessidade de elevar o raio ao quadrado; em seguida, incorpora o valor de π ; por fim, confronta o procedimento reconstruído com a expressão matemática registrada. A afirmação de Clarisse, “Agora o cálculo está seguindo a fórmula”, constitui um indício de que o resultado passa a ser validado pela correspondência entre a operação realizada e a estrutura da representação simbólica.

Entretanto, o episódio não permite afirmar que os estudantes tenham elaborado uma compreensão plena do significado geométrico de π ou da relação entre o raio e a área do círculo. Os dados indicam que a expressão matemática deixa de ser aplicada de maneira inteiramente mecânica e passa a ser discutida como uma relação cujos elementos precisam ser considerados e articulados.

A afirmação de Robert, “Agora faz sentido”, não deve ser interpretada apenas como o reconhecimento de um acerto numérico. Ela indica que o estudante passa a aceitar o procedimento porque consegue relacioná-lo aos elementos da expressão matemática discutidos pelo grupo. A validação resulta, portanto, da análise coletiva e não apenas da confirmação externa da resposta.

Esse movimento se amplia quando os estudantes percebem que, mesmo tendo reorganizado corretamente a aplicação da expressão matemática, a figura geométrica utilizada no cálculo não corresponde integralmente à configuração do espaço investigado. A análise do grupo desloca-se, então, da verificação do procedimento para a correspondência entre o modelo geométrico elaborado e a situação investigada. Esse movimento indica que a validação deixa de depender exclusivamente da aplicação correta da expressão matemática e passa a exigir a correspondência entre o modelo geométrico elaborado, o procedimento matemático adotado e a configuração do espaço analisado.

Recorte 10 – Quando a parte ganha significado: fração do círculo

Akamy: “É só um quarto do círculo.”

Charlotte: “Então tem que dividir por quatro.”

Robert: “Não é o círculo inteiro.”

(Falas dos estudantes do grupo 2, registradas durante cálculo da área do anfiteatro, em 29 de maio 2025)

No Recorte 10, os estudantes reconhecem que a região utilizada no projeto do anfiteatro corresponde apenas a uma parte do círculo. A observação de Akamy “É só um quarto do círculo”, redefine a região sobre a qual o cálculo deve incidir. Já não se trata de determinar a área da figura completa, mas de estabelecer a relação entre a região considerada e o todo geométrico ao qual ela pertence.

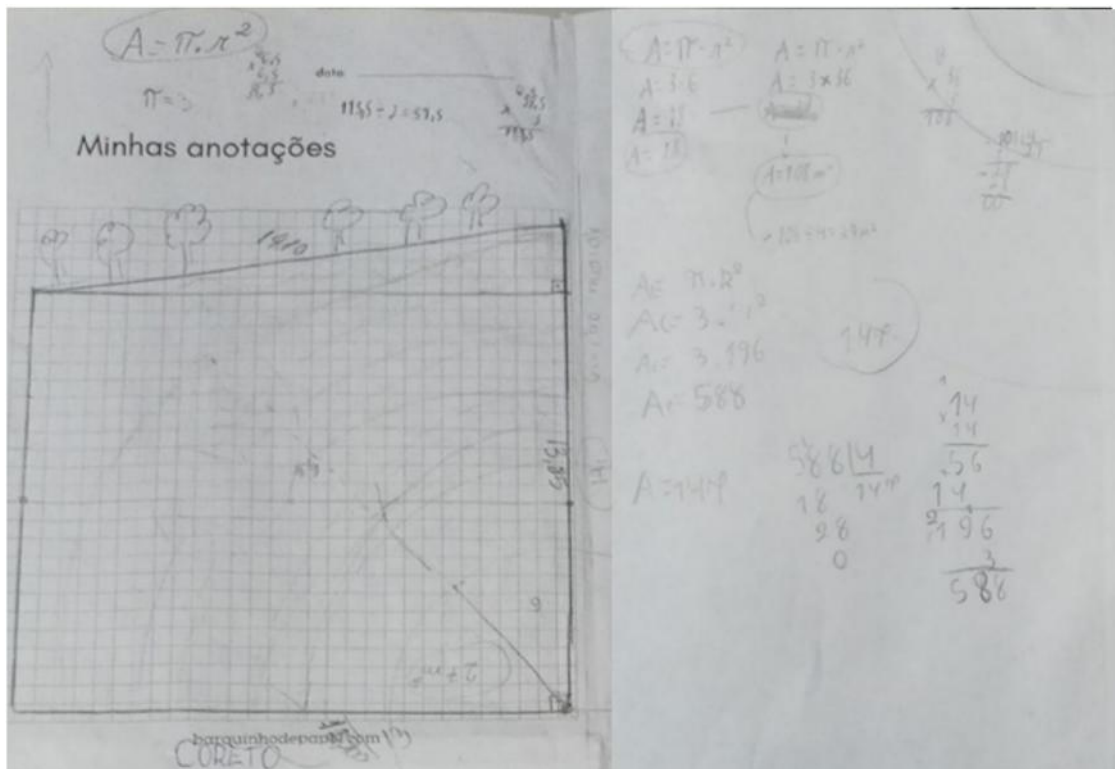
Charlotte associa essa relação ao procedimento de divisão por quatro. Nesse contexto, a divisão deixa de aparecer como uma operação arbitrária e passa a decorrer da configuração da região analisada. A fala de Robert “Não é o círculo inteiro”, reforça que a validade do cálculo depende da correspondência entre o modelo matemático e o espaço representado.

Esse episódio amplia o movimento identificado no Recorte 9. Depois de reorganizarem o procedimento de cálculo da área do círculo, os estudantes passam a discutir se a figura utilizada corresponde efetivamente à região representada no projeto. A análise da expressão matemática, embora necessária, deixa de ser suficiente para assegurar a adequação do resultado.

A relação parte–todo não é mobilizada apenas como conteúdo fracionário. Ela participa da reorganização do modelo geométrico adotado pelos estudantes. Ao reconhecerem que o espaço corresponde a um quarto de círculo, os estudantes ajustam o cálculo à configuração da região representada, articulando relações entre forma, medida e projeto.

Essa reorganização pode ser observada na representação elaborada pelo grupo.

Figura 9 - Representação da fração do círculo no projeto do anfiteatro



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A Figura 11 evidencia que o cálculo se refere apenas à região correspondente ao projeto do anfiteatro. Ao representar essa relação parte–todo, o croqui permite aos estudantes ajustar o procedimento matemático à configuração espacial considerada, reforçando a correspondência entre o modelo geométrico elaborado e a situação investigada.

A necessidade de estabelecer essa correspondência não se restringe ao cálculo das áreas. Ela também se manifesta quando os estudantes passam a elaborar plantas e representações tridimensionais, situação em que a redução das dimensões exige preservar proporcionalmente as relações entre as medidas.

**Recorte 11 – Quando o desenho precisa corresponder ao real:
construção da escala**

Luiza: “Se mudar a unidade, muda tudo.”

Enne: “Na planta parece menor.”

Lívia: “No papel é organizado.”

Nyara: “Se diminuir errado, depois não bate com o espaço de verdade.”

Ellys: “Tem que ficar proporcional, senão a planta fica diferente do lugar.”

(Falas dos estudantes registrada durante a elaboração da planta 3D, em 29 de maio 2025, na sala de informática)

As falas do Recorte 11 expressam um movimento em que a representação gráfica deixa de ser compreendida apenas como reprodução visual do ambiente e passa a exigir a preservação das relações entre as medidas do desenho e as dimensões do espaço real.

A afirmação de Enne “Na planta parece menor”, explicita uma característica imediata da representação: o ambiente real é reduzido para que possa ser registrado no papel ou no recurso digital. Entretanto, essa redução não pode ocorrer de forma arbitrária. Nyara indica essa exigência ao afirmar que, se o espaço for diminuído de maneira inadequada, a representação não corresponderá ao ambiente real.

Ellys explicita o critério que passa a orientar essa redução: “Tem que ficar proporcional”. Sua fala indica que não basta tornar o desenho menor; é necessário preservar as relações entre suas dimensões. A proporcionalidade passa a constituir condição para a correspondência entre a planta e o espaço representado.

A fala de Luiza “Se mudar a unidade, muda tudo”, acrescenta outro elemento ao processo. A alteração da unidade interfere nos valores utilizados e exige controle das conversões realizadas. A unidade de medida, já problematizada no Recorte 6, passa agora a participar da relação entre representação e realidade.

Lívia observa que “no papel é organizado”, sugerindo que a representação permite dispor e analisar os elementos do ambiente de maneira distinta daquela produzida pela observação direta. Essa organização, entretanto, somente preserva correspondência com o espaço real quando as medidas são reduzidas segundo um mesmo critério.

O recorte apresenta indícios de compreensão da correspondência proporcional, mas não é suficiente, isoladamente, para afirmar que os estudantes tenham se apropriado formalmente do conceito de escala. As falas revelam, contudo, que a representação deixa de operar apenas como imagem e passa a exigir uma relação sistemática entre desenho, unidade e dimensão real. Esse movimento pode ser observado no processo de elaboração da planta.

Figura 12 - Construção da planta baixa e organização proporcional do espaço



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

Na Figura 12, os registros produzidos pelos estudantes evidenciam tentativas de preservar relações proporcionais entre o desenho e o ambiente investigado. A planta passa a constituir um instrumento para analisar, comparar e reorganizar as propostas elaboradas, permitindo antecipar possibilidades antes de sua materialização.

Nesse processo, a representação não substitui o espaço real, mas possibilita operar sobre ele por meio das relações proporcionais estabelecidas entre suas dimensões e o desenho produzido. A medida assume, assim, a função de articular o ambiente investigado e sua representação gráfica.

A organização dessas relações não ocorre apenas por meio da linguagem verbal e dos registros numéricos. Os estudantes também recorrem aos gestos para indicar direções, alinhamentos e relações espaciais ainda não plenamente explicitadas em palavras.

Recorte 12 – Quando o corpo participa do raciocínio: gestos como mediação da análise

Clarisse: "Vou explicar porque pensei em puxar essa reta aqui."
(Clarisse aponta para o desenho e desliza o dedo sobre o segmento que pretende acrescentar.)

Clarisse: "Se a gente continuar esse triângulo desse jeito, não vai conseguir ter uma reta certa. Aqui fica maior e aqui fica menor."

(A estudante continua a explicação indicando diferentes regiões do desenho.)

Clarisse: "Para fazer uma casa quadrada, a reta tem que ficar reta. Como que vai fazer uma casa torta?"

Enne: "Aqui deu maior por causa desse pedaço. Quando cortou, ficou igual."
(Enne movimenta as mãos sobre o desenho, comparando os dois lados da figura.)

Clarisse: "Primeiro multiplica oito por oito, porque os dois lados têm oito. Depois faz treze por treze."

Enne: "Calma. A gente precisa fazer uma conta de cada vez."

(Falas e gestos registrados em 29 de maio de 2025, durante a elaboração da representação do terreno destinado ao anfiteatro.)

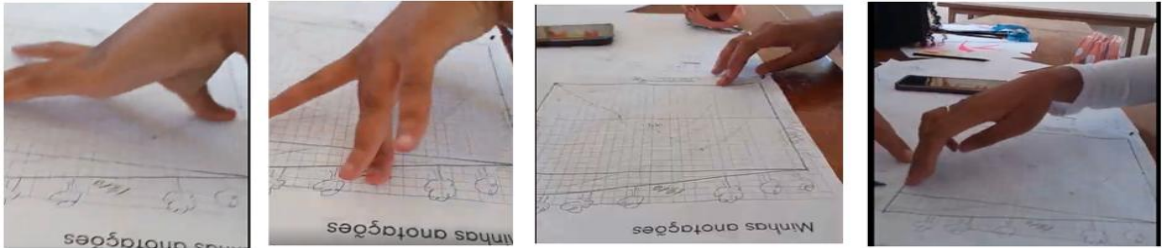
O Recorte 12 revela que a organização do raciocínio geométrico não se produz apenas pela linguagem verbal. Os gestos integram o processo de análise ao permitirem que os estudantes indiquem direções, alinhem segmentos e comparem posições no espaço representado.

Ao explicar por que pensou em acrescentar uma reta ao desenho e indicar sua direção com o gesto, Clarisse materializa uma relação espacial que ainda não está plenamente descrita verbalmente. O movimento da mão direciona a atenção dos demais participantes para a reorganização da representação necessária à continuidade da análise. Mais do que indicar uma direção, o gesto acompanha a justificativa de que a continuidade do triângulo impediria a obtenção de uma “reta certa”, evidenciando que a configuração da figura interfere na possibilidade de realizar medições e construir uma representação coerente com o espaço investigado. Assim, linguagem, gesto e representação articulam-se na organização do raciocínio geométrico.

Ao afirmar que “quando cortou, ficou igual”, Enne utiliza o gesto para comparar as diferentes partes da figura e verificar a correspondência entre elas. A comparação deixa de apoiar-se apenas na observação visual e passa a constituir um critério para controlar a coerência da representação construída.

Nesse contexto, o corpo participa da constituição da análise. Os movimentos realizados pelos estudantes exteriorizam relações espaciais, favorecem a comunicação entre os integrantes do grupo e contribuem para a reorganização coletiva da representação. A presença dos gestos indica que determinadas relações espaciais ainda estão em processo de elaboração e nem sempre podem ser integralmente expressas pela linguagem verbal. Ao indicar corporalmente direções, posições e correspondências entre diferentes partes da figura, os estudantes produzem significações que participam da organização do raciocínio geométrico. Fala, gesto e desenho constituem, portanto, formas articuladas de mediação na construção compartilhada da representação do espaço investigado.

Figura 10 - Gestos no momento de discussão do grupo



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

Na Figura 13, os movimentos corporais permitem indicar alinhamentos, comparar posições e orientar a construção das linhas utilizadas na representação. Esses gestos não apenas ilustram o que é verbalizado, mas participam da elaboração compartilhada da representação ao tornar visíveis relações espaciais que orientam a discussão e a tomada de decisões do grupo.

Os episódios analisados indicam que a medida deixa de operar apenas como resultado de procedimentos de cálculo e passa a integrar o próprio processo de análise do espaço investigado. Ao longo da Atividade, unidade de medida, grandeza, forma, representação e proporcionalidade deixam de ser mobilizadas como conhecimentos tratados de maneira isolada e passam a constituir critérios para analisar, validar e justificar as propostas elaboradas pelos estudantes. Embora os recortes revelem compreensões ainda em elaboração, eles indicam movimentos pelos quais os conceitos geométricos passam a assumir novas funções na relação dos estudantes com o objeto da Atividade, produzindo novas significações para o conhecimento matemático.

5.3 NÚCLEO III: DA FORMA ISOLADA À COMPREENSÃO RELACIONAL DO ESPAÇO

O Núcleo III reúne indicadores que expressam um movimento em que os estudantes passam a compreender o espaço escolar não mais pela observação isolada de formas, medidas ou objetos, mas pelas relações que organizam seu funcionamento. No desenvolvimento da Atividade de Modelagem, a análise do ambiente deixa de apoiar-se predominantemente na percepção imediata e passa a incorporar relações entre inclinação, orientação, circulação, ocupação e acessibilidade, articulando diferentes grandezas e configurações espaciais na interpretação de uma mesma situação investigativa.

O processo desenvolvido neste núcleo amplia as significações produzidas no Núcleo II. Se, anteriormente, a medida passou a assumir a função de critério para validar procedimentos e orientar decisões, neste núcleo ela passa a integrar um sistema mais amplo de relações espaciais.

As decisões produzidas pelos estudantes deixam de depender apenas da determinação de comprimentos, áreas ou inclinações e passam a considerar a articulação entre essas grandezas na organização do espaço escolar e nas condições concretas de circulação e uso dos ambientes investigados.

À medida que essas relações passam a orientar a análise do problema, os estudantes mobilizam os conceitos geométricos para compreender a organização do espaço escolar. A rampa deixa de ser compreendida apenas como uma estrutura destinada a vencer um desnível e passa a ser analisada a partir das relações entre comprimento, inclinação, orientação, ocupação do terreno e circulação das pessoas. De modo semelhante, o refeitório já não é pensado somente pela disposição de seus elementos, mas como um espaço em que fluxos, deslocamentos e formas de utilização se condicionam mutuamente. O foco da investigação desloca-se, assim, dos elementos considerados isoladamente para o modo como esses elementos se organizam no contexto do espaço escolar. Nessa perspectiva, compreender um objeto significa apreender o sistema de relações que o constitui, e não apenas descrever suas propriedades aparentes (Davýdov, 1988).

A Figura 14 apresenta um dos momentos da pesquisa exploratória realizada pelos estudantes durante a investigação. Nessa etapa, a observação direta do terreno, articulada às discussões coletivas, favoreceu a identificação de desníveis, trajetos, limites de circulação e possibilidades de reorganização do ambiente escolar, constituindo as condições a partir das quais o problema investigado passou a orientar as análises desenvolvidas pelos grupos.

Figura 14 - Identificação do problema com pesquisa exploratória



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A situação registrada na Figura 14 expressa um momento em que o espaço deixa de ser observado apenas por sua configuração física e passa a constituir objeto de investigação. Os estudantes começam a analisar não apenas onde a rampa poderia ser construída, mas de que

maneira sua implantação modificaria as condições de circulação e ocupação do terreno. Esse movimento torna-se particularmente perceptível quando os estudantes constatarem que uma proposta aparentemente adequada na planta baixa produz novas restrições quando analisada nas condições reais do espaço.

Recorte 13 – O espaço como totalidade: dimensões, orientação e funcionalidade da rampa

Robert: “Primeiramente, precisamos pensar num espaço como um todo. Aqui está o espaço todo de uma ponta a outra do muro.”

Robert: “Aqui na planta baixa parece que a rampa cabe, mas quando a gente pensa no espaço real, ela invade esse lado.”

Charlotte: “A rampa não pode ser na vertical por causa da sua declividade.”

(Nesse momento, Robert realiza um gesto com as mãos indicando uma inclinação acentuada, conforme apresentado na Figura 15.)

Robert: “Então, por isso que a rampa vai ter o início aqui na vertical, mas ela vai prosseguir na horizontal, suavizando cada vez mais até chegar aqui.”

Clarisse: “Se a rampa ficar perpendicular, ela fica muito inclinada e não funciona.”

Lívia: “Por isso a gente virou a rampa e colocou acompanhando o terreno.”

Robert: “No 3D dá para ver melhor, porque no papel não aparece o volume.”

(Falas registradas durante a solução coletiva/interação entre grupos, no dia 02 de junho de 2025)

O diálogo expressa um movimento em que a análise do espaço deixa de apoiar-se predominantemente na observação da planta baixa e passa a incorporar as relações que condicionam a funcionalidade da rampa no terreno. A avaliação inicial, segundo a qual a rampa aparentemente “cabe” no desenho, revela-se insuficiente quando os estudantes passam a considerar simultaneamente o desnível do terreno, a inclinação necessária para vencer esse desnível, a orientação da rampa, o espaço disponível para sua implantação e as condições de circulação que ela deverá proporcionar. O problema investigado deixa, assim, de ser interpretado apenas em termos da posição ocupada pela rampa na representação gráfica e passa a exigir uma análise das relações que organizam o espaço.

Esse movimento explicita-se quando Robert afirma que “na planta baixa parece que a rampa cabe, mas quando a gente pensa no espaço real, ela invade esse lado”. A comparação entre a representação bidimensional e o espaço construído produz uma reorganização da análise desenvolvida pelo grupo. A planta baixa deixa de ser tomada como representação suficiente da realidade e passa a ser confrontada com outros modos de representar o terreno, ampliando as

possibilidades de compreender aspectos que não se explicitavam na observação inicial. A decisão de reposicionar a rampa para acompanhar o terreno decorre dessa nova forma de interpretar o problema e indica que as escolhas passam a ser orientadas pelos vínculos estabelecidos entre os diferentes elementos do espaço, e não apenas pela forma inicialmente desenhada.

As expressões utilizadas pelos estudantes, como “rampa na vertical” e “rampa perpendicular”, não se referem à inclinação da rampa em sentido geométrico, mas à forma como ela poderia ser implantada no terreno. Ao utilizarem essas expressões, os estudantes procuram distinguir uma rampa implantada perpendicularmente ao talude daquela implantada paralelamente a ele, acompanhando sua direção. A linguagem mobilizada revela uma tentativa de objetivar relações espaciais identificadas durante a investigação, antes da apropriação de um vocabulário técnico mais preciso. Nessa perspectiva, a linguagem participa da organização do pensamento, permitindo aos estudantes elaborar e comunicar relações entre orientação, desnível, comprimento e circulação. Mais do que um uso inadequado da terminologia matemática, essas formulações expressam um processo de elaboração conceitual em que as significações produzidas se reorganizam à medida que diferentes representações e instrumentos de análise são mobilizados.

Foi justamente a experimentação realizada no modelo tridimensional que permitiu aos estudantes perceber que uma rampa implantada perpendicularmente ao talude exigiria vencer o desnível em um percurso muito curto, resultando em uma inclinação incompatível com as condições de circulação e extrapolando os limites do terreno disponível. Esse processo levou o grupo a reorganizar a proposta, orientando a rampa paralelamente ao talude, de modo a ampliar seu percurso, reduzir sua inclinação e adequá-la às condições de circulação e às características do terreno.

A mediação exercida pelos diferentes instrumentos mobilizados durante a investigação assume papel decisivo nesse movimento. A planta baixa possibilita uma primeira organização do problema, mas não explicita a articulação entre desnível, volume e ocupação do terreno. À medida que os estudantes recorrem ao ambiente tridimensional elaborado no SketchUp, essas relações tornam-se mais evidentes. Ao afirmar que “no 3D dá para ver melhor, porque no papel não aparece o volume”, Robert explicita que esse recurso amplia as possibilidades de análise do espaço, permitindo antecipar interferências, comparar alternativas de implantação da rampa e justificar as modificações realizadas no projeto. O modelo deixa, assim, de constituir apenas um recurso de visualização e passa a atuar como instrumento mediador da análise desenvolvida pelo grupo.

Essa reorganização também se manifesta no gesto realizado por Robert, apresentado na Figura 15. Ao representar corporalmente diferentes inclinações durante a discussão coletiva, o estudante exterioriza relações espaciais que ainda estão sendo elaboradas. O gesto não apenas acompanha sua fala, mas contribui para tornar visíveis aspectos do problema que dificilmente seriam explicitados apenas pela linguagem verbal. Ao integrar ação corporal, fala e representação gráfica, o estudante produz uma forma de objetivação que favorece a construção coletiva das relações discutidas pelo grupo.

Figura 15 - Gesto de Robert



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A discussão desenvolvida pelo grupo expressa um movimento em que a orientação da rampa deixa de ser definida apenas por sua posição na planta e passa a depender das relações estabelecidas entre desnível, comprimento, circulação e ocupação do terreno. Linguagem, gestos, planta baixa e modelo tridimensional articulam-se na produção dessa análise, permitindo aos estudantes justificar e reformular as soluções inicialmente propostas.

Embora os estudantes não mobilizem explicitamente os parâmetros técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 9050, suas discussões aproximam-se do princípio que fundamenta a construção de rampas acessíveis. A necessidade de reduzir a inclinação da rampa passa a ser analisada em relação ao comprimento necessário para vencer o desnível e às condições de circulação que o espaço deve oferecer.

Os episódios analisados indicam que os estudantes deixam de compreender a rampa como um elemento isolado da configuração do terreno e passam a analisá-la em função das relações que estabelece com o desnível, a circulação, a orientação e a acessibilidade. Nesse movimento, as propriedades geométricas deixam de ser consideradas separadamente e passam

a integrar um sistema de relações que orienta a análise do espaço escolar, produzindo novas significações para a organização e a transformação dos ambientes investigados.

Recorte 14 – Quando “muito inclinado” deixa de ser opinião: a inclinação como relação geométrica

Kaite: “Aqui não pode ser desse jeito, porque a rampa fica muito inclinada.”

Clarisse: “Se for curta assim, vai ficar pesada para subir.”

Enne: “E não tem nem lugar para parar e descansar.”

Pesquisadora: “O que faz uma rampa ficar ‘muito inclinada’?”

Kaite: “É quando ela sobe muito rápido.”

Pesquisadora: “Subir rápido em relação a quê?”

(A pesquisadora solicita que o grupo marque, no croqui, o ponto mais baixo e o ponto mais alto do terreno.)

Lívia: “Aqui é onde começa e aqui é onde termina.”

Pesquisadora: “E o que muda se a gente aumentar só o comprimento da rampa?” Clarisse: “Aí ela fica menos inclinada.”

Pesquisadora: “Então vamos desenhar duas rampas com a mesma altura, mas com comprimentos diferentes.”

(O grupo desenha dois triângulos no papel quadriculado.)

Akamy: “Essa aqui é mais comprida, então sobe mais devagar.”

Kaite: “Mesmo subindo a mesma altura.”

Pesquisadora: “O que mudou de uma rampa para a outra?”

Clarisse: “Mudou o comprimento.”

Pesquisadora: “E a altura?”

Kaite: “A altura é a mesma.”

Pesquisadora: “Então por que uma é mais confortável que a outra?”

Enne: “Porque a subida fica espalhada em mais espaço.”

Akamy: “Não fica tão íngreme.”

Pesquisadora: “E se a gente diminuir o comprimento mantendo a mesma altura?”

Kaite: “Aí fica mais inclinada.”

Clarisse: “Mesmo sendo a mesma altura.”

(O grupo compara visualmente os dois desenhos.)

Kaite: “Então não é só a altura que importa.”

Clarisse: “É a relação da altura com o comprimento.”

Enne: “Quanto menor o comprimento para a mesma altura, mais inclinada fica.”

(Socialização/solução coletiva durante a análise do local de construção da rampa de acesso – entrada da escola e da rampa de acesso ao anfiteatro, G1 e G2, no dia 02 de junho de 2025)

Durante a discussão coletiva, os questionamentos da pesquisadora criam condições para que os estudantes comparem rampas de mesmo desnível e diferentes comprimentos,

explicitando relações que não apareciam nas primeiras respostas. Esse movimento reorganiza a forma como os estudantes analisam a inclinação da rampa, inicialmente apoiada na sensação de “peso” ou “inclinação”, passando progressivamente a ser orientada pela articulação entre altura e comprimento.

As respostas produzidas pelos estudantes indicam que, ao longo do diálogo estabelecido, a inclinação deixa de ser explicada apenas pela altura da rampa. Quando Kaite afirma que “não é só a altura que importa” e Clarisse conclui que “é a relação da altura com o comprimento”, observa-se um deslocamento na forma de compreender o problema investigado.

A situação de comparação proposta durante a discussão coletiva reorganiza a forma como os estudantes analisam a inclinação da rampa. Ao confrontarem duas rampas com a mesma altura e diferentes comprimentos, eles deixam de explicar a inclinação apenas pela percepção de que uma rampa é “mais íngreme” ou “mais pesada para subir” e passam a estabelecer relações entre as grandezas envolvidas. A comparação entre as duas representações favorece a construção de uma generalização segundo a qual a inclinação depende da relação entre altura e comprimento, e não de uma dessas grandezas considerada isoladamente.

Nesse processo, os estudantes recorrem à linguagem para organizar as ações desenvolvidas durante a investigação. A verbalização “relação da altura com o comprimento” expressa tentativas de estabilizar essa generalização que passa a orientar decisões relativas à construção da rampa. Como afirma Vigotski (2009), a formação de conceitos ocorre por meio de um processo em que linguagem e pensamento se reorganizam mutuamente, possibilitando a construção de generalizações progressivamente mais elaboradas.

Ao final desse processo, a inclinação deixa de constituir apenas uma característica percebida do terreno e passa a ser compreendida como uma relação entre grandezas que pode ser analisada, comparada e controlada. Essa reorganização cria condições para que, nas etapas seguintes da investigação, os estudantes passem a operar conscientemente com diferentes comprimentos e orientações da rampa na elaboração de suas propostas.

Recorte 15 – A inclinação como relação entre altura, comprimento e orientação espacial

Kaite: “A gente começou com um comprimento de 4 metros.”

Kaite: “Depois fomos testando 6, 9, 12, 15, até chegar no 18.”

Robert: “A rampa vai começar aqui, mas depois segue acompanhando o terreno.”

Akamy: “A gente dividiu a altura pelo comprimento.”

Enne: “A rampa não podia ficar reta para cá.”

Kaite: “Teve que ficar acompanhando o terreno.”

Kaite: “Paralela ao talude, porque perpendicular ficaria muito inclinada.”

(Fala registrada durante a solução coletiva/interação entre grupos no dia 04 de junho)

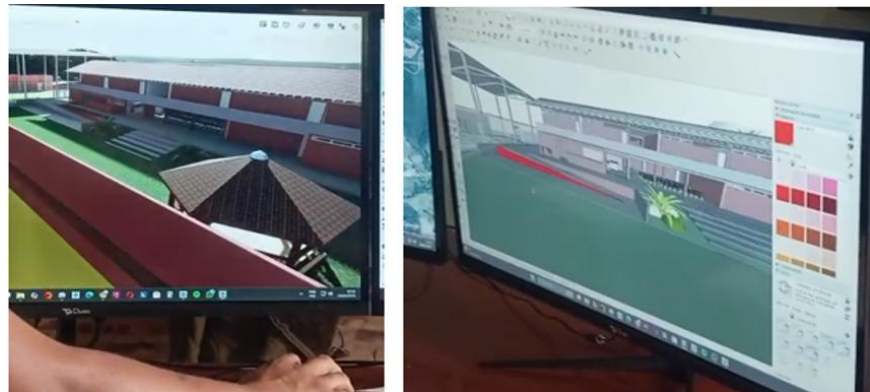
As falas expressam um movimento em que a inclinação deixa de ser tratada apenas como sensação corporal e passa a ser controlada por meio da variação sistemática de grandezas e da orientação espacial da rampa no terreno. O grupo passa a operar com relações entre altura, comprimento e posicionamento, reorganizando a análise do objeto investigado em função da articulação entre essas grandezas.

A sequência de comprimentos mencionada pelos estudantes (4, 6, 9, 12, 15 e 18 metros) indica que a definição da solução resulta de aproximações sucessivas. Em vez de selecionar imediatamente uma medida considerada adequada, o grupo modifica, compara e reavalia cada proposta, utilizando os resultados obtidos para orientar novas decisões. A representação passa, assim, a integrar o próprio processo investigativo, assumindo função semelhante à atribuída por Moura et al. (2010) aos instrumentos organizados na Atividade Orientadora de Ensino, isto é, recursos que possibilitam aos estudantes analisar, confrontar e reorganizar suas ações diante do objeto de estudo.

A variação sistemática dos comprimentos e da orientação da rampa indica tentativas de controlar conscientemente sua inclinação em função das características do terreno. A rampa passa a ser analisada como uma configuração espacial definida pelas relações entre desnível, comprimento, orientação e circulação. Esse movimento torna-se particularmente visível no modelo tridimensional apresentado na Figura 16, que possibilita integrar essas diferentes relações em uma mesma representação.

Cada nova proposta elaborada pelo grupo incorpora os resultados das tentativas anteriores, reorganizando progressivamente a forma de representar o problema. A experimentação deixa de conduzir apenas à escolha de um comprimento considerado adequado e passa a orientar a análise das relações entre inclinação, orientação e circulação. A representação deixa, assim, de funcionar apenas como registro da solução e passa a constituir um instrumento para analisar, revisar e orientar as decisões produzidas durante a investigação.

Figura 16 - Modelo tridimensional elaborado no SketchUp



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

O modelo tridimensional permite aos estudantes analisar relações de inclinação, orientação e ocupação do espaço que não se explicitam plenamente na planta baixa. Ao operar com esse recurso, os estudantes passam a testar trajetos, visualizar interferências laterais e comparar possibilidades de circulação, reorganizando a análise do espaço a partir da articulação entre seus diferentes elementos. Além do modelo tridimensional, as imagens aéreas foram utilizadas para ampliar a análise das características do terreno e das possibilidades de circulação. A Figura 17 apresenta os registros consultados pelos estudantes durante esse processo.

Figura 17 - Imagens aéreas utilizadas na análise do terreno



Fonte: Google Maps (acesso em 2025)

As imagens aéreas permitem observar trajetos, desníveis e limites de circulação que não se explicitam integralmente na observação direta do espaço. A articulação entre imagens digitais, medições e representações gráficas amplia as possibilidades de análise do terreno, permitindo aos estudantes operar sobre a configuração espacial investigada, e não apenas sobre a aparência imediata do ambiente. Desse modo, diferentes instrumentos passam a atuar de forma complementar na produção de significações sobre o espaço investigado.

No Grupo 3, essa compreensão relacional do espaço manifesta-se quando o objeto de análise passa a envolver a dinâmica de circulação no refeitório.

Recorte 16 – O carrinho e a porta como problema geométrico

Bárbara: "Se usar aquele carrinho de self-service, não dá para abrir essa porta."

Carla: "Se abrir a porta, bate no carrinho."

Adriana: "Além disso, vai atrapalhar quem está na fila."

Rany: "Tem que deixar espaço para virar, porque a porta abre para cá."

Bárbara: "Então, o certo é colocar uma porta de correr. Fica mais organizado, não precisa desse espaço, porque ela corre para esse lado."

(Fala registrada durante discussão sobre reorganização do refeitório, no dia 09 de junho)

As falas dos estudantes indicam que a escolha da porta de correr emerge como resposta às condições concretas de funcionamento do refeitório. A decisão deixa de se apoiar apenas nas características formais da porta e passa a considerar as relações entre sua abertura, a posição do carrinho, a organização da fila e a circulação das pessoas no ambiente.

Na discussão desenvolvida pelo grupo, porta, carrinho e circulação deixam de ser analisados como elementos independentes e passam a ser compreendidos pelas relações que estabelecem entre si. Tal movimento aproxima-se da compreensão de Davýdov (1988), segundo a qual o conhecimento teórico envolve a apreensão das relações constitutivas do objeto. A abertura da porta deixa, assim, de representar apenas uma característica construtiva e passa a ser analisada em função do espaço necessário para seu movimento, da localização do carrinho e dos fluxos produzidos no refeitório.

A proposta de substituir a porta convencional por uma porta de correr expressa uma reorganização da forma de compreender o problema. A solução apresentada não decorre apenas da identificação de um obstáculo físico, mas da análise das relações entre abertura, ocupação e circulação. Nesse movimento, a escolha da porta passa a ser orientada pelas condições de funcionamento do ambiente, e não apenas por suas características aparentes.

O episódio indica que os estudantes passam a antecipar os efeitos produzidos pelo movimento de pessoas e objetos no espaço investigado. Ao considerarem o espaço necessário para a abertura da porta, a posição do carrinho e a organização da fila, analisam uma configuração espacial na qual cada elemento interfere nas condições de funcionamento dos demais.

Essa compreensão relacional, identificada na análise do refeitório, também se manifesta na retomada da investigação sobre a rampa de acesso. Nesse momento, as relações entre

inclinação, orientação e ocupação do terreno passam a envolver também a superfície construída e as unidades de medida utilizadas em seu cálculo. A Figura 18 apresenta o modelo tridimensional mobilizado nesse processo.

Figura 18 - Modelo tridimensional



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A representação tridimensional da rampa permitiu compreender a articulação entre inclinação, superfície e ocupação do terreno. Ao utilizarem esse recurso, os estudantes analisaram como as dimensões e a orientação da estrutura interferiam na área ocupada e nas condições de circulação. O modelo tridimensional deixou, assim, de constituir apenas um recurso de visualização e passou a integrar as ações desenvolvidas pelos estudantes na análise das relações espaciais envolvidas na proposta de acessibilidade.

Até esse momento da investigação, os estudantes haviam definido a localização da rampa, o desnível do terreno e o comprimento necessário para sua construção. No desenvolvimento da Atividade de Modelagem, constituiu-se para os estudantes uma nova necessidade: determinar a extensão da superfície da rampa para calcular a quantidade de material necessária ao seu revestimento. Em resposta a essa necessidade, a organização do ensino incluiu a elaboração de representações que possibilitassem analisar geometricamente a situação investigada.

Recorte 17 – Produção das representações da rampa

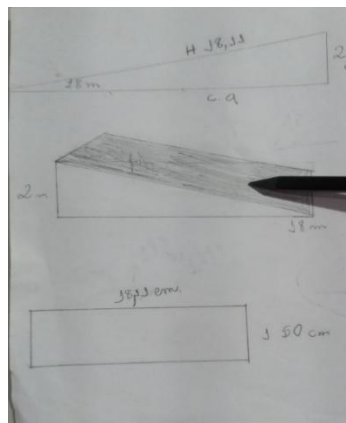
(Durante a elaboração da representação da rampa, enquanto Maite realizava o desenho, os demais estudantes participavam da construção coletiva da representação, discutindo as medidas, identificando as relações geométricas envolvidas e respondendo aos questionamentos da pesquisadora.)

Kaite: "Tenho uma ideia. A rampa é como se fosse um triângulo retângulo."
 Maite: "Eu também penso assim. Vou desenhar a rampa aqui."
 Lívia: "Esse lado tem dois metros."
 Kaite: "E o comprimento que a rampa vai ter, aquela medida que fizemos paralelo ao talude, é dezoito metros."
 Pesquisadora: "O que falta para fechar esse triângulo?"
 Enne: "É a rampa, onde as pessoas irão passar."
 Pesquisadora: "Isso mesmo. Se formos revesti-la com um piso adequado, quanto de material será necessário?"
 Lívia: "O piso não pode escorregar."

(Diálogo entre a pesquisadora e os estudantes do Grupo 1 durante a investigação sobre a rampa de acesso, em 4 de junho de 2025.)

Concluída a elaboração das representações, os estudantes iniciaram os procedimentos para determinar a área da rampa, utilizando as medidas obtidas durante a investigação. As diferentes representações produzidas nesse processo são apresentadas na Figura 19.

Figura 19 – Diferentes representações da rampa produzidas pelos estudantes durante a investigação



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

A Figura 19 reúne as representações produzidas pelos estudantes durante esse momento da investigação. Embora se refiram ao mesmo objeto, cada uma passou a responder a necessidades distintas no desenvolvimento da Atividade. A vista lateral possibilitou representar o desnível do terreno e determinar o comprimento da superfície inclinada, favorecendo a identificação do triângulo retângulo e a mobilização do Teorema de Pitágoras. Na sequência, a representação tridimensional articulou altura, largura e inclinação em um único modelo espacial, permitindo analisar simultaneamente a configuração da rampa e sua inserção no terreno. Por fim, a vista superior destacou a superfície destinada ao revestimento, tornando explícitas as dimensões necessárias ao cálculo da área. Nesse processo, as representações

deixaram de constituir apenas registros gráficos e passaram a atuar como instrumentos que orientavam as ações dos estudantes na compreensão das relações geométricas envolvidas.

A elaboração da vista superior expressou uma reorganização da própria representação do objeto. Diferentemente das representações anteriores, seu foco deixou de ser a configuração espacial da rampa para recair sobre a superfície a ser revestida, evidenciando que a forma de representar o objeto foi reorganizada em função do problema que os estudantes buscavam resolver. Essa reorganização não consistiu apenas na elaboração de uma nova representação, mas na seleção do recurso gráfico que respondia à necessidade então constituída.

Ao afirmar que “o piso não pode escorregar”, Livia retomou a finalidade da rampa como elemento de circulação segura. Embora a discussão estivesse voltada à determinação da superfície a ser revestida, a estudante articulou as características geométricas da estrutura às condições concretas de uso do espaço. Desse modo, a análise da forma, das dimensões e da superfície da rampa permaneceu orientada pelo problema da acessibilidade, passando os conceitos geométricos a orientar a busca de uma solução para o problema investigado.

Constituiu-se, então, uma nova necessidade para os estudantes: determinar a quantidade de material necessária para o revestimento da rampa. Para responder a esse problema, recorreram às medidas anteriormente obtidas e às representações produzidas durante a investigação, articulando o comprimento da superfície inclinada, determinado a partir da vista lateral, com a largura representada na vista superior. As representações passaram, assim, a orientar as ações desenvolvidas para determinar a área da superfície da rampa.

Figura 20 – Estudantes conferindo os procedimentos utilizados no cálculo da área da rampa



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025).

A Figura 20 registra o momento em que os estudantes confrontam os resultados obtidos e procuram localizar a origem da inconsistência identificada. Enquanto realizam os cálculos manualmente, recorrem simultaneamente à calculadora para conferir as operações e discutem coletivamente a coerência dos valores encontrados. Os gestos de apontar para os registros, comparar os resultados produzidos e conferir as operações indicam que o cálculo deixou de ser tratado como uma sequência mecânica de procedimentos e passou a constituir objeto de análise do próprio grupo.

Durante a realização desses procedimentos, os estudantes obtiveram um valor superior a mil metros quadrados para a área da rampa, incompatível com as dimensões do espaço investigado. A contradição entre o resultado encontrado e as características concretas do ambiente desencadeou novas ações de conferência e revisão dos procedimentos anteriormente realizados, conforme apresentado no Recorte 18.

Recorte 18 – Transformação de unidades de área

Pesquisadora: "Deu certo essa conta aí?"

Akamy: "Pera aí. Vou confirmar."

Clarisse: "Deu quanto aí?"

Pesquisadora: "Olha como precisamos raciocinar sobre os números. Se o anfiteatro tem aproximadamente 170 metros quadrados, essa rampa pode ter mais de mil?"

Akamy: "Vamos conferir esse valor."

(O grupo retoma os cálculos e consulta a calculadora.)

Clarisse: "Quando faz com decimal dá vinte e sete."

Pesquisadora: "O que aconteceu então?"

(Os estudantes voltam a realizar as operações manualmente.)

Luiza: "Esse trem está errado."

Akamy: "Não é assim que faz."

(Após sucessivas tentativas de refazer os cálculos.)

Pesquisadora: "Nossa transformação que está errada. Estamos trabalhando com metros quadrados. Nesse caso caminhamos quatro casas decimais."

(Solução coletiva durante o cálculo da área da rampa em 04 de junho 2025)

Durante a discussão coletiva, a incompatibilidade entre o valor obtido e as dimensões da rampa orientou novas ações dos estudantes. Ao retomarem os cálculos, confrontarem os registros produzidos e verificarem sucessivamente as operações realizadas, procuraram compreender a origem da inconsistência identificada.

As falas de Akamy, Clarisse e Luiza indicam que o grupo reconheceu a incoerência do resultado e passou a submetê-lo a sucessivas verificações. O uso da calculadora, a repetição das operações e a retomada dos registros escritos mostram que o cálculo deixou de ser tratado como

um procedimento concluído e passou a constituir objeto de análise dos próprios estudantes. Entretanto, embora reconhecessem que o resultado não era compatível com a realidade investigada, ainda não conseguiam explicar a razão dessa incompatibilidade.

Nesse processo, a fala de Clarisse, “Quando faz com decimal dá vinte e sete”, introduz um novo resultado na discussão. A estudante obtém um valor aproximado de 27 m², significativamente inferior ao resultado superior a mil metros quadrados encontrado anteriormente e mais compatível com as dimensões do espaço investigado. A diferença entre os valores reforça a necessidade de localizar a origem da inconsistência. Contudo, a fala de Clarisse não permite afirmar que a estudante tenha estabelecido, naquele momento, a relação entre a diferença encontrada e a transformação das unidades de área.

Essa relação é explicitada na intervenção da pesquisadora ao afirmar que “estamos trabalhando com metros quadrados”. A mediação docente direciona, assim, a atenção para a natureza da grandeza envolvida, deslocando a discussão da repetição das operações para a análise do procedimento utilizado na transformação das unidades de medida. Os questionamentos e intervenções realizados no diálogo criam condições para que os estudantes retomem os procedimentos empregados e os confrontem com a grandeza área.

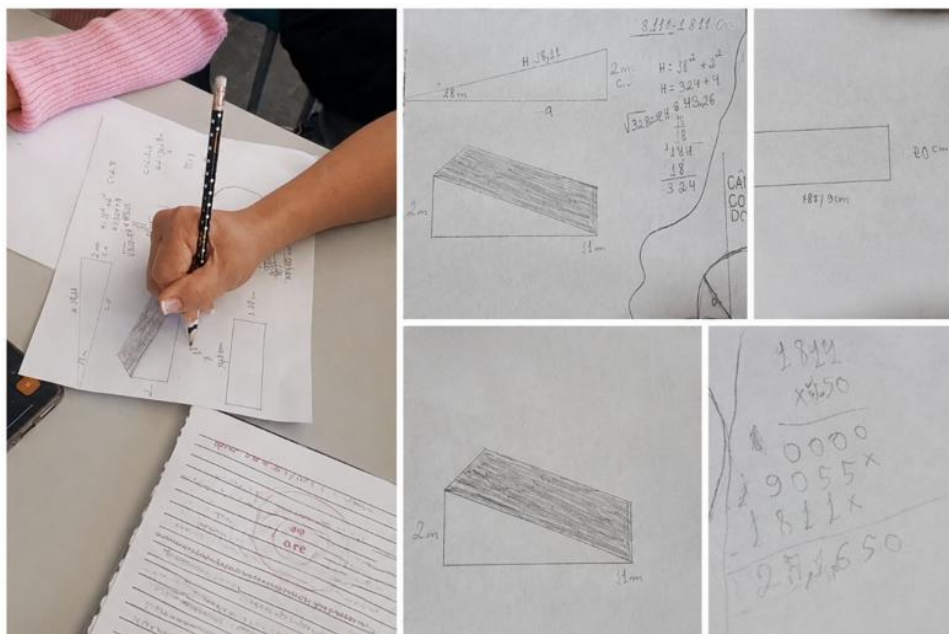
A incompatibilidade entre o resultado obtido e as características do espaço investigado, problematizada no diálogo entre a pesquisadora e os estudantes, passa a orientar a análise e a validação dos procedimentos. O cálculo deixa de ser considerado apenas pela sequência das operações realizadas e passa a ser confrontado com as características do objeto investigado. Nesse processo, a plausibilidade do resultado assume a função de critério de análise, enquanto a mediação docente contribui para relacionar a inconsistência percebida pelos estudantes à transformação das unidades de área.

O episódio permite compreender que a dificuldade enfrentada pelo grupo não se localizava na determinação do comprimento da superfície inclinada nem no cálculo da área da rampa, mas na transformação das unidades de medida da grandeza área. Os procedimentos anteriormente mobilizados mostraram-se insuficientes diante da situação encontrada, produzindo a necessidade de retomá-los e reorganizá-los.

Nessa perspectiva, a necessidade de compreender a transformação das unidades não antecedeu a Atividade, mas constituiu-se no próprio desenvolvimento da investigação, quando os procedimentos anteriormente mobilizados deixaram de responder ao problema enfrentado pelo grupo. No diálogo estabelecido, a mediação da pesquisadora criou condições para que a inconsistência inicialmente percebida pelos estudantes fosse relacionada à natureza da grandeza área, orientando a retomada dos procedimentos utilizados. Conforme Leontiev (2021), as

necessidades constituem-se no curso da própria Atividade e passam a orientar as ações desenvolvidas pelos sujeitos em direção ao objeto.

Figura 21 – Registros gráficos e cálculos produzidos pelos estudantes na determinação da área da rampa



Fonte: Acervo da pesquisadora (2025)

Os registros apresentados na Figura 21 sintetizam as diferentes ações desenvolvidas pelos estudantes durante a determinação da área da rampa. Neles, observam-se a produção de representações gráficas, a mobilização do Teorema de Pitágoras para determinar o comprimento da superfície inclinada, a representação da vista superior e os procedimentos empregados na determinação da área. Esses registros permitem acompanhar a reorganização das ações dos estudantes, à medida que novos problemas exigiam diferentes formas de representação, análise e cálculo. Mais do que documentar os procedimentos realizados, esses registros expressam o movimento pelo qual representação, medida e cálculo passaram a constituir um sistema articulado de relações, orientado pela necessidade de determinar a área da superfície da rampa.

O conjunto das análises desenvolvidas neste núcleo permitiu compreender que a inclinação deixou de ser percebida apenas como sensação corporal para ser interpretada pela relação entre altura e comprimento; a circulação deixou de depender exclusivamente da disposição física dos objetos e passou a ser analisada pelas relações entre fluxo, ocupação e deslocamento; e o cálculo da área deixou de se restringir à obtenção de um resultado numérico para envolver a articulação entre superfície, unidade de medida, representação espacial e

plausibilidade do valor obtido. Nesse movimento, os conceitos geométricos assumiram, progressivamente, a função de instrumentos para compreender, justificar e transformar o espaço escolar. As interações desenvolvidas ao longo da Atividade permitiram identificar movimentos de reorganização das ações dos estudantes, favorecendo a construção de formas progressivamente mais sistematizadas de compreender e analisar o objeto investigado.

5.4 COMPREENSÃO DA TOTALIDADE: ANÁLISE INTERNÚCLEO DAS SIGNIFICAÇÕES PRODUZIDAS NA ATIVIDADE DE MODELAGEM

A análise intranúcleos possibilitou apreender o movimento pelo qual os estudantes, ao se relacionarem com o objeto da Atividade de Modelagem voltada à reconstrução e reconfiguração de ambientes escolares, produziram significações que passaram progressivamente a orientar suas ações, critérios de validação e modos de compreender os conceitos geométricos mobilizados.

Tal movimento não se apresentou de forma linear, tampouco homogênea, mas constituiu-se no interior de uma dinâmica dialética marcada por contradições, reorganizações e deslocamentos produzidos no curso da atividade orientada ao objeto. Nesse sentido, a análise internúcleos não se reduz à justaposição dos achados identificados em cada núcleo, mas busca reconstruir a totalidade do processo vivido pelos estudantes, explicitando as relações internas que articulam os diferentes movimentos observados.

A compreensão dessa totalidade exigiu reconhecer que as significações produzidas pelos estudantes se constituíram no curso das ações desencadeadas pelas demandas concretas do espaço escolar. As situações investigativas relacionadas à circulação, acessibilidade, organização e funcionalidade dos ambientes produziram necessidades investigativas que passaram progressivamente a orientar as ações dos grupos, envolvendo a análise de problemas reais, a elaboração de hipóteses, a construção de representações, o estabelecimento de comparações, a justificativa de escolhas e a reorganização de decisões. Nesse percurso, os conceitos geométricos deixaram de operar apenas como conteúdos escolares apresentados de forma descontextualizada e passaram a assumir função mediadora na compreensão e transformação dos espaços investigados.

Os movimentos identificados no Núcleo de Significação I indicaram que a aproximação inicial dos estudantes com os problemas do espaço escolar ocorreu predominantemente a partir de percepções imediatas, vinculadas à experiência cotidiana e às dificuldades vivenciadas no uso dos ambientes. A observação das condições de circulação, dos obstáculos físicos e das

limitações relacionadas à acessibilidade colocou em evidência necessidades concretas que passaram a orientar as primeiras ações dos grupos. Nesse momento, a relação com os conceitos geométricos ainda se mostrava fragmentada, marcada por descrições empíricas e justificativas apoiadas na aparência dos fenômenos observados.

À medida que as exigências da própria atividade demandaram decisões mais fundamentadas, observou-se, no Núcleo de Significação II, um deslocamento importante na relação dos estudantes com os objetos geométricos. A medida passou a constituir critério de validação das decisões, reorganizando as ações desenvolvidas pelos grupos. Relações envolvendo distância, proporcionalidade, dimensão e área passaram progressivamente a orientar discussões, comparações e escolhas. Nesse processo, a mobilização de instrumentos de medição, representações gráficas e registros escritos favoreceu o estabelecimento de relações mais sistematizadas entre os elementos do espaço investigado, ampliando as possibilidades de compreensão das situações analisadas.

O Núcleo de Significação III revelou um movimento qualitativamente distinto, no qual os estudantes passaram a estabelecer relações cada vez mais articuladas entre inclinação, área, circulação, representação espacial, unidade de medida e funcionalidade. A análise do espaço deixou de centrar-se em elementos isolados para considerar as relações que organizavam o objeto investigado, permitindo justificar, comparar, validar e reformular as soluções produzidas.

Nesse movimento, as significações produzidas não se estabilizaram de forma imediata nem resultaram da simples assimilação de definições previamente apresentadas. Elas se constituíram nas tensões produzidas pelas necessidades da atividade, pelas mediações realizadas, pelas interações entre os estudantes e pelas exigências colocadas pelo próprio objeto investigado. O trabalho coletivo, os diálogos, os instrumentos mobilizados e as intervenções pedagógicas favoreceram a produção de novas formas de compreender o espaço escolar e os conceitos geométricos implicados em sua reorganização.

A análise internúcleos permite, nesse sentido, retomar a questão que orientou esta investigação: **como as significações geradas pelos estudantes em Atividade de Modelagem na Educação Matemática, voltada à reconstrução de ambientes escolares, contribuem para o desenvolvimento de conceitos geométricos?** Os resultados indicam que tais significações se constituíram no interior de uma atividade orientada por necessidades concretas, na qual os estudantes passaram progressivamente a estabelecer relações mais elaboradas entre os conceitos geométricos e os problemas investigados. O desenvolvimento conceitual observado não ocorreu por transmissão direta ou aplicação mecânica de fórmulas, mas no curso

de uma atividade coletiva, mediada e socialmente situada, em que os conceitos assumiram função explicativa e organizadora das ações.

Em coerência com o objetivo geral desta pesquisa, que consistiu em analisar como as significações produzidas na Atividade de Modelagem contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico em Geometria, os resultados apontam um movimento de superação de formas inicialmente empíricas e fragmentadas de compreensão do espaço em direção a modos mais articulados de análise. Os estudantes passaram, progressivamente, a orientar suas decisões por critérios relacionados à medida, à área, à inclinação, à organização espacial e à funcionalidade, estabelecendo relações que ultrapassam descrições imediatas e indicam processos de abstração, generalização e análise conceitual.

No que se refere aos objetivos específicos, os dados analisados indicam, inicialmente, que as situações de aprendizagem propostas suscitaram a atividade dos estudantes ao mobilizarem problemas concretos relacionados ao espaço escolar. As demandas vinculadas à circulação, à acessibilidade e à reorganização dos ambientes produziram necessidades que passaram a orientar as ações investigativas dos estudantes, conferindo direção às decisões tomadas no curso da atividade. Também foi possível compreender como se constituíram, ao longo da atividade, os elementos de mediação e suas contribuições para a produção de significações acerca dos conceitos geométricos. O uso de instrumentos de medição, registros gráficos, representações espaciais, diálogos coletivos e mediações pedagógicas desempenhou papel relevante na reorganização do pensamento dos estudantes e na elaboração de critérios de validação das decisões tomadas.

Por fim, a análise dos sentidos e significados produzidos coletivamente indica que a Atividade de Modelagem favoreceu processos de análise, argumentação, comparação e reorganização conceitual, possibilitando aos estudantes estabelecer relações progressivamente mais conscientes entre os conceitos geométricos e os problemas concretos investigados.

O percurso identificado permite compreender que os conceitos geométricos deixaram de operar apenas como conteúdos escolares e passaram a assumir função mediadora na compreensão e transformação da realidade investigada. Ao articularem medida, área, inclinação, orientação espacial, circulação e funcionalidade na elaboração das soluções, os estudantes passaram a operar com relações progressivamente mais conscientes e sistematizadas, indicando movimentos vinculados ao desenvolvimento do pensamento teórico em Geometria.

A análise da totalidade permite compreender, por fim, que a Atividade de Modelagem criou condições para que os estudantes reconstruíssem o espaço escolar como objeto de investigação geométrica, produzindo significações que transformaram progressivamente seus

modos de compreender, justificar e intervir sobre a realidade investigada. Mais do que responder a problemas imediatos, os estudantes passaram a estabelecer novas formas de relação com o conhecimento geométrico, configurando um movimento de elaboração conceitual que aponta possibilidades formativas da organização do ensino quando orientada por problemas socialmente significativos.

5.4.1 A CIRCULAÇÃO DAS PROPOSTAS DOS ESTUDANTES EM CONTEXTOS INSTITUCIONAIS: DESDOBRAMENTOS DA SIGNIFICAÇÃO

Ao longo da Atividade de Modelagem, as propostas elaboradas pelos estudantes deixaram de constituir apenas respostas às situações investigadas em sala de aula e passaram a circular em outros espaços da comunidade escolar. Como desdobramento da investigação, os projetos produzidos pelos grupos foram apresentados à equipe da Superintendência Regional de Ensino (SRE) durante uma visita técnica realizada à instituição de ensino, em 16 de junho de 2025. Na ocasião, os estudantes socializaram as análises desenvolvidas sobre circulação, acessibilidade e reorganização dos espaços, utilizando plantas baixas, modelos tridimensionais, registros de medições e justificativas argumentativas.

Tal relato, amplia a compreensão dos movimentos de significação analisados nesta pesquisa porque expressa um processo de objetivação da atividade humana, no qual a matéria-prima do pensamento no caso, os conceitos geométricos se materializam em uma ação socialmente situada e dotada de sentido. Pelas teorias de aprendizagem que fundamentam esta pesquisa, a consciência se constitui-se na e pela atividade, na relação dialética entre subjetivação e objetivação.

Ao apresentarem e defenderem suas propostas perante interlocutores externos ao contexto imediato da sala de aula, os estudantes não apenas comunicaram resultados, mas objetivaram sua atividade de estudo em uma intervenção social concreta. Nesse movimento, as representações geométricas deixaram de cumprir uma função meramente formal e passaram a compor a estrutura da própria consciência dos sujeitos, transformando a forma como analisam, significam e atuam sobre a realidade do espaço escolar.

A socialização das propostas explícita, assim, uma repercussão concreta da Atividade de Modelagem no contexto institucional. Ao extrapolar os limites da sala de aula e alcançar instâncias regionais de ensino, o estudo demonstrou que a Atividade de Modelagem, compreendida sob a matriz histórico-cultural pode ir além da simples simulação de problemas. Ela constitui-se como uma atividade verdadeiramente emancipatória, na qual a apropriação dos

conceitos geométricos se converte em instrumento de participação social, conferindo novos sentidos ao saber matemático e permitindo aos estudantes agirem conscientemente sobre o seu próprio espaço.

A socialização das propostas revela um movimento que engaja e mobiliza os estudantes em sua relação com o conhecimento geométrico. Esse processo faz com que as ações desenvolvidas na atividade investigativa ganhem novas dimensões, convertendo os conceitos em instrumentos de análise, argumentação e comunicação sobre o espaço escolar. Ao afetar a subjetividade dos sujeitos, a Atividade de Modelagem ultrapassa a resolução de uma tarefa matemática específica, permitindo que os conceitos mobilizados passem a mediar a compreensão da realidade vivenciada e a elaboração de proposições compartilhadas na escola.

6 CAMINHOS NÃO TRILHADOS: CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES FUTURAS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar como as significações produzidas por estudantes em Atividade de Modelagem Matemática, voltada à reconstrução e reconfiguração de ambientes escolares, contribuíram para o desenvolvimento do pensamento teórico em Geometria. Fundamentada na THC e na TA a investigação buscou compreender esse processo a partir das relações estabelecidas entre os conceitos geométricos e os problemas concretos vivenciados no espaço escolar.

A análise dos dados permitiu compreender que as significações produzidas ao longo da Atividade de Modelagem foram sendo constituídas em uma atividade coletiva, socialmente situada e orientada por necessidades reais. Ao enfrentarem situações investigativas relacionadas à circulação, à acessibilidade e à reorganização dos ambientes escolares, os estudantes foram mobilizados a medir, representar, comparar, justificar e validar suas propostas. Nesse contexto, a Matemática deixou de ocupar apenas o lugar de um conteúdo escolar para assumir a função de instrumento cultural de análise e intervenção sobre a realidade.

Os Núcleos de Significação revelaram que formas inicialmente empíricas de compreender o espaço foram sendo progressivamente reorganizadas por meio da produção de relações geométricas mais elaboradas. Conceitos como área, perímetro, proporcionalidade, inclinação, orientação espacial e funcionalidade passaram a assumir papel organizador das ações dos estudantes durante a investigação. Entretanto, os resultados também mostraram que esse percurso não ocorreu de forma homogênea nem linear. As análises evidenciaram momentos de dúvida, retomadas, reformulações, impasses e revisões de procedimentos, indicando que a produção de significações foi marcada por aproximações sucessivas, nas quais diferentes formas de compreender os conceitos coexistiram ao longo da Atividade. Assim, mais do que afirmar a constituição plena do pensamento teórico, os dados sugerem um processo de formação conceitual em permanente construção.

Em relação ao objetivo geral da pesquisa, os resultados indicam que a Atividade de Modelagem criou condições para que as situações de aprendizagem produzissem necessidades intelectuais nos estudantes. As mediações constituídas pelos instrumentos utilizados, pelas interações entre os grupos, pelas representações produzidas e pelas intervenções pedagógicas favoreceram a reorganização das ações desenvolvidas durante a investigação. Contudo, essas mediações não produziram efeitos imediatos nem uniformes. Em diferentes momentos, foi necessário retomar discussões, reorganizar encaminhamentos e criar condições para que os

estudantes pudessem avançar na compreensão dos problemas investigados. Essa dinâmica reafirma, à luz da THC e da TA, que o desenvolvimento conceitual não decorre da simples exposição aos conteúdos, mas das relações estabelecidas pelos sujeitos com o objeto da atividade e das mediações construídas nesse percurso.

Outro aspecto significativo refere-se à função social assumida pelo conhecimento produzido pelos estudantes. A socialização dos projetos junto à equipe da Superintendência Regional de Ensino demonstrou que as propostas elaboradas extrapolaram os limites da sala de aula e passaram a integrar discussões sobre a melhoria dos espaços escolares. Esse episódio reforçou a compreensão de que a Modelagem Matemática pode favorecer o envolvimento dos estudantes em problemas que dizem respeito à comunidade escolar, atribuindo sentido social aos conhecimentos produzidos durante a investigação.

Do ponto de vista pedagógico, esta pesquisa reafirma a importância de práticas educativas que compreendam o ensino de Matemática como uma atividade orientada por problemas socialmente significativos. Ao tomarem o espaço escolar como objeto de investigação, os estudantes foram convidados a justificar escolhas, comparar alternativas, revisar procedimentos, analisar consequências e mobilizar conceitos geométricos para fundamentar suas propostas. Mais do que aprender conteúdos específicos, produziram formas de analisar situações concretas utilizando a Matemática como instrumento de compreensão da realidade.

Para além das contribuições voltadas à aprendizagem dos estudantes, esta investigação constituiu um processo de aprendizagem para mim, enquanto professora, diretora escolar e pesquisadora. Ao iniciar este percurso, acreditava que a principal tarefa da pesquisa seria compreender como os estudantes produziam significações acerca dos conceitos geométricos. No entanto, ao longo da investigação, compreendi que esse processo também exigia transformar meu próprio modo de olhar para o ensino, para a aprendizagem e para a pesquisa. Muitas das expectativas iniciais precisaram ser revistas à medida que o trabalho de campo revelava situações que não correspondiam ao que havia sido inicialmente planejado.

Durante a realização da pesquisa, vivenciei momentos em que as intervenções organizadas não produziram imediatamente os efeitos esperados. Em diversas situações, foi necessário interromper encaminhamentos, retomar discussões, reformular perguntas e reorganizar a própria Atividade de Ensino diante das necessidades que emergiam no trabalho com os estudantes. Esses momentos, inicialmente percebidos como dificuldades da investigação, passaram a constituir importantes oportunidades de aprendizagem. Compreendi que o desenvolvimento conceitual não pode ser pensado como um percurso previsível ou linear

e que ensinar também implica conviver com a incerteza, interpretar os indícios produzidos pelos estudantes e reconstruir continuamente as próprias ações pedagógicas.

A pesquisa também modificou minha compreensão sobre o papel do professor. Antes de buscar respostas prontas ou confirmar expectativas previamente estabelecidas, aprendi a valorizar os processos vividos pelos estudantes, suas dúvidas, seus gestos, suas argumentações e até mesmo seus erros como elementos constitutivos da aprendizagem. Passei a compreender que a mediação docente não consiste em conduzir os estudantes diretamente ao conceito, mas em organizar condições para que eles produzam relações cada vez mais elaboradas com o conhecimento científico. Essa compreensão transformou minha maneira de olhar para o ensino de Matemática e fortaleceu minha convicção de que ensinar e pesquisar constituem atividades inseparáveis.

Minha atuação como diretora escolar também foi profundamente atravessada por esse percurso investigativo. Ao acompanhar os estudantes analisando problemas relacionados aos próprios espaços da escola, compreendi que questões frequentemente tratadas apenas como demandas administrativas ou estruturais podem constituir potentes situações de aprendizagem. Da mesma forma, percebi que construir uma escola que favoreça a participação dos estudantes exige aceitar a complexidade dos processos educativos, reconhecendo que nem todas as propostas se concretizam como planejado e que os avanços se produzem em meio às contradições presentes na vida escolar. Essa experiência ampliou minha compreensão acerca do papel pedagógico da gestão e reforçou meu compromisso com uma escola pública que reconheça estudantes e professores como sujeitos da produção do conhecimento.

Esta investigação apresenta limites decorrentes de seu contexto específico, envolvendo uma única turma do Ensino Médio e um recorte temporal delimitado por uma temática particular. Assim, as interpretações aqui produzidas devem ser compreendidas como construções realizadas em uma realidade singular. Como possibilidades para pesquisas futuras, considera-se relevante acompanhar longitudinalmente estudantes envolvidos em Atividades de Modelagem, ampliar as investigações para outros conceitos matemáticos e diferentes etapas da Educação Básica, bem como aprofundar estudos sobre os processos de mediação docente na organização do ensino.

Concluir esta pesquisa não significa encerrar as questões que a motivaram. Ao contrário, o percurso investigativo ampliou minhas inquietações e mostrou que cada resposta produz novas perguntas. Se, no início, buscava compreender as significações produzidas pelos estudantes durante a Atividade de Modelagem, ao final compreendo que também fui transformada por esse processo. Aprendi que pesquisar implica reconhecer limites, rever

interpretações, conviver com as incertezas produzidas pelo campo e permanecer aberta às novas significações que emergem do encontro entre teoria e prática. É essa compreensão que levo para minha atuação como professora, diretora e pesquisadora, convicta de que ensinar, aprender e investigar constituem atividades permanentemente inacabadas e que é justamente essa incompletude que mantém vivo o compromisso com a produção do conhecimento e com a construção de uma educação pública crítica, humanizadora e socialmente comprometida.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. **Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos**. Psicologia: Ciência e Profissão, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 222- 247, 2006.
- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. **Apreensão dos sentidos: aprimorando a proposta dos núcleos de significação**. Est. pedag., Brasília, v. 94, n. 236, p. 299-322, jan./abr. 2013.
- ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2005.
- ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. **Uma aproximação socioepistemológica para a modelagem matemática**. Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 117-134, jul. 2009.
- ALMEIDA, L. M. W. de; FERRUZZI, E. C. **Diálogos em modelagem matemática**. Ciência & Educação, Bauru, v. 21, n. 2, p. 377-394, 2015.
- ALMEIDA, L. M. W. De. **Uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática**. VIDYA, 2022. P. 121–145.
22.
- ANDRADE, J. A. A.; TEIXEIRA, C. J.; SANSÃO, W. V. de S. **A organização do ensino de matemática em uma perspectiva histórico-cultural: considerações acerca do objeto da atividade de ensino para o desenvolvimento do pensamento teórico**. Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, Uberlândia, v. 8, contínua, p. 1-20, 2024.
- ARAÚJO, J.L.; TORISU, E.M. **Por que um estudante decide participar de um projeto de modelagem?** Motivos para ser voluntário em uma pesquisa. In: DEODATO, A. A.; KAWASAKI, T. F. Teoria da Atividade em construção: possíveis diálogos. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2022. P. 91-111.
- BARBOSA, J.C. **"Contextualização" e a Modelagem na Educação Matemática do Ensino Médio**. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 8., 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004. 1 CD-ROM.
- BOLDT, A.; KACZMAREK, D.; BURAK, D.; BASSANI, I. **Modelagem Matemática e possíveis aproximações com a Teoria de Vygotsky**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SBEM, 2013. p. 1–14.
- BURAK, D. *et al.* **Modelagem na Educação Matemática: aproximações com a Educação Matemática de Higginson e os paradigmas emergentes e da complexidade**. Perspectivas da Educação Matemática, v. 17, n. 45, p. 1–20, 2024.
- DAVÝDOV, Vasili Vasilievich. **Problemas do ensino desenvolvimental**. Tradução de José Carlos Libâneo. Educação Soviética, n. 8, p. 1–32, 1988.

DEODATO, A.G.; KAWASAKI, T.F. **Teoria da atividade em construção: possíveis diálogos**. Belo Horizonte. Editora UFMG, 20015.

FILHO, A.M. **Significação e envolvimento na Atividade de Estudo**. In: PUENTES, Roberto Valdés; MELLO, Suely Amaral (Org.). *Teoria da Atividade de Estudo. Livro II. Contribuições de pesquisadores brasileiros e estrangeiros*. Uberlândia: EDUFU, 2019. P. 55-72.

GOOGLE. Google Maps. [S.l.]: Google, [s. d.]. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 4 jun. 2025.

HUF, Samuel Francisco; BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática e relações com abordagens no processo de ensino e aprendizagem no contexto do tema imposto**. Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 163-175, 2017.

KOPNIN, P.V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, A.N. **Atividade. Consciência. Personalidade**; tradução de Priscila Marques. Bauru, SP: Mireveja, 2021. 256p.

LIBÂNEO, J. C. **A didática e a Aprendizagem do Pensar e do Aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a Contribuição de Vasili Davydov**. Revista Brasileira de Educação [online]. 2004, n.27, pp.5-24.

MILLER, S. **Atividade de Estudo: Especificidades e possibilidades educativas**. In: PUENTES, Roberto Valdés; MELLO, Suely Amaral (Org.). *Teoria da Atividade de Estudo. Livro II. Contribuições de pesquisadores brasileiros e estrangeiros*. Uberlândia: EDUFU, 2019. P. 73-96.

MOURA, M. O. De; ARAÚJO, E. S.; MORETTI, V. D.; PANOSSIAN, M. L.; RIBEIRO, F. D. **Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 10, p. 205-229, 2010.

SERCONEK, Giselda Cecília; SFORNI, Marta Sueli de Faria. **Organização do ensino de matemática na perspectiva do Sistema Elkonin-Davýdov**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 2100–2116, jul./set. 2021

SFORNI, M.S.F. **Elementos para a organização do ensino com base na Teoria Histórico-Cultural e na Didática Desenvolvimental**. Itapiranga: Schreiber, 2024.

SFORNI, M.S.F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade**. 1ª edição. Araraquara: JM Editora, 2004, p.200.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.