

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

GISELE CRISTINA CARDOSO

**A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MATEMÁTICA E ARTE EM UMA
ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO COM FIGURAS GEOMÉTRICAS**

Bauru
2025

GISELE CRISTINA CARDOSO

**A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MATEMÁTICA E ARTE EM UMA
ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO COM FIGURAS GEOMÉTRICAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre junto à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marisa da Silva Dias

Bauru
2025

Cardoso, Gisele Cristina.

A interdisciplinaridade entre matemática e arte em uma atividade orientadora de ensino com figuras geométricas/ Gisele Cristina Cardoso. - Bauru, 2025
141 f.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientadora: Marisa da Silva Dias

1. Anos Iniciais. 2. Interdisciplinaridade. 3. Matemática. 4. Arte. 5. Atividade Orientadora de Ensino. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DE DEFESA (folha de aprovação)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GISELE CRISTINA CARDOSO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 27 dias do mês de março do ano de 2025, às 15h, no(a) Sala - 03 - Pós Graduação - FC, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GISELE CRISTINA CARDOSO, intitulada **"A interdisciplinaridade entre Matemática e Arte em uma Atividade Orientadora de Ensino com figuras geométricas."** e produto educacional **" Caderno Didático: Proposta de ações interdisciplinares entre Matemática e Arte com figuras geométricas."**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências UnespBauru, Profa. Dra. THAÍS REGINA UENO YAMADA (Participação Presencial) do(a) FAAC / UNESP/Bauru (SP), Prof(a). Dr(a). MARIA DO CARMO MONTEIRO KOBAYASHI (Participação Presencial) do(a) Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica / Faculdade de Ciências - Unesp/Bauru - SP. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. MARISA DA SILVA DIAS

Dedico este trabalho, com toda a minha gratidão, ao meu Deus, a quem, em minhas orações diárias, chamo carinhosamente de Pai querido e Pai Santo, Amado da minha alma. Foi Ele quem me fortaleceu para enfrentar os desafios deste percurso e quem, por Sua infinita graça, permitiu que eu chegasse até aqui. A realização deste Mestrado só foi possível graças à Sua misericórdia, que se renova a cada dia, concedendo-me saúde e forças para seguir em frente e concretizar este sonho.

Dedico também, com todo o meu amor, à minha filha, minha pequena – é assim que me refiro a ela diariamente em minhas orações. Ela é minha “menina mulher”, que me enche de orgulho, é minha luz, minha riqueza inspiração e motivação para sempre ser, a cada dia, uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, renovo meu agradecimento a Deus por ter me permitido vivenciar todas essas experiências. Cada passo em direção ao mestrado foi guiado por Sua graça e direção. Que eu saiba honrar essas bênçãos e continue evoluindo e aprendendo ao longo do caminho.

Quero expressar minha gratidão à minha orientadora, Marisa da Silva Dias, por ter acreditado em mim e em meu projeto. Sua condução firme e paciente foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa. Sou grata por todo o conhecimento compartilhado e por todos os aprendizados adquiridos sob sua orientação.

Desejo também registrar meus sinceros agradecimentos a todos os amigos, amigas e familiares pelo apoio contínuo e incentivo constante, que me motivaram a não desistir durante o processo de escrita da dissertação.

Sou igualmente grata aos colegas da escola onde atuo, que sempre me acolheram com palavras de encorajamento e reconhecimento em relação à minha trajetória acadêmica. O apoio de cada um foi uma valiosa fonte de inspiração ao longo de todo esse percurso.

Por fim, deixo meu imenso agradecimento à minha filha Luiza, que foi a minha maior inspiração e a razão pela qual não desisti, mesmo diante de dias tão exaustivos. Agradeço por sua ajuda constante na rotina do nosso lar, pelas palavras de incentivo e pelo reconhecimento que sempre me dedicou.

“[...] melhor que o estudo do espaço, a geometria é a investigação do ‘espaço intelectual’ já que embora comece com a visão, ela caminha em direção ao pensamento, vai do que pode ser percebido para o que pode ser concebido” (David Wheeler)

RESUMO

A presente pesquisa busca responder à seguinte questão: como uma organização de ensino com base na Atividade Orientadora de Ensino desenvolvida com o propósito interdisciplinar que relaciona Matemática e Arte, pode contribuir com o ensino dos conceitos de ambas as áreas do conhecimento? Diante desta questão, o objetivo de pesquisa é investigar a formação de conceitos geométricos e artísticos por meio do desenvolvimento de uma Atividade Orientadora de Ensino, elaborada com propósito interdisciplinar, com enfoque na visualização de figuras geométricas. A pesquisa é baseada nos pressupostos teóricos da interdisciplinaridade, da visualização, da perspectiva e da Atividade Orientadora de Ensino. Os procedimentos metodológicos seguem uma abordagem qualitativa, incluindo o estudo dos fundamentos teóricos e históricos fundamentais para esta investigação, bem como uma revisão bibliográfica, a organização do ensino no desenvolvimento de uma Atividade Orientadora de Ensino. Dentre as etapas, destacam-se a coleta de dados, por meio de gravações audiovisuais e das produções escritas dos estudantes, bem como da transcrição e organização desses dados para a análise. A realização da organização de ensino com base na Atividade Orientadora de Ensino junto a estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular de um município do interior do estado de São Paulo, permitiu a análise do potencial da interdisciplinaridade com a integração entre aspectos das áreas de Artes Visuais e Matemática por meio dos conceitos de perspectiva e visualização. Enquanto a Arte ampliou o repertório imagético dos estudantes, a Matemática forneceu a base conceitual para esse aprendizado. Uma proposta de Situações Desencadeadoras de aprendizagem configura-se como um produto educacional requisito do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional.

Palavras-chave: Anos Iniciais; Interdisciplinaridade; Matemática; Arte; Atividade Orientadora de Ensino.

ABSTRACT

This research aims to answer the following question: How can a Teaching-Guiding Activity, developed with an interdisciplinary approach that connects Mathematics and Art, contribute to the teaching of concepts in both areas of knowledge? Given this question, the research objective is to investigate the formation of geometric and artistic concepts through the development of a Teaching-Guiding Activity, designed with an interdisciplinary purpose and focused on the visualization of geometric figures. The research is based on theoretical principles of Interdisciplinarity, Visualization, Perspective, and the Teaching-Guiding Activity. The methodological procedures follow a qualitative approach, including the study of theoretical and historical foundations essential to this investigation, as well as a literature review and the development and implementation of the Teaching-Guiding Activity. Among the research stages, data collection was carried out through audiovisual recordings and students' written productions, followed by the transcription and organization of these data for analysis. The implementation of the Teaching-Guiding Activity with second-year elementary school students from a private school in a municipality in the interior of the state of São Paulo allowed for the analysis of the development of geometric and artistic concepts among the participants. The results revealed the potential of interdisciplinarity between Mathematics and Art, highlighting how this integration was essential for enhancing visualization skills and facilitating the understanding of plane geometric shapes and geometric solids. While Art expanded the students' imagetic repertoire, Mathematics provided the conceptual foundation for this learning process. As an educational product required by the Master's Program, a proposal for Learning-Triggering Situations was developed as part of this study.

Keywords: Early Years; Interdisciplinarity; Mathematics; Art; Teaching-Guided Activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interdisciplinaridade.....	29
Figura 2 – Multidisciplinaridade	35
Figura 3 – Pluridisciplinaridade.....	37
Figura 4 – Transdisciplinaridade	40
Figura 5 – O retângulo e suas sombras.....	49
Figura 6 – Os efeitos da iluminação	49
Figura 7 – Artes Visuais e Artes Integradas	74
Figura 8 – <i>Composição VIII</i> (1923), de Wassily Kandinsky	78
Figura 9 – imagem gerada por Inteligência Artificial.....	78
Figura 10 – <i>Composição com vermelho, amarelo, azul e preto</i> (1921), de Piet Mondrian	79
Figura 11 – registro da proposta 2-A	80
Figura 12 – imagem 1 com um ponto de fuga	82
Figura 13 – imagem 2 com um ponto de fuga.....	82
Figura 14 – imagem 3 com um ponto de fuga	83
Figura 15 – imagem com dois pontos de fuga.....	83
Figura 16 – Composição da produção artística “Boneco amaldiçoado”	112
Figura 17 – Composição da produção artística “O Robson”	112
Figura 18 – Composição da produção artística “Montanha GM”	113
Figura 19 – Desenho “Ambiente Natural” (grupo 1)	119
Figura 20 – Desenho “Ambiente Natural” – E13.....	120
Figura 21 – Desenho “Ambiente Natural” – E16.....	120
Figura 22 – Desenho “Ambiente Natural” – E17.....	120
Figura 23 – Desenho “Ambiente Natural” – E5	121
Figura 24 – Desenho “Dinheiro de Toro” (grupo 2)	121
Figura 25 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E18.....	121
Figura 26 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E3.....	122
Figura 27 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E7.....	122
Figura 28 – Desenho “Floresta poluída” (grupo 3).....	122
Figura 29 – Desenho “Floresta poluída” – E8	123
Figura 30 – Desenho “Floresta poluída” – E9.....	123
Figura 31 – Desenho “Floresta poluída” – E1.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições para o termo “visualização”	54
Quadro 2 – Trabalhos excluídos após a leitura dos resumos (continua).....	60
Quadro 3 – Trabalhos excluídos após leitura dos resumos (conclusão)	60
Quadro 4 – Objetos de conhecimento e habilidades	72
Quadro 5 – Unidades de análise de pesquisa (continua)	86
Quadro 6 – Unidades de análise de pesquisa (conclusão)	87
Quadro 7 – Identificação das figuras geométricas da obra <i>Composição VIII</i> (1923), de Wassily Kandinsky, pelos estudantes	89
Quadro 8 – Identificação das figuras geométricas da obra “Desenho de formas geométricas”, pelos estudantes (continua).....	91
Quadro 9 – Identificação das figuras geométricas da obra “Desenho de formas geométricas”, pelos estudantes (conclusão)	92
Quadro 10 – Identificação das figuras geométricas da obra <i>Composição com vermelho, amarelo, azul e preto</i> (1921), de Piet Mondrian, pelos estudantes.....	94
Quadro 11 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um paralelepípedo	101
Quadro 12 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um paralelepípedo	101
Quadro 13 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um cone	102
Quadro 14 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de uma esfera.....	103
Quadro 15 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um cilindro	104
Quadro 16 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de uma pirâmide de base quadrada	105
Quadro 17 – Criação artística com as projeções das figuras planas.....	109
Quadro 18 – Visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide de base quadrada e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga	114
Quadro 19 – Identificação dos sólidos geométricos (cubo, pirâmide de base quadrada e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga	116
Quadro 20 – Respostas dos estudantes às perguntas da proposta realizada	124

Quadro 21 – Síntese da análise 128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teses e dissertações que abrangem a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte na Educação Básica.....	59
Tabela 2 – Teses e dissertações que abrangem a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte nos Anos Iniciais	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOE	Atividade Orientadora de Ensino
BDTD	Banco Digital de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 O percurso da pesquisadora	15
1.2 O percurso para elaboração da dissertação	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 História das disciplinas escolares	18
2.2 Interdisciplinaridade.....	23
2.3 A interdisciplinaridade e suas vertentes	33
2.3.1 A multidisciplinaridade	34
2.3.2 A pluridisciplinaridade	36
2.3.3 A transdisciplinaridade	37
2.4 Breve histórico da Geometria.....	40
2.5 A Arte: seu percurso no Brasil e as Artes Visuais.....	42
2.6 Lógico-histórico do conceito de perspectiva.....	50
2.7 Como olhar o que não se vê	54
2.8 Da visualização à visualidade.....	56
2.9 Pesquisas que abordam a interdisciplinaridade no Ensino Fundamental.....	58
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	64
3.1 Documentos norteadores: o que eles dizem.....	69
3.2 A Atividade Orientadora de Ensino.....	75
4 RESULTADOS E ANÁLISES.....	86
4.1 Unidade de análise A: visualização de aspectos geométricos em obras artísticas	88
4.2 Unidade de análise B: visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de sólidos geométricos (cubo, pirâmide, paralelepípedo, esfera, cone e cilindro)	100

4.3 Unidade de análise C: criação artística com as projeções das figuras planas.....	109
4.4 Unidade de análise D: visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga	114
4.5 Unidade de análise E: confecção de esculturas envolvendo representações de sólidos geométricos.....	119
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES.....	132
REFERÊNCIAS	137

1 INTRODUÇÃO

A introdução da dissertação é dividida em duas partes. A primeira apresenta o percurso da autora como professora nos últimos dez anos no Ensino Fundamental, destacando as motivações e inquietações que a levaram ao Programa de Pós-Graduação em Docência para Educação Básica da Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, câmpus de Bauru, terminando com uma reflexão pessoal. A segunda parte situa o leitor acerca do desdobramento da pesquisa.

1.1 O percurso da pesquisadora

O interesse por aprofundar meus estudos sobre o ensino da Geometria surgiu nas aulas para o 2º ano do Ensino Fundamental, o qual leciono desde 2015 numa escola particular, onde trabalho até o presente momento. Muitas eram minhas inquietações a respeito da minha prática no processo de ensino e aprendizagem nesse tema. A cada ano, a cada nova turma, percebia as dificuldades dos estudantes em compreender as diferenças entre figuras planas e sólidos geométricos, bem como em identificar relações e propriedades. Diante dessas dificuldades, não me estagnava; buscava diferentes materiais e recursos para que os estudantes pudessem atingir os objetivos propostos. Além disso, pedia auxílio para os professores especialistas na área. Durante essas buscas, iniciei uma reflexão sobre a raiz do problema: será que a dificuldade estava na minha falta de domínio do conteúdo, considerando minha experiência na condição de estudante? Como garantir a ensinagem desse objeto de estudo se a própria responsável pelo processo não se sentia segura e apta para transmitir esse conhecimento?

A busca por fundamentação teórica no ensino de Matemática tornou-se imprescindível diante das inquietações relatadas acima. Assim, surgiu a intenção de aprofundar o tema por meio de estudos no Mestrado, mesmo sabendo que seria um grande desafio devido à minha carga horária de trabalho e minha formação em Pedagogia e não específica na área de Matemática. De fato, foi ainda mais desafiador do que imaginei, levando em consideração os quatro anos marcados por diversos e infelizes percalços ao longo dessa trajetória.

Após cumprir todo o percurso exigido no curso de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica – incluindo a participação em disciplinas, grupos de estudos,

estágios de docência, além da elaboração e desenvolvimento do trabalho escrito – percebo que todo o árduo trabalho valeu a pena. Esses anos de estudo me mostraram que é, de fato, possível proporcionar o desenvolvimento do pensamento teórico no ensino da Geometria, tornando-o significativo e prazeroso por meio de propostas interdisciplinares, a fim de que os estudantes construam conhecimento no decorrer da vida escolar.

A definição de propor uma pesquisa com abordagem interdisciplinar surgiu da experiência no estágio de docência e do desejo de aprofundar o estudo desse conceito. Desse modo, configurou-se uma ótima oportunidade para assimilá-lo, além de proporcionar aos meus estudantes uma aprendizagem diferenciada, prazerosa e eficaz no ensino das figuras geométricas.

1.2 O percurso para elaboração da dissertação

A temática da pesquisa surgiu da inquietação em relação ao processo de ensino e aprendizagem da Geometria. Os estudos teóricos e metodológicos realizados culminaram na seguinte questão: como uma organização de ensino com base na AOE, desenvolvida com propósito interdisciplinar e que relaciona Matemática e Arte, pode contribuir para o ensino dos conceitos de ambas as áreas do conhecimento? Para responder a essa questão, objetivo desta pesquisa é investigar a formação de conceitos geométricos e artísticos por meio da organização de ensino com base na AOE, elaborada com propósito interdisciplinar e com enfoque na visualização de figuras geométricas. Neste trabalho, consideramos as Artes Visuais, às quais, ao longo do texto, nos referiremos apenas como Arte.

Com base nisso, a presente pesquisa busca contribuir para a formação de conceitos geométricos pelas crianças, indo além da simples comparação entre figuras planas e objetos. Além de atender aos objetivos propostos, os resultados enriquecerão a prática profissional da pesquisadora e preencherão lacunas na produção acadêmica sobre o tema, evidenciadas em levantamentos iniciais.

Para demarcar os processos da pesquisa, o texto se estrutura em cinco capítulos. O primeiro corresponde a esta introdução. No segundo capítulo, apresenta-se o referencial teórico, que consiste na explanação da história das disciplinas para, em seguida, abordar os conceitos de interdisciplinaridade e suas vertentes, fundamentais para compreender a proposta da AOE com propósito interdisciplinar.

Ainda no segundo capítulo, são discutidos os conceitos de visualização e perspectiva, temas pertinentes e imprescindíveis para entender as relações entre Matemática e Arte e para contribuir com o ensino de ambas as áreas, uma vez que o enfoque recai sobre a visualização de figuras geométricas, principalmente no contexto das Artes Visuais.

O terceiro capítulo explicita a metodologia da pesquisa de cunho qualitativo, o processo de coleta dos dados e a descrição dos estudantes participantes a fim de buscar respostas à questão da pesquisa. Apresenta também os documentos oficiais que fizeram parte da análise dos dados e que nortearam os conteúdos a serem abordados na aplicação da organização de ensino com base na AOE. O quarto capítulo, por seu turno, dedica-se às análises das manifestações dos estudantes durante o desenvolvimento da AOE.

Por fim, na seção “Conclusão e considerações”, será realizado um retorno aos principais pontos abordados ao longo da pesquisa, buscando sintetizar criticamente as análises realizadas e responder à questão central que guiou o estudo, bem como verificar se o objetivo proposto foi alcançado. Dessa forma, a última parte deste estudo apresenta uma visão integrada dos resultados e contributos para uma compreensão dos impactos e das limitações deste trabalho, além de sugestões de possíveis caminhos para estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, discutiremos os principais aspectos relacionados ao referencial teórico que fundamenta este estudo, destacando as premissas que sustentam a teoria abordada. Essas premissas orientam a organização da pesquisa, fornecendo referência teórica para a investigação e análise dos dados.

Inicialmente, exploraremos a evolução das disciplinas escolares para compreender as quatro vertentes, segundo seus principais autores: interdisciplinaridade, multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Em seguida, trataremos brevemente sobre a história da Geometria, da arte e de elementos das artes visuais. Posteriormente, abordaremos as concepções sobre visualização e perspectiva, que nos auxiliarão na elaboração da organização do ensino com base na AOE, como também na análise das respostas dos estudantes. Por fim, apresentaremos uma revisão bibliográfica que ressalta a relevância do estudo, dada a escassez de pesquisas sobre o tema, e também analisaremos as contribuições para a pesquisa.

2.1 História das disciplinas escolares

André Chervel (1988) é um historiador da educação que estudou a evolução das disciplinas escolares ao longo da história e destacou que a noção de disciplina não foi objeto de uma reflexão aprofundada dentro das ciências da educação. Adiante, sintetizaremos as ideias principais desse estudioso sobre essa evolução.

Mesmo na busca de definições ao longo dos anos, o sentido de “disciplina” que aqui interessa – que se refere a conteúdos de ensino – não foi encontrado nos dicionários do século XIX. Durante esse período, as expressões frequentemente utilizadas eram: objetos, partes, faculdades, ramos ou, ainda, matérias de ensino.

O termo “disciplina” apareceu com um novo sentido nas primeiras décadas do século XX para suprir as necessidades de um termo genérico. Essa nova interpretação da palavra veio de uma corrente pedagógica de pensamento, na segunda metade do século XIX, juntamente com a renovação das finalidades do ensino secundário e do ensino primário.

Essa renovação trouxe confusão de objetivos no ensino primário, que antes era entendido como algo instrucional, voltado para a formação dos bons costumes e do ensino das práticas decentes. Com a renovação, passou a ser concebido como uma ciência especial – a pedagogia – que disciplinaria a inteligência das crianças.

Somente no século XX que essa nova ciência chegou ao ensino secundário, e não ocultava sua vocação de formar os espíritos¹ por meio do exercício intelectual. Para os defensores dessa abordagem, até meados de 1900, existia uma única disciplina capaz de alcançar seus objetivos: as humanidades clássicas. Assim, era um desafio reconhecer uma Educação Matemática ou científica como apta a formar o espírito.

Foi apenas no início da Primeira Guerra Mundial (1914-1918) que o termo “disciplina” passou a ser uma simples rubrica, classificando os conteúdos do ensino, renunciando à sua até então exigida relação com a formação do espírito.

Chervel (1988) destaca que o termo “disciplina” é relativamente recente, com algumas décadas de uso. Quando empregado, ele se refere a uma forma de disciplinar o espírito, de oferecer métodos e regras para abordar os domínios do pensamento, do conhecimento e da arte, sem perder seu vínculo direto com o verbo disciplinar. Assim, os conteúdos de ensino são impostos à escola pela sociedade e pela cultura em que está inserida. Por exemplo, ensina a gramática porque é uma criação secular dos linguistas, trazem-se as verdades da língua matemática como uma ciência exata, a história, proveniente dos historiadores, a filosofia, procedente dos grandes filósofos, o inglês, falado nos Estados Unidos, entre outros.

Ainda segundo o autor, com a ligação das disciplinas escolares às ciências, constatou-se a necessidade de simplificá-las, ou mesmo, vulgarizá-las, para o público jovem, já que não se podia apresentar-lhes na íntegra. Nesse contexto, surge a tarefa do pedagogo: a criação de métodos que resultassem na assimilação do modo mais rápido e da maior porção possível da ciência de referência, reduzindo, assim, as disciplinas a metodologias e extinguindo qualquer autonomia delas, já que passam a ser vistas apenas como combinações de saberes e métodos pedagógicos. Isso compromete a transformação do ensino em aprendizagem, uma vez que a escola era vista como um ambiente conservador, voltado apenas para a transmissão de

¹ Formação do espírito no sentido abordado por Gaston Bachelard em *A formação do espírito científico*, publicado pela primeira vez em 1938.

conhecimentos criados fora de suas paredes, sem promover a construção ativa do saber dentro do contexto escolar.

Em suas reflexões, Chervel (1988) relata a importância do papel que o sistema escolar desempenha na sociedade, visto que não somente forma os indivíduos, mas também uma cultura que, ao penetrar na sociedade, por sua vez, modifica essa mesma cultura. Sendo assim, a história da função educativa poderia se constituir como o âmago da história do ensino. Isso se daria sob a condição de aprender a noção de disciplina e assentir que ela comporta, não somente as práticas em sala de aula, mas também os objetivos que regeram sua criação e o fenômeno da aculturação em massa que ela estabelece.

Destarte, as disciplinas, por serem criações espontâneas e originais, trazem à tona um caráter criativo do sistema escolar, daí a importância de compreender sua trajetória na história do ensino.

Apesar disso, a prática das disciplinas apresenta uma limitação no que diz respeito à idade, pois apresenta ações que se diferenciam de acordo com a faixa etária dos aprendizes.

Um aspecto decisivo e visível na história das disciplinas é a diferença entre o ensino primário e secundário, de um lado, e o ensino superior, de outro. Neste último, o conteúdo é um invariante, exigindo do adulto que estude a matéria para dominá-la e assimilá-la, sendo considerado, assim, um estudante.

Segundo Chervel (1988), no século XIX, o ensino era segmentado como se segue:

a) ensino primário: atendia crianças geralmente dos 6 aos 12 anos, com o objetivo de ensinar leitura, escrita, Matemática Básica e moralidade, sendo que as escolas primárias eram geralmente acessíveis para crianças de famílias de classe média e baixa, especialmente em áreas urbanas, e nem todos os países tinham a obrigatoriedade desse ensino;

b) ensino secundário: geralmente, abrangia estudantes dos 12 aos 18 anos, preparando-os para o ensino superior ou para o mercado de trabalho, com disciplinas que focavam em humanidades, ciências e, às vezes, formação técnica. Era predominantemente frequentado por jovens da elite ou da classe média.

C) ensino superior: incluía jovens adultos a partir dos 18 anos e ocorria em universidades que, na época, começaram a expandir seus currículos para além das Artes e da Teologia, incluindo áreas como Medicina, Direito e Ciências. Era altamente elitizado, acessível quase que exclusivamente à aristocracia e à burguesia.

Assim, explica-se a consciência de uma diferenciação entre dois tipos de ensino, segundo as palavras de Chervel (1988, p. 12):

Nada mais significativo deste ponto de vista que o emprego do termo aluno para o primário e o secundário. Aqui também, o século XIX apresenta uma evolução sensível. Os sinonimistas opuseram a escola e o aluno: Ensinamos ao escolar, lhe ensinamos o que ele deve ser, escrevia, por exemplo, Lafayette. Também, alunos se emprega prioritariamente para o secundário que faz da formação humanista seu objetivo único; Littré se recusa a o utilizar para o primário. O uso, certamente, era muito menos sectário e não excluía o emprego da palavra aluno para o primário.

Por conseguinte, fica clara a ligação entre estudante e disciplina, pois as disciplinas são propagadoras da transmissão cultural que se destina aos estudantes. Isso caracteriza a função de instrução da escola, integrada a um esquema educativo, a fim de, em cada caso, trazer um conteúdo de instrução com uma finalidade educativa.

Esses ensinamentos são uma parte das disciplinas que cumprem as finalidades impostas à escola, juntamente com a modificação cultural do indivíduo. Não se pode limitar a descrição da disciplina a apenas meios que atingem um objetivo através da apresentação dos conteúdos, visto que o verbo “ensinar” tem sido usado como correlato do nome “disciplina”. Considerando essa analogia, ensinar é fazer com que a disciplina se transforme pelo ato pedagógico, que é de natureza mais intrínseca que a simples designação.

Ele exige muito mais atividade, ele coloca em jogo procedimentos sutis, ele carrega desvios, ele delega funções a simulacros, divisa as dificuldades e, procedendo como o puro espírito cartesiano, opera desmembramentos completos (Chervel, 1988, p. 20).

Desse modo, a liberdade teórica de criação disciplinar dos professores é executada reiteradamente numa sala de aula com um grupo de estudantes, e as condições materiais as quais se dá o ensino são justamente ligadas aos conteúdos escolares.

De acordo com Chervel (1988), o processo de inserção e de funcionamento de uma disciplina se caracteriza pela cautela, lentidão e segurança. Resulta de uma grande harmonização, que coloca em comum uma experiência pedagógica considerável, contrariando a ideia frequentemente atribuída de que seria um efeito de rotina, de imobilismo e da inércia inerentes à instituição. É nesse processo de elaboração disciplinar que o ensino se torna possível.

A história das disciplinas revela uma alternância de bases e mudanças importantes sempre quando há a disseminação de uma nova doutrina para tomar o lugar da precedente, pois o antigo sistema ainda existe e está lá, enquanto o novo se instala e, assim, coabitam juntos. Mas, inevitavelmente, o manual mais audacioso, sistemático e resistente se destacará e irá se impor.

Os conteúdos explícitos formam o núcleo da disciplina ensinada e o exercício é sua contrapartida essencial. A troca momentânea de papéis entre professor e estudante é vital para o diálogo que ocorre na escola. Sem o exercício, não há consolidação da disciplina e a eficácia das disciplinas depende da qualidade dos exercícios, por exemplo, redação, análise gramatical ou problemas de aritmética, promovem a criatividade e o rigor. Então, em meados de 1880, a tendência foi eliminar exercícios passivos e valorizar os mais ativos e dinâmicos, Chervel (1988).

Não iremos, neste trabalho, nos ater a discussões sobre o que, de fato, garantiria a aprendizagem de uma disciplina. No entanto, no decorrer de suas reflexões, Chervel (1988) menciona que, em uma época mais próxima da nossa, o que o professor ensina é encarado como algo que não necessariamente corresponde ao que o estudante aprende. Se a sala de aula é composta por uma variedade de aptidões, é justamente no momento de estabelecer a norma de progressão das disciplinas que a escola se torna restritiva, correlacionando o fracasso escolar à história das disciplinas. Isso ocorre porque a escola define um nível médio de progressão ao qual somente uma parte dos estudantes consegue se adaptar.

Ainda segundo o autor, a renovação pedagógica de 1880 repensa essa situação e busca uma transformação qualitativa. Tomemos como exemplo a formação retórica do estudante, em que a aprendizagem da escrita é distribuída sobre um conjunto de ensinamentos, visto que todos estão colaborando para uma mesma finalidade, constituindo uma solidariedade didática.

Contudo, a história das disciplinas mostra que, ao longo de sua evolução, elas se tornaram um dos elementos motores da escolarização. Seu aspecto funcional é

preparar a aculturação dos estudantes de acordo com certas finalidades impostas pela sociedade, o que obriga as disciplinas a se apoiarem nessas finalidades. Dessa forma, surgem as políticas educativas, promovendo a construção e a transformação histórica da escola.

Atualmente, observamos uma tendência à descentralização da disseminação cultural com a implantação de itinerários formativos, ensino técnico, atividades de tutoria e organização de estudos, entre outros.

O enfoque desta pesquisa não é a organização escolar; no entanto, conhecê-la é imprescindível para avaliar as possibilidades pedagógicas e os resultados almejados no âmbito do Mestrado Profissional.

2.2 Interdisciplinaridade

Este item tem como base reflexões e sínteses realizadas a partir dos seguintes textos: *Interdisciplinaridade e patologia do saber*, de Japiassu (1976); *Livro interdisciplinar interativo*, de Teixeira (2022); *Práticas interdisciplinares na escola e Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*, ambos de Fazenda (1993, 1994); *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*, de Santomé (1998); *Interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem*, de Thiesen (2008); e *Interdisciplinaridade como integração do conhecimento: superando a fragmentação do saber*, de Freire e Almeida (2017).

Para iniciar a compreensão do termo “interdisciplinaridade”, faz-se necessária uma reflexão sobre as origens desse conceito e seu movimento histórico, visto que a definição desse termo ainda não é totalmente precisa, por se tratar, em todos seus âmbitos, de algo real num universo que sofre constantes transformações.

Antes de avançar para a discussão sobre a interdisciplinaridade, é importante compreender a evolução das disciplinas escolares, pois sua estruturação ao longo da história influenciou diretamente a segmentação e organização dos conhecimentos no ensino, conforme exposto nos estudos de Chervel (1988). Desse modo, de acordo, com esse pesquisador, as disciplinas escolares não surgiram espontaneamente, mas foram moldadas por contextos culturais, sociais e científicos, determinando o que e como se ensina. Esse processo histórico auxilia na compreensão dos desafios da interdisciplinaridade na educação, uma vez que o ensino tradicional, marcado pela

compartimentalização do saber, dificultou a integração entre as áreas do conhecimento.

A concepção de interdisciplinaridade surgiu no contexto das transformações científicas, sociais e culturais do século XX. Antes de se consolidar no Brasil, ela passou por um processo evolutivo em várias partes do mundo, especialmente na Europa e nos Estados Unidos. De acordo com Gusdorf (1977), desde os sofistas gregos, a interdisciplinaridade no campo do conhecimento já se fazia aparente, visto que havia o *enkuklios paideia*, expressão da Grécia Antiga em que o *enkuklios* significa “cíclico” ou “em círculo”, e o *paideia* refere-se à educação ou formação. Esse conceito representava um programa enciclopédico de ensinamento circular que abrangia a totalidade das disciplinas, promovendo um processo holístico de aprendizado. Seu objetivo ia além da formação acadêmica, englobando também o desenvolvimento moral, físico e espiritual. Esse programa era crucial para a formação dos cidadãos, tendo aspirações na preparação dos jovens para a vida pública e para o desempenho da cidadania plena. O estudo incluía disciplinas como Gramática, Retórica, Dialética, Música, Matemática, Geometria, Astronomia e Ginástica.

Os romanos também adotaram esse programa enciclopédico e o difundiram entre os mestres medievais, contribuindo para a formação da universidade medieval. Foi a partir do século XVIII que a instituição delegou à Faculdade de Letras a gestão das disciplinas que garantissem a “liberdade de espírito”, ou seja, o *Trivium* (Gramática, Retórica e Dialética) e o *Quadrivium* (Aritmética, Geometria, Astronomia e Música). Essas disciplinas eram vistas como essenciais para a constituição de um intelecto disciplinado e capaz de entender a ordem e a harmonia do universo. Juntos, o *Trivium* e o *Quadrivium* formavam as sete artes liberais, que constituíam a base da educação na Idade Média e preparavam o aprendiz para o estudo da Filosofia e da Teologia.

Na Renascença, essa pedagogia da totalidade também foi seguida, sobretudo nos colégios jesuítas, até 1770, quando houve uma perseguição a essa concepção de organização do conhecimento, em razão da repressão à ordem religiosa dos jesuítas. Na época, a ordem era vista como uma ameaça ao controle ideológico e político de alguns governos.

No período do Iluminismo, considerando a busca pela valorização da razão em detrimento da fé e a defesa do desenvolvimento científico, também ocorreu a preocupação unitária. No decorrer do século XVIII, foi elaborada na França a

Enciclopédia sob a direção dos dois maiores pensadores da época: Denis Diderot e Jean d'Alembert. Com uma visão de unidade na diversidade dos saberes e das práticas, semelhante à *enkuklios paideia*, ao colocar todas as disciplinas no mesmo grau de importância, por considerá-las como desenvolvedoras de princípios fundamentais. Para os autores da *Enciclopédia*, os agentes que utilizariam esses conhecimentos estavam inseridos em um universo composto por uma mesma verdade.

No século XVIII, o iluminismo transforma a Enciclopédia em seu modelo, uma defesa da unidade e condensação da diversidade de saberes e práticas, convertendo-o ao mesmo tempo em um instrumento de luta ideológica e expressão de uma nova atitude intelectual caracterizada por uma rejeição frontal da autoridade dogmática, especialmente a sustentada pela Igreja (os jesuítas) e pela tradição (Santomé, 1998, p. 47).

Dando prosseguimento na cronologia dos fatos, o próximo século trouxe o positivismo, corrente filosófica e científica que se desenvolveu no século XIX, viabilizando a ideia de que o conhecimento efetivo é obtido por meio de métodos científicos empíricos. Junto com ele vieram as revoluções industriais, o avanço do capitalismo e a expansão do trabalho científico, marcando um período de crescente confiança na ciência e na tecnologia para resolver problemas sociais e promover o desenvolvimento humano. Iniciava-se o tempo dos especialistas e a fragmentação do saber. De acordo com Minayo (1994, p. 46), “o século XIX marcou um recuo interdisciplinar: a consciência científica tomou-se asfíxiada pela massa crescente de suas conquistas. A acumulação quantitativa do conhecimento pagou o preço, segundo Gusdorf, do desmantelamento da inteligência”. Essas novas demandas denotavam a necessidade de especialistas treinados para enfrentar problemas específicos, técnicos dos processos de produção e comercialização.

Na França, o primeiro modelo de fragmentação do saber foi observado na Universidade Imperial, em 1808, criada por Napoleão Bonaparte. Nessa instituição, era necessário escolher entre cultura literária ou cultura científica, pois houve a separação da Faculdade de Letras das Faculdades de Ciências. Já na Universidade de Berlim, fundada em 1810, buscou-se novamente uma organização interdisciplinar, na tentativa de criar uma solidariedade orgânica do saber. Em meados de 1880, a Alemanha seguiu o exemplo da Universidade Imperial da França, instituindo também a separação entre literatura e ciências.

Diante de uma ciência em processo de dissociação de seu objeto de estudo, o século XX, marcado por uma extrema especialização, pelo pleno desenvolvimento científico e avanço da tecnologia, viu surgir uma nova corrente de pensamento e luta que buscava o renascimento de uma perspectiva já conhecida: a interdisciplinaridade. O panorama na época era propício para essa nova postura frente ao conhecimento, pois se configurava como oposição ao capitalismo epistemológico, que privilegiava determinadas ciências e que compunha um currículo alienado e dissociado da realidade concreta.

Na década de 1960, na *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), foi discutida a necessidade da busca de uma abordagem educacional que integrasse diversas disciplinas para encarar os desafios complexos e interconectados do mundo, o qual encarava constantes mudanças nos âmbitos político, econômico e ambiental.

Nessa convenção, Georges Gusdorf, considerado um humanista radical e um retórico idealista, apresentou uma proposta de trabalho interdisciplinar com o intuito de desenvolver um projeto voltado para as ciências humanas com a colaboração de cientistas de áreas diferentes. O objetivo era diminuir a distância teórica entre as ciências humanas por meio da integração que trabalhasse a unidade que comporta o humano.

Já no Brasil, as primeiras configurações do conceito de interdisciplinaridade começaram a ganhar destaque na segunda metade do século XX, especialmente em meados das décadas de 60 e 70. Esse período foi marcado por intensas mudanças sociais, políticas e educacionais no país, o que oportunizou um ambiente fértil para a urgência de novas abordagens educacionais e científicas. Os primeiros expoentes da introdução desse tema foram Hilton Japiassu e Ivani Fazenda. Ambos se empenharam ao longo dos últimos 40 anos no propósito de explanar de maneira coerente o conceito de interdisciplinaridade, por meio de publicações, pesquisas e palestras. Apesar de haver interação entre os pensamentos desses autores, Japiassu dedicou seus estudos à delimitação epistemológica do termo, enquanto Fazenda concentrou suas pesquisas no campo pedagógico.

Hilton Japiassu (1934-2015) foi um importante filósofo, educador e escritor brasileiro, reconhecido amplamente por seus aportes na trajetória dos estudos sobre a interdisciplinaridade. Foi dele a primeira produção sobre o assunto, com a publicação de sua tese de doutorado em formato de livro, a *Interdisciplinaridade e a*

patologia do saber, em 1976. Consiste na proposta de uma nova pedagogia com o objetivo de promover a dimensão do todo no campo do saber, a fim de superar a “patologia do saber”, advinda do excesso de compartimentos dos conhecimentos. O autor não oferece uma definição fechada do conceito de interdisciplinaridade, apenas apresenta pistas da construção de suas reflexões em seus escritos.

Todavia, quando aplicamos a crítica epistemológica às ciências humanas, na medida em que elas se fazem e em suas condições concretas de desenvolvimento, de construção e de estruturação, encontramos imediatamente diante dessa exigência: nada mais há que nos obrigue a fragmentar o real em compartimentos estanques ou em estágios superpostos, correspondendo às velhas fronteiras de nossas disciplinas. Pelo contrário, tudo nos leva a engajar-nos nas pesquisas das aproximações, das interações e dos métodos comuns às diversas especialidades. Eis o que chamaremos de pesquisas interdisciplinares (Japiassu, 1976, p. 40).

O estudioso refletiu sobre a possibilidade da implantação de uma nova concepção que unificasse o fenômeno humano sem elevar o interdisciplinar como a salvação de todos os males educacionais, mas propondo o rompimento das ilhas de conhecimentos entre os especialistas, para forma a valorizar as contribuições de suas áreas, resultando em uma maior compreensão do todo. Em suas reflexões, ele propôs um redimensionamento epistemológico das disciplinas, repensando a estruturação da produção e organização do conhecimento pelos pesquisadores. Assim, mais do que conceituar a interdisciplinaridade, seu objetivo foi encontrar o sentido epistemológico, o papel e as implicações no processo do conhecimento.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO – A história das ciências é a história de uma divergência contínua e inexorável. Cada disciplina, uma vez emancipada da filosofia, subdivide-se em setores autônomos. Se cada ciência é uma língua bem feita, cada língua assim criada encerra o conhecimento no espaço fechado de uma axiomática sem comunicação com as outras linguagens. Preso na armadilha de sua especialidade, o especialista é aquele que, por não poder tomar um recuo em relação à sua especialidade, permanece incapaz de defini-la. É o caso clássico ilustrado pelo psicólogo Binet, que confessa: “a inteligência é o que eu meço com meus testes”. Mas ele não se dá ao trabalho de perguntar o que realmente é inteligência. Assim, cativado pelo detalhe, o especialista perde o sentido do conjunto, não sabendo mais situar-se em relação a ele (Japiassu, 1976, p. 94).

Japiassu defende que a interação é fundamental para superar a fragmentação do conhecimento, facilitando uma abordagem mais completa e eficaz dos problemas complexos, por meio de um processo de mútua interatividade entre as disciplinas, gerando trocas entre os especialistas. Para tanto, destaca ainda que é necessária a

reciprocidade entre os métodos dentro de um mesmo projeto de pesquisa. Para isso, é essencial a complementariedade dos procedimentos, das ideias, das estruturas e dos axiomas sobre os quais se baseiam as várias práticas pedagógicas das disciplinas científicas. Para Japiassu,

[...] do ponto de vista integrador, a interdisciplinaridade requer equilíbrio entre amplitude, profundidade e síntese. Amplitude assegura uma larga base de conhecimento e informação. A profundidade assegura o requisito disciplinar e/ou conhecimento e informação interdisciplinar para a tarefa a ser executada. A síntese assegura o processo integrador (Thiesen, 2008 *apud* Japiassu, 1976, p. 65-66).

Desse modo, para que essa interação mútua ocorra, Japiassu aborda sobre a importância de dois elementos para o desenvolvimento de um conhecimento interdisciplinar: a humildade e a abertura ao novo. No primeiro deles, há a necessidade de os especialistas reconhecerem suas limitações em seus campos de estudo e terem a disposição de buscar a colaboração de outras disciplinas. Essa humildade intelectual implica o reconhecimento de que nenhum campo do saber detém todas as respostas. Já a abertura ao novo incita a saída da zona de conforto disciplinar para a exploração de territórios desconhecidos, integrando diferentes perspectivas que enriqueçam o conhecimento (Japiassu, 1976).

Nessa perspectiva, no tocante aos agentes do processo ensino e aprendizagem, há um problema maior a ser resolvido a partir da demanda sentida por professores e estudantes. Para sua resolução, cada especialista, consciente de suas limitações nessa tarefa, precisa se permitir reunir com outras disciplinas, a fim de construir uma maior compreensão do fenômeno em análise, numa articulação das ações orientadas por um interesse comum.

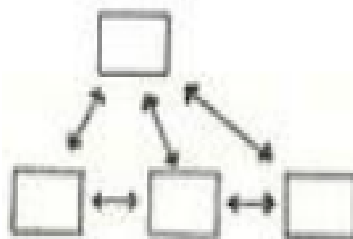
Essa articulação por meio de interações, intercâmbios e compartilhamentos entre as especialidades, deve gerar correspondência entre os saberes envolvidos para que, durante todo esse processo, todas as disciplinas participantes contribuam e recebam contribuições, a fim de uma progressão mútua dos saberes, tanto no âmbito teórico, quanto no prático, sempre condizentes com a realidade objetiva. Em vista disso, Japiassu (1976) explica que quando duas áreas de conhecimento diferentes iniciam uma interação ela resulta em uma nova ciência, com novos conceitos e métodos diferentes daqueles que a originaram.

[...] a interdisciplinaridade é um empreendimento que se vale do intercâmbio de instrumentos e técnicas metodológicos, esquemas conceituais e análises de diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. Ao entrar num processo interativo, duas ou mais disciplinas ingressam, ao mesmo tempo, num diálogo de pé de igualdade. Não há supremacia de uma sobre as demais. As trocas são recíprocas. O enriquecimento é mútuo. São colocados em comum não somente os axiomas e os conceitos fundamentais, mas os próprios métodos. Entre elas há uma espécie de fecundação recíproca. Fecundação que dá origem a uma nova disciplina: bioquímica, geopolítica, psicossociologia, biofísica etc. Trata-se de um tipo de interdisciplinaridade que não se efetua por simples adição nem tão pouco por mistura. O que há é uma combinação das disciplinas correspondendo ao estudo de novos campos problemáticos (Japiassu, 1976, p. 81).

Esse processo interativo citado pelo estudioso requer uma escola que supere a cultura de que o estudante aprende do mais simples para o mais complexo, o que acaba por exigir avanços lentos por meio de pouco pensamento. Isso se dará se o currículo buscar esse ensino interdisciplinar, a fim de que haja a integração do que foi dicotomizado, a religação do que foi desconectado, a problematização do que foi dogmatizado e o questionamento do que foi imposto como verdade. Segundo Japiassu (1976, p. 74), “a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”.

O pesquisador representa a interdisciplinaridade conforme a ilustração abaixo (Figura 1), em que os retângulos representam as disciplinas.

Figura 1 – Interdisciplinaridade



Fonte: Japiassu (1946, p. 74).

O reconhecimento da interdisciplinaridade é possível quando diversos ramos do saber se associam, utilizando os resultados de várias especialidades mediante concessões de instrumentos e técnicas metodológicas compartilhadas. Esse processo permite o progresso conjunto resultando em novos conhecimentos que estão mais alinhados à realidade.

Essa concepção pressupõe educadores capacitados por um verdadeiro espírito crítico, dispostos a trabalhar por meio da cooperação entre as diferentes disciplinas, e comprometidos com o incessante questionamento de saberes arbitrários, desvinculados da realidade.

Quanto mais se desenvolve as disciplinas do conhecimento, diversificando-se, mais elas perdem o contato com a realidade humana. Nesse sentido, podemos falar de uma alienação do humano, prisioneiro de um discurso tanto mais rigoroso quanto mais bem separado da realidade global pronunciando-se um esplêndido isolamento relativamente à ordem das realidades humanas (Japiassu, 1976, p.14).

Paralelo aos estudos de Hilton Japiassu, mas centrando-se na concretização do tema no campo pedagógico, está Ivani Fazenda. A pesquisadora é amplamente reconhecida como uma das principais teóricas da interdisciplinaridade no Brasil. Ela escreveu vários livros sobre o tema, influenciando não apenas a educação básica, mas também o ensino superior e a pesquisa acadêmica.

A primeira contribuição teórica de Ivani Fazenda, entre suas várias publicações subsequentes sobre interdisciplinaridade no Brasil, foi a dissertação de Mestrado em 1978, intitulada *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa* (2010). Nela, a estudiosa oferece um panorama conciso de sua trajetória e aprendizado dentro desse referencial teórico e prático.

Tendo estudado os escritos de Japiassu e de outros teóricos europeus, Fazenda, na fase inicial após a publicação de sua dissertação, dedicou-se a entender como essa nova perspectiva foi recebida e assimilada no campo educacional. Dessa forma, ela se empenhou em examinar todas as proposições emergentes sobre o tema, especialmente no contexto das reformas educacionais brasileiras. As descobertas desse estudo revelaram um estado de confusão e imaturidade epistemológica no Brasil quanto à compreensão do termo, o que acabou refletindo na formulação de uma proposta reformista sem base teórica sólida e sem critérios adequados para efetuar mudanças eficazes rumo à construção de uma perspectiva interdisciplinar no sistema educacional.

Fazenda (1994, p. 18) apresenta a interdisciplinaridade como um movimento, uma nova frente política e social proveniente de movimentos estudantis. Segundo a autora, o movimento da interdisciplinaridade na Europa, principalmente na França e na Itália, em meados da década de 1960, época dos movimentos estudantis,

reivindicou um novo estatuto de universidade e da escola. Esses movimentos surgiram como respostas a uma crise política e social que assolava a França naquele período. Entre as principais demandas estava a melhoria da qualidade do ensino superior. Os estudantes reivindicavam um plano de estudos que incorporasse as realidades sociais, políticas e econômicas da era moderna. A fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas não era vista como uma solução eficaz para abordar problemas que exigiam uma perspectiva integrada, na qual as questões estavam interconectadas no contexto social.

Não obstante, em meados dessa mesma década, a interdisciplinaridade já se aplicava no Brasil também, porém, de acordo com Fazenda (1994), como um jargão educacional, apenas um modismo, devido a forma com que os professores aplicavam essa ciência no sistema educacional. Segundo Fazenda (1994, p. 23), “o eco das discussões sobre interdisciplinaridade chega ao Brasil ao final da década de 1960 com sérias distorções, próprias daqueles que se aventuram ao novo sem reflexão, ao modismo sem medir as consequências do mesmo”.

A autora pesquisou sobre a interdisciplinaridade no tocante ao campo pedagógico, indicando mudança de postura de docentes e discentes. Seu estudo aponta para a construção de uma escola participativa, que promova a formação de um sujeito social capaz de articular saber, conhecimento e vivência. Para isso, propõe o rompimento dos limites rígidos entre as disciplinas, favorecendo uma abordagem mais integrada e contextualizada de ensino.

[...] a metodologia interdisciplinar parte de uma liberdade científica, alicerça-se no diálogo e na colaboração, funda-se no desejo de inovar, de criar, de ir além e suscita-se na arte de pesquisar, não objetivando apenas a valorização técnico-produtiva ou um material, mas sobretudo, possibilitando um acesso humano, no qual desenvolve a capacidade criativa de transformar a concreta realidade mundana e histórica numa aquisição maior de educação em seu sentido lato, humanizante e libertador do próprio sentido de ser no mundo (Fazenda, 1994, p. 69-70).

Dessa forma, a interdisciplinaridade se consolida por meio de ações pedagógicas advindas de uma escola participativa, que busca a formação de um sujeito social capaz de articular saber, conhecimento e vivência.

Tomando como base as reflexões da pesquisadora, percebe-se que, no processo de ensino e aprendizagem, é papel do professor identificar as necessidades dos estudantes e instigá-los a buscar o saber por meio de práticas interdisciplinares.

Isso implica uma transformação na pedagogia, demandando um novo modelo de formação docente e uma maneira diferenciada de ensinar. A transição ocorre de uma relação pedagógica baseada na simples transmissão de conhecimento de uma disciplina ou matéria, seguindo um modelo hierárquico e linear, para uma relação pedagógica dialogada, na qual o aprendizado é construído coletivamente. Nesse contexto, o professor assume o papel de um agente ativo, crítico e incentivador, por excelência.

Fazenda (1994) investiga pontos positivos e negativos da prática interdisciplinar, com o objetivo de buscar uma estrutura para alicerçar as características de um professor interdisciplinar, colocando três características fundamentais para essa prática, a saber: a) ter gosto pelo conhecer e pesquisar; b) ter um comprometimento diferenciado para com os estudantes; c) usar novas técnicas e procedimentos de ensino.

Dessa forma, direcionamos nossa atenção aos cinco problemas destacados por Fazenda (1993, 1994) em relação aos desafios para o desenvolvimento de uma prática interdisciplinar. O primeiro deles refere-se aos obstáculos epistemológicos e institucionais, que envolvem a interação entre a Matemática e outras disciplinas, respeitando os princípios de cada uma. Para isso, é preciso superar certas barreiras impostas pelas instituições, o que, sob a ótica capitalista, podem não ser bem recebidas, especialmente quando envolvem a integração de diferentes ciências.

O segundo obstáculo está relacionado às barreiras culturais e psicossociológicas. A falta de conhecimento, muitas vezes camuflada pelo desinteresse em entender o que realmente define um projeto interdisciplinar – seja devido a uma formação inadequada às demandas atuais, à comodidade em relação aos métodos de ensino vigentes ou até mesmo ao medo da mudança –, faz com que a sociedade permaneça estagnada em um processo educacional que já não atende à evolução necessária.

O terceiro ponto mencionado por Fazenda (1993, 1994) são os obstáculos metodológicos. Adotar uma metodologia interdisciplinar no ensino de Matemática exige o desenvolvimento de conteúdo matemático aplicável a diversas áreas de formação, além de respeitar as reflexões específicas de cada campo do conhecimento.

O quarto problema aborda os obstáculos relacionados à formação, considerando que a interdisciplinaridade transcende uma simples relação pedagógica.

Ao lado da formação teórica, uma abordagem dialógica promove uma postura de construção conjunta de aprendizagens.

Por fim, o quinto desafio está vinculado aos obstáculos materiais, que incluem questões orçamentárias, planejamento de tempo e preocupações com o ambiente físico.

A interdisciplinaridade, mais do que transpor as barreiras que existem entre uma e outra disciplina, visa superá-las: “A atitude disciplinar visa nesse sentido uma transgressão aos paradigmas rígidos da ciência escolar atual, na forma como vem se configurando disciplinarmente (Pavinato, 2016 *apud* Fazenda, 2012, p. 63).

Fazenda (1993, 1994) defende que a prática interdisciplinar na educação deve ser fundamentada na humildade e na fé na humanidade. Para ela, a interdisciplinaridade exige o reconhecimento das limitações do conhecimento fragmentado e a disposição para o diálogo, promovendo a superação das barreiras entre as pessoas. Não é apenas um método pedagógico, mas uma atitude que se manifesta na vida, permitindo substituir uma visão fragmentada por uma concepção unificada do ser humano. Essa prática exige compromisso e envolvimento de todos, facilitando a construção coletiva do conhecimento e a revitalização das relações interpessoais. A sala de aula torna-se, então, um espaço de produção conjunta entre professores e estudantes, no qual as inquietações dos estudantes abrem caminho para a pesquisa interdisciplinar e para a revisão e reconstrução das práticas educativas.

2.3 A interdisciplinaridade e suas vertentes

Como já explanado acima, a interdisciplinaridade é caracterizada pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, dentro de um projeto específico de pesquisa, com colaboração e mediação entre os conhecimentos na criação de saberes.

Outros conceitos também estudados e que contribuem para as reflexões acerca deste trabalho são: a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade e a transdisciplinaridade, que são conceitos relacionados, mas distintos, e que se referem a diferentes formas de integração e interação entre disciplinas.

Os conceitos associados aos três termos aqui mencionados não são, contudo, únicos ou aceitos com tranquilidade pelos estudiosos. Eles foram assumindo

significações diversas ao longo das últimas décadas, mantendo em comum a ideia de que representam movimentos que surgiram em resposta à fragmentação do conhecimento.

2.3.1 A multidisciplinaridade

A multidisciplinaridade envolve o trabalho simultâneo com várias disciplinas, mas sem explorar as interconexões entre elas. Ela é caracterizada por um sistema de nível único e objetivos isolados, sem colaboração entre as áreas. Na prática escolar tradicional, a multidisciplinaridade se reflete em um currículo fragmentado, composto por diversas matérias que utilizam informações de diferentes disciplinas para abordar um tema específico, sem integrar os conteúdos entre si. Assim, cada matéria contribui com conhecimentos próprios do seu campo, sem promover a conexão entre as disciplinas.

Essa abordagem é considerada pouco eficaz para a transferência de conhecimento, pois não estabelece relações entre os diferentes saberes. A multidisciplinaridade surge a fim de reunir informações de várias ciências ou áreas do conhecimento para resolver um problema, sem alterar ou enriquecer as disciplinas envolvidas. É vista como uma alternativa ao ensino altamente especializado, que foca em uma única disciplina.

Ela consiste na justaposição das disciplinas, caracterizada por uma abordagem essencialmente aditiva, em vez de verdadeiramente integrativa. A justaposição não se limita a colocar as disciplinas lado a lado; visa também a aproximação e o compartilhamento de informações entre elas.

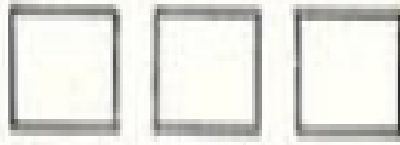
Teve seu surgimento diante da necessidade de se compilar informações de diversas ciências ou áreas do conhecimento para resolver um problema, sem modificar ou aprofundar as disciplinas envolvidas. Sua origem está na ideia de que o conhecimento pode ser fragmentado em partes distintas, ou seja, disciplinas. Essa abordagem resulta da visão cartesiana e, posteriormente, cientificista, que vê cada disciplina como um tipo específico de saber, com um objeto definido e reconhecido, além de conhecimentos e métodos próprios. Assim, a multidisciplinaridade emerge da subdivisão de um domínio específico do conhecimento e é vista como uma alternativa ao ensino altamente especializado, que se concentra em uma única disciplina.

A principal característica das relações que envolvem essa abordagem é a justaposição de ideias. A multidisciplinaridade ocupa o primeiro nível hierárquico, inferior, de integração entre disciplinas, quando comparada à interdisciplinaridade e à transdisciplinaridade. Teóricos afirmam que a multidisciplinaridade busca integrar conhecimentos por meio do estudo de um objeto dentro de uma única disciplina ou através de várias disciplinas simultaneamente. Embora esse tipo de pesquisa ofereça contribuições a uma disciplina específica, pois ultrapassa os limites das disciplinas, seu objetivo ainda está inserido na estrutura da pesquisa disciplinar.

Ela também envolve o estudo de um objeto a partir de diferentes perspectivas, sem que haja um acordo prévio sobre os métodos a serem utilizados ou os conceitos a serem aplicados. A abordagem multidisciplinar tende a ser essencialmente quantitativa e numérica, sem uma conexão necessária entre as diferentes abordagens ou entre os diversos profissionais envolvidos.

A multidisciplinaridade representa a organização dos conteúdos de forma mais tradicional, com matérias escolares apresentadas de forma independente, conforme aponta a Figura 2. As disciplinas são abordadas simultaneamente, mas sem que as possíveis relações entre elas sejam explicitamente demonstradas.

Figura 2 – Multidisciplinaridade



Fonte: Japiassu (1946, p. 73).

Embora a multidisciplinaridade seja apoiada pelos regulamentos educacionais, sua implementação plena e efetiva ainda enfrenta desafios. Isso se deve à necessidade de integrar o conhecimento e seus participantes de maneira que promova um diálogo não apenas científico, mas também ético, moral, histórico, econômico e político. Esse diálogo visa a problematização e o compromisso com o entendimento ou um consenso mínimo sobre certos temas. Além disso, é importante considerar a diminuição da dominância de áreas específicas para permitir o desenvolvimento intelectual, crítico e reflexivo, bem como promover o planejamento de ações que possam concretamente transformar a realidade.

2.3.2 A pluridisciplinaridade

A pluridisciplinaridade refere-se ao estudo de um mesmo objeto por várias disciplinas simultaneamente, com alguma interação entre os saberes dessas áreas. O conceito surgiu da tentativa de relacioná-las, desafiando a visão de que cada uma delas é um saber isolado. A pluridisciplinaridade busca estabelecer vínculos entre áreas de conhecimento, preparando o caminho para a interdisciplinaridade, na qual as disciplinas trabalham juntas para abordar questões mais amplas. No entanto, na pluridisciplinaridade, os conhecimentos ainda são usados principalmente para enriquecer o entendimento dentro de cada área específica.

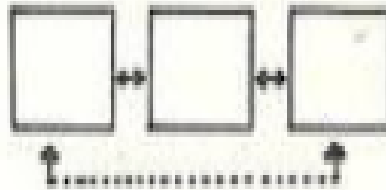
O termo pluridisciplinaridade refere-se à justaposição de diversas disciplinas geralmente situadas no mesmo nível hierárquico, organizadas de maneira a revelar as relações entre elas. Diferentemente da multidisciplinaridade, que envolve a sobreposição de disciplinas sem relações aparentes, a pluridisciplinaridade lida com disciplinas cujo objeto é correlato, sugerindo a possibilidade de interação entre elas. Por exemplo, a pluridisciplinaridade poderia considerar a Psicologia Educacional como uma subdisciplina dentro da Psicologia.

Assim, pode-se afirmar que a pluridisciplinaridade é vista como menos eficaz para a transferência de conhecimentos, uma vez que cada disciplina contribui com informações específicas de seu campo sem promover uma integração entre elas (Figura 3).

Pode ser definida como o estágio em que se realiza um movimento de organização entre as disciplinas, não havendo uma integração entre elas, ou seja, cada área utiliza seus conhecimentos científicos para estudo de um assunto em questão.

A pluridisciplinaridade representa o nível inicial de interação entre disciplinas, em comparação com a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Ela envolve o estudo de um objeto ou tema a partir de múltiplos conhecimentos ao mesmo tempo, preservando a perspectiva única de cada um deles.

Pode-se concluir que o procedimento pluridisciplinar vai além dos limites de uma única disciplina, embora sua finalidade ainda esteja circunscrita ao contexto da pesquisa disciplinar em questão.

Figura 3 – Pluridisciplinaridade

Fonte: Japiassu (1946, p. 73).

2.3.3 A transdisciplinaridade

Um dos principais objetivos da transdisciplinaridade é romper com a dicotomia entre sujeito e objeto, reconhecendo diferentes níveis de percepção que correspondem a diferentes níveis de realidade. Nesse sentido, a transdisciplinaridade propõe uma alternância entre três níveis de razão: a sensível, a experiencial e a prática.

Complementar à abordagem disciplinar, a transdisciplinaridade faz surgir, a partir do confronto entre as disciplinas, novos dados que as conectam e nos proporcionam uma nova visão da natureza e da realidade.

A transdisciplinaridade situa-se em um campo mais amplo do conhecimento humano e representa a busca por uma axiomática comum entre as ciências, a arte, a filosofia, a religião e os conhecimentos empíricos e tradicionais, entre outros. Nesse contexto, fala-se de uma transdisciplinaridade geral, que abarcaria todas as esferas através das quais os seres humanos procuram explicar e compreender a realidade, gerando conhecimento em cada uma delas.

Considera-se que o encontro interdisciplinar, entendido como a interação ou síntese entre duas ou mais disciplinas, favorece o surgimento da transdisciplinaridade, que, por sua vez, é uma das possibilidades de construir respostas para a crise de fragmentação, tanto do ser humano em seus aspectos racionais, afetivos e subjetivos, quanto do conhecimento. Essa fragmentação compromete a compreensão dos processos de produção do conhecimento sobre a realidade, resultando em uma incapacidade de entender e enfrentar os diversos contornos da crise que enfrentamos no mundo moderno (ecológica, civilizatória, do conhecimento, ética e de percepção).

Diante da ampla abrangência da perspectiva transdisciplinar, surge uma grande dificuldade em superar o domínio quase planetário exercido pela ciência clássica e pela tecnologia no mundo moderno. Em resposta a isso, pesquisadores e teóricos

têm-se concentrado na construção de conhecimentos transdisciplinares a partir de intersecções menores, como aquelas entre ciência e tradição, ciência e arte, ou ciência e filosofia. Esses passos são considerados necessários para alcançar estágios mais avançados de transdisciplinaridade.

A transdisciplinaridade refere-se ao que está simultaneamente entre as disciplinas, através das disciplinas e além de qualquer disciplina. Trata-se de uma abordagem que considera a multidimensionalidade da realidade e atua na integração de seus múltiplos níveis para a unificação do conhecimento.

Três pilares são propostos para uma metodologia transdisciplinar: os diferentes níveis de realidade, a lógica do terceiro termo incluído e a complexidade. Os diferentes níveis de realidade abrangem a decomposição da realidade em diversos níveis e as diferentes percepções que se têm dela. A lógica do terceiro termo incluído se opõe à visão unidimensional da realidade proposta pela lógica clássica, admitindo a interação entre diferentes instâncias da realidade. A complexidade é entendida como o pilar que possibilita perceber a unidade na multiplicidade e o múltiplo na unidade.

A transdisciplinaridade pode ser entendida como uma metodologia que permite ao ser humano permanecer constantemente aberto a novos processos, superando a fragmentação disciplinar e articulando uma rede de saberes. Por meio de práticas educativas transdisciplinares, o indivíduo pode transformar sua forma de pensar para adotar uma abordagem pluralista do conhecimento, conectando-se com a natureza e a sociedade. Assim, a integração da transdisciplinaridade nas práticas educativas é um tema que deve ser discutido e esclarecido ao longo do processo de ensino e aprendizagem, com o objetivo de desenvolver práticas educacionais baseadas em uma perspectiva pluralista do conhecimento.

Uma prática docente transdisciplinar exige uma postura aberta ao pensamento complexo, que envolve a capacidade de interligar diferentes dimensões da realidade, em contraste com a divisão disciplinar tradicional.

Nesse sentido, uma prática docente transdisciplinar considera, no âmbito da construção do conhecimento, as partes constituintes do todo ou o conhecimento em complexidade. Assim sendo, a abertura ao pensamento complexo oportuniza ao(a) docente e estudantes a experiência de uma aventura que os leva a cruzar disciplinas, a fazer viagens no saber e ao mesmo tempo, preservando a perspectiva única de cada uma delas.

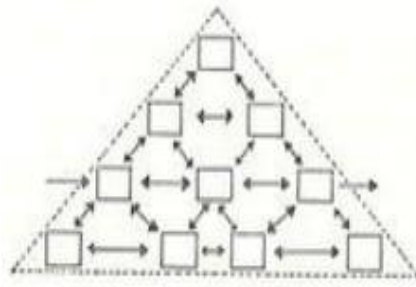
A transdisciplinaridade, como o prefixo latino "trans" sugere, refere-se ao que está simultaneamente entre as disciplinas, através delas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é compreender o mundo atual, sendo que um de seus imperativos é a unidade do conhecimento. Embora não seja antagônica à pesquisa multidisciplinar e interdisciplinar, a transdisciplinaridade tem uma finalidade radicalmente distinta: a compreensão do mundo presente.

Ela possui uma ambição muito mais ampla, buscando ultrapassar as fronteiras disciplinares (trans = além e através). Sua natureza é transgressiva, desafiando e rompendo as barreiras estabelecidas entre diferentes áreas do conhecimento. A transdisciplinaridade visa fornecer sínteses teóricas que unifiquem o conhecimento, abrangendo teorias como sistemas, neoevolucionismo, complexidade, behaviorismo, estruturalismo e marxismo.

Ela envolve a colaboração entre várias ciências com um objetivo comum, sendo que essas ciências não podem funcionar isoladamente. Essa abordagem, relativamente recente no campo epistemológico, demanda uma interação complexa e contínua entre todas as áreas do conhecimento, como as conhecemos hoje. A segmentação dos saberes é completamente abolida nesse processo, promovendo uma igualdade entre os conhecimentos e fazendo com que as relações disciplinares se tornem secundárias, já que todos os saberes operam em conjunto. Dado que a própria interdisciplinaridade já apresenta barreiras e desafios a serem superados, a análise de um cenário considerado utópico por muitos autores não será aprofundada neste trabalho.

Para a transdisciplinaridade, o conhecimento é visto de forma holística e complexa, indo além das disciplinas específicas estabelecidas por necessidades educacionais ou culturais (Figura 4). Essa abordagem considera as disciplinas dentro de um contexto global que lhes confere sentido. A escola transdisciplinar foca em um saber integrado e complexo, começando com uma análise das diversas disciplinas para então integrar e aprofundar a compreensão do conhecimento como um todo.

Figura 4 – Transdisciplinaridade



Fonte: Japiassu (1946, p. 74).

2.4 Breve histórico da Geometria

Como esse trabalho trata da interdisciplinaridade entre Matemática e Arte, é necessário abordar a Geometria, que é a grandeza específica da Matemática que será discutida. A dimensão histórica da Geometria é um aspecto fundamental no ensino e aprendizagem desse campo do conhecimento. Para tanto, tomamos as reflexões de Passos (2000) e Oliveira (2022) sobre os aspectos históricos da Geometria.

Os conceitos matemáticos surgiram de necessidades práticas, como contagem e medições, ligadas à agricultura e ao manejo de rebanhos desde os primórdios da humanidade.

Diferentes autores destacam a origem do conceito de Geometria. Para Pavanello (1989 *apud* Oliveira, 2022, p. 21), sua origem está associada à adaptação das comunidades neolíticas ao sedentarismo e à agricultura:

O que parece mais provável é que tais conhecimentos foram sendo construídos empiricamente, como resposta a necessidades de ordem prática das comunidades que no Neolítico – Idade da Pedra – deixaram sua vida nômade, passando a se fixar na terra e a cultivá-la"

A Geometria, desde sua origem, esteve relacionada às atividades práticas de civilizações antigas como egípcios e babilônicos, sendo utilizada para medir terras e construir templos. A formalização do conhecimento geométrico ocorreu na Grécia, com Euclides, Platão e Aristóteles.

Durante a Idade Média, a Geometria perdeu espaço, sendo extinguida até do ensino superior. A Geometria Projetiva surgiu nesse período, estudando as relações entre o objeto real e sua imagem projetada.

[...] começa a recuperar o seu prestígio. Leonardo Fibonacci (1170-1250) escreve dois livros – *Practica geometriae* e *Liber quadratorum*. Fibonacci dá à Geometria um novo tratamento e coloca a Europa na vanguarda do pensamento matemático. Essa retomada da Geometria tem seu auge em Brunelleschi (1377-1446), com sua teoria perspectiva (Zaleski Filho, 2013 *apud* Oliveira, 2022, p. 45).

No Brasil, o ensino de Matemática foi historicamente precário, priorizando a Aritmética. Os jesuítas desconsideravam a Matemática como essencial à formação humana, tratando a Geometria como "um divertimento vão". A primeira prática pedagógica da Geometria no Brasil surgiu na forma militar, sendo ensinada nas escolas militares portuguesas.

Com a chegada da família real, a Geometria continuou restrita aos militares, até que, no Império, passou a integrar o currículo escolar, com o Imperial Colégio de D. Pedro II. No final do século XIX, a Matemática tornou-se essencial para a formação humana, consolidando-se como disciplina escolar. Contudo, com a Proclamação da República, houve poucas inovações na Matemática, e as disciplinas permaneceram desconectadas entre si.

[...] criação da Academia Real Militar e da Academia Real dos Guardas-Militares foi fundamental para o estabelecimento de conteúdos matemáticos a serem ensinados, pois, anteriormente a elas, não havia organização alguma da matemática escolar no Brasil (Caldatto e Pavanello, 2015 *apud* Oliveira, 2022, p.47).

Nos anos 1920, influenciado pelo Movimento Internacional de Reforma do Ensino de Matemática, Euclides Roxo implementou novos programas para modernizar o ensino no Brasil. Nos anos 1960, com o Movimento da Matemática Moderna, a Geometria passou a ter um caráter mais teórico e abstrato, sem relação com aplicações práticas. Isso levou muitos professores a abandonarem o ensino da Geometria. A Lei 5.692/71 deu autonomia às escolas, o que infelizmente contribuiu para a redução do ensino da Geometria.

Notamos que o histórico da Geometria mostra como seu ensino oscilou ao longo do tempo, influenciado por mudanças políticas, econômicas e sociais. Os desafios no ensino da Geometria existem ainda hoje, pois é um conteúdo pouco abordado na formação de professores, além de ser um dos últimos conteúdos apresentados nos livros didáticos, o que compromete a aprendizagem pelos estudantes. Ademais, muitos professores alegam não ter tempo para abordá-la adequadamente. Além disso, a relação entre Álgebra e Geometria raramente é

destacada, pois os conceitos são apresentados de forma isolada, com poucas aplicações práticas. Assim, os estudantes acabam resolvendo exercícios que testam habilidades com fórmulas e regras, sem avaliar a compreensão real dos conceitos.

Diante disso, a presente pesquisa busca contribuir com a retomada da Geometria para o ensino escolar, contando com uma abordagem diferenciada.

2.5 A Arte: seu percurso no Brasil e as Artes Visuais

Dando continuidade às reflexões teóricas, a seguir apresentamos considerações acerca da Arte e de elementos específicos das Artes Visuais, de modo que os conhecimentos e metodologias dessa área possam, de forma integrativa aos da Matemática, contribuir para as atividades a serem desenvolvidas na pesquisa, bem como para as análises dos seus resultados.

Considerando as discussões apresentadas por Rosa Iavelberg (2003) em seu livro *Para gostar de aprender arte: sala de aula e formação de professores*, a autora defende que a aprendizagem em Artes Visuais baseia-se em professores que despertem o desejo de aprender continuamente por meio da promoção da autonomia do estudante, a fim de desenvolver um pensamento crítico. Esse ensino motivador precisa ter significado ao ser relacionado à cultura e à experiência pessoal dos estudantes, proporcionando questionamentos e explorando novas possibilidades para que se sintam capazes de criar, refletir e se expressar artisticamente. A criatividade desempenha um papel essencial tanto na Arte quanto na educação, indo além da psicologia e impactando a forma como o conhecimento é construído, sendo constantemente ressignificada, considerando os diferentes marcos poéticos, conceituais e educacionais.

Dessa forma, a Arte na escola não será apenas a reprodução de técnicas, mas sim um campo de experimentação, descoberta e expressão conectado às vivências dos estudantes e ao contexto cultural dos mesmos.

A Arte configura-se como expressão cultural; destarte, suas manifestações não ocorrem de maneira isolada. Isso também acontece com a produção artística infantil, pois ela reflete o contexto local e histórico da criança, bem como as oportunidades de aprendizado que ela tem acesso. Por isso, o desenho infantil não ocorre de forma linear ou espontânea, mas expressa interpretações subjetivas e influências coletivas.

Nesse sentido, o ensino de Artes pode valorizar a construção individual da linguagem visual, sem impor padrões ou modelos. Segundo Lavelberg (2003, p. 40), “Aprender ou ensinar é criar ou ressignificar arte no contexto didático; por isso, é necessário que o aluno viva arte na escola”.

As principais vertentes na educação escolar em Arte no Brasil foram a idealista, a liberal e a realista-progressista. A primeira assentia uma educação capaz de garantir a construção de uma sociedade mais igualitária e democrática. As teorias de educação que sustentam essas ideias são:

a) Pedagogia tradicional: nesse período a literatura era priorizada em detrimento das belas-artes, que eram encaradas como algo que poderia estimular o sentido e a sedução, limitando a formação artística e reforçando uma visão rígida e tecnicista do ensino da arte.

b) Pedagogia renovada: também conhecida por escola nova, defendia a livre expressão, a espontaneidade e a autonomia, tendo como eixo a ideia da necessidade de um ensino motivado pelo prazer e pela experimentação, por meio da expressão individual, criativa e autônoma, em que o produto final não interessava, apenas o processo.

c) Pedagogia tecnicista: foi implantada no Brasil nas décadas de 60 e 70, de acordo com os interesses da sociedade industrial, visando a preparação dos estudantes para o mercado de trabalho. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 5692/71 inseriu a Arte no currículo, mas de forma não disciplinar, considerada apenas um complemento pedagógico, a ser trabalhada de maneira fragmentada e pouco reflexiva; por conseguinte, ela enfraqueceu sua importância no currículo escolar.

Desde os anos 1960, várias discussões entre os educadores têm contribuído na busca de melhorias das práticas pedagógicas escolares. Nesse processo histórico, seguiram-se as pedagogias, como a libertadora, que enfatiza o ensino de Arte com práticas voltadas para a arte popular e com conteúdo político; a libertária, que valoriza a arte como forma de expressão e transformação social; a crítico-social dos conteúdos, que propõe um ensino de Arte que envolva os estudantes no processo de aprendizagem, considerando a arte dentro de contextos sociais e culturais.

Refletindo sobre a intermediação do fazer, do construir e do pensar em Artes Visuais, buscamos subsidiar as análises dos resultados com elementos da visualização e de algumas das modalidades compositivas presentes na maioria das formas. Para isso, apresentaremos as reflexões de Fusari e Ferraz (2001), divulgadas no livro *Arte na educação escolar*.

O trabalho com formas nas Artes Visuais envolve a interação entre superfície, espaço, volume, linhas, texturas, cores e luz. Cada elemento possui sua expressividade e significado, tanto individualmente quanto em relação a outros. A seguir, explanaremos brevemente esses elementos.

Se uma organização espacial envolve altura e largura simultaneamente ou ocorre em um plano, trata-se do trabalho com a superfície. Esta pode apresentar diferentes formas – fechadas, abertas, curvas, planas, regulares ou irregulares – desempenha um papel fundamental na arte, pois funciona como suporte para o registro artístico, sendo o meio onde se concretizam as manifestações visuais.

O volume é um dos elementos fundamentais relacionados à organização espacial das formas tridimensionais, definido pela altura, largura e profundidade; ele pode ser percebido tanto em massas reais quanto em representações visuais. As formas volumétricas podem ser delimitadas por espaços internos e externos, criando relações de estrutura e preenchimento. A organização dos volumes no espaço envolve a distribuição de massas, vazios, planos e linhas estruturais. Além disso, o volume pode ser associado ao peso visual, à estrutura formal e às características materiais das formas, e pode sugerir movimento, dependendo da forma como as massas se relacionam entre si e com o ambiente.

A expressão visual dos volumes, espaços e superfícies depende tanto dos materiais utilizados quanto das possibilidades formais. O artista Moholy-Nagy ilustra esse processo ao descrever a interação entre o escultor e o bloco de pedra.

Examinar o bloco, o objeto, calcula seu peso, verifica sua composição e suas dimensões e, frequentemente, o toma entre as mãos como um corpo vivo devido à sua própria forma primitiva. Logo começa apaixonadamente, como espectador, ou silenciosamente, como experimentador, - após de seu impacto mecânico - a trabalhar o material com uma ferramenta, como um pequeno que a princípio não é evidente, mas que se clarifica no transcurso do trabalho ... Vai conhecendo mais o material e as suas ferramentas. Observa a relação existente entre vazio e cheio, curvo e anguloso, rombudo e agudo, pequeno e grande, as dificuldades e soluções. Investe com método, descobre novas ferramentas, se aventura a proceder mais drasticamente, faz escavações, cavidades e cortes, aprofundando mais e mais o bloco, produzindo assim

volumes negativos (espaços ocios) (László Moholy-Nagy, 1997 *apud* Fusari; Ferraz, 2001, p. 85).

O conceito de espaço está diretamente relacionado à percepção visual do ambiente. A observação de objetos, pessoas, arquitetura e obras de arte envolve experiências visuais que nos ajudam a interpretar a localização, distância e profundidade desses elementos. Para uma melhor compreensão do espaço, podemos imaginar a observação de um edifício em uma cidade, onde o olhar do observador percorre tanto as características formais da construção quanto o espaço visual externo, delimitado pelo ambiente e outros elementos da paisagem. Essa interação permite a percepção de formas variadas, como concavidades, convexidades, linhas retas ou curvas. Consoante Fusari e Ferraz (2001, p. 83), “[...] às relações de disposição, distância, profundidade, pode-se agregar outras noções sugestivas de espacialidade, transparência, superposições, direções, que podem ser bi e tridimensionais”.

As autoras também abordam o elemento linha, destacando que é um dos principais elementos visuais e tem um papel fundamental na composição artística, pois orienta direções, delimita formas por meio de contornos e contribui para a criação de texturas, influenciando a organização visual e a percepção das formas. Elas citam que de acordo com Wassily Kandinsky, a linha surge do deslocamento de um ponto, concretizando-se em direções e extensões, o que lhe confere movimento e dinamismo (Fusari; Ferraz, 2001).

Embora sejam conceitualmente unidimensionais, as linhas podem apresentar variações expressivas, sendo grossas, finas, escuras, brilhantes, coloridas ou interrompidas. Além disso, existem as linhas virtuais, que não estão fisicamente presentes, mas são percebidas pela indução do olhar humano. A percepção da linha pode mudar dependendo das referências e do contexto. Uma linha fina, por exemplo, pode parecer grossa ao ser vista por meio de uma lente de aumento. As distâncias e materiais utilizados também influenciam a aparência e a expressividade das linhas, podendo torná-las planos ou induzir a leitura de formas. De acordo com Fusari e Ferraz (2001, p. 86), “[...] conforme as distâncias e os materiais utilizados, as linhas podem perder o caráter de unidimensionalidade e até transformar-se em planos e induzir a leitura de forma”.

Além disso, um mesmo traço pode ser interpretado de diversas formas, dependendo do repertório visual e simbólico de cada indivíduo. Um traço pode parecer

um rabisco, um fio de cabelo ou uma mola quebrada, demonstrando a riqueza de significados que as linhas podem assumir.

No estudo das formas bi e tridimensionais, as linhas podem ser classificadas em duas ordens básicas:

[...] as linhas visivas e as linhas estruturais. As primeiras são percursos lineares vistos nas superfícies, nos volumes e até na natureza, no cotidiano, e correspondem aos traços percebidos pelo efeito de materiais ou por indução do olhar (são as bordas dos objetos, arestas de um volume). São linhas retas, curvas, oblíquas, côncavas, convexas, que delimitam, direcionam e configuram as massas dos objetos e formas em geral [...] As linhas estruturais, por sua vez, correspondem aos esquemas da composição que determinam a forma final. Como exemplo de linhas estruturais tem-se o esquema da perspectiva para indicar a tridimensionalidade (Fusari; Ferraz, 2001, p. 86-87).

As linhas, portanto, são elementos fundamentais da composição visual, funcionando como guias para a organização das formas e da percepção do espaço.

Em relação às texturas, as linhas são aparências visuais que resultam tanto da materialidade das superfícies quanto dos tratamentos gráficos aplicados aos espaços visuais. Elas podem apresentar características como rugosidade, aspereza, suavidade, brilho, opacidade, homogeneidade e diferenciação, podendo ser táteis, quando podem ser sentidas fisicamente, ou visuais, quando são apenas percebidas pelo olhar sem realmente estarem presentes na superfície. É um elemento essencial na distinção formal e na expressividade das artes visuais, pode ser gerada por procedimentos gráficos repetitivos, como linhas, traços e pontos, criando variações de aparência nas superfícies e volumes. Assim, na Arte, as texturas podem ser simuladas, criando a ilusão de profundidade e realismo.

Dentre os tipos de texturas, destacam-se as retículas, que são compostas por tramas de diferentes tamanhos e formas, podendo ser lineares, circulares, paralelas, cruzadas, pontilhadas ou coloridas. A variação na proximidade e espessura desses elementos pode provocar sensações ópticas, como a ilusão de luz e sombra (claro-escuro).

Outro elemento visual abordado é a cor, que se destaca conforme sua proximidade com outras cores, essa percepção é evidente tanto em trabalhos artísticos quanto no cotidiano. O significado de uma cor não é absoluto, mas depende do contexto em que está inserida, pois quando combinada com outras cores, ela adquire funções espaciais específicas, sendo redefinida a cada nova interação. Dessa

forma, a cor não apenas diferencia elementos visuais, mas também contribui para a organização e percepção do espaço

Do ponto de vista físico e fisiológico, a cor é uma sensação provocada pela luminosidade. Sendo assim, a percepção das cores depende da qualidade e cor da luz que ilumina um objeto, pois as superfícies têm a capacidade de refletir e filtrar certos comprimentos de onda. Isso significa que a cor de um objeto não é inerente a ele, mas o resultado da luz refletida. Por exemplo, se um objeto branco for pintado de vermelho e iluminado com luz branca, ele refletirá apenas a luz vermelha, pois absorverá todas as outras cores, mas se o mesmo objeto for iluminado com luz azul, parecerá preto, pois a luz azul não contém ondas da cor vermelha para serem refletidas.

A combinação de cores afeta diretamente a forma como as superfícies, texturas e volumes são percebidos, pois pode gerar diferentes efeitos visuais, especialmente quando há sobreposição de planos coloridos, transparências ou variações na saturação e tonalidade de uma cor podendo ser alteradas dependendo da luz ambiente, das cores vizinhas, do fundo ou da sobreposição de transparências e opacidades. Isso demonstra a importância do contexto na definição das cores percebidas.

A visualização do volume é influenciada por luz, sombras, texturas e cores, que ajudam a definir a profundidade e a proximidade dos elementos em um espaço tridimensional. Essa percepção é essencial para a compreensão da organização espacial e da interação entre formas e superfícies. Dessa maneira, a construção de volumes nas Artes Visuais depende da distribuição equilibrada de elementos, possibilitando a exploração da profundidade, das texturas e das relações espaciais na composição visual.

Para tratarmos especificamente sobre sombra e luz, abordaremos os estudos de Rudolf Arnheim (2000) em seu livro *Arte e percepção visual*. De acordo com o estudioso, as sombras desempenham um papel essencial na percepção visual, tanto no campo artístico quanto em espaços como galerias e museus, onde a iluminação é cuidadosamente planejada para destacar formas e detalhes. Quando muito intensas, as sombras podem dificultar a identificação dos contornos dos objetos, comprometendo sua continuidade visual. Pesquisas indicam que sombras mais suaves e esfumadas preservam melhor as características dos objetos, proporcionando uma leitura mais clara e precisa de suas formas. Além disso, a

combinação de diferentes fontes de luz pode atenuar sombras excessivamente marcadas, resultando em um efeito visual mais equilibrado. No contexto das Artes e do Teatro, a organização da iluminação não apenas valoriza a estética, mas também influencia diretamente a forma como os elementos são percebidos, criando uma experiência visual mais coerente e envolvente.

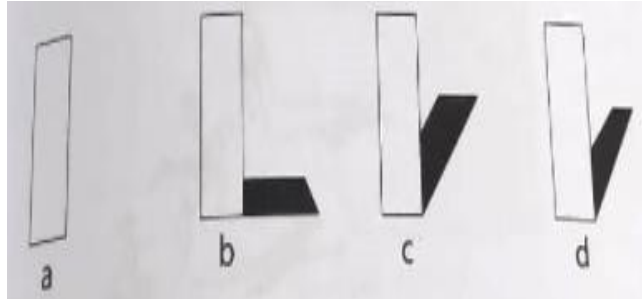
No estudo das sombras, é fundamental distinguir sombras próprias – aquelas que surgem no próprio objeto devido à sua forma e à posição da luz – e sombras projetadas, que ocorrem quando um objeto bloqueia a passagem da luz e gera uma sombra sobre outra superfície. As sombras projetadas, em particular, podem modificar significativamente a percepção de um objeto, alterando sua forma aparente ou obscurecendo detalhes importantes. A interpretação dessas sombras varia de acordo com o contexto e a posição do observador, podendo até mesmo gerar ilusões ópticas que influenciam a percepção de profundidade e volume.

Perceptivamente são completamente diferentes. A sombra própria é uma parte integrante do mesmo objeto, tanto assim, que na experiência prática geralmente não é notada, mas serve simplesmente para definir volume. Uma sombra projetada, por outro lado, é uma imposição de um objeto sobre outro, uma interferência na integridade do receptor (Arnheim, 2000, p. 305)

Para que uma representação visual seja coerente, é essencial que as sombras estejam corretamente associadas ao objeto que as origina, evitando distorções que comprometam a sensação de tridimensionalidade. A Figura 5 exemplifica como diferentes formas de projeção de sombras influenciam a percepção da profundidade, demonstrando que seu ângulo e posicionamento podem modificar a maneira como interpretamos um objeto no espaço. Dependendo da direção da luz e da interação da sombra com o ambiente, um mesmo objeto pode parecer mais achatado ou mais volumoso.

A correta interpretação das sombras exige uma leitura atenta do contexto visual. Elas podem sugerir movimento, reforçar a percepção de profundidade e até mesmo criar ilusões ópticas que transformam a experiência do observador. A inclinação e o posicionamento das sombras afetam diretamente a tridimensionalidade dos objetos, como ilustrado na Figura 5, que destaca diferentes formas de projeção e sua influência na percepção da forma. Assim, compreender a interação entre luz e sombra é fundamental para garantir representações visuais mais fiéis e eficazes.

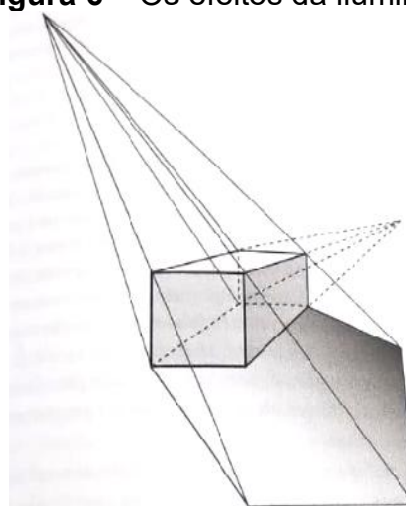
Figura 5 – O retângulo e suas sombras



Fonte: Arnheim (2000, p. 307).

A forma como as sombras convergem está diretamente ligada à posição da fonte luminosa. Quando a luz provém de uma fonte distante, como o sol, seus raios chegam à superfície de maneira paralela, resultando em sombras isométricas, que mantêm proporções mais estáveis. Já quando a fonte de luz está próxima, os raios se espalham, criando sombras divergentes e produzindo efeitos ópticos distintos, como exemplificado na Figura 6. Esse fenômeno evidencia o impacto da iluminação na distorção da forma percebida, ressaltando a importância de compreender como a interação entre luz e sombra influencia a percepção dos objetos no espaço.

Figura 6 – Os efeitos da iluminação



Fonte: Arnheim (2000, p. 309).

Além disso, a sombra projetada de um objeto pode sofrer distorções, dependendo da posição da fonte luminosa e da perspectiva sob a qual é observada.

Dessa forma, a iluminação não apenas define as áreas de luz e sombra, mas também influencia diretamente a percepção da estrutura dos objetos no espaço. O sistema visual humano possui a capacidade de identificar propriedades constantes dos objetos, mesmo diante de variações na forma das sombras, o que evidencia o papel essencial da experiência perceptiva na interpretação do ambiente. Assim, a interação entre luz, sombra e perspectiva é um elemento-chave na construção da tridimensionalidade na visão humana.

A relação entre luz e sombra também exerce influência sobre a composição de cores e a sensação de volume em uma cena. O *chiaroscuro*², além de ser amplamente utilizado para criar profundidade, tem o poder de modificar a percepção das cores originais, intensificando contrastes e conferindo dramaticidade às representações visuais. Compreender a relação entre iluminação, sombras e perspectiva, portanto, é essencial não apenas no campo das Artes, mas também em diversas áreas do conhecimento que envolvem representação visual e espacialidade.

Os elementos visuais estão presentes na Arte, na natureza, no cotidiano e na história cultural da humanidade, aparecendo em múltiplas composições indicadas por movimentos, direções, ritmos, contrastes, proporções, simetrias e tensões. Esses elementos são constantemente reinterpretados em diferentes ambientes comunicacionais, o que torna essencial seu estudo para compreender suas dimensões estéticas, artísticas e históricas.

Escolhemos para o nosso estudo a perspectiva como conceito que nos auxiliará nas investigações, na elaboração do produto educacional e na análise dos dados, visto que trará subsídios para reflexões sobre a produção utilizada das imagens visuais por meio das representações das figuras geométricas, pois gera a percepção de tridimensionalidade em imagens bidimensionais. Desse modo, no item seguinte exploramos esse conceito sobre uma visão lógico-histórica.

2.6 Lógico-histórico do conceito de perspectiva

² O *chiaroscuro* (do italiano, "claro-escuro") é uma das técnicas da pintura renascentista do século XV, utilizada junto ao *sfumato*, *cangiante* e *unione*. Caracteriza-se pelo forte contraste entre luz e sombra na representação de um objeto, apresentando transições tonais menos sutis em comparação ao *sfumato* (Guimarães; Equipe Aela, 2023).

O movimento lógico-histórico de um determinado conceito traz as sínteses do processo de desenvolvimento do mesmo. Segundo Kopnin (1978), lógico diz respeito aos movimentos dos sistemas de abstrações do objeto, descrevendo como o pensamento realiza esta tarefa. O histórico está relacionado às fases de surgimento e desenvolvimento do objeto de conhecimento.

A partir dessa relação dialética entre o lógico, o histórico e o conceito é que se torna possível conhecer suas relações com outros conhecimentos da humanidade, bem como compreender as reais necessidades humanas que resultaram em seu desenvolvimento.

Os trabalhos de Flores (2003) e Oliveira (2022) trazem considerações acerca da perspectiva, bem como elementos históricos de sua concepção, uma vez que ambas as autoras explanaram esses elementos – conceito e história – em suas pesquisas.

As tentativas de transpor para uma superfície plana o mundo visível variou muito de acordo com cada época, povo, cultura visual. Os egípcios, por exemplo, trabalhavam com a perspectiva horizontal, enquanto os hindus utilizavam a perspectiva irradiante; os bizantinos, por sua vez, estudaram a perspectiva invertida, e os chineses e os japoneses, a perspectiva voo de pássaro (Flores, 2003).

Segundo Oliveira (2022), antigamente, para dar noção de profundidade e se aproximar do real, figuras maiores e com tons mais escuros eram utilizadas para dar a noção do primeiro plano. Já as menores, com partes recobertas, transmitiam a percepção de estar na parte de trás da ilustração, dando ideia de profundidade.

Durante toda a Idade Média, a palavra “perspectiva” significou “a ciência da visão”. O sentido que lhe é atribuído aqui é o que versa sobre o panorama da arte de representar os objetos sobre um plano, tais como se apresentam no espaço, isto é, à vista.

O Renascimento, reconhecido como um importante movimento cultural, é descrito como um período que buscou a renovação do pensamento humano. Este movimento destacou-se por um florescimento das artes visuais e manuais, além de um interesse renovado por investigações matemáticas. Houve o desejo de representar o mundo de uma maneira mais transparente e infinita, no qual artistas, pintores e arquitetos buscavam ser mais racionais e realistas nas expressões da terceira dimensão do plano.

O primeiro manifesto da arte renascentista foi o *Trattato della Pittura*, de Leon Battista Alberti (1404-1472), publicado em 1434. De acordo com estudos, existem muitas discussões acerca do criador do método da representação em perspectiva, sendo que certos estudiosos atribuem essa criação à Filippo Brunelleschi (1377-1446). No entanto, o primeiro manifestante dessa técnica foi Della Pittura de Alberti (1404-1474).

A Renascença aponta possibilidades de uma representação medida e padronizada: a perspectiva linear. Nessa técnica, os artistas desenvolveram métodos para criar representações visuais mais realistas, escolhendo um ponto de vista fixo a partir do qual os objetos da cena são desenhados em relação a esse ponto, o que gera a sensação de profundidade. A técnica baseia em cálculos matemáticos para determinar as proporções e distâncias entre os objetos visíveis e o observador fixo.

A linear teve êxito devido as novas maneiras de pensar que o Renascimento lançou.

(i) o sujeito é que está por detrás de um olhar e, portanto, é ele que olha e que vai esclarecer os mistérios do mundo através de uma transparência puramente humana; (ii) há a possibilidade de classificação das plantas, dos animais, da gramática geral; (iii) o espaço recebe um novo uso, ou seja, a cidade passa a ser planejada, as distâncias encurtadas; (iv) as relações sociais assumem novas configurações, novos valores. Enfim, abre-se um novo campo de possibilidades que garante a supremacia deste novo modo de representação (Flores, 2002, p. 94).

A perspectiva linear³, modalidade que orienta parte do desenvolvimento dessa pesquisa, fundamenta-se no sistema de projeção central, com um, dois, três ou mais pontos de fuga, e busca representar a realidade visual. Seus elementos incluem a linha do horizonte, o ponto de vista, o ponto de fuga e as linhas de fuga. Nessa representação, o primeiro objeto aparece em destaque para parecer maior e, à medida que as linhas de fuga vão afunilando, os tamanhos dos objetos diminuem proporcionalmente, para dar sensação de profundidade e realismo. Por isso, essa perspectiva permite representar um objeto tridimensional projetando-o sobre um plano a partir de um ponto de fuga localizado sobre uma linha de visão, a chamada linha do horizonte imaginário. A partir do ponto de fuga e da linha do horizonte, o artista consegue retratar objetos que seguem as linhas de fuga, fazendo com que o campo de visão do observador encontre um ponto central, proporcionando uma ilusão de convergência e profundidade.

³ A perspectiva linear, cônica ou central é a projeção feita de um ponto (centro de projeção, ponto de vista sobre um plano (quadro). (Negro, Carlos Del; 1942).

É chamada assim porque usa exclusivamente traços para representar retas, curvas, planos, volumes e seus contornos. Nessa perspectiva, uma imagem, quando representada, mostra um universo relacional, pois as representações são feitas no espaço a partir de razões e proporções.

Essa representação possibilita visualizar os objetos como estão no espaço ou na realidade, ao recolocá-los num outro espaço, como, a tela, a parede ou o papel. Dessa forma, permite que o sujeito que realizou essa representação compatibilize o que é observado ao seu redor com o que está sendo representado, configurando-se, assim, uma certa compreensão do mundo.

Nesse sentido, as figuras e objetos são vistos:

[...] a partir de um primeiro plano, diminuindo progressivamente de tamanho ao se aproximarem do ponto de fuga localizado no horizonte. Assim a perspectiva regula diversas magnitudes dos objetos que ocupam o espaço, caracterizando-o em termos de profundidade e realidade tridimensional (Ostrower, 1998, *apud* Oliveira, 2022, p. 122).

A perspectiva, por ser uma técnica de representação utilizada por diversas áreas do conhecimento, como Artes Visuais, Matemática, Engenharia, Arquitetura, *Design* e Publicidade, permite a criação de profundidade espacial em superfícies planas, gerando um efeito de tridimensionalidade. Por compartilhar métodos, procedimentos, conhecimentos e metodologias nessas áreas, pode ser tratada com enfoque interdisciplinar. Existem diferentes técnicas usadas para criar ilustrações realistas ou estilizadas dentro da área da perspectiva, tais como: anamórfica, intuitiva, paralela, cavaleira, axonométrica, isométrica.

Na Matemática, a perspectiva institui um campo de estudo que se dedica a expressar geometricamente a relação rigorosa entre as dimensões reais dos objetos e as dimensões aparentes que constituem a percepção visual das representações semióticas. Sendo assim, torna-se essencial discutir o conceito de perspectiva, não apenas porque a construção e leitura das figuras geométricas tridimensionais são feitas mediante as técnicas de perspectiva nos materiais didáticos impressos, mas principalmente por auxiliar na antecipação e compreensão das dificuldades na visualização e representação das figuras geométricas espaciais.

2.7 Como olhar o que não se vê

Considerando os estudos de Flores, Wagner e Buratto (2012), apresentaremos aqui as considerações acerca do termo “visualização”, antes associado somente às habilidades visuais utilizadas para interpretar imagens. Já na década de 1980, a Matemática se apropriou dessa perspectiva para tratar de processos de ensino e aprendizagem.

De acordo com o dicionário Aurélio (2004), “visualização” é a ação ou efeito de visualizar, a transformação de conceitos em imagens reais ou mentalmente visíveis. O dicionário Houaiss (2009), por sua vez, traz a mesma definição, acrescentando a capacidade ou ato de formar mentalmente imagens visuais de coisas que não estão à vista. Já o dicionário Michaelis (1998) define “visualização” como transformação de conceitos abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis.

No decorrer dos anos foram vários os estudiosos que se debruçaram sobre o estudo desse termo e diferentes definições para visualização foram criadas. Diante disso, após relacionar algumas definições do conceito de “visualização” estabelecidas por diferentes pesquisadores, Flores, Wagner e Buratto (2012) formularam um quadro de definições que demonstra como o tema está relacionado aos mais diversos ramos da Matemática (Quadro 1).

Quadro 1 – Definições para o termo “visualização”

Palavras-chave	Agrupamento dos diferentes conceitos de visualização
Imagens visuais mentais	Processo de construção e transformação de imagens visuais mentais , bem como de todo tipo de inscrições de natureza espacial.
Forma simbólica – modelos visuais	Interpretação e compreensão de modelos visuais e a capacidade de traduzir em informação de imagens visuais o que é dado de forma simbólica (a visualização como um processo útil para apoiar a intuição e a formação de conceitos na aprendizagem da matemática). Atua-se sobre possíveis representações concretas , enquanto se descobrem as relações abstratas que interessam ao matemático.
Formação de imagens	É o processo de formação de imagens (mentais, ou com lápis e papel, ou com o auxílio de tecnologias) e utilização dessas imagens para descobrir e compreender matemática.
Elementos visuais ou espaciais	É um tipo de atividade de raciocínio baseada no uso de elementos visuais ou espaciais , seja mental ou físico, realizada para resolver problemas, ou provar propriedades

	(imagens mentais, representação externa, processos de visualização e habilidade de visualização).
Atividade cognitiva – registros semióticos	Refere-se a uma atividade cognitiva que é intrinsecamente semiótica e o uso da visualização na matemática requer um treino específico, ou seja, visualização está ligada aos registros semióticos .
Forma de pensamento – experiência visual	Como uma forma de pensamento que tem como função contribuir na construção de significados e de sentidos, bem como servir de auxílio na compreensão da resolução de problemas (visualizar não é apenas ver o visível, mas tornar visível aquilo que se vê extraindo padrões das representações e construindo o objeto a partir da experiência visual).

Fonte: Flores, Wagner e Buratto (2012, p. 62).

As definições propõem uma aprendizagem direcionada para aprimorar o pensamento espacial do estudante, incentivando-o a estabelecer novas relações com o conceito matemático. Essas relações ocorrem de forma integrada ao visual no ensino da Matemática, potencializando suas habilidades para interpretar transformações projetivas, o que facilita a compreensão de conceitos geométricos futuros. Notemos que a variedade de abordagens e interpretações do termo na Educação Matemática revela o quanto é desafiador estabelecer uma definição clara para esse conceito.

Corroborando com a afirmação acima, os autores, no artigo intitulado “Pesquisa em visualização na Educação Matemática: conceitos, tendências e perspectivas” (Flores; Wagner; Buratto, 2012, p. 40), afirmaram:

As definições que aparecem com maior ênfase nos trabalhos tratam visualização como: processo de construção e transformação de imagens visuais mentais; uma atividade cognitiva que é intrinsecamente semiótica; processo de formação de imagens (mentais, ou com lápis e papel, ou com o auxílio de tecnologias) e utilização dessas imagens para descobrir e compreender matemática; forma de pensamento que torna visível aquilo que se vê, extraindo padrões das representações.

As definições entendem a visualização como um processo de raciocínio que envolve o uso de imagens mentais, permitindo que estudantes ou professores façam conexões entre um problema ou conceito e sua representação. Os estudos apresentam abordagens diversas, mas sempre ligados aos fundamentos da pesquisa em educação, promovendo o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos e geométricos.

De acordo com os estudos de Flores (2003), é necessária a compreensão da percepção visual dos estudantes para a aprendizagem da matemática, especificamente na geometria, para que eles saibam ver e entender as representações das figuras geométricas.

Flores (2003) cita Duval (1995) no que tange à reflexão sobre a complexidade da relação entre figura real e sua representação semiótica na atividade geométrica, quando afirma que não se trata apenas de relacionar dois registros de representação, mas também articular as dimensões bidimensionais e tridimensionais, ou seja, como a figura se conecta à sua representação.

Essa questão perpassa a problemática de se representar, através de desenhos, objetos do espaço num espaço, como no papel, por exemplo, que é uma superfície plana. Isso implica retratar as coisas no mundo como se veem. Portanto, há uma estreita relação entre a forma que se observa esses objetos e suas representações, ou seja, representar a tridimensionalidade num plano de duas dimensões envolve uma construção do próprio olhar.

2.8 Da visualização à visualidade

Para tratar da temática visualização e visualidade utilizamos os textos “Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares” (Flores, 2010); “Historicidade e visualidade: proposta para uma nova narrativa na Educação Matemática” (Buratto, 2012) e “Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas” (Flores; Wagner; Buratto, 2012).

Buratto (2012), em sua tese intitulada “Historicidade e visualidade: proposta para uma nova narrativa na Educação Matemática”, aborda a cultura visual e o termo “visualidade”, que vêm ganhando destaque como campo de estudo em diversas áreas do conhecimento, como as artes, o cinema, a filosofia e a educação. Esses conceitos englobam a análise crítica e a interpretação das imagens e representações visuais presentes no cotidiano, influenciando nossa percepção e compreensão do mundo. O foco está nas formas como a visualização impacta e molda as experiências e discursos em diferentes contextos, estabelecendo uma relação direta com a construção do conhecimento e da realidade cultural.

[...] uma das proposições fundamentais da cultura visual é a de discutir e cogitar sobre a “relevância que as representações visuais e as práticas culturais têm dado ao ‘olhar’ em termos das construções de sentido e das subjetividades no mundo contemporâneo” (HERNÁNDEZ, 2009, p. 27), buscando, por meio disto, considerar o importante papel da reflexão e da problematização da imagem como componente da produção cultural (Buratto, 2012, p. 36).

O autor defende que a cultura visual é um campo transdisciplinar que envolve diversas áreas ligadas ao sistema de interpretação de cada cultura. Essas áreas incluem discussões sob a ótica da visualidade, como as imagens multimídia (televisão, internet, livros, jornais, revistas, publicidade etc), artes visuais e imagens cinematográficas. O conteúdo abordado por esse campo deveria ser mediado, levando em consideração o entrelaçamento de histórias culturais e tecnologias.

Com base em Flores (2010), o termo “visualidade” tem sido utilizado para a pesquisa em Educação Matemática que explora questões visuais no ensino e aprendizagem. A autora, trabalhando no campo dos estudos visuais, sugere uma nova tendência para as investigações, que consiste na adoção do conceito de visualidade como uma estratégia de análise. Essa abordagem é recomendada para pesquisas relacionadas à visualização em Educação Matemática, ampliando o entendimento sobre o papel das questões visuais nesse contexto educacional.

Foster, citado por Flores, Wagner e Buratto (2012), considerou, em 1988, o termo “visualidade” relacionando-o ao entendimento das práticas visuais em contextos históricos, permeados por relações de poder, e se estabelecendo como “regimes visuais”. Desse modo, tais estudos vão além da oposição entre visão e o visual e questionam a hegemonia da percepção como fonte de conhecimento. A visualidade busca problematizar o visual como algo natural e fisiológico, e o conecta às práticas visuais dentro dos contextos históricos e culturais.

Em nossos estudos, o termo visualização refere-se à percepção visual e ao mecanismo físico do olho ou cone visual. O termo visualidade refere-se à construção deste mecanismo, isto é, tende a problematizar o visual como construção do olho e do olhar a partir de experiências e práticas que ocorrem no âmbito da história. Portanto não mais formação natural e fisiológica. A visualidade, entendida como formação discursiva a respeito da própria vista, não é concebida como uma abordagem de forma isolada em uma ou em outra atividade, mas como um componente inerente à condição humana e cuja manifestação e expressão é culturalmente situada, isto é, varia de acordo com o meio e com a época em que o sujeito vive (Buratto, 2012, p. 45).

A adoção do conceito de visualidade traz diversas implicações para as pesquisas sobre visualização em Educação Matemática. Isso impacta a forma como formulamos perguntas, escolhemos metodologias e apresentamos resultados. Tal conceito exige uma maior atenção aos modos como nos constituímos enquanto sujeitos em meio a discursos visuais, desafiando abordagens tradicionais e promovendo uma reflexão crítica sobre a percepção visual e sua relação com a cultura e a história.

2.9 Pesquisas que abordam a interdisciplinaridade no Ensino Fundamental

Com o objetivo de conhecer os estudos já desenvolvidos sobre o ensino de Geometria por meio da interdisciplinaridade entre Matemática e Arte de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, consultamos pesquisas acadêmicas produzidas no Brasil nos últimos 20 anos.

Ao iniciar a busca em teses e dissertações, observamos como esse conhecimento vem sendo desenvolvido no ambiente escolar, quais abordagens teóricas e metodológicas o sustentam, além de identificarmos possíveis fatores que comprometem seu processo de aprendizagem e apropriação.

De acordo com Gil (2008, p. 64), esses materiais podem desempenhar um papel importante nesse processo:

Fontes desta natureza podem ser muito importantes para a pesquisa, pois muitas delas são constituídas por relatórios de investigações científicas originais ou acuradas revisões bibliográficas. Seu valor depende, no entanto, da qualidade dos cursos das instituições onde são produzidas e da competência do orientador. Requer-se, portanto, muito cuidado na seleção dessas fontes.

Como ponto de partida para esse levantamento, investigamos palavras-chave no Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). A BDTD é um portal que reúne e disponibiliza, em acesso aberto, os textos completos de teses e dissertações defendidas em instituições brasileiras de ensino e pesquisa, assim como teses e dissertações defendidas no exterior por brasileiros.

As palavras adotadas inicialmente foram: “Anos iniciais” (com as variáveis: “Ensino Fundamental” e “Educação básica”), “interdisciplinaridade”, “Matemática” e “Arte”. A Tabela 1 apresenta os resultados quantitativos.

Tabela 1 – Teses e dissertações que abrangem a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte na Educação Básica

Palavras-Chave	Quantidade		
	Busca avançada com refinamento**	Dissertações	Teses
Anos iniciais + Interdisciplinaridade + Matemática + Arte	89	61	28
Ensino Fundamental + Interdisciplinaridade + Matemática + Arte	54	41	13
Educação Básica + Interdisciplinaridade + Matemática + Arte	2	2	0
Total	145	104	41

Fonte: elaborado pela autora a partir do levantamento realizado em 29/07/2024.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de teses e dissertações após o refinamento realizado da leitura dos títulos. Foram excluídos trabalhos que tratam de segmentos de ensino como Fundamental II e Médio, além de outros que não abordavam a interdisciplinaridade.

Tabela 2 – Teses e dissertações com abordagem interdisciplinar entre Matemática e Arte nos Anos Iniciais

Palavras-chave	Quantidade
Anos Iniciais + Interdisciplinaridade	4
Matemática + Arte + Ensino Fundamental + Interdisciplinaridade + Matemática + Arte	6

TOTAL**10**

Fonte: elaborado pela autora.

De posse dessas produções, realizamos uma leitura mais apurada dos resumos e observamos a necessidade de mais um refinamento. Nesse processo, excluímos oito trabalhos, cujo critérios de exclusão estão elencados nos Quadros 2 e 3:

Quadro 2 – Trabalhos excluídos após a leitura dos resumos (continua)

Autoria e ano	Título	Tipo	Crítérios de exclusão
Martins (2019)	A resolução de problemas de geometria espacial sob a perspectiva dos conceitos	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa realizada com estudantes do Ensino Médio, além de não abordar o conceito de interdisciplinaridade
Pinto (2011)	O ensino de conceitos geométricos no 2º ano do Ensino Fundamental usando a <i>Webquest</i> Viajando nas obras de arte	Dissertação	Não aborda a interdisciplinaridade, embora discorra acerca da disciplina da Arte, porém, relacionada ao uso com ferramentas tecnológicas
Bravo (2022)	Olhar, ver, reparar, representar: o desenvolvimento da visualização	Tese	Aborda uma pesquisa com estudantes do Ensino Médio na disciplina de Desenho Técnico

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 3 – Trabalhos excluídos após leitura dos resumos (conclusão)

Autoria e ano	Título	Tipo	Crítérios de exclusão
Rodrigues (2016)	Possibilidade de interação entre a Matemática e a Arte no Ensino Fundamental: uma proposta de atividade em sala de aula	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa com estudantes do Ensino Fundamental II
Barros (2017)	A arte na matemática: contribuições para o ensino de geometria	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa com estudantes do Ensino Fundamental II
Afonso (2022)	Análise de conteúdo: contextualização no ensino de Matemática no Ensino Fundamental	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa com estudantes do Ensino Fundamental II.
Esquerdo (2024)	Transformações geométricas no plano: uma abordagem inspirada em Escher	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa com

			estudantes do Ensino Fundamental II.
Paula (2020)	Geometria espacial: a aprendizagem através de diferentes recursos didáticos	Dissertação	Trata-se de uma pesquisa com estudantes do Ensino Médio.

Fonte: elaborado pela autora.

Ao final desse processo, o escopo da revisão resultou em dois trabalhos, de Santos (2019) e de Santos (2015). A pesquisa de Santos (2019) teve como objetivo analisar a produção científica em nível de pós-graduação *stricto sensu*, representada por dissertações e teses no campo da Educação Matemática no Brasil, que tratam desse ensino por meio de sua inter-relação com a Arte. Ao analisar as teorias que fundamentam essas abordagens, o pesquisador observou um afastamento da perspectiva tradicional evidenciado nas propostas didáticas, que apresentaram um formato diferenciado. Nessas práticas, foram oferecidas oportunidades de criação, permitindo que os estudantes desenvolvessem autonomia, se expressassem e tivessem uma visão mais humanizada e menos estereotipada da Matemática.

Foi adotada uma perspectiva particularmente baseada na Teoria Crítica e na Educação Matemática Crítica, visando atribuir um caráter emancipador ao ensino de Matemática através dessas práticas que integram Arte e Matemática. A análise revelou que todos os trabalhos revisados fazem uma crítica ao ensino de Matemática tradicional, buscando superá-lo. Eles promovem práticas educativas nas quais a dialogicidade é central, além de fomentar, no mínimo, a interdisciplinaridade e a contextualização, oferecendo aos estudantes experiências ativas em que a abstração, a imaginação e a criatividade são desenvolvidas (Santos, 2019).

Santos (2019) destaca ainda que abordagens educativas desse tipo apresentam limitações, pois dependem, entre outros fatores, de um esforço considerável por parte do professor do qual é exigido a apropriação de referenciais históricos, epistemológicos e filosóficos tanto da Arte quanto da Matemática. Além de estudo aprofundado de perspectivas educacionais que integrem essas práticas e a disponibilidade de recursos variados. Conforme identificado nos estudos, é fundamental que os educadores conheçam não apenas das teorias tradicionais, mas também das que possuem um enfoque crítico. Caso contrário, corre-se o risco de perpetuar o ensino tradicional, negligenciando as potencialidades críticas e criativas que essas abordagens podem oferecer. Por exemplo, se a interface entre Arte e

Matemática for tratada apenas como um recurso ilustrativo, com o objetivo de meramente instrumentalizar a matemática, sem estabelecer conexões com o contexto social, étnico e cultural em que esses conhecimentos se desenvolvem, perde-se a oportunidade de explorar essas dimensões.

Já Santos (2015) desenvolveu uma pesquisa em uma escola municipal de Aracaju (Sergipe/Brasil) que atende estudantes de 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Os sujeitos da pesquisa foram duas professoras dos 2º e 4º anos do Ensino Fundamental.

O estudo trouxe uma reflexão aprofundada sobre a importância de integrar Arte e Matemática no ambiente escolar. Observou-se o empenho das professoras em tornar as aulas de Matemática mais envolventes, utilizando, entre outros recursos, ferramentas proporcionadas pela Arte. Além disso, identificou-se que uma das principais dificuldades em relacionar Arte e Matemática no ensino decorre da limitada formação acadêmica específica e da falta de formação continuada dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Assim, notou-se o esforço contínuo desses educadores em contornar a escassez de tempo para planejar suas práticas pedagógicas de maneira inspiradora e adaptar-se às diversas possibilidades disciplinares que podem enriquecer sua atuação em sala de aula (Santos, 2015).

Santos (2015) dissertou que a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte no Ensino Fundamental I é primordial para enriquecer a aprendizagem ao integrar essas duas áreas do conhecimento. Os estudantes podem explorar conceitos matemáticos de forma criativa e visual, o que facilita a compreensão de ideias abstratas. A Arte oferece recursos como formas, cores e proporções que ajudam a aprendizagem de conceitos matemáticos, tornando-os mais acessíveis e interessantes para as crianças. Esse diálogo entre as disciplinas não só desperta o interesse dos estudantes, mas também promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e estéticas.

O pesquisador ainda complementou que além de tornar o aprendizado mais envolvente, a conexão entre Matemática e Arte promove o desenvolvimento de competências importantes, como o pensamento crítico e a resolução de problemas. Defende que quando os estudantes são incentivados a explorar padrões, simetrias e proporções na Arte, eles estão, na verdade, praticando habilidades matemáticas de forma contextualizada. E acrescenta que esse tipo de abordagem interdisciplinar não apenas fortalece o entendimento dos conceitos matemáticos, mas também estimula a criatividade, a imaginação e a capacidade de pensar de maneira flexível e inovadora,

sintetizando que essas competências são essenciais para o desenvolvimento integral das crianças e para prepará-las para desafios futuros (Santos, 2015)

Por fim, Santos (2015) destaca que a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte contribui para uma educação mais holística, em que os estudantes aprendem a conceber o conhecimento como um todo interconectado, e não como disciplinas isoladas. E, que essa visão integrada do saber favorece a formação de estudantes mais completos, capazes de aplicar o que aprendem em diferentes contextos. Além disso, conclui que ao experimentar diferentes formas de expressão e compreensão, os estudantes desenvolvem uma maior sensibilidade cultural e estética, bem como uma apreciação pela diversidade de perspectivas, o que enriquece o ambiente escolar e os prepara para uma participação mais plena e significativa na sociedade.

De acordo com as dissertações analisadas, evidencia-se a necessidade da produção de mais estudos acerca da temática discutida neste trabalho.

Observa-se pelo BDTD que não há investigação com a abordagem desta pesquisa, tampouco a elaboração da organização de uma proposta que busque a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte nos anos iniciais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como finalidade expor como foi conduzida a pesquisa, conceituando-a como uma atividade humana singular, bem como explicitar os instrumentos utilizados para a coleta e análise de dados, além de descrever as características da instituição parceira e o perfil dos sujeitos colaboradores. Em seguida, apresentaremos os documentos oficiais norteadores do ensino para o 2º ano do Ensino Fundamental a fim de subsidiar a organização do ensino com base numa AOE, bem como a análise dos resultados.

Na sequência, apresentamos a metodologia utilizada na realização dos momentos que compõem a organização de ensino com base na AOE. Por fim, detalhamos a organização desse processo, consolidado como um produto educacional intitulado “Caderno Didático”, que representa o resultado final desta pesquisa. Esse material oferece contribuições para a área de Matemática e Arte, destinadas a docentes e discentes do 2º ano do Ensino Fundamental. Ele está alinhado aos currículos de matemática e arte, e contempla os principais elementos da AOE, incluindo a Situação Desencadeadora de Aprendizagem, objetivos, conteúdos, materiais necessários e relato dos momentos desenvolvidos com os estudantes. O foco é promover uma aprendizagem que, além da apropriação dos conteúdos, favoreça o desenvolvimento dos estudantes em uma abordagem interdisciplinar entre essas duas áreas do conhecimento.

Destacamos que o material não se apresenta como um conjunto de “modelos” a serem seguidos rigidamente, mas como propostas que indicam caminhos possíveis para a prática pedagógica. Além disso, ressaltamos que os momentos propostos por si só, não são suficientes; é fundamental que estejam articuladas com a teoria, pois foram elaboradas a partir de pesquisas e estudos aprofundados.

O conteúdo do Caderno Didático possibilita a busca por orientações para o desenvolvimento da organização de ensino com base na AOE, cuja as ações foram executadas com os participantes desta pesquisa, auxiliando no trabalho contínuo em sala de aula e servindo como referência para estudos presentes e futuros. No entanto, sua efetividade dependerá diretamente da mediação adequada do docente, alinhada à concepção teórica adotada. Somente assim será possível fomentar a formação do pensamento teórico nos estudantes, promovendo, consequentemente, o desenvolvimento conceitual.

A pesquisa realizada segue uma abordagem qualitativa, que lida com aspectos da realidade que não podem ser mensurados numericamente, como significados, motivações, valores e atitudes, conforme exposto por Minayo (1994 *apud* Szyaminski, 2008).

Sobre a pesquisa qualitativa, Bogdan e Biklen (1994, p. 291) explicam que

A abordagem qualitativa, aplicada pedagogicamente, não constitui nem uma técnica terapêutica nem uma técnica de relações humanas. É, sim, um método de investigação que procura descrever e analisar experiências complexas. Partilha semelhanças com os métodos de relações humanas na medida em que, como parte do processo de recolha dos dados, devemos escutar corretamente, colocar questões pertinentes e observar detalhes. [...] O foco do investigador qualitativo no —como as coisas são na realidade (Becher *et al.*, 1961) oferece uma oportunidade para fazer emergir pontos de vista díspares e habitualmente desconhecidos.

De fato, a natureza qualitativa deste estudo é entendida como uma abordagem metodológica que busca captar o dinamismo do fenômeno em análise. Nesse contexto, segue-se a visão de Martins (2013, p. 3), ao reconhecê-la como um "[...] recurso lógico para interpretar a realidade", fundamentada na lógica dialética para tal interpretação.

A partir das ideias de Kopnin (1978), Martins (2013, p. 5) explica que a lógica dialética é caracterizada por um "[...] movimento progressivo e ascendente, que avança por meio de contradições do simples ao complexo".

Em resumo, entende-se que a abordagem metodológica escolhida nesta pesquisa não se limita a uma descrição empírica de como o fenômeno educativo ocorreu, mas também procura compreendê-lo profundamente, revelando sua essência com base nas mediações que dão forma a formação de conceitos e, por consequência, ao pensamento teórico com enfoque de perspectiva geométrica.

Além de seu caráter qualitativo, a pesquisa será discutida a partir da teoria da atividade, cujo principal teórico é o psicólogo Aleixei Nikolaievich Leontiev. Essa abordagem enfoca a atividade humana em sua interação com o mundo, mediada por objetos e relações interpessoais. A atividade ocorre quando há um motivo e um objetivo claro. Portanto, chamamos de atividade apenas as ações humanas que atendem a uma necessidade específica.

Assim, Araújo e Moraes (2017, p. 57) esclarecem que

O problema de pesquisa converte-se em motivo, na qualidade motor, como aquele que mobiliza toda a realização da atividade de pesquisa, portanto o motivo encontra-se orientado a um determinado objeto. Essa é a dimensão orientadora da pesquisa como atividade. Com base nela, definem-se ações de execução da pesquisa, tais quais: identificação com e do objeto particular; indicação de objetivos formativos (sociais) e investigativos (científicos), definição de operações de investigação, consideradas as condições objetivas da realização da pesquisa.

O processo de investigação científica no âmbito do processo educativo, sob a perspectiva histórico-cultural, exige do pesquisador uma abordagem dialética em relação ao objeto de estudo, levando em conta as interações entre a realidade objetiva e a atividade humana a ela associada. Essa abordagem está alinhada com a afirmação de Frigotto (2000), que destaca que tal postura está enraizada na essência, no mundo concreto, no conceito, na consciência real, na teoria e na ciência, guiada pelas categorias da totalidade, mediação e práxis.

A investigação científica, segundo Kopnin (1978) é um processo singular do homem, em que a teoria é essencial no processo de investigação da formulação da mesma e de sua evolução. Sendo assim, nesse estudo compreende-se como foco inicial as indagações acerca do processo de ensino e aprendizagem relacionadas aos conceitos de diferenciação entre figuras planas e sólidos geométricos.

Dessa forma, a investigação sugere como hipótese que uma organização de ensino com base na AOE, estruturada com base na interdisciplinaridade com enfoque no conceito de perspectiva pode favorecer a formação desse conceito nas áreas de Matemática e Arte. Assim,

[...] na hipótese como se sabe, a suposição ocupa outro lugar e exerce função inteiramente diversa. Constitui o centro, o foco da hipótese, para ela se volta a atenção do estudioso, à base dela ocorre o sucessivo o movimento do pensamento, o descobrimento de novos fatos e leis" (Kopnin, 1978, p. 257).

Outro ponto levantado por Kopnin (1978) refere-se à necessidade de verificação e comprovação da hipótese e da teoria. Para ele, a transformação da hipótese em teoria só é possível por meio da prática. E, nesse sentido, ele define a prática como o princípio fundamental a ser considerado na conversão da hipótese em uma teoria genuína.

Temos a seguinte questão de pesquisa: como uma organização de ensino com base na AOE desenvolvida com propósito interdisciplinar que relaciona Matemática e Arte pode contribuir com o ensino dos conceitos de ambas as áreas do conhecimento?

Para tanto nossa finalidade com este trabalho é expressa no objetivo: investigar a formação de conceitos geométricos e artísticos por meio do desenvolvimento de uma organização de ensino com base na AOE, elaborada com propósito interdisciplinar, com enfoque na visualização de figuras geométricas.

Esse estudo reflete o processo de organização de ensino com base na AOE com os estudantes, ao mesmo tempo em que concretiza os elementos estruturantes do processo relacionados à hipótese proposta. Para viabilizar a conexão entre a hipótese e a geração de conhecimento sobre o objeto de estudo, o processo de análise e síntese dos resultados se configura como parte essencial da construção desta produção científica.

Os procedimentos metodológicos incluem revisão de literatura destinada a identificar as produções acadêmicas sobre o objeto de estudo, baseado na concepção teórica adotada, análise dos documentos curriculares de Matemática e Arte para os anos iniciais, uma intervenção didática com um grupo de estudantes e a coleta e análise das suas produções.

Os procedimentos iniciais de busca em bancos de dados e produções acadêmicas tiveram o objetivo de entender, a partir da leitura preliminar de títulos e resumos, como o objeto de estudo tem sido abordado no universo acadêmico. Com base nessas informações, foi realizada uma análise a partir da leitura dos resumos e das metodologias, selecionando produções que pudessem contribuir para este estudo e destacando os elementos que justificam a materialização e relevância da investigação.

Araújo e Moraes (2017, p. 60) indicam:

Temos, assim, o objeto (conteúdo) e o método da pesquisa (forma), apresentados em um primeiro momento da investigação, pelo conhecimento, pela intervenção do pesquisador sobre o fenômeno, o qual irá se estruturar e se apresentar em uma forma mais desenvolvida, em uma nova síntese. Isto resulta em considerar o objeto da pesquisa, bem como o conhecimento já produzido em torno dele, na dimensão lógico-histórica, como atividade humana objetivada na realidade prática e no conhecimento sobre essa realidade. Essa posição permite, potencialmente, compreender o fenômeno para além de sua aparência.

Em seguida, para fundamentação teórica que compõe a revisão de literatura, houve o aprofundamento delineado por estudos de produções acerca do tema, assim como nas produções provenientes desses pressupostos, de sorte a subsidiar a

compreensão quanto à organização do ensino que preconiza a formação do pensamento teórico em relação à geometria plana (com enfoque em polígonos e círculos) e sólidos geométricos considerando a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte por meio da organização de ensino com base na AOE.

O objetivo da intervenção é observar o fenômeno no ensino e aprendizagem no próprio ambiente em que ocorre na escola, na sala de aula, de modo a evidenciar o movimento dos conceitos que compreendem o objeto de estudo da pesquisa.

O início do desenvolvimento da parte empírica da pesquisa se deu após análise e a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista.

A pesquisa foi realizada numa escola particular do município de Jaú, localizada no interior de São Paulo, que envolve em sua estrutura os segmentos de educação infantil ao ensino superior. No ano da aplicação da pesquisa havia duas turmas de 2º ano do Ensino Fundamental e, seguindo a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Parecer nº 5337396), considerando o número de estudantes, as atividades foram desenvolvidas na turma do 2º ano B. A turma era composta de 19 crianças, e 18 delas participaram da pesquisa.

Os sujeitos envolvidos receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para serem assinados por seus responsáveis autorizando-os a participar da pesquisa, e outro Termo de Assentimento Livre e Esclarecido aceitando participar da pesquisa. Suas participações se deram durante um bimestre letivo e ocorreram durante o período regular das aulas.

Nos termos citados acima foi esclarecido aos participantes e responsáveis a não obrigatoriedade de participação e nem prejuízo de aprendizagem nas aulas que envolveram a coleta de dados, visto que como as atividades estão de acordo com o currículo da turma, eles poderiam continuar dentro da sala de aula, mantendo seu direito de não ter suas participações registradas. Também foi enviada carta à direção da escola solicitando a autorização para a realização da pesquisa e carta de anuência.

Os métodos de coleta de dados, empregados para compreender as especificidades do estudo, evitando a fragmentação, foram respostas escritas nos momentos de registros individuais e coletivos, gravação de áudios e vídeos por meio de aparelhos celulares, a fim de capturar as ações em sala de aula.

3.1 Documentos norteadores: o que eles dizem

A BNCC (Brasil,2018) é um documento de cunho normativo que define o complexo orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os discentes devem desenvolver durante as etapas e modalidades da Educação Básica, para que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem em conformidade com o que consta no Plano Nacional de Educação (PNE). Esse documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, como define o parágrafo primeiro do artigo 1º da LDB, Lei 9.394/96, e norteia os princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à estruturação de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Está fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação, de referência nacional, para a produção dos currículos e sistemas escolares do Distrito Federal, dos estados e dos municípios, reunindo as propostas pedagógicas à Política Nacional de Educação Básica, em âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores e à avaliação e elaboração de conteúdos educacionais para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação (Brasil, 2018).

A BNCC (Brasil, 2018) aborda ainda, para além da garantia de acesso e permanência na escola, 10 competências gerais que, consubstanciam no âmbito pedagógico os direitos de aprendizagem e desenvolvimento, competência para a mobilização de conhecimentos entre conceitos e procedimentos, habilidades, práticas cognitivas e socioemocionais, atitudes e valores para resolver ações complexas da vida cotidiana do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p.8).

Desta forma, as 10 competências gerais da Educação Básica para as séries iniciais e finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio estão alicerçadas nos seguintes eixos:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital, para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva;
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer a abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos de diferentes áreas;
3. Valorizar e fluir as diversas manifestações artísticas e culturais, das

manifestações locais as mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural;

4. Utilizar diferentes linguagens - verbal (oral ou visual - motora, com libras e escrita), corporal, visual, sonora e digital, bem como o conhecimento das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e reproduzir sentidos que levem ao entendimento mútuo;

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações e uma produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva;

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações do mundo no trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e a seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade;

7. Argumentar com base nos fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, ponto de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta;

8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar da saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções;

9. Exercitar a empatia, o diálogo a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e os direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e grupos sociais, seus saberes, e identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (Brasil, 2018, p. 9-10).

A organização do ensino com base na AOE, por possuir propósito interdisciplinar aborda algumas das competências acima citadas durante o planejamento, aplicação e análise, com destaque das que tratam da valorização, e aplicação e conhecimentos sobre o mundo físico, social, cultura e digital para compreender a realidade; estímulo à curiosidade e abordagem científica na busca de soluções de problemas com base em diferentes áreas do saber; apreço e participação em manifestações culturais e artísticas e o uso de múltiplas linguagens, além do domínio em artes, matemática e ciências, para promover entendimento e comunicação em diferentes contextos.

No caso do foco do estudo em questão, as competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental são estabelecidas por:

1. Reconhecer que a matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva que contribui para solucionar

problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.

2. Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

3. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e perseverança na busca de soluções.

4. Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, de modo a investigar, organizar, representar e comunicar informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes.

5. Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas do conhecimento, validando estratégias e resultados.

6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se citações imaginadas, não diretamente relacionadas com aspecto prático utilitário, expressar suas respostas sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além do texto escrito na língua materna e outras linguagens para escrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).

7. Desenvolver e/ou discutir projetos que abordem, sobretudo, questões de urgência social, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

8. Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, despertando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (Brasil, 2018, p. 267).

Nesse sentido, a BNCC (Brasil, 2018) estabelece cinco unidades temáticas inter-relacionadas, que orientam a formulação das habilidades a serem desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental. A ênfase em cada uma delas pode variar conforme o ano escolar.

A Geometria, de acordo com a BNCC (Brasil, 2018) abrange o estudo de uma gama de conceitos e procedimentos essenciais para solucionar problemas do mundo físico e de diversas áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, o estudo de posições e deslocamentos no espaço, formas, e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode fomentar o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes. Esse pensamento é crucial para investigar propriedades, formular conjecturas e apresentar argumentos geométricos sólidos. Também é fundamental considerar o aspecto funcional no estudo da Geometria, como as transformações geométricas, especialmente as simetrias.

E mais especificamente ao objeto de estudo de acordo com o documento.

Em relação às formas, espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais [...]. Espera-se, também, que nomeiem e comparem polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos (Brasil, 2018, p. 272).

O quadro a seguir apresenta os objetos de conhecimento e as habilidades, cujas siglas utilizadas referem-se, respectivamente, a: EF (Ensino Fundamental), 02 (2º ano) e MA (disciplina de Matemática), conforme estabelecido na BNCC (Brasil, 2018), na unidade temática Geometria, destinada ao 2º ano do Ensino Fundamental, ano/série dos sujeitos da pesquisa deste trabalho.

Quadro 4 – Objetos de conhecimento e habilidades

Objetos de conhecimento	Habilidades
Figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera): reconhecimento e características.	EF02MA14 – reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera) relacionando-as com objetos do mundo físico.
Figuras geométricas planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo): reconhecimento e características.	EF02MA15 – reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.

Fonte: BNCC (2018, p. 283).

A unidade escolar em que a pesquisa foi desenvolvida utiliza um material didático apostilado de um sistema de ensino privado, o qual, no tocante ao currículo de Geometria, espera que o estudante, ao final do 2º ano do Ensino Fundamental, seja capaz de relacionar objetos do cotidiano com os sólidos geométricos e diferenciar figura espacial de plana. Para tanto, são trabalhados os mesmos objetos de conhecimento e habilidades descritos no Quadro 3, determinados pela BNCC (Brasil, 2018).

Na organização do ensino com base na AOE foram selecionadas as habilidades EF02MA14 e a EF02MA15, ambas tratando dos objetos de conhecimento deste estudo.

Considerando a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte, foram também estudadas e analisadas as proposições da BNCC (Brasil, 2018) no tocante à disciplina de Arte para os estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental. As competências específicas de Arte para o Ensino Fundamental são:

1. Explorar, conhecer, fruir e analisar criticamente práticas e produções artísticas e culturais do seu entorno social, dos povos indígenas, das comunidades tradicionais brasileiras e de diversas sociedades, em distintos tempos e espaços, para reconhecer a arte como um fenômeno cultural, histórico, social e sensível a diferentes contextos e dialogar com as diversidades.
2. Compreender as relações entre as linguagens da Arte e suas práticas integradas, inclusive aquelas possibilitadas pelo uso das novas tecnologias de informação e comunicação, pelo cinema e pelo audiovisual, nas condições particulares de produção, na prática de cada linguagem e nas suas articulações.
3. Pesquisar e conhecer distintas matrizes estéticas e culturais – especialmente aquelas manifestas na arte e nas culturas que constituem a identidade brasileira –, sua tradição e manifestações contemporâneas, reelaborando-as nas criações em Arte.
4. Experimentar a ludicidade, a percepção, a expressividade e a imaginação, resignificando espaços da escola e de fora dela no âmbito da Arte.
5. Mobilizar recursos tecnológicos como formas de registro, pesquisa e criação artística.
6. Estabelecer relações entre arte, mídia, mercado e consumo, compreendendo, de forma crítica e problematizadora, modos de produção e de circulação da arte na sociedade.
7. Problematicar questões políticas, sociais, econômicas, científicas, tecnológicas e culturais, por meio de exercícios, produções, intervenções e apresentações artísticas.
8. Desenvolver a autonomia, a crítica, a autoria e o trabalho coletivo e colaborativo nas artes.
9. Analisar e valorizar o patrimônio artístico nacional e internacional, material e imaterial, com suas histórias e diferentes visões de mundo (Brasil, 2018).

As habilidades previstas, correspondentes ao 2º ano, nível de ensino dos estudantes participantes desta pesquisa, estão organizadas no bloco 1º ao 5º ano, inseridas na unidade temática que engloba as quatro linguagens do componente curricular: Artes Visuais, Dança, Música e Teatro.

A progressão da aprendizagem não se apresenta de forma sequenciada, rígida ou simultaneamente em relação a cada língua ou objeto de conhecimento, mas apresenta um movimento em que cada nova experiência se relaciona com experiências anteriores e posteriores na aprendizagem em Arte.

Abaixo seguem as unidades temáticas, os objetos de conhecimentos e as habilidades determinadas na BNCC na disciplina de Arte para o 2º ano do Ensino Fundamental, norteadoras desta pesquisa.

Figura 7 – Artes Visuais e Artes Integradas

ARTE – 1º AO 5º ANO

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO
Artes visuais	Contextos e práticas
	Elementos da linguagem
	Matrizes estéticas e culturais
	Materialidades
	Processos de criação
	Sistemas da linguagem

	HABILIDADES
	(EF15AR01) Identificar e apreciar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, cultivando a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético.
	(EF15AR02) Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.).
	(EF15AR03) Reconhecer e analisar a influência de distintas matrizes estéticas e culturais das artes visuais nas manifestações artísticas das culturas locais, regionais e nacionais.
	(EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.
	(EF15AR05) Experimentar a criação em artes visuais de modo individual, coletivo e colaborativo, explorando diferentes espaços da escola e da comunidade. (EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e as dos colegas, para alcançar sentidos plurais.
	(EF15AR07) Reconhecer algumas categorias do sistema das artes visuais (museus, galerias, instituições, artistas, artesãos, curadores etc.).

Artes integradas	Processos de criação
	Matrizes estéticas culturais
	Patrimônio cultural
	Arte e tecnologia

(EF15AR23) Reconhecer e experimentar, em projetos temáticos, as relações processuais entre diversas linguagens artísticas.

(EF15AR24) Caracterizar e experimentar brinquedos, brincadeiras, jogos, danças, canções e histórias de diferentes matrizes estéticas e culturais.

(EF15AR25) Conhecer e valorizar o patrimônio cultural, material e imaterial, de culturas diversas, em especial a brasileira, incluindo-se suas matrizes indígenas, africanas e europeias, de diferentes épocas, favorecendo a construção de vocabulário e repertório relativos às diferentes linguagens artísticas.

(EF15AR26) Explorar diferentes tecnologias e recursos digitais (multimeios, animações, jogos eletrônicos, gravações em áudio e vídeo, fotografia, *softwares* etc.) nos processos de criação artística.

Fonte: Brasil (2018).

Além das unidades temáticas mencionadas acima, a BNCC (Brasil, 2018) apresenta outras três: Dança, Teatro e Música. No entanto, não constam na figura acima por não corroborarem com o tema desta pesquisa.

3.2 A Atividade Orientadora de Ensino

Refletir sobre a organização do ensino com o suporte da AOE significa considerar o processo educativo como um meio de desenvolver o pensamento teórico da realidade. Ao estruturar suas ações pedagógicas, o professor também aprimora seus próprios conhecimentos dentro do processo de formação docente e discente, contribuindo para a qualificação tanto do aprendizado quanto da prática pedagógica (Moura *et al.*, 2010, p. 100-101).

A organização do ensino se apoiou também nos pressupostos a respeito da interdisciplinaridade entre Matemática e Arte a fim de subsidiar a questão de pesquisa já mencionada em outro capítulo, além de considerar esses pressupostos num Caderno Didático com orientações didático-metodológicas e as Situações Desencadeadoras de Aprendizagem a fim de contribuir com os professores nas atividades pedagógicas dos conceitos tratados nesse trabalho. Trata-se de um produto educacional resultante dessa investigação e requisito do Programa de Pós Graduação em Docência para Educação Básica da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru caracterizando, assim, o Mestrado Profissional.

Consideramos que a AOE permite um ensino organizado, intencional e sistematizado, oferecendo condições para que os estudantes realizem suas aprendizagens, em conjunto com os princípios da interdisciplinaridade, promovendo assim um diálogo entre especialistas e a integração das disciplinas. Para o professor, essa abordagem o capacita para desenvolver sua prática docente, facilitando a apropriação dos conhecimentos pelos estudantes e auxiliando na formação de conceitos. A AOE neste estudo é abordada como uma proposta para organizar o ensino, com base em reflexões teórico-metodológicas da pesquisa. Moura *et al.* (2010, p.86) destacam

O desafio que se apresenta ao professor relaciona-se com a organização do ensino, de modo que o processo educativo se constitua como atividade para o estudante e para o professor. Para o aluno, como atividade de estudo, e para o professor, como trabalho.

A AOE foi desenvolvida em 1992 na tese de doutorado do professor Manoel Oriosvaldo de Moura. Desde então, ele teve seus pressupostos difundidos nos diversos grupos de estudos e pesquisas que constituem a rede de grupos de estudos chamada Grupo de Estudos e pesquisas sobre Atividade Pedagógica (GEPAPe) em Rede, criada a partir dos desdobramentos do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica.

Moura *et al.* (2010), a partir dos estudos de Vigotski, afirma que a aprendizagem é culturalmente organizada, sendo um fator determinante para o desenvolvimento dos sujeitos:

“[...] o aprendizado desperta vários processos íntimos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança”.

Desta forma, o desenvolvimento psíquico humano se dá por meio da internalização, partindo do plano interpessoal (coletivo) para o plano intrapessoal (psicológico). Podemos dizer que a característica básica do comportamento humano em geral é que os próprios homens influenciam sua relação com o ambiente e, através desse ambiente, pessoalmente modificam seu comportamento. Assim, nesta perspectiva, o ambiente escolar deve ser propício ao compartilhamento de ideias entre seus sujeitos: o professor em atividade de ensino e o estudante em atividade de aprendizagem (Moura, 2010). Nesse processo as ações individuais têm significado social e sentido pessoal, em que o movimento lógico-histórico do conhecimento é parte integrante e fundamental para a compreensão dos conceitos estudados.

O objetivo da organização do ensino, na AOE é solucionar coletivamente situações-problema que abarque em seu núcleo a intencionalidade e conduza o aprendiz a real motivação do processo de aprendizado com levantamento de hipóteses, e outras ações direcionadas à elaboração de soluções. As situações-problema se inserem nas Situações Desencadeadoras de Aprendizagem que geram um sistema de ações com as necessidades semelhantes às dos participantes da elaboração inicial daquele conceito historicamente constituídos.

A Situação Desencadeadora de Aprendizagem, conforme Moura *et al.* (2010), deve contemplar a origem do conceito, revelando a necessidade histórica que

impulsionou sua criação. O ensino deve incluir a síntese histórica do conceito, vinculando-o à sua evolução lógica e às necessidades humanas ao longo do tempo. Essa abordagem envolve pesquisa em fontes históricas e conexão com o conhecimento científico. Na AOE, os estudantes são incentivados a participar ativamente, formulando hipóteses e analisando dados, integrando a dimensão social e cultural do conceito ao processo de aprendizagem.

O problema desencadeador ou situação-problema presente na Situação Desencadeadora de Aprendizagem, embora seja elaborado, discutido e resolvido coletivamente, é elaborado a partir da intencionalidade do professor, para desenvolver nos estudantes formas de pensamento teórico, ultrapassando as formas sensoriais do pensamento empírico. Para que esse sistema de ações envolva estudantes e professores em AOE, o docente é responsável por organizar uma proposta que conduza seus discentes à apropriação do conhecimento teórico, ao desenvolvimento e ao processo de humanização nesse movimento dialético dos aspectos lógicos e históricos do conceito.

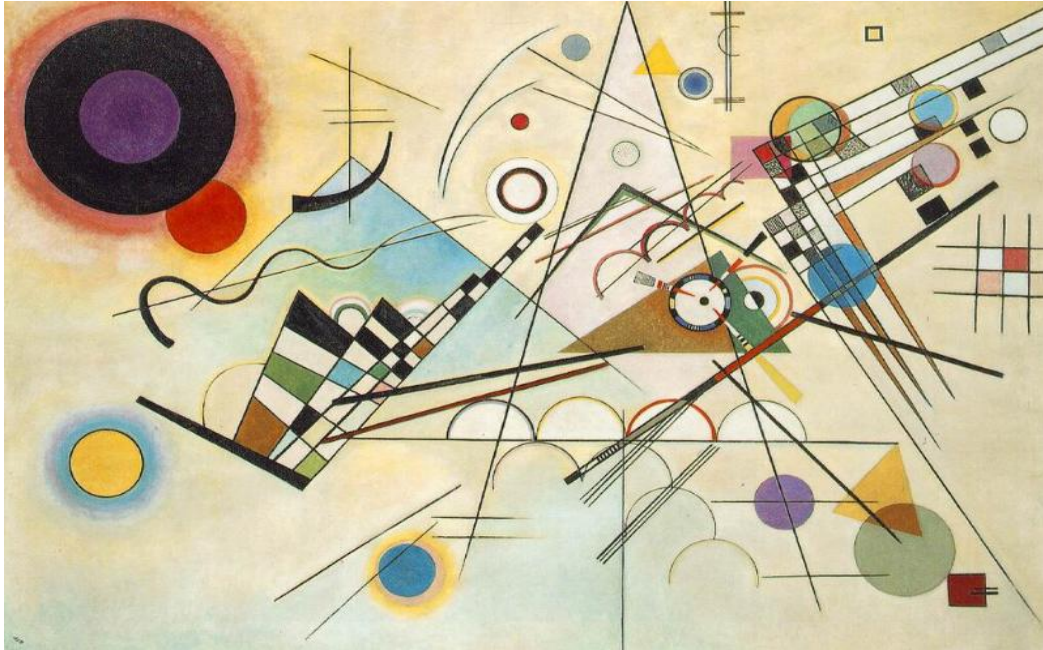
As Situações Desencadeadoras de Aprendizagem se materializam como parte da AOE de três formas:

[...] pela história virtual, pelo jogo, ou ainda por meio de situações emergentes do cotidiano [...] O que devemos considerar é a possibilidade do jogo colocar a criança diante de uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo homem ao lidar com conceitos matemáticos [...] A problematização de situações emergentes do cotidiano possibilita à prática educativa oportunidade de colocar a criança diante da necessidade de vivenciar solução de problemas significativos para ela [...] É a história virtual do conceito porque coloca a criança diante de uma situação problema semelhante àquela vivida pelo homem (no sentido genérico) (Moura; Lanner de Moura, 1998, p. 12-14).

Assim, a intervenção didática considera os pressupostos da Situação Desencadeadora de Aprendizagem na sua essência, no propósito de desenvolver o pensamento teórico, ou seja, dos conceitos desenvolvidos na humanidade, que aparecem nos campos do conhecimento sobre Artes Visuais e Matemática.

A Situação Desencadeadora de Aprendizagem é composta por cinco momentos. O primeiro subdividido em 1-A, 1-B e 1-C (Figuras 8, 9 e 10, respectivamente), são descritas a seguir. Cada um deles foi acompanhado do seguinte texto: “Na obra abaixo você visualiza quais figuras geométricas? De acordo com as orientações da sua professora, indique-as e nomeie-as”.

Figura 8 : *Composição VIII* (1923), de Wassily Kandinsky



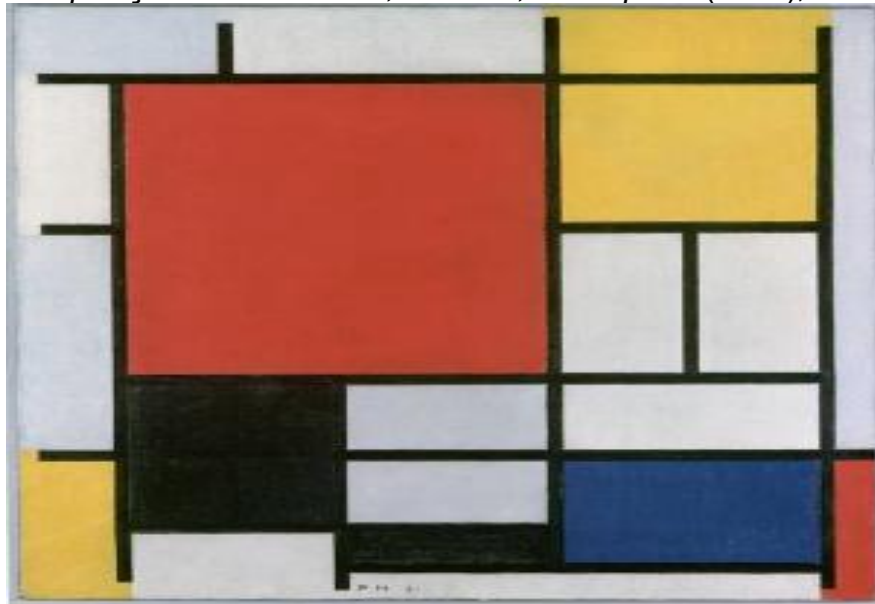
Fonte: Kandinsky (2019).

Figura 9: imagem gerada por Inteligência Artificial



Fonte: representação artística elaborada com Inteligência Artificial, via OpenAI (2024).

Figura 10 : *Composição com vermelho, amarelo, azul e preto* (1921), de Piet Mondrian



Fonte: Mondrian (s.d.).

A intencionalidade é observar quais características compõem o conceito que os estudantes expressam dos objetos geométricos, descritos anteriormente por meio da visualização de suas representações. Além da distribuição para cada estudante, em impressão colorida, a figura é projetada na lousa. Após a leitura da consigna pela professora, os estudantes tiveram a orientação de indicar com uma flecha as formas geométricas identificadas, escrever o nome correspondente e dar as características que justifiquem a nomeação dessa figura. Em seguida, ainda em suas carteiras, eles foram questionados acerca das características mencionadas e/ou aquelas que não mencionaram, mas que são importantes para esta pesquisa, por meio de questões como: “essa forma geométrica que você indicou é plana ou sólida?”; “Quais características você observou ao concluir isso?”; “Qual o nome dela?”

Num próximo momento, a pergunta da professora aos estudantes de forma coletiva e oral, foi a respeito da obra dentre as três observadas, identificando assim a que eles mais gostaram e o porquê.

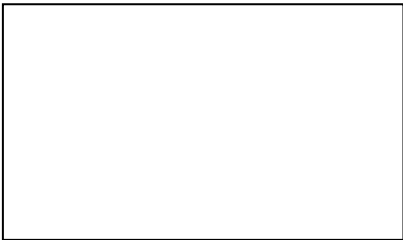
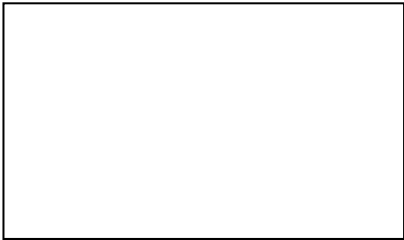
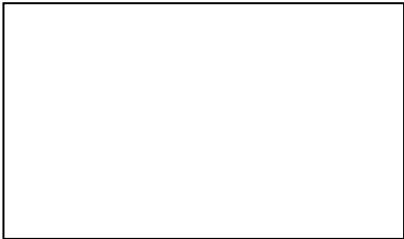
Para finalizar esse momento houve a exibição de um trecho do vídeo “*Clássicos da pintura- especial obras de arte – Camarote.21*” (DW Brasil, 2018), sobre Piet Mondrian, autor da obra artística. O vídeo mostra como o estilo do artista influenciou todo o *design* do século XX e como está presente ainda em nosso dia a dia. Em seguida, a professora norteou questionamentos acerca do que os estudantes acharam no geral a respeito do vídeo assistido.

A unidade de análise B compreende seis momentos – 2-A, 2-B, 2-C, 2-D, 2-E e 2-F –, propondo que o estudante, individualmente, desenhe as sombras projetadas uma a uma na parede (ou lousa). Além do desenho são solicitadas a escrita do nome da figura e as respostas às três perguntas referentes à figura geométrica.

A professora, utilizando-se de um retroprojektor, projeta sombras formadas por: cubo, paralelepípedo, pirâmide de base quadrada, cone, cilindro e esfera de tal forma que prevaleça uma das faces. A fim de criar um ambiente divertido, estudantes não conseguiam ver os sólidos usados diferentes projeções, e assim na finalização desse momento eram questionados sobre qual o sólido geométrico tinha sido projetado. Essa proposta tem a intencionalidade de exercitar a visualização de faces dos sólidos que são figuras planas, além de compor o conceito de polígonos e círculo com base nas representações, uma vez que esses objetos geométricos são compostos pelo contorno juntamente com a parte interna.

Segue o registro 2-A (Figura 11), que foi acompanhado pela seguinte orientação: a cada sombra projetada, desenhe e escreva abaixo o nome da figura que você viu. Em seguida responda às perguntas:

Figura 11 – registro da proposta 2-A

1ª sombra	2ª sombra	3ª sombra
		
		
4ª sombra	5ª sombra	6ª sombra
		
		

Fonte: elaborado pela autora.

Os estudantes responderam as seguintes perguntas:

- a) Os desenhos que você fez acima são de figuras geométricas planas ou de sólidos geométricos? Justifique sua resposta.
- b) Quais são as características de cada figura que você desenhou?
- c) Qual é o sólido geométrico que sua professora estava utilizando para projetar as sombras que você viu? Explique porque você acha que é esse.

Os estudantes foram questionados pela professora com perguntas do tipo: “Essa forma geométrica que você desenhou é plana ou sólida?”; “Quais características você observou ao concluir isso?”; “Por que você acha que é um retângulo e não um quadrado?”; “Como você viu um cubo nessa obra se você tem uma folha de papel na mão com desenho que utilizam apenas linhas? O que te fez achar que é um cubo?”; “Por que você acha que é um cubo e não um paralelepípedo?”; “Por que você acha que é um cubo e não um quadrado?”

A unidade de análise C corresponde aos resultados do terceiro momento, na qual os estudantes, em duplas, tiveram acesso aos sólidos geométricos utilizados pela professora para criar projeções no retroprojektor, de acordo com suas preferências. Eles foram orientados pela professora a pensar em releituras de esculturas já vistas, criar suas próprias esculturas ou desenvolver qualquer outra simbolização que preferirem, possibilitando o uso de seu repertório imagético. A nomeação das obras artísticas foi requerida a fim de observar as relações que produziram. Essa proposta teve a intencionalidade de propiciar aos estudantes a experimentação criativa de várias formas de expressão, utilizando essa técnica diferenciada, permitindo-lhes criar e se expressar sem medo de errar ou seguir um único caminho.

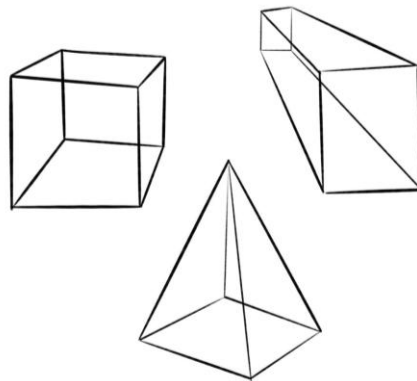
A unidade de análise D compreende o quarto momento subdividido em 4-A, 4-B e 4-C, de forma individual. Consistiram na observação de três imagens em que estão representados os mesmos sólidos geométricos: cubo, paralelepípedo e pirâmide. Em cada uma das imagens eles estão representados em perspectivas diferentes, respectivamente com um ponto de fuga, dois pontos de fuga e três pontos de fuga, além das questões relacionadas às imagens.

Essa proposta tem a intencionalidade de exercitar a visualização de elementos constitutivos das Artes Visuais pelos estudantes no reconhecimento de figuras tridimensionais em diferentes pontos de vista de acordo com a perspectiva linear.

Os estudantes receberam primeiramente, impressa, a Figura 12 e, após a leitura da consigna e das perguntas, a professora explicou que as três imagens que tinham em mãos (Figuras 12, 13 e 14) representavam um cubo, uma pirâmide de base quadrada e um paralelepípedo em diferentes pontos de vista.

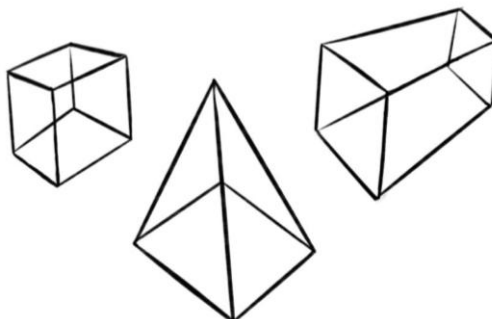
Os estudantes tiveram as mesmas perguntas para responder, porém, sobre imagens diferentes.

Figura 12 – imagem 1 com um ponto de fuga



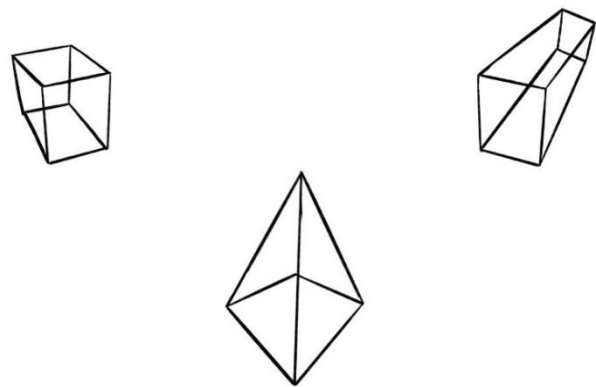
Fonte: Dadamos (2024)

Figura 13 – imagem 2 com dois pontos de fuga



Fonte: Dadamos (2024).

Figura 14 – imagem 3 com três pontos de fuga



Fonte: Dadamos (2024).

Cada uma das imagens, 1, 2 e 3, atreladas às Figuras 12, 13 e 14, respectivamente, vieram acompanhadas das subseqüentes questões:

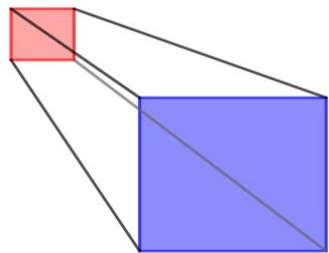
a) Quais são as figuras geométricas representadas acima?

Figura da esquerda:
Figura da direita:
Figura do centro:

b) Quantas faces têm cada sólido geométrico representado? E quais são suas formas?

Em seguida, realizaram a análise da Figura 15 representando um sólido geométrico e questões acerca dessa imagem, a saber: “Por que, na imagem, a região pintada de azul é maior do que a região pintada de vermelho?”; “Essa diferença de tamanho acontece no objeto que ela representa?”

Figura 15 – imagem com um ponto de fuga



Fonte: Dadamos (2024).

Por fim, a professora disse quais eram os sólidos geométricos representados nas imagens com diferentes pontos de fuga, e depois pediu que os estudantes explicassem o que estavam respondendo, sinalizando com o dedo nas imagens para que ficassem bem claras as suas respostas.

Em seguida realizaram esta tarefa: “Agora, volte a observar as imagens 1, 2 e 3 (Figuras 12,13 e 14) e releia suas respostas. Sua professora informará quais eram as formas geométricas representadas nas imagens. Em seguida, escreva nas linhas abaixo em qual das três imagens você consegue reconhecer essas formas com mais facilidade e explique o motivo”.

Em todas as situações descritas acima os estudantes eram orientados a realizá-las conforme o comando da professora, ou seja, fazendo todos juntos cada uma delas. A professora interveio de forma pontual e individual junto aos estudantes, solicitando que respondessem as questões rigorosamente, a fim de garantir que nenhuma questão fosse esquecida.

Por fim, na contemplação da unidade de análise, os estudantes, organizados em grupos de quatro, realizaram modelagens, que consistiu na criação de uma obra artística que apresenta alguns dos sólidos estudados.

Essa proposta teve a intencionalidade de incentivar a criança a trabalhar tanto sozinha quanto em grupo, explorando diferentes formas de criação com a utilização de diferentes materiais. Isto objetivou criar um ambiente em que os estudantes se sentissem à vontade para inovar e se expressarem artisticamente, além de exercitarem a visualização e a utilização dos elementos constitutivos das Artes Visuais em suas criações tridimensionais.

Os estudantes, em seus grupos, receberam as massas de modelar e outros materiais como lápis, régua e palito de sorvete. Foram orientados a usarem esses materiais, quando necessário, na modelagem de suas obras, mas com a ressalva de que não poderiam ser utilizados para compor a obra artística.

Durante as criações a professora também acompanhou os estudantes, realizando questionamentos acerca do que estavam produzindo, no que se refere à modelagem da massinha para obter um sólido geométrico. Após a finalização da obra artística, a professora a colocou numa base e no centro de cada grupo para que os estudantes realizassem individualmente o registro do criaram, que consistiu em um desenho de observação da obra. Em seguida, os estudantes receberam quatro

perguntas para responder: “após a criação da obra artística com os colegas do seu grupo, observe-a atentamente do lugar em que você está sentado e faça um desenho representando-a”. Em seguida, foram dadas as questões abaixo:

- a) O que seu grupo quis expressar nessa obra artística?
- b) Quais e quantos sólidos seu grupo utilizou na confecção da obra artística com massa de modelar?
- c) Você teve dificuldade para desenhar sua obra artística? Se sim, quais?
- d) Seu desenho ficou semelhante ao dos seus colegas do grupo? Explique as semelhanças e diferenças.

Para finalizar, alguns estudantes nomearam e expuseram para os demais suas composições, para, em seguida, responderem as próximas questões, do item subsequente:

- e) Você identificou os sólidos geométricos representados nos desenhos dos colegas da sala? O que considerou para essa identificação?

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo apresentamos as unidades de análise, seus objetivos e os meios de produção de dados, que orientam as análises descritas. Em seguida, são destacadas a análise dos resultados obtidos separados pelos momentos, ao longo do desenvolvimento da organização de ensino com base numa AOE.

Ressaltamos que os estudantes tiveram contato com o conteúdo que aborda figuras geométricas planas e sólidos geométricos antes da aplicação dessa pesquisa no segundo bimestre do mesmo ano. O reconhecimento dos sólidos geométricos e a identificação das figuras planas pelos estudantes, de acordo com o material didático utilizado, iniciou a partir de esculturas e pinturas apresentadas na apostila utilizada – os estudantes já haviam estudado essas formas espaciais no 1º primeiro ano.

Eles realizaram atividades em que manusearam sólidos geométricos, classificando-os em poliedros e não poliedros, identificando elementos como arestas, vértices e faces. É pertinente salientar que as atividades acima destacadas foram realizadas de maneira introdutória no que diz respeito aos elementos dos poliedros, ou seja, o significado e reconhecimento de faces, arestas e vértices.

Nosso objetivo neste capítulo é contribuir para o campo acadêmico, oferecendo informações relevantes para docentes e pesquisadores interessados no tema. Isso pode auxiliá-los em sua prática profissional, ajudando-os a entender melhor como seus estudantes aprendem, promovendo uma reflexão mais profunda sobre os processos de ensino e aprendizagem.

Os Quadros 5 e 6 descrevem as unidades de análise, seus objetivos e os meios de produção dos dados que serão analisados e discutidos neste capítulo.

Quadro 5 – Unidades de análise de pesquisa (continua)

Unidade de análise	Objetivos	Produção de Dados
A) Visualização de figuras geométricas em obras artísticas	Analisar a identificação de figuras geométricas e seus elementos pelos estudantes. Analisar como os estudantes diferenciam figuras planas e espaciais por meio da visualização de representações bidimensionais.	Áudios e imagens de gravações dos questionamentos orais feitos pelos estudantes pela professora/pesquisadora acerca das nomeações realizadas nos registros: 1-A, 1-B e 1-C.
B) Visualização de figuras geométricas	Analisar a identificação realizada pelos estudantes	Respostas individuais escritas nos registros: 2-A, 2-

planas por meio de sombras projetadas de sólidos geométricos (cubo, pirâmide, paralelepípedo, esfera, cone e cilindro)	de figuras planas que compõem as faces de sólidos geométricos por meio de projeções de suas sombras. Analisar a caracterização das figuras planas desenhadas a partir da visualização das projeções. Analisar a relação entre as faces dos sólidos e sua identificação.	B, 2-C, 2-D, 2-E e 2-F. Áudios de imagens de gravações os questionamentos orais feitos aos estudantes pela professora/pesquisadora acerca das respostas dos registros: 2-A, 2-B, 2-C, 2-D, 2-E e 2-F.
--	---	--

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 6 – Unidades de análise de pesquisa (conclusão)

Unidade de análise	Objetivos	Produção de dados
C) Criação artística com as projeções das figuras planas	Analisar as produções artísticas dos estudantes por meio de projeções realizadas pelo retroprojetor utilizando os sólidos geométricos.	Áudios, fotos e imagens de gravações dos questionamentos orais feitos aos estudantes pela professora/pesquisadora acerca das criações realizadas.
D) Visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga.	Analisar a identificação realizada pelos estudantes dos sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga. Analisar elementos da geometria e das artes visuais utilizados pelos estudantes na caracterização dos sólidos geométricos (cubo, paralelepípedo e pirâmide) desenhados com um, dois e três pontos de fuga. Analisar os conceitos matemáticos que os estudantes manifestam na diferenciação entre figuras planas e sólidos geométricos.	Respostas individuais escritas dos registros: 4-A, 4-B e 4-C. Áudios e imagens de gravações dos questionamentos orais feitos aos estudantes pela professora/pesquisadora acerca das respostas dos registros: 4-A, 4-B e 4-C.

E) Confecção de esculturas envolvendo representações de sólidos geométricos.	Analisar a representação dos sólidos geométricos por meio das esculturas de massinha e o seu desenho por meio dos elementos artísticos utilizados e os termos de profundidade na busca da realidade tridimensional.	
--	---	--

Fonte: elaborado pela autora.

Após a realização dos momentos que compõem a organização do ensino com base na AOE, conforme explanadas no item 3.2, os registros escritos e orais produzidos pelos estudantes foram analisados.

Assim, abordamos a organização e a análise dos resultados, nas quais algumas respostas refletiram a expressão conceitual de todos ou da maioria dos estudantes. No entanto, os casos discrepantes também são considerados.

Ressaltamos que, para manter o sigilo dos dados e compor a sequência lógica dos fatos, atribuímos um código à transcrição das respostas dos estudantes, quando julgamos necessário. Sendo assim, a referência a determinado estudante, identificado com o uso da letra E, será seguida por um número; E1, por exemplo, diz respeito ao estudante um. O número não está associado ao número da chamada nem à ordem de classificação.

Apresentamos os resultados organizados na ordem da realização das propostas relacionadas com as unidades de análise apresentadas no Quadro 4. A exibição dos resultados está organizada num quadro, facilitando a compreensão dos dados por meio de uma visualização mais clara, permitindo, assim, a comparação direta dos dados entre as variáveis.

4.1 Unidade de análise A: visualização de aspectos geométricos em obras artísticas

O momento da proposta 1-A ocorreu após os estudantes já estarem cientes de que eram participantes da pesquisa integrante do curso de Mestrado Profissional de sua professora e terem assinado o termo necessário, bem como seus responsáveis terem autorizado suas participações. Todos estavam muito empolgados e ansiosos

para aquele momento. Destacamos que se empenharam bastante e colaboraram em toda realização, bem como nas devolutivas às intervenções pontuais.

Dessa maneira, a proposta transcorreu conforme explanado no item 3.2, com os materiais descritos no mesmo item. Esse momento foi registrado por fotos, gravações de áudios e imagens, que serviram de subsídio para as análises.

Essa proposta apresentava a obra artística *Composição VIII* (1923), de Wassily Kandinsky, a ser observada pelos estudantes, e trazia apenas formas geométricas que representavam figuras planas, sendo elas: quadrados, triângulos, círculos e retângulos, que são objetos de conhecimento das habilidades determinadas para o 2º ano, e fora desse contexto havia presente na imagem um semicírculo.

No dia da realização estavam presentes 17 estudantes, sendo que cinco deles nomearam como sólidos geométricos algumas das figuras planas, conforme o Quadro 7:

Quadro 7 – Identificação das figuras geométricas da obra *Composição VIII* (1923), de Wassily Kandinsky, pelos estudantes

Figuras geométricas representadas na obra	Identificação atribuída pelo estudante	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
Triângulo  	Cone	1	“Quando está segurando um triângulo, mas está errado, está segurando um cone” (E13)
	Pirâmide	2	“Três faces” (E7)
Quadrado	Cubo	1	“Oito pontas” (E13)

			
Círculo 	Esfera	1	“Redondo como uma bola, gira em velocidade na descida” (E13); “nenhuma face” (E7); “redonda” (E2).

Fonte: elaborado pela autora.

a) Círculo: “não dá para segurar, o que segura é esfera” (E13); “nenhuma face” (E7); “não tem linha reta” (E12 e E4); “circular; é plano” (E18); “não tem ponta e linha” (E16); “é figura plana” (A16); “é circular ou redondo” (E2, E10 e E9).

b) Quadrado: “quatro faces” (E7); “têm linhas retas” (E12 e E4); “têm quatro linhas idênticas” (E1); “é plano” (E8 e E5); “têm quatro linhas do mesmo perímetro” (E16).

c) Retângulo: “figura plana” (E10); “quatro pontas, duas largas e duas curtas” (E16).

d) Triângulo: “três faces” (E6 e E7); “tem linha reta” (E12 e E14); “têm linhas em diagonal” (E4); “três linhas quase retas” (E1); “é triangular” (E9 e E10); “é uma figura plana” (E13, E16 e E18); “têm três pontas” (E16 e E17); “têm três linhas e têm pontas” (E5).

É importante ressaltar que apesar de 12 estudantes terem identificado as figuras planas, apenas três deles nomearam corretamente o retângulo, sendo que os demais nem apontaram sua existência. Ademais, todos os estudantes apontaram as cores das figuras geométricas, dentre as características citadas acima.

Durante as intervenções da professora junto aos estudantes foram feitas algumas observações para alguns deles que estavam apenas nomeando as figuras sem apontar suas características.

Como mencionado acima, as obras artísticas continham a forma geométrica semicírculo. Os estudantes E1 e E16 as nomearam, respectivamente, como “meio círculo” e “semicírculo”, caracterizando-as como metade de um círculo.

Na proposta 1-B dessa unidade de análise, os estudantes desenvolveram algo semelhante à do item 4.1, no que diz respeito à consigna e aos procedimentos de realização. Entretanto, a obra artística analisada foi criada por uma inteligência artificial. Ela trazia formas geométricas que representavam figuras planas e figuras de sólidos geométricos, como triângulo, círculo, pirâmide, paralelepípedo, cubo, esfera e cone, que são alguns dos objetos de conhecimento das habilidades determinadas para o 2º ano. No dia da realização estavam presentes 17 estudantes, dos quais cinco nomearam algumas figuras de sólidos geométricos com figuras planas, conforme indicado nos Quadro 8 e 9:

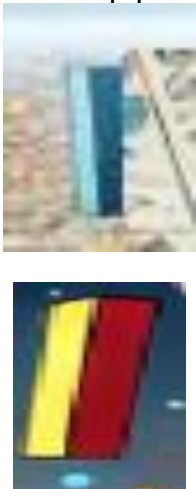
Quadro 8 – Identificação das figuras geométricas da obra “Desenho de formas geométricas”, pelos estudantes (continua)

Figuras geométricas representadas na obra	Identificação atribuída pelo estudante	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
Cubo 	Quadrado	2	“Linhas retas” (E4); “textura lisa” (E8).
Pirâmide	Triângulo	1	“Linhas diagonais” (E4)

			
---	--	--	--

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 9 – Identificação das figuras geométricas da obra “Desenho de formas geométricas”, pelos estudantes (conclusão)

Figuras geométricas representadas na obra	Identificação atribuída pelo estudante	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
Esfera 	Círculo	1	“Não têm faces” (E7)
Paralelepípedo 	Retângulo	1	“Têm linhas retas e pontas” (E4)

Fonte: elaborado pela autora.

Os demais estudantes nomearam corretamente as figuras geométricas presentes na obra artística e as descreveram com as seguintes características:

a) Triângulo: “cinco faces” (E7); “têm três linhas retas” (E1); “é plano” (E18); “têm linhas em diagonal” (E4).

b) Círculo: “é pequeno” (E8); “tem textura lisa” (E8); “tem zero faces” (E7); “é plano” (E18); “tem textura áspera” (E8).

c) Pirâmide: “têm cinco faces” (E7); “têm triângulos que fazem uma forma geométrica” (E13); “têm cinco pontas” (E9); “têm linhas retas” (E1).

d) Paralelepípedo: “têm quatro pontas” (E9); “é um retângulo 3D” (E16).

e) Cubo: “têm seis faces e oito vértices” (E3); “têm pontas” (E13); “quatro pontas” (E9); “têm linhas retas” (E1); “é quadricular” (E5); “é sólido geométrico” (E18); “seis faces quadradas” (E16).

f) Esfera: redonda (E2); não tem linhas retas (E1); é um sólido geométrico (E18); é circular (E10); tem zero faces (E7); é um círculo 3 D (E16).

g) Cone: “têm oito faces e uma vértice” (E3); “é uma pirâmide que gira” (E13); “têm cinco pontas” (E9); “têm linhas em diagonal” (E4).

Destacamos que 10 dos 17 estudantes participantes apontaram as cores das figuras geométricas dentre as características citadas acima.

Durante as intervenções da professora junto aos estudantes foram feitos alguns questionamentos a fim de entender quais elementos estavam utilizando para diferenciar as figuras planas das espaciais nas representações bidimensionais que tinham em mãos. Abaixo estão transcritas as principais respostas pertinentes para essa investigação:

Professora (P): “por que você nomeou essa figura como pirâmide?”

E5: “porque está formando uma coisa que dá para segurar”.

Professora: “por que você nomeou essa figura como pirâmide e não como cubo?”

E13: “porque tem vários triângulos juntos”.

E10: “porque está aparecendo os lados. (aponta com o dedo os lados)”.

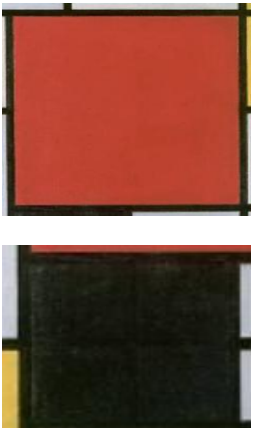
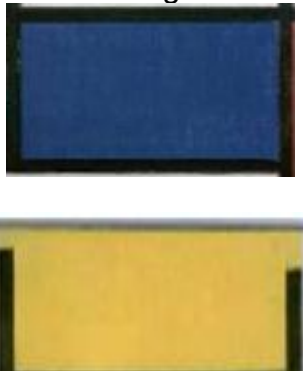
Professora: “por que você nomeou essa figura como cone?”

E14: “porque é igual o negócio que fica na rua”.

Finalizando a unidade de análise A, foi desenvolvida o terceiro momento seguindo os mesmos procedimentos dos itens 4.1 e 4.2 em relação à consigna e aos procedimentos de realização, porém a obra artística a ser analisada foi *Composição com vermelho, amarelo, azul e preto*, de Piet Mondrian, de 1921. A proposta trazia apenas formas geométricas que representavam figuras planas, sendo elas: retângulo e quadrado que são alguns dos objetos de conhecimento das habilidades determinadas para o 2º ano.

No dia da realização estavam presentes 18 estudantes, sendo que apenas três deles nomearam como sólidos geométricos algumas figuras planas, conforme Quadro 10:

Quadro 10 – Identificação das figuras geométricas da obra *Composição com vermelho, amarelo, azul e preto* (1921), de Piet Mondrian, pelos estudantes

Figuras geométricas representadas na obra	Identificação atribuída pelo estudante	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
Quadrado 	Cubo	1	“Vários quadrados que fazem uma forma geométrica, parecendo um quadrado que dá para pegar” (E13)
Retângulo 	Paralelepípedo	2	“Retângulos fazem essa forma geométrica que dá para pegar” (E13); “longo e um pouco quadriculado” (E6)

Fonte: elaborado pela autora.

Os demais estudantes nomearam corretamente as figuras geométricas presentes na obra artística e as descreveram com as seguintes características:

a) Quadrado: “figura plana; têm quatro linhas com o mesmo perímetro” (E16); “textura lisa” (E8; E3); “é plano” (E18); “grande e liso” (E5); “têm quatro vértices e formato quadricular” (E12); “têm quatro linhas idênticas” (A1); “têm quatro lados” (E10; E11); “forma plana” (E9; E17); “quatro pontas e quatro linhas” (E9); “seis faces” (E7); “é mais gordo que o retângulo”; “é parecido com um cubo” (E14; E17); “têm linhas retas e não tão longas” (E4).

b) Retângulo: “duas linhas longas e duas linhas curtas” (E16); “textura lisa” (E3; E9); “é plano” (E18); “pequeno e liso” (E13); “quatro vértices e formato retangular” (E12); “têm duas linhas grandes e duas linhas pequenas” (E1); “têm quatro lados” (E10); “forma plana” (E9); “quatro pontas e quatro linhas” (E9); “seis faces” (E7); “é um quadrado mais afinado” (E17); “ele é largo” (E17); “com dois lados iguais e dois lados iguais, mas não é os quatro que são iguais” (E2); “têm linhas retas e longas”; “figura plana” (E16; E6; E15).

Destacamos que 15 dos 18 estudantes participantes apontaram as cores das figuras geométricas dentre as características citadas acima.

No momento das intervenções da professora juntos aos estudantes, novamente foram feitos alguns questionamentos individuais no local onde estavam sentados, a fim de entender quais elementos usavam para diferenciar as figuras planas das espaciais nas representações bidimensionais que tinham em mãos. Abaixo estão transcritas as principais respostas pertinentes nessa investigação, sendo que as mesmas perguntas foram feitas para os estudantes 11 e 12 obtendo respostas bem semelhantes.

Professora (P): “esses retângulos e quadrados que você nomeou são figuras planas ou sólidos geométricos? Por quê?”

E11: “são figuras planas porque não dá para pegar”.

E12: “são figuras planas porque não dá para segurar”.

P: “e essa folha que você está usando, ela lembra a forma de um retângulo?”

E11: “sim”.

E12: “sim”.

Professora: “então veja se consegue pegar a folha que está na sua carteira”.

E11: “consigo sim, olha”.

E12: “deu para segurar”.

Professora: “então de acordo com o que você me disse ela seria um sólido geométrico”.

E11: “ela não é porque não tem fundo” (mostrando o verso da folha).

E12: “não, mas não tem fundo olha” (mostrando o verso da folha).

Dando prosseguimento às propostas da unidade de análise A, a próxima foi coletiva e oral, sendo que a professora fez a mesma pergunta para todos os estudantes: “no geral de qual das obras artísticas presentes nas atividades que realizamos hoje vocês mais gostaram? Por quê?”

Dos 18 estudantes, 17 responderam que gostaram mais da obra da proposta 1B, criada por inteligência artificial. A maioria justificou a preferência pela imagem por ela ser bem colorida, ter muitas formas geométricas, aparecer o espaço e ter sido criada por inteligência artificial. Apenas o estudante 16 preferiu outra obra artística, alegando o fato dela ser bem colorida, pelo fato de nunca ter visto um semicírculo numa obra de arte e nem um artista tão bagunceiro que fez figuras umas em cima das outras.

Para finalizar essa unidade de análise, os estudantes assistiram um trecho do vídeo *Clássicos da pintura | Especial Obras de Arte | Camarote.21*” (DW Brasil, 2018), sobre Piet Mondrian, autor de uma das obras artísticas. Em seguida, a professora levantou as seguintes questões para os estudantes que quisessem responder: “Vocês reconheceram algo que já conheciam ou já viram nesse vídeo?”; “Gostaram do vídeo? Por que?”; “Se esse artista viveu há mais de 100 anos atrás porque será que suas obras ainda são famosas e aparecem em tantos objetos?”. Abaixo estão transcritas as respostas dos estudantes:

E1: “no vídeo apareceu uma obra igual à da atividade que fizemos. Acho que já vi no desenho do *Simpsons* numa roupa um desenho igual que vi no vídeo. A obra dele foi passando de geração em geração e foram tentando copiar e conseguindo”.

E9: “acho que ainda usam as coisas dele porque foi ficando famoso, conhecido, conhecido, e quiseram compartilhar essa pintura”.

E11: “uma caixinha de um remédio que minha mãe já tomou tinha um desenho igual apareceu no vídeo”.

E15: “eu vi que a repórter está com a roupa das mesmas cores da obra dele que apareceu e que estava na nossa atividade. Nunca vi um pintor que não faz a linha até o final”.

Com base nos dados acima, conseguimos apreender que a maioria dos estudantes, por meio da visualização das formas geométricas que compunham as

obras artísticas, foram capazes de nomeá-las corretamente por meio das conexões que estabeleceram. Ficou evidente que não realizaram apenas observações passivas, mas uma boa percepção visual, conseguindo identificar, comparar e nomear as formas geométricas, dando significado ao que viam com base em experiências e padrões já adquiridos. Assim, “visualizar não é apenas ver o visível, mas tornar visível aquilo que se vê extraindo padrões das representações e construindo o objeto a partir da experiência visual” (Flores; Wagner; Buratto, 2012, p. 62).

De acordo com Japiassu (1976, p. 40), as fronteiras das disciplinas foram ultrapassadas na realização dessas propostas, visto que por meio do impacto visual dos elementos (linha, tamanho, cores, tonalidade etc.) das obras de arte analisados pelos estudantes, eles constituíram no pensamento modos de representação de objetos da Geometria.

Tomando como referência as habilidades que são determinadas pela BNCC (Brasil, 2018) a serem desenvolvidas no 2º ano do Ensino Fundamental na unidade temática de Geometria, foi possível verificar que os estudantes demonstraram mais dificuldades em relação à “EF02MA15 – reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos”, pois nos Quadros 5,6 e 7 é possível constatar que nomearam mais vezes como sólidos geométricos algumas figuras planas.

Destacamos algumas características que foram mencionadas pelos estudantes e interagem com as visualizações realizadas por eles, relacionadas às seguintes habilidades determinadas pela BNCC para o ensino de Arte no 2º ano do Ensino Fundamental (Brasil, 2018):

- (EF15AR01) Identificar e apreciar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, cultivando a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético;
- (EF15AR02) Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.).

Observamos que a maioria dos estudantes mencionou as cores das formas geométricas. Também colocaram a textura que perceberam nas representações no papel de algumas formas geométricas, além de realizar comparação com a imagem já conhecida de um objeto.

Ressaltamos que por meio da visualização foram observados os detalhes das obras, destacando as cores. Por meio do imaginário retomaram ideias, símbolos e vivências para definir texturas sem mesmo senti-las. E, a partir de seu repertório imagético, o E14 conseguiu deduzir qual era o nome do sólido geométrico, comparando-o com o cone que costuma ver na rua.

As respostas dos estudantes indicam como os elementos artísticos e matemáticos coexistem na formação dos conceitos sobre figuras geométricas nesse nível educacional, como os atributos de cor, afinamento (mais afinado, largas), tamanho (curtas, longas), ideia de movimento (que gira) e textura (lisa, áspera) apresentados como características de figuras geométricas por meio da visualização.

A interação dos estudantes com as obras visuais e a construção de significados a partir de suas experiências sensoriais, imaginativas e educacionais ressaltam o papel da visualização em perspectiva na aprendizagem, visto que não se trata de meramente categorizar um quadrado e cubo, mas sim de uma conceitualização.

Contudo, esses dados corroboram com a fundamentação teórica deste trabalho no tocante à interdisciplinaridade, evidenciando como a abordagem integrada entre Arte e Matemática possibilita uma compreensão ampliada das figuras geométricas.

Por meio da visualização de figuras geométricas, houve a interação entre o conhecimento prévio do estudante, suas experiências e o que ele observa no ambiente externo. Não se tratando apenas de ver, mas de interpretar e construir significados a partir do que é visualizado. Esse fenômeno é evidente nas respostas dos estudantes, que, ao analisarem as obras artísticas, estabeleceram conexões entre as formas geométricas dadas e suas vivências, o que permitiu nomeá-las e classificá-las, mesmo que, em alguns casos, tenham extrapolado o evidente, que é algo que faz parte do processo que a obra artística desenvolve no expectador: a imaginação e a abstração.

A AOE desenvolvida pelo professor assume um papel central nesse processo, pois permite estruturar Situações Desencadeadoras de Aprendizagem que exploram a visualização como ferramenta para desenvolver conceitos geométricos. No contexto analisado, a visualização das formas geométricas nas obras artísticas possibilitou que os estudantes identificassem atributos como cor, textura e proporção, além de extrapolarem essas características para além do que está representado. Isso fica evidente quando um estudante classifica uma figura como um quadrado, mas deixa claro nas características que cita que visualizou um cubo, provavelmente devido à sua

experiência com a planificação desse sólido. Essa situação demonstra como a visualização pode ir além do que está explicitamente representado e como a Arte contribui para esse processo ao estimular a imaginação e a abstração.

Essa análise corrobora a interdisciplinaridade entre Arte e Matemática, pois, enquanto a Matemática enfatiza a evidência das formas e suas classificações rigorosas, a Arte permite a ampliação dessa percepção, levando o estudante a considerar diferentes perspectivas e interpretações, o que facilita a identificação e classificação das figuras geométricas e promove uma compreensão mais profunda dos conceitos, considerando tanto o que o estudante vê no ambiente quanto aquilo que ele mobiliza mentalmente a partir de suas experiências.

A visualização de figuras geométricas possibilita uma interação dinâmica entre o conhecimento prévio do estudante, suas experiências e aquilo que ele observa no ambiente ao seu redor. Esse processo vai além de simplesmente visualizar; trata-se de interpretar e atribuir significado ao que é visualizado. Isso fica evidente nas respostas dos estudantes, que, ao analisarem as obras artísticas, estabeleceram conexões entre as formas geométricas presentes e suas vivências. Assim, foram capazes de nomeá-las e classificá-las, mesmo quando, em alguns casos, extrapolaram o que era evidente, isso faz parte do impacto que a obra artística provoca no observador, estimulando a imaginação e a abstração.

Nesse contexto, a AOE, desenvolvida pelo professor, desempenha um papel essencial, pois possibilita a criação de situações desencadeadoras de aprendizagem por meio da visualização como ferramenta para desenvolver conceitos geométricos. A observação das formas geométricas nas obras de arte permitiu que os estudantes identificassem atributos como cor, textura e proporção, mas também os levou a ir além do que estava explicitamente representado. Um exemplo claro disso ocorreu quando um estudante classificou uma figura como um quadrado, mas, ao descrever suas características, revelou que visualizava um cubo, possivelmente devido à sua experiência com a planificação desse sólido. Essa situação demonstra como a visualização pode ir além do que está explicitamente representado e como a arte contribui para esse processo ao estimular a imaginação e a abstração.

Essa análise reforça a importância da interdisciplinaridade entre Arte e Matemática. Enquanto a Matemática enfatiza o evidente na classificação das formas, a Arte amplia essa percepção, permitindo que o estudante explore diferentes perspectivas e interpretações. Essa interação facilita a identificação e classificação

das figuras geométricas e favorece uma compreensão mais profunda dos conceitos, considerando não apenas o que o estudante vê no ambiente, mas também o que ele mobiliza mentalmente a partir de suas experiências e conhecimentos prévios.

4.2 Unidade de análise B: visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de sólidos geométricos (cubo, pirâmide, paralelepípedo, esfera, cone e cilindro)

A aplicação do segundo momento teve duas semanas de duração. Foi realizada em sala de aula e individualmente, compreendendo seis propostas: 2-A, 2-B, 2-C, 2-D, 2-E e 2-F –, que continham sempre os mesmos questionamentos, porém, com alterações nas sombras projetadas, de acordo com cada sólido geométrico que era colocado no retroprojektor.

Essa proposta transcorreu conforme explanado no item 3.2, e utilizou os materiais descritos no mesmo item. Esse momento foi registrado por fotos, gravações de áudios e imagens, subsidiando as análises. Nos dias da realização das atividades estavam presentes 17 estudantes.

Os quadros a seguir apresentam as nomeações das formas geométricas desenhadas pelos estudantes, bem como as justificativas que foram dadas para essas nomeações e as características, sem repetir as que foram citadas por mais de um estudante.

Quadro 11 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um cubo

Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
 (amostra: E12)	Figura geométrica plana	“porque não tem fundo”; “porque não dá pra pegar na mão”; “porque não aparece o lado”; “porque não aparece atrás”; “porque	12	“quadradas”; “quatro pontas”; “reta”; “não tem vértice”; “não tem face”; “é preta”; “são quadradas”.

		não tem fundo”; “porque não dá pra ver as faces”.		
 (amostra: E16)	Sólido geométrico	“porque têm pontas”; “porque é 3D”.	5	“quadradas”; “têm pontas”; “é “quadriculada”; “figura espacial”; “têm seis faces”; “é 3D”; “têm linhas retas e não tão grandes”; “dá pra ver suas faces”.

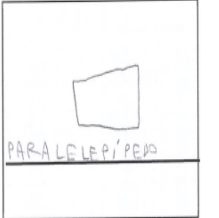
Fonte: elaborado pela autora.

Destacamos que apenas o E16, dentre os cinco estudantes que identificaram as sombras como sendo sólidos geométricos, desenhou a figura conforme o Quadro 11; os demais desenharam como o E12.

Como resposta à última pergunta 16 estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era um cubo. Apenas o E6 deu uma resposta diferente: “eu acho que é um imã, porque tem tamanho e na minha imaginação eu tenho certeza que é um imã”.

Quadro 12 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um paralelepípedo

Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
	Figura geométrica plana	“porque não aparece o fundo e nem o lado”; “porque não tem fundo”; “porque não dá pra pegar na mão”,	9	“quatro lados”; “largo e alto”; “maior de largura e menor de altura”; “comprido e liso”; “pequeno”; “têm quatro linhas”; “são retangulares”

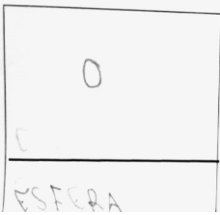
 (amostra: E11)				
  (amostra: E18)	Sólido geométrico	“porque eles têm pontas”; “porque é 3D”	8	“têm faces”; “tem quatro linhas”; “é quadriculada”; “é alto”; “é pequeno”; “longo”; “têm pontas”; “não rola”; “possui linhas retas”; “3D”; “fino”; “linhas curtas e grossas”.

Fonte: elaborado pela autora.

Como resposta à última pergunta, 12 estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era um paralelepípedo, 4 responderam que era um quadrado e um retângulo que foram utilizados e apenas o E6 deu uma resposta que não se enquadra com no agrupamento com as demais: “eu acho que é um material dourado porque tem o tamanho”.

Quadro 13 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um cone

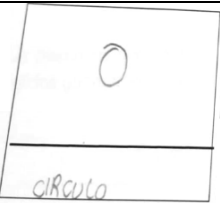
Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
	Figura geométrica plana	“porque os desenhos são de figuras planas” / “porque não tem fundo” / “porque tem formato plano” / “porque tem retas”	7	“arredondada”; “triangular”; “quatro pontas”; “não têm linhas retas”; “linhas diagonais”.

 (amostra: E3)				
 (amostra: E2)				
 (amostra: E1)	Sólido geométrico	“porque tem profundidade”; “porque é 3 D”; “porque tem fundo”; “porque rola”	10	“redondo”; “giram”; “tem ponta”; “é alto”; “tem fundo”; “rola”; “têm linhas em diagonal”; “cinco faces”; “não tem linhas retas”.

Fonte: elaborado pela autora.

Como resposta à última pergunta, 15 estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era uma esfera. Dois estudantes afirmaram que o sólido utilizado foi um cilindro, dando como justificativa: “é o cilindro, mas ele ficava numa posição que a sombra pegava em formato de círculo” e “eu acho que é um cilindro, porque como uma esfera ia parar em pé!”.

Quadro 14 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de uma esfera

Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
	Figura geométrica plana	“porque os desenhos são de figuras planas” / “porque não tem fundo” /	7	“arredondada”; “triangular”; “quatro pontas”; “não têm linhas retas”; “linhas diagonais”

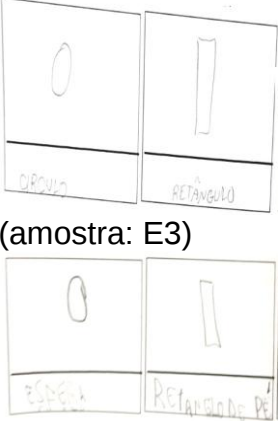
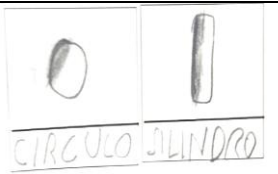
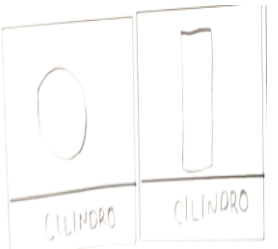
 (amostra: E3)		“porque tem formato plano” / “porque tem retas”		
 (amostra: E2)				
 (amostra: E1)	Sólido geométrico	“porque tem profundidade”; “porque é 3 D”; “porque tem fundo”; “porque rola”	10	“redondo”; “giram”; “tem ponta”; “é alto”; “tem fundo”; “rola”; “têm linhas em diagonal”; “cinco faces”; “não tem linhas retas”.

Fonte: elaborado pela autora.

Como resposta à última pergunta, 11 estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era um cone. Os demais não responderam que havia sido utilizada apenas uma forma geométrica – mesmo isso sendo afirmado na consigna e pela professora na explicação da atividade –, gerando respostas que correspondiam aos desenhos das sombras que realizaram. Sendo assim, colocaram como sendo o sólido utilizado: círculo, pirâmide, esfera e triângulo.

Quadro 15 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de um cilindro

Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica

 (amostra: E3)	Figura geométrica plana	“porque têm partes planas”; “porque têm partes retas e curvas”; “porque o desenho parece figura plana”.	8	“redonda”; “têm pontas”; “reto”; “retangular”.
 (amostra: E8)  (amostra: E7)	Sólido geométrico	“porque tem fundo”; “porque tem profundidade”; “porque é 3D”; “porque dá pra pegar”.	9	“não tem faces”; “giram”; “redondo”; “reto”; “tem fundo”; “rola”; “grande”; “pontas arredondadas”.

Fonte: elaborado pela autora.

Como resposta à última pergunta, cinco estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era um cilindro.

Destacamos que nessa proposta os estudantes começaram a associar as sombras ao sólido que já conseguiam perceber que estava sendo utilizado para a projeção, sendo assim nomeavam as sombras como sendo sólidos geométricos.

Quadro 16 – Visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de uma pirâmide de base quadrada

Figuras geométricas desenhadas	Nomeações dadas	Justificativas	Quantidade de estudantes	Características mencionadas sobre a forma geométrica
--------------------------------	-----------------	----------------	--------------------------	--

 (amostra: E5)		Figura geométrica plana	“porque não tem fundo”; “porque são retas”; “porque não aparece o fundo”.	7	“tem uma ponta em cima e duas pontas embaixo”; “não giram”; têm pontas”; “as pontas são retas”; “pequena e quadrada”; “parece um chapéu de marinheiro”; “quatro linhas retas”.
 (amostra: E16)					
 (amostra: E9)					

Fonte: elaborado pela autora.

Como resposta à última pergunta, sete estudantes responderam corretamente que o sólido utilizado para projetar as sombras era uma pirâmide. Assim como já havia acontecido, os estudantes também associaram as sombras ao sólido que percebiam estar sendo utilizado para a projeção, sendo assim nomeavam as sombras como sendo sólidos geométricos.

Os excertos desta unidade de análise evidenciados nos quadros acima demonstram que o cubo, sendo um sólido geométrico com faces quadradas, quando submetido a uma fonte de luz, projeta sombras quadradas. De acordo com Fusari e Ferraz (2001), a organização espacial das formas tridimensionais se dá pela distribuição de massas e planos. A projeção do cubo no plano reforça a noção de simetria, pois sua estrutura geométrica permite que as sombras projetadas mantenham proporcionalidade com a figura original.

A presença de sombras projetadas reforça a percepção do peso visual e da tridimensionalidade do objeto. Segundo Arnheim (2000), sombras excessivamente escuras podem dificultar a continuidade da forma, enquanto sombras suaves favorecem a compreensão dos contornos. A depender da fonte luminosa, a projeção do cubo pode acentuar efeitos de profundidade e distorção, influenciando a leitura da estrutura espacial, o que pode ter acarretado que alguns estudantes nomearam o quadrado como sólido geométrico além de terem usado cor (lápis grafite) ao desenhar essa sombra, não só nas suas linhas de contorno, mas também em seu

preenchimento.

Já o paralelepípedo, por possuir faces retangulares, apresenta projeções de sombra semelhantes às do cubo, mas com variações proporcionais devido às suas dimensões assimétricas.

Há a relação entre espaço e volume na projeção do paralelepípedo, pois a percepção de tridimensionalidade depende da forma como as sombras interagem com o fundo. A diferença entre sombras próprias e projetadas ajudam na leitura das dimensões espaciais, conforme discutido por Arnheim (2000). Esse efeito ilustra a necessidade de interpretar direções, planos e profundidade para identificar as formas geométricas.

O cone, diferentemente dos sólidos abordados acima, é um não poliedro e, portanto, não tem todas suas faces compostas de polígonos. Segundo Fusari e Ferraz (2001), a organização dos volumes no espaço se dá pela interação entre as formas e os vazios. No caso do cone, essa relação é evidente, pois sua sombra pode alongar-se ou encurtar-se, criando uma percepção de altura variável. Além disso, a variação na intensidade da sombra pode sugerir transparência e profundidade, conforme apontado por Arnheim (2000).

A interação entre luz e sombra no cone reforça a ideia de que a projeção das formas geométricas não é fixa, mas dinâmica, dependendo de fatores como posição da luz, ângulo do observador e distância do plano de projeção.

A teoria de Fusari e Ferraz (2001) destaca que a textura e a distribuição da luz na superfície de um objeto influenciam diretamente a sua percepção espacial. No caso da esfera, esse efeito se manifesta na maneira como a luz reflete e cria variações tonais na superfície, proporcionando uma noção mais realista de tridimensionalidade.

Além disso, segundo Arnheim (2000), as sombras projetadas pela esfera podem gerar ilusões ópticas relacionadas à profundidade e ao deslocamento, pois pequenas variações na intensidade da sombra podem fazer com que o objeto pareça flutuar ou estar apoiado em uma superfície. Destarte as sombras do cilindro não tiveram como justificativa para a nomeação de figura plana o fato de “ter fundo”, porém vários estudantes mencionaram que “tem profundidade”. Sendo assim, considerando as reflexões do autor acerca das ilusões ópticas que as sombras podem causar, destacamos a colocação de um estudante quanto ao fato de que o sólido deveria ser um cilindro, porém estava numa posição que “a sombra pegava em formato de círculo”.

Em relação a última forma geométrica analisada, a pirâmide de base quadrada, salientamos a associação ao seu repertório imagético que um estudante fez ao caracterizar esse sólido como “um chapéu de marinheiro”.

Dessa forma, de acordo com Fusari e Ferraz (2001), a percepção da superfície e do espaço é um elemento essencial na construção da visualidade. Os estudantes associaram a ideia de figuras planas à ausência de volume ou profundidade perceptível. Acreditamos que isso indique que a maioria deles compreende que figuras sem efeito tridimensional são bidimensionais.

Já a justificativa “porque são retas” revela um possível equívoco conceitual, pois nem todas as figuras planas são compostas apenas por linhas retas. Essa resposta nos sugere que a associação entre formas geométricas planas e suas propriedades estruturais ainda está em desenvolvimento.

Segundo Oliveira (2022), a noção de tridimensionalidade na percepção visual se baseia em elementos como profundidade, volume e a possibilidade de manipulação tátil. As respostas dos estudantes mostram que eles percebem os sólidos geométricos como objetos que possuem volume, algo que pode ser segurado ou observado de diferentes ângulos.

Os estudos de Arnheim (2000) abordam que a percepção das formas geométricas não ocorre apenas por meio da visão, mas também por meio da experiência espacial e da manipulação física dos objetos. As respostas indicam que os estudantes basearam suas descrições tanto na aparência visual quanto nas propriedades físicas dos sólidos.

Consideremos as menções “rolar” e “girar”, elas sugerem que os estudantes compreenderam que algumas formas geométricas possuem superfícies curvas e contínuas, como o cilindro e a esfera, o que facilita o movimento desses sólidos.

Flores (2003) destaca que a visualização geométrica é um processo cognitivo que vai além da simples identificação de formas. A verdadeira compreensão geométrica envolve a capacidade de transformar representações mentais em conceitos abstratos, algo que ainda está sendo desenvolvido pelos estudantes. Por isso, algumas respostas foram baseadas apenas na aparência visual (“parece um triângulo”) sem uma explicação mais fundamentada sobre as propriedades matemáticas das formas.

A seguir, apresentamos as habilidades determinadas na BNCC (Brasil, 2018) foram contempladas nas propostas desse segundo momento, tanto no que diz respeito a Matemática quanto a Arte:

(EF15AR02) Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.) [...]
 (EF02MA15) Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos;
 (EF02MA14) Reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera) relacionando-as com objetos do mundo físico e

Assim, a análise dos quadros mostra que os estudantes compreendem a diferença entre figuras planas e sólidos geométricos, mas alguns ainda enfrentam dificuldades em conceituar corretamente essas formas.

4.3 Unidade de análise C: criação artística com as projeções das figuras planas

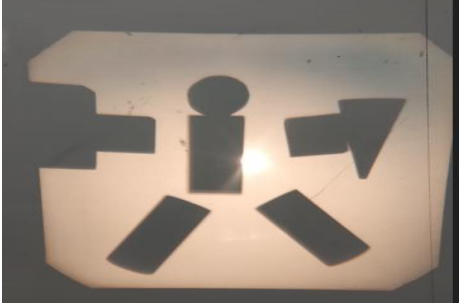
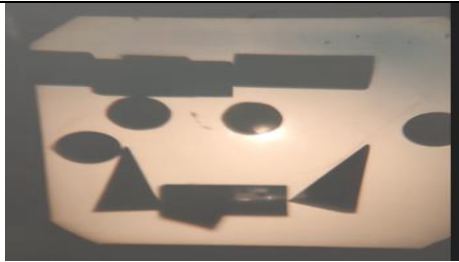
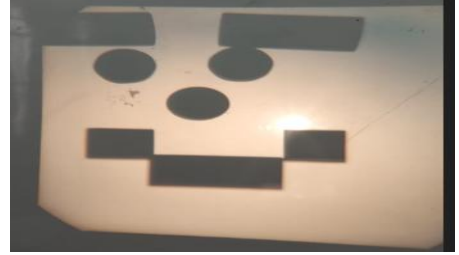
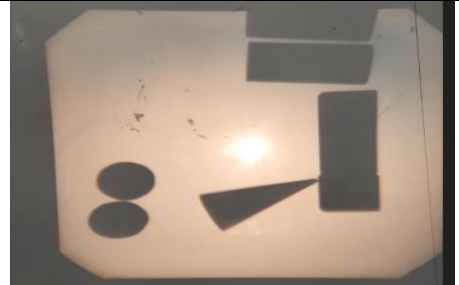
O terceiro momento que contempla a unidade de análise C ocorreu durante dois dias e foi realizada em sala de aula com duplas.

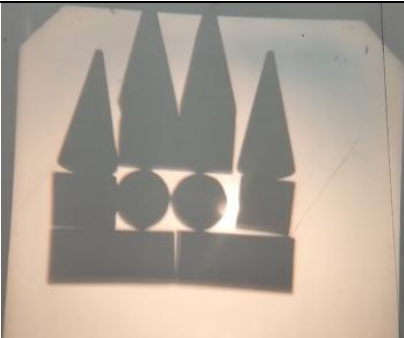
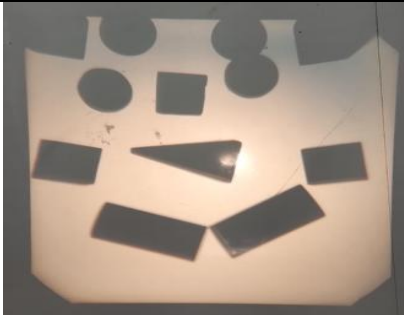
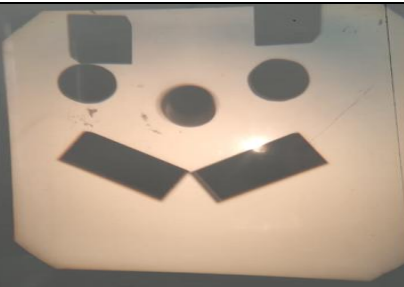
Essa proposta transcorreu conforme explanado no item 3.2, e utilizou os materiais descritos no mesmo item. Esse momento foi registrado por fotos, gravações de áudios e imagens, as quais subsidiaram as análises. Nos dias da realização estavam presentes 16 estudantes.

O Quadro 17 traz os registros das criações das duplas e o título que deram para elas.

Quadro 17 – Criação artística com as projeções das figuras planas

Registros das produções artísticas e dupla criadora	Título
--	---------------

			“Boneco de neve amaldiçoado”
			“O Robson”
			“Vinícius Junior” Jub
			“Flor de rosa”
			“Montanha GM”

			“Castelo da Cinderela”
			“Artes com sólidos geométricos”
			“Rosto de sólidos geométricos “

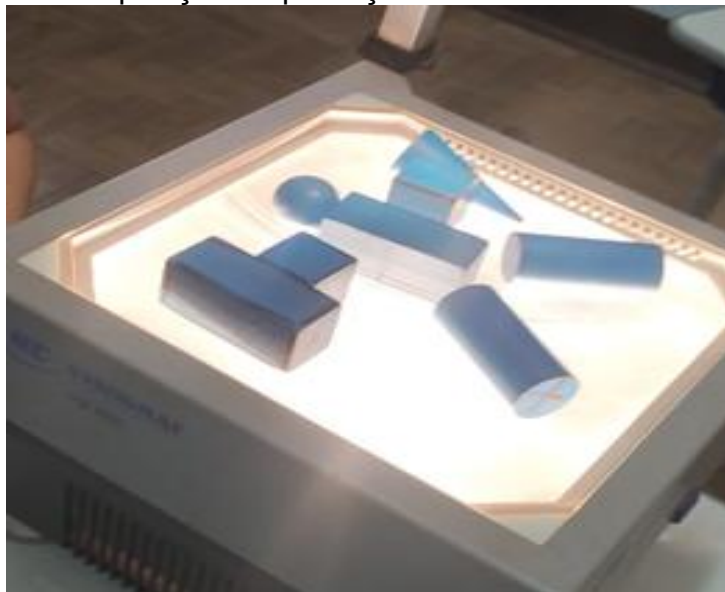
Fonte: elaborado pela autora.

Tomando por base os dados do quadro acima e de acordo com Fusari e Ferraz (2001), a construção visual envolve a interação entre superfície, volume, textura e cor, e esses elementos desempenham um papel crucial na percepção e expressão artística. Isso pode ser percebido nas obras artísticas elaboradas pelos estudantes, pois, considerando os títulos das produções "Boneco de neve amaldiçoado", "O Robson" e "Castelo da Cinderela", podemos inferir que os estudantes associaram os sólidos geométricos a objetos do cotidiano e referências culturais. Esse aspecto evidencia um diálogo entre a Geometria e a criatividade, permitindo que os estudantes reinventem as formas geométricas de acordo com seus repertórios imagéticos. A interação entre luz e sombra desempenha um papel essencial na percepção volumétrica dos sólidos geométricos.

As produções artísticas dos estudantes, nas representações de elementos como castelos, montanhas e personagens, exploraram o efeito das sombras

projetadas, que ajudam a definir contornos e a diferenciar os planos na composição. Ao manusearem os sólidos na criação dessas sombras, os estudantes podiam vê-las refletidas e fazer os ajustes necessários. Essa proposta, além de proporcionar a manipulação de sólidos geométricos, também possibilitou o desenvolvimento do raciocínio espacial e da interpretação visual dos estudantes.

Figura 16 – Composição da produção artística “Boneco amaldiçoado”



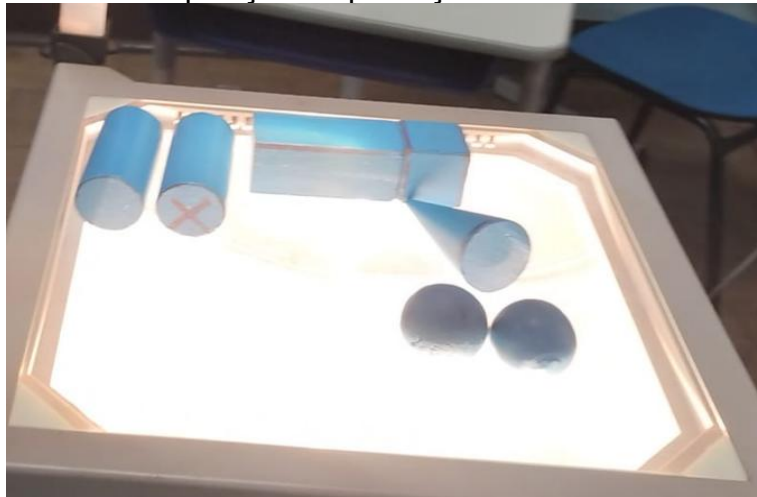
Fonte: elaborado pelas duplas E1 e E12.

Figura 17 – Composição da produção artística “O Robson”



Fonte: elaborado pelas duplas E7 e E10.

Figura 18 – Composição da produção artística “Montanha GM”



Fonte: elaborado pelas duplas E6 e E1.

Os títulos criados para as obras indicam que os estudantes foram além da reprodução mecânica das formas geométricas e atribuíram significado e narrativa às suas produções. Esse processo pôde auxiliar a efetivação de uma aprendizagem ao realizar conexões entre os conceitos matemáticos e a experiência subjetiva. Levando em consideração as discussões apresentadas por Lavelberg (2003), essa aprendizagem deve estar relacionada à cultura e à experiência pessoal dos estudantes, para que se sintam capazes de criar, refletir e se expressar artisticamente. Os dados dessa unidade de análise corroboram também com o que a autora diz sobre criatividade, quando ressalta que ela deve ser constantemente ressignificada, considerando os diferentes marcos poéticos, conceituais e educacionais. Assim, dessa maneira, as propostas dessa unidade de análise propiciou o que Lavelberg (2023, p. 11) chama de “um campo de experimentação, descoberta e expressão conectado as vivências dos estudantes e o contexto cultural dos mesmos”.

Contudo, vale ressaltar que esse processo e a aprendizagem que o mesmo proporcionou corroboram com as competências previstas na BNCC (Brasil, 2018) para esse ano escolar, sendo elas: experienciar a ludicidade, a percepção, a expressividade e a imaginação, ressignificando espaços da escola e de fora dela no âmbito da Arte e desenvolver a autonomia, a crítica, a autoria e o trabalho coletivo e colaborativo nas artes. Quanto às habilidades (Brasil, 2018):

(EF15AR01) Identificar e apreciar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, cultivando a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético;
 (EF15AR02) Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.);
 (EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais;
 (EF15AR05) Experimentar a criação em artes visuais de modo individual, coletivo e colaborativo, explorando diferentes espaços da escola e da comunidade.

Destacamos que aspectos matemáticos também foram levados em consideração pelos estudantes nos momentos de suas criações, pois, ao darem forma às obras por meio da organização dos sólidos geométricos sobre o retroprojeter, estabeleciam relações entre a tridimensionalidade das formas geométricas e a bidimensionalidade das imagens compostas pela luz lançada que gerava as sombras. Podemos citar, como exemplo, os elementos da criação de E5 e E16: olhos e nariz formados por círculos, projeções de esferas e cilindros; sobrancelhas formadas por retângulos, projeções de paralelepípedos; boca representada por quadrados e retângulo, projeções de cubo e paralelepípedo.

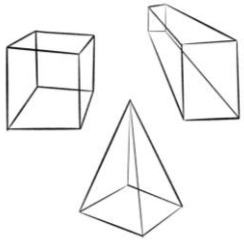
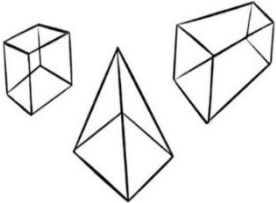
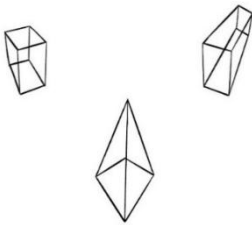
4.4 Unidade de análise D: visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga

A unidade de análise D foi contemplada pelas propostas 4-A, 4-B e 4-C. Elas tiveram início uma semana após a anterior ter sido realizada, e teve duração de três dias. Foram realizadas em sala de aula e individualmente.

Elas transcorreram conforme explanado no item 3.2 desse trabalho e utilizou os materiais descritos no mesmo item. Esse momento foi registrado por fotos, gravações de áudios e imagens, as quais subsidiaram as análises. Nos dias da realização estavam presentes 13 estudantes.

No Quadro 18, apresentamos os dados da proposta 4-A com as nomeações dadas pelos estudantes para as figuras geométricas de cada imagem, bem como a quantidade de faces que também foram analisadas por eles.

Quadro 18 – Visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide de base quadrada e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga

Imagem visualizada na proposta	Nomeações corretas (posição da figura – número de estudantes)	Outras nomeações citadas (figura geométrica – número de estudantes)	Quantidade correta citada (número de faces – número de estudantes)
Imagem 1  um ponto de fuga	Figura da esquerda – 9 Figura da direita – 10 Figura do centro – 6	Quadrado – 4 Retângulo – 3 Pirâmide – 7	Seis faces – 5 Seis faces – 4 Cinco faces – 5
Imagem 2  dois pontos de fuga	Figura da esquerda – 8 Figura da direita – 10 Figura do centro – 7	Quadrado – 2 e Paralelepípedo – 3 Retângulo – 3 Pirâmide – 5 e Torre – 1	Seis faces – 5 Seis faces – 4 Cinco faces – 5
Imagem 3  três pontos de fuga	Figura da esquerda – 10 Figura da direita – 10 Figura do centro – 7	Quadrado – 3 Retângulo – 3 Pirâmide – 5 e Torre – 1	Seis faces – 4 Seis faces – 4 Cinco faces – 4

Fonte: elaborado pela autora.

Na proposta 4-B, os estudantes observaram a imagem solicitada. Em seguida responderam à questão: “na imagem a região pintada de azul é maior que a região pintada de vermelho?” Abaixo estão transcritas as respostas dadas:

E4: ela não é maior.
 E9: a região azul não é maior do que vermelha, depende da posição que se vê.
 E12: as duas imagens são do mesmo tamanho porque estão em ângulos diferentes.
 E7 e E11: a região azul é maior porque depende do ângulo que se vê.
 E5, E6 e E16: é maior porque depende da posição que se vê.

E13: é que a região vermelha está mais afastada.
 E1 e E5: o azul é maior porque está mais na frente.
 E2, E3 e E10: o vermelho longe e azul perto faz parecer que é um maior que o outro.

Na proposta 4-C, após a professora dizer aos estudantes os nomes dos sólidos e que nas três imagens haviam sempre os mesmos (Quadro 15), apenas representados em perspectivas diferentes, eles responderam à questão: “Agora, volte a observar as imagens. Em seguida, escreva nas linhas abaixo em qual das três imagens você consegue reconhecer essas formas com mais facilidade e explique o motivo”. No Quadro 19, as respostas dadas:

Quadro 19 – Identificação dos sólidos geométricos (cubo, pirâmide de base quadrada e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga

Reconhecimento das formas geométricas (quantidade de pontos de fuga e número de estudantes)	Motivo
Um ponto de fuga: oito estudantes	E3: “a mais fácil é a imagem 1 porque nela está tudo mais parecido com o sólido de verdade”; E8 e E6: “é mais fácil na imagem 1 porque é mais fácil ver as faces”; E11: “acho que a 1 porque tá mais perto da minha visão”; E16: “foi mais fácil porque dá pra ver direito e afirmar que é cubo, paralelepípedo e pirâmide de base quadrada”; E7: “foi mais fácil porque dá pra enxergar melhor a base da pirâmide”; E17 e E9: “é melhor porque dá pra ver o fundo e as outras faces”.
Dois pontos de fuga: três estudantes	E1: “não consegui perceber muita diferença então escolhi a 2”; E5: “consegui perceber muito o cubo por dentro”. E12: “tinha achado mais fácil a 3 mas aí a pirâmide parece de base retangular, então escolhi a 2”
Três pontos de fuga: dois estudantes	E2: “o cubo e o paralelepípedo ficaram bem diferentes um do outro nessa imagem então deu pra perceber melhor ele”; E4: “comparando todas achei melhor essa”.

Fonte: elaborado pela autora.

Podemos observar que nas três imagens, a maioria dos estudantes

identificaram corretamente os sólidos geométricos, porém, também surgiram outras nomeações como: quadrado, retângulo, pirâmide e torre. Isso denota que alguns estudantes ainda não diferenciam completamente as figuras tridimensionais das bidimensionais, ou que a representação bidimensional em diferentes perspectivas interferiu na percepção do objeto (tridimensional) referenciado.

Essa dificuldade pode ser explicada pelos estudos de Duval (1995, *apud* Flores, 2003), que apontam a complexidade da relação entre figura real e sua representação semiótica. Representar sólidos geométricos em um plano exige que o estudante relacione as dimensões bidimensionais e tridimensionais, algo que pode gerar interpretações variadas.

Segundo Fusari e Ferraz (2001), a compreensão do volume nas Artes Visuais depende da percepção da profundidade e da estrutura das formas. Se levarmos em conta os recursos gráficos do desenho bidimensional de sólidos geométricos (tridimensionalidade) na comparação com figuras planas que os compõe e considerarmos as respostas dos estudantes, as mesmas podem ser um indicativo de que eles ainda não desenvolveram a capacidade de visualizar o volume por meio da perspectiva.

O Quadro 17 traz as quantidades de faces indicadas pelos estudantes para cada figura. Podemos observar que a maioria reconheceu corretamente as seis faces do cubo e do paralelepípedo, e algumas respostas indicaram cinco faces, o que pode estar relacionado às dificuldades na visualização da perspectiva e dos planos “ocultos”.

Os estudos de Oliveira (2022) mostram que a percepção da profundidade na ilustração de sólidos geométricos pode ser influenciada por fatores como: tamanho relativo das faces (quanto menor, mais distante parece estar), sobreposição de planos (elementos cobertos por outros podem ser ignorados) e uso de linhas de fuga (a direção das linhas pode afetar a interpretação do espaço). Esses fatores podem explicar porque alguns estudantes mencionaram cinco faces ao invés de seis, sendo que talvez tenham considerado apenas as partes visíveis do sólido, sem reconhecer a existência das faces ocultas. A presença de pontos de fuga pode ter causado uma distorção perceptiva, tornando algumas faces menos evidentes para os alguns estudantes.

Segundo Flores (2003), a perspectiva linear com múltiplos pontos de fuga pode dificultar a percepção dos iniciantes nessa prática, pois altera a projeção das arestas

dos sólidos. Podemos evidenciar isso a partir das respostas dos estudantes na análise das três imagens, pois a identificação das formas geométricas foi mais precisa na imagem com um ponto de fuga, enquanto nas imagens com dois e três pontos de fuga, 26 nomeações estavam incorretas. Sendo assim, notamos que quanto maior é o número de pontos de fuga, mais complexa se torna a percepção do objeto e mais difícil é para o estudante interpretar a forma tridimensional corretamente. Por isso, exploramos neste trabalho, não somente a perspectiva com um ponto de fuga, mas três, para exercitar a visualização em busca de desencadear novas aprendizagens.

Ostrower (1998 *apud* Oliveira, 2022) também aponta esses aspectos, ao explicar que a perspectiva regula as dimensões dos objetos no espaço, caracterizando-os em termos de profundidade. Entretanto, essa profundidade nem sempre é percebida corretamente pelos observadores, pois a projeção das linhas de fuga pode alterar a percepção do tamanho e da forma das faces dos sólidos.

A análise das imagens mostrou que, embora a maioria dos estudantes tenha identificado corretamente os sólidos geométricos, alguns ainda confundiram figuras tridimensionais com bidimensionais. Essa dificuldade pode estar relacionada à forma como a perspectiva interfere na percepção dos objetos.

Segundo Duval (1995 *apud* Flores, 2003), representar sólidos geométricos em um plano exige a relação entre dimensões, o que pode gerar interpretações variadas. Além disso, Fusari e Ferraz (2001) apontam que a percepção do volume depende da compreensão da profundidade e da estrutura das formas, o que pode explicar as dificuldades encontradas pelos estudantes.

Outro ponto analisado foi a contagem das faces dos sólidos. Enquanto a maioria reconheceu corretamente as seis faces do cubo e do paralelepípedo, alguns indicaram cinco, possivelmente por não considerarem os planos ocultos. Oliveira (2022) destaca que fatores como sobreposição de planos e linhas de fuga podem influenciar essa percepção.

A complexidade da perspectiva também impactou a identificação das formas. Como destaca Flores (2003), quanto maior o número de pontos de fuga, mais difícil se torna a interpretação dos objetos tridimensionais. Isso se refletiu nos dados analisados: a identificação foi mais precisa na imagem com um ponto de fuga, enquanto houve mais erros nas imagens com dois e três pontos de fuga.

Por fim, Ostrower (1998 *apud* Oliveira, 2022) reforça que a perspectiva regula as dimensões dos objetos no espaço, mas pode distorcer a percepção da

profundidade. Assim, os resultados indicam que trabalhar diferentes perspectivas é essencial para desenvolver a visão espacial e facilitar a compreensão das formas geométricas.

Habilidades determinadas na BNCC (Brasil, 2018) foram contempladas nessa proposta, tanto que diz respeito a matemática quanto a arte: “EF02MA14 – reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera) relacionando-as com objetos do mundo físico” e “EF15AR02 Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.)”.

4.5 Unidade de análise E: confecção de esculturas envolvendo representações de sólidos geométricos

O quinto momento teve duração de um dia devido à durabilidade do material utilizado. Foi realizada em sala de aula por três grupos de quatro estudantes.

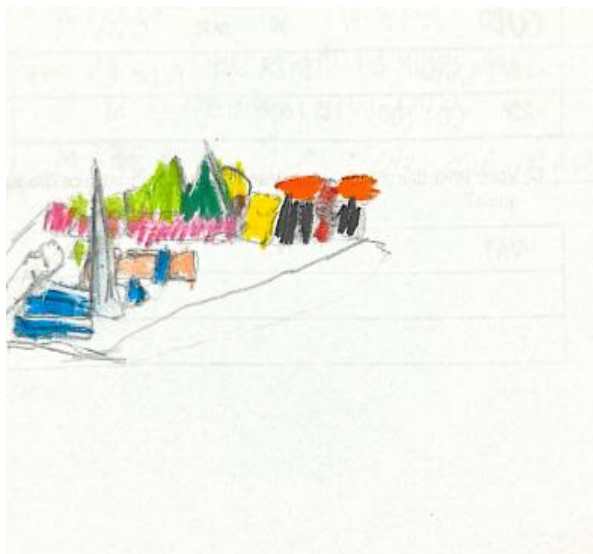
Essa proposta transcorreu conforme explanado no item 3.2, e utilizou os materiais descritos no mesmo, e foi registrado por fotos, gravações de áudios e imagens, as quais subsidiaram as análises. Abaixo estão imagens das obras artísticas confeccionadas pelos grupos, juntamente com os nomes que eles lhes atribuíram.

Figura 19 – Desenho “Ambiente Natural” (grupo 1)



Fonte: elaborado pelos estudantes do grupo 1.

Figura 20 – Desenho “Ambiente Natural “– E13



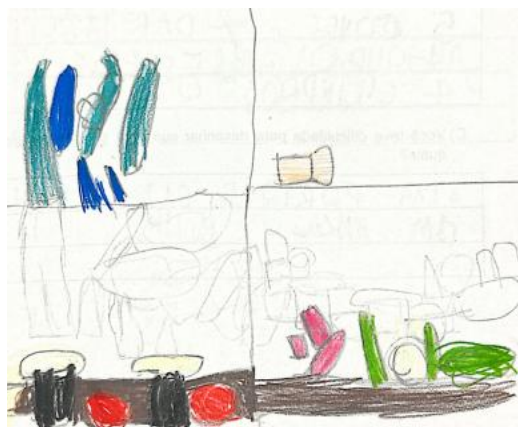
Fonte: elaborado pelo estudante E13.

Figura 21 – Desenho “Ambiente Natural” – E16



Fonte: elaborado pelo estudante E16.

Figura 22 – Desenho “Ambiente Natural” – E17



Fonte: elaborado pelo estudante E17.

Figura 23 – Desenho “Ambiente Natural” – E5



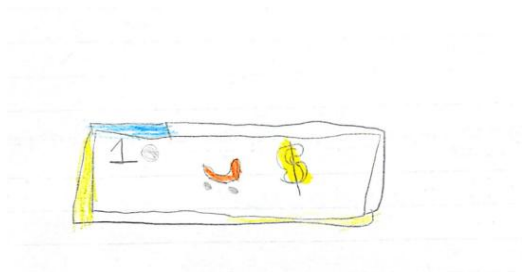
Fonte: elaborado pelo estudante E5.

Figura 24 – Desenho “Dinheiro de Toro” (grupo 2)



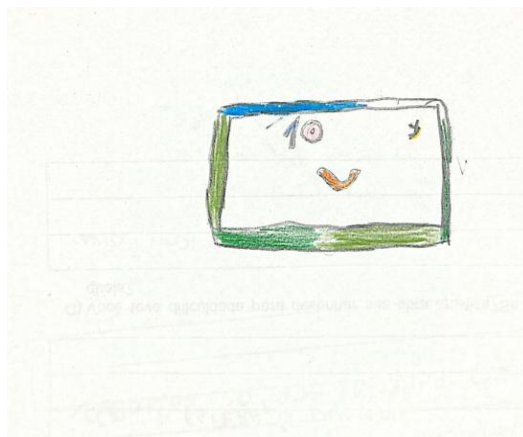
Fonte: elaborado pelos estudantes do grupo 2.

Figura 25 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E18



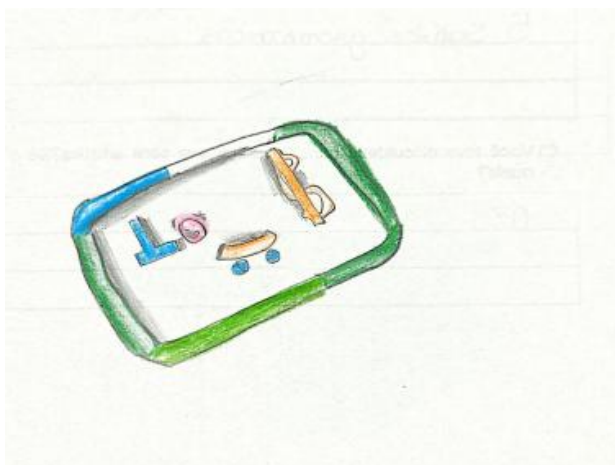
Fonte: elaborado pelo estudante E18.

Figura 26 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E3



Fonte: elaborado pelo estudante E3.

Figura 27 – Desenho “Dinheiro de Toro” – E7



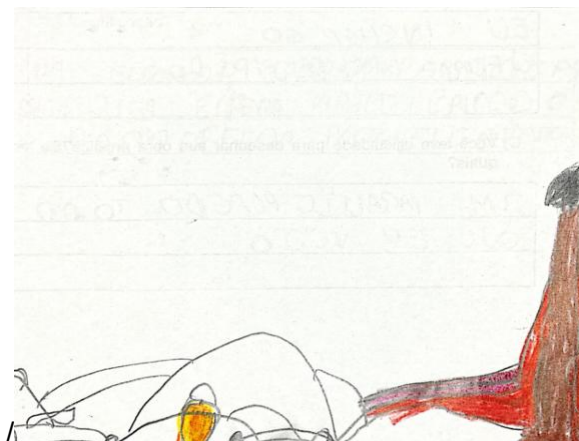
Fonte: elaborado pelo estudante E7.

Figura 28 – Desenho “Floresta poluída” (grupo 3)



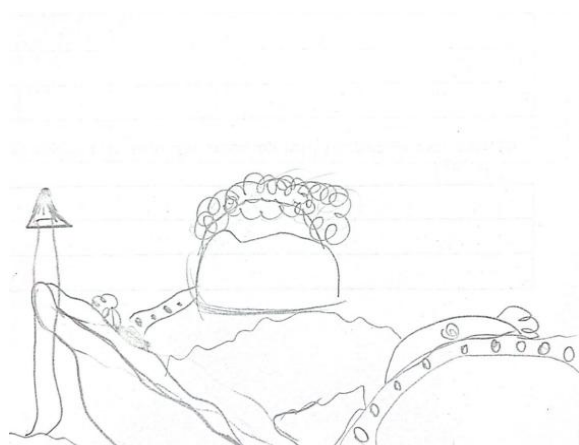
Fonte: elaborado pelos estudantes do grupo 3.

Figura 29 – Desenho “Floresta poluída” – E8



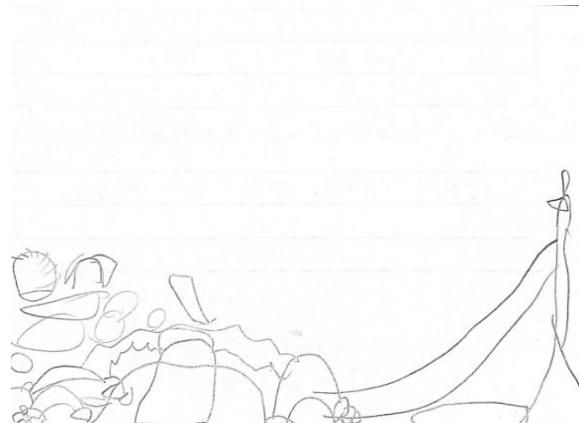
Fonte: elaborado pelo estudante E8.

Figura 30 – Desenho “Floresta poluída” – E9



Fonte: elaborado pelo estudante E9.

Figura 31 – Desenho “Floresta poluída” – E1



Fonte: elaborado pelo estudante E1.

O Quadro 20 apresenta as respostas dos estudantes às perguntas A, B, C e D da proposta, sem repetir aquelas que foram citadas por mais de um mesmo estudante do grupo.

Quadro 20 – Respostas dos estudantes às perguntas da proposta realizada

Nome da obra artística	Pergunta A: “o que seu grupo quis expressar nessa obra artística?”	Pergunta B: “quais e quantos sólidos seu grupo utilizou na confecção da obra artística com massa de modelar?”	Pergunta C: “você teve dificuldade para desenhar sua obra artística? Se sim, quais?”	Pergunta D: “seu desenho ficou semelhante ao dos seus colegas do grupo? Explique as semelhanças e diferenças”
“Ambiente natural” (Grupo 1)	“Um ambiente natural com sólidos geométricos”	“26 no total, sendo cone, paralelepípedo, cubo, esfera, cilindro e pirâmide”	“Dois estudantes do grupo responderam que não tiveram dificuldades”.	“Três estudantes do grupo responderam que seu desenho é completamente diferente dos colegas”
“Dinheiro de Toro” (Grupo 2)	“Uma cédula de 10 reais”	“Sete, no total, sendo paralelepípedo, cilindro e esfera”	“Todos os estudantes do grupo responderam que não tiveram dificuldade, que na realidade foi fácil”	“Três estudantes do grupo responderam que seus desenhos eram semelhantes pois continham um cifrão, um número e ‘o Toro’ ”
“Floresta poluída” (Grupo 3)	“Uma floresta poluída, pois é assim que o mundo ficará se não cuidarmos do ambiente”	“19 no total, sendo cilindro, paralelepípedo e esfera”	“Todos os estudantes do grupo responderam que tiveram dificuldade, e que a mesma foi em tudo”	“Todos os estudantes do grupo responderam que seu desenho está completamente diferente dos colegas”

Fonte: elaborado pela autora.

Em seguida, foram apresentadas as respostas de 12 estudantes para as mesmas perguntas mencionadas anteriormente, diferenciando-se das respostas dos demais. Além disso, também foram registradas as respostas para a pergunta E: “Você identificou os sólidos geométricos representados nos desenhos dos colegas da sala? O que considerou para essa identificação?”

Pergunta C: “você teve dificuldade para desenhar sua obra artística? Quais?”

E17 – Grupo 1: “sim, porque escolhi um ângulo ruim”.

E5 – Grupo 1: “tive dificuldade para desenhar o cone”.

E9 – Grupo 3: “ficou muito estranho e difícil pra fazer porque misturamos muitas cores”.

Pergunta D: “seu desenho ficou semelhante ao dos seus colegas do grupo?”

E5 – Grupo 1: “está diferente porque os outros desenhos estão com as formas pequenas”.

E3 – Grupo 2: “está diferente porque eu não desenhei os olhos do Toro porque eu não conseguia ver”.

E7 – Grupo 2: “o meu tem os olhos do Toro porque eu conseguia ver”.

E18 – Grupo 2: “eles pintaram a borda, eu não pinte”.

E1 – Grupo 3: “está diferente porque estamos em posições diferentes”.

Pergunta E: “Você identificou os sólidos geométricos representados nos desenhos dos colegas da sala? O que considerou para essa identificação?”

E17 – Grupo 1: “eu vi uma esfera que é o sol”.

E13 – Grupo 1: “eu achei uma pirâmide no desenho do meu amigo, eu sei porque não tem nenhum cone verde”.

E5 – Grupo 1: “sim, o cone”.

E16 – Grupo 1: “sim, reconheci em todos (menos no do E17 que entendi nada)”.

E10 – Grupo 2: “não identifiquei”.

E18 – Grupo 2: “eu achei um paralelepípedo, porque parece um retângulo, mas não é”.

E3 – Grupo 2: “sim, pareciam ser sólidos”.

E7 – Grupo 2: “sim, os mesmos que tinha no meu”.

E1 – Grupo 3: “de umas amigas sim, outra não porque pintou horrível e não deu para identificar nada”.

E8 – Grupo 3: “de todas identifiquei esfera e paralelepípedo”.

E12 – Grupo 3: “cilindros, esferas e um triângulo”.

E9 – Grupo 3: “um cilindro eu vi porque é mais ou menos um poste, e mais um cilindro e um quadrado”.

Pergunta C: “você teve dificuldade para desenhar sua obra artística? Quais?”

E17 – Grupo 1: “sim, porque escolhi um ângulo ruim”.

E5 – Grupo 1: tive dificuldade para desenhar o cone”.

E9 – Grupo 3: ficou muito estranho e difícil pra fazer porque misturamos muitas cores”.

Pergunta D: “seu desenho ficou semelhante ao dos seus colegas do grupo?”

E5 – Grupo 1: “está diferente porque os outros desenhos estão com as formas pequenas”.

E3 – Grupo 2: “está diferente porque eu não desenhei os olhos do Toro porque eu

não conseguia ver”.

E7 – Grupo 2: “o meu tem os olhos do Toro porque eu conseguia ver”.

E18 – Grupo 2: “eles pintaram a borda, eu não pinte”.

E1 – Grupo 3: “está diferente porque estamos em posições diferentes”.

Pergunta E: “Você identificou os sólidos geométricos representados nos desenhos dos colegas da sala? O que considerou para essa identificação?”

E17 – Grupo 1: “eu vi uma esfera que é o sol”.

E13 – Grupo 1: “eu achei uma pirâmide no desenho do meu amigo, eu sei porque não tem nenhum cone verde”.

E5 – Grupo 1: “sim, o cone”.

E16 – Grupo 1: “sim, reconheci em todos (menos no do E17 que entendi nada)”.

E10 – Grupo 2: “não identifiquei”.

E18 – Grupo 2: “eu achei um paralelepípedo, porque parece um retângulo, mas não é”.

E3 – Grupo 2: “sim, pareciam ser sólidos”.

E7 – Grupo 2: “sim, os mesmos que tinha no meu”.

E1 – Grupo 3: “de umas amigas sim, outra não porque pintou horrível e não deu para identificar nada”.

E8 – Grupo 3: “de todas identifiquei esfera e paralelepípedo”.

E12 – Grupo 3: “cilindros, esferas e um triângulo”.

E9 – Grupo 3: “um cilindro eu vi porque é mais ou menos um poste, e mais um cilindro e um quadrado”.

Segundo Lavelberg (2003), o ensino de Artes Visuais deve estar relacionado às experiências dos estudantes, promovendo autonomia e reflexão crítica. Essa proposta pôde favorecer essa abordagem ao permitir que os estudantes criassem livremente suas esculturas, nomeando-as de acordo com sua percepção e compreensão de mundo. A liberdade na representação das formas contribuiu para que os estudantes pudessem explorar diferentes relações entre os sólidos geométricos e seu contexto sociocultural, conforme exposto nos títulos das esculturas: “Ambiente Natural”, “Dinheiro de Toro” e “Floresta Poluída”.

Ao acompanhar os estudantes, foi possível perceber como eles exploraram diferentes materiais – réguas, palitos, lápis e, principalmente, as próprias mãos – para modelar a massinha, que receberam inicialmente na forma de um cilindro. Esse processo revelou não apenas sua criatividade, mas também a compreensão da importância de dar profundidade, altura e largura às formas, garantindo que suas criações fossem compostas por sólidos geométricos e não apenas por figuras planas.

De forma intuitiva e organizada, os estudantes modelaram cada sólido separadamente antes de combiná-los na construção da obra artística. Para criar esferas, cilindros e cones, utilizaram movimentos circulares com as mãos, enquanto,

para formar cubos, paralelepípedos e pirâmides, recorreram ao uso da régua, cortando e moldando a massinha. Vale ressaltar que nenhum modelo físico de sólido geométrico foi disponibilizado a eles. Assim, cada forma surgiu a partir da observação, da experimentação e do conhecimento prévio de cada estudante.

Durante a criação dos desenhos, observamos que alguns estudantes enfrentaram dificuldades na representação dos sólidos geométricos, possivelmente devido à necessidade de um maior aprofundamento no conceito de perspectiva e no desenvolvimento das habilidades associadas ao desenho em perspectiva, conforme discutido por Flores (2003) e Oliveira (2022). Além disso, destacaram-se as percepções dos estudantes em relação à posição em que estavam e à distância da obra no momento da observação e do desenho, fatores que, segundo eles, influenciaram diretamente na realização do registro.

De acordo com as respostas dadas pelos estudantes, a dificuldade relatada por alguns na identificação de sólidos nos desenhos pode estar associada à forma como a luz e a sombra foram representadas. Conforme Arnheim (2000), a correta aplicação de luz e sombra é essencial para criar sensação de volume e profundidade. Alguns estudantes destacaram que não conseguiram identificar sólidos em determinados desenhos devido à maneira como foram pintados, sugerindo que o contraste entre claro e escuro não foi adequadamente explorado.

A execução dessa proposta corrobora o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC (Brasil, 2018). Quanto às competências:

Explorar, conhecer, fruir e analisar criticamente práticas e produções artísticas e culturais do seu entorno social, dos povos indígenas, das comunidades tradicionais brasileiras e de diversas sociedades, em distintos tempos e espaços, para reconhecer a arte como um fenômeno cultural, histórico, social e sensível a diferentes contextos e dialogar com as diversidades. Desenvolver a autonomia, a crítica, a autoria e o trabalho coletivo e colaborativo nas artes.

No que se refere às habilidades (Brasil, 2018):

(EF15AR01) Identificar e apreciar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, cultivando a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético. (EF15AR02) Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.) [...]

(EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais,

instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.

(EF15AR05) Experimentar a criação em artes visuais de modo individual, coletivo e colaborativo, explorando diferentes espaços da escola e da comunidade.

(EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e a dos colegas, para alcançar sentidos plurais [...]

(EF15AR23) Reconhecer e experimentar, em projetos temáticos, as relações processuais entre diversas linguagens artísticas.

Essa proposta desenvolvida pelos estudantes proporcionou a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte, evidenciando como essas duas áreas do conhecimento podem dialogar e se complementar no processo de ensino e aprendizagem. Em relação à Matemática, os estudantes trabalharam conceitos geométricos, como sólidos geométricos, profundidade, altura, largura e perspectiva. Durante a modelagem com massinha, precisaram reconhecer e construir diferentes formas tridimensionais, aplicando noções espaciais. Além disso, a necessidade de transformar figuras planas em sólidos reforçou a compreensão da Geometria.

Já no âmbito da Arte, os estudantes utilizaram a modelagem como forma de expressão e experimentação visual, explorando texturas, movimentos e técnicas para representar as formas geométricas.

Dessa forma, a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte não apenas possibilitou a construção do conhecimento geométrico, mas também proporcionou uma experiência rica em experimentação e expressão artística.

Quadro 21 – Síntese da análise

Unidade de análise	Síntese da análise
A) Visualização de figuras geométricas em obras artísticas	A unidade de análise investigou como os estudantes identificam e diferenciam figuras geométricas em obras artísticas, explorando a distinção entre formas planas e espaciais a partir de representações bidimensionais. As respostas dos estudantes ao analisarem as obras artísticas, estabelecem conexões entre as formas geométricas presentes e suas vivências, sendo assim foram capazes de nomeá-las e classificá-las, mesmo quando, em alguns casos, extrapolaram o que era evidente, isso faz parte do impacto que a obra artística provoca no observador, estimulando a imaginação e a abstração. Por meio da observação das formas geométricas nas obras de arte os estudantes identificaram atributos como cor, textura e proporção, mas também foram além do que estava explicitamente

	representado. Um exemplo claro disso ocorreu quando um estudante classificou uma figura como um quadrado, mas, ao descrever suas características, revelou que visualizava um cubo, possivelmente devido à sua experiência com a planificação desse sólido. Essa situação demonstra como a visualização pode ir além do que está explicitamente representado e como a arte contribui para esse processo ao estimular a imaginação e a abstração. Essa análise reforça como a interdisciplinaridade entre Arte e Matemática corroboram para aprendizagem de ambas áreas do conhecimento. Enquanto a Matemática enfatiza o evidente na classificação das formas, a Arte amplia essa percepção, permitindo que o estudante explore diferentes perspectivas e interpretações. Essa interação facilita a identificação e classificação das figuras geométricas e favorece uma compreensão mais profunda dos conceitos, considerando não apenas o que o estudante vê no ambiente, mas também o que ele mobiliza mentalmente a partir de suas experiências e conhecimentos prévios. Foram desenvolvidas habilidades previstas na BNCC.
B) visualização de figuras geométricas planas por meio de sombras projetadas de sólidos geométricos (cubo, pirâmide, paralelepípedo, esfera, cone e cilindro)	A unidade de análise B investigou a visualização de figuras geométricas planas a partir das sombras projetadas de sólidos geométricos, como cubo, pirâmide, paralelepípedo, esfera, cone e cilindro. Teve como objetivos: analisar a identificação das figuras planas formadas pelas faces dos sólidos, a caracterização dos desenhos feitos pelos estudantes a partir dessas projeções e a relação entre as faces dos sólidos e sua identificação. Foram desenvolvidas habilidades previstas na BNCC.
C) Criação artística com as projeções das figuras planas;	A unidade de análise C investigou a criação artística com as figuras planas e teve como objetivo analisar as produções artísticas dos estudantes por meio das projeções realizadas pelo retroprojektor utilizando os sólidos geométricos. As produções dos estudantes revelam a associação entre sólidos geométricos, objetos do cotidiano e referências culturais. Esse processo evidencia o diálogo entre geometria e criatividade, permitindo a ressignificação das formas geométricas a partir do repertório imagético dos estudantes. A interação entre luz e sombra teve papel essencial na percepção volumétrica dos sólidos geométricos, visto que os estudantes ajustaram suas composições ao manipular os sólidos e observar suas projeções,

	desenvolvendo o raciocínio espacial e a interpretação visual. As representações criadas exploraram o efeito das sombras para definir contornos e diferenciar planos, enriquecendo a experiência artística. Títulos das obras indicam que os estudantes foram além da reprodução mecânica das formas, atribuindo significado e narrativa às suas criações estabelecendo conexões entre conceitos matemáticos, cultura e experiência pessoal. Competências e habilidades previstas na BNCC foram contempladas, promovendo ludicidade, percepção, imaginação, autonomia e colaboração. Além do aspecto artístico, os estudantes aplicaram conceitos matemáticos na organização dos sólidos geométricos sobre o retroprojetor, estabelecendo relações entre tridimensionalidade e bidimensionalidade. Assim, ocorreu interdisciplinaridade entre arte e matemática.
D) Visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com um, dois e três pontos de fuga	A unidade de análise D investigou a visualização de sólidos geométricos (cubo, pirâmide e paralelepípedo) desenhados com 1, 2 e 3 pontos de fuga. Seus objetivos foram: analisar a identificação dos sólidos geométricos representados em diferentes perspectivas, analisar os elementos da geometria e das artes visuais utilizados pelos estudantes na caracterização dessas representações e analisar os conceitos matemáticos manifestados na diferenciação entre figuras planas e sólidos geométricos. A análise das imagens mostrou que, embora a maioria dos estudantes tenha identificado corretamente os sólidos geométricos, alguns ainda confundiram figuras tridimensionais com bidimensionais. Essa dificuldade pode estar relacionada à forma como a perspectiva interfere na percepção dos objetos. Segundo Duval (1995, apud Flores, 2003), representar sólidos geométricos em um plano exige a relação entre dimensões, o que pode gerar interpretações variadas. Além disso, Fusari e Ferraz (2001) apontam que a percepção do volume depende da compreensão da profundidade e da estrutura das formas, o que pode explicar as dificuldades encontradas pelos estudantes. Outro ponto analisado foi a contagem das faces dos sólidos. Enquanto a maioria reconheceu corretamente as seis faces do cubo e do paralelepípedo, alguns indicaram cinco, possivelmente por não considerarem os planos ocultos. Oliveira (2022) destaca que fatores como

	sobreposição de planos e linhas de fuga podem influenciar essa percepção. A complexidade da perspectiva também impactou a identificação das formas. Como destaca Flores (2003), quanto maior o número de pontos de fuga, mais difícil se torna a interpretação dos objetos tridimensionais. Isso se refletiu nos dados analisados: a identificação foi mais precisa na imagem com um ponto de fuga, enquanto houve mais erros nas imagens com dois e três pontos de fuga. Por fim, Ostrower (1998, apud Oliveira, 2022) reforça que a perspectiva regula as dimensões dos objetos no espaço, mas pode distorcer a percepção da profundidade. Assim, os resultados indicam que trabalhar diferentes perspectivas é essencial para desenvolver a visão espacial e facilitar a compreensão das formas geométricas. Foram desenvolvidas habilidades previstas na BNCC.
E) Confeção de esculturas envolvendo representações de sólidos geométricos	A unidade de análise E investigou a confecção de esculturas com representações de sólidos geométricos, tendo como objetivo analisar como os estudantes representam esses sólidos por meio da modelagem em massinha e do desenho, explorando elementos artísticos e conceitos de profundidade para a construção da tridimensionalidade. A proposta desenvolvida integrou Arte e Matemática, estimulando a criatividade e a percepção geométrica dos estudantes. Conforme Lavelberg (2003), o ensino deve promover autonomia e reflexão, o que se confirmou quando os estudantes criaram esculturas livremente, nomeando-as de acordo com suas percepções culturais. Durante a modelagem, exploraram diferentes materiais para transformar a massinha em sólidos geométricos, compreendendo conceitos como profundidade, altura e largura sem a necessidade de modelos físicos. No desenho, alguns encontraram dificuldades na representação da perspectiva e da profundidade, reforçando a importância desse aprendizado, conforme apontado por Flores (2003) e Oliveira (2022). A percepção de luz e sombra também influenciou na identificação dos sólidos, como discutido por Arnheim (2000). Foram desenvolvidas habilidades previstas na BNCC, incentivando a experimentação artística e a construção do repertório imagético. A interdisciplinaridade entre Matemática e Arte permitiu que os estudantes explorassem a

	geometria tridimensional de forma expressiva e prática.
--	---

Fonte: elaborado pela autora.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES

A presente pesquisa é instigada pela seguinte questão: como uma organização de ensino com base numa AOE desenvolvida com propósito interdisciplinar que relaciona Matemática e Arte pode contribuir com o ensino dos conceitos de ambas as áreas do conhecimento?

Essa indagação resultou no seguinte objetivo geral: investigar a formação de conceitos geométricos e artísticos por meio do desenvolvimento de uma organização

de ensino com base na AOE, elaborada com propósito interdisciplinar, com enfoque na visualização de figuras geométricas.

Diante desse escopo, pautada na interdisciplinaridade entre Matemática e Arte, buscamos compreender o fenômeno em movimento, por meio de uma organização de ensino com base numa AOE desenvolvida junto com 18 estudantes de uma escola particular do interior paulista.

Como se trata de um trabalho inserido em um Programa de Mestrado Profissional em Docência para Educação Básica, o seu propósito é contribuir com a atividade pedagógica, neste caso, no que se refere ao ensino e aprendizagem do conceito de figuras geométricas no 2º ano do Ensino Fundamental, tanto da rede pública quanto da rede particular, por ter sido norteado por documentos oficiais de abrangência nacional. Assim, a organização do ensino com base numa AOE materializa-se como um produto educacional denominado como Caderno Didático, contendo orientações didático-metodológicas, e situações para o ensino, a fim de colaborar com os professores e os estudantes nas propostas pedagógicas dos conceitos tratados nesse trabalho.

A revisão bibliográfica indicou a escassez de pesquisas nessa temática, o que nos indica um campo ainda mais exploratório na relação teórico-prática. Por exemplo, diferente de Santos (2015), o enfoque da pesquisa não foi contextualizar a Arte na Matemática, nem a Matemática na Arte, mas traçar um caminho que explicita uma abordagem com elementos fundantes da Interdisciplinaridade.

Contudo, ao longo desta pesquisa, buscamos compreender a interdisciplinaridade entre Matemática e Arte e como essa abordagem pode contribuir para o ensino e a aprendizagem dessas áreas do conhecimento. Nesse contexto, as reflexões de Gusdorf (1977) ampliam a discussão ao propor um trabalho interdisciplinar que visa diminuir a fragmentação do conhecimento e integrar diferentes campos científicos para uma compreensão mais holística do fenômeno humano.

Destacamos que nos estudos para elaboração desse trabalho, os desafios para efetivação de uma prática interdisciplinar que tomamos conhecimento por meio das leituras corroboraram problemas citados por Fazenda (1993, 1994), visto que a fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas dificulta a integração entre áreas. Assim, as instituições educacionais, muitas vezes guiadas por modelos tradicionais e interesses econômicos, resistem à reformulação curricular necessária para uma abordagem interdisciplinar. Há também resistência para mudança e falta de

formação específica para o ensino interdisciplinar, favorecendo professores e gestores na manutenção de metodologias convencionais.

Fazenda (1993, 1994) considera também que implementar a interdisciplinaridade exige abordagens pedagógicas inovadoras nas escolas e que estas sejam participativas, permitindo a conexão natural entre os conteúdos sem comprometer a especificidade de cada disciplina. No entanto, devido à falta de diretrizes claras, materiais didáticos adequados e formação para os professores, esse processo tem se tornado um desafio cada vez maior.

A pesquisa também aponta que a interdisciplinaridade não se limita à articulação teórica entre áreas do saber, mas deve se traduzir em ações pedagógicas concretas, que defende uma escola participativa voltada à formação de sujeitos sociais capazes de articular saberes, conhecimentos e vivências. Isso implica uma transformação na postura dos docentes e discentes, incentivando uma abordagem educacional que ultrapasse os limites das disciplinas tradicionais e favoreça a construção integrada do conhecimento.

Enquanto professora pesquisadora, durante o processo de estudos e desenvolvimento da AOE para a escrita desta dissertação, constata-se a inovação de procedimentos de ensino em relação à prática docente de 10 anos (tempo de experiência com os estudantes participantes da pesquisa), reforçando o comprometimento como educadora e ratificando o gosto pelo conhecer e pela pesquisa, um dos pontos propulsores que nos levaram para o Programa de Mestrado Profissional.

No entanto, um dos desafios identificados foi a limitação da formação acadêmica dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental no que se refere à integração entre Arte e Matemática. A ausência de formação continuada e a falta de tempo para planejamento são fatores que dificultam a implementação de práticas interdisciplinares na sala de aula. Desse modo, fica evidente que a abordagem interdisciplinar se contrapõe tanto ao ensino por disciplinas como à pesquisa individualizada. Conforme apontado por Santos (2015), os professores muitas vezes precisam buscar alternativas para adaptar suas práticas pedagógicas, encontrando maneiras de contornar essas limitações e enriquecer o ensino por meio de abordagens inovadoras.

Diante disso, a investigação sugere a hipótese de que a organização de ensino com base na AOE, estruturada com base na interdisciplinaridade e com

ênfoque no conceito de perspectiva, pode favorecer a formação desse conceito tanto na Matemática quanto na Arte. Essa abordagem, ao unir teoria e prática, permite que os estudantes desenvolvam um olhar mais crítico e sensível para as relações espaciais e visuais

Dessa forma, a pesquisa reforça que a interdisciplinaridade, quando bem estruturada e aplicada, não apenas cria outras possibilidades para o ensino das disciplinas envolvidas, mas também contribui para uma formação mais ampla e contextualizada dos estudantes, incentivando a criatividade, a experimentação e o pensamento crítico. Assim, o ensino deixa de ser fragmentado e passa a ser um espaço de construção conjunta do saber, favorecendo uma educação dinâmica, reflexiva e transformadora.

Ainda no que se refere a questão e ao objetivo de pesquisa, os elementos teóricos para formulação das Situações Desencadeadoras de Aprendizagem e as respostas dos estudantes que caracterizam a relação teórico-prática da pesquisa revelaram que elementos como a projeção de sombras, a iluminação e a perspectiva desempenham um papel fundamental na percepção e compreensão da estrutura dos objetos no espaço. Esse aspecto reforça a importância do trabalho pedagógico com a visualização no ensino da Matemática e da Arte, evidenciando como os conceitos geométricos podem ser explorados a partir de diferentes representações e interpretações visuais.

As respostas às propostas realizadas indicam que há muito trabalho pedagógico e investigativo a se trilhar. Entretanto, consideramos que a organização de ensino com base na AOE com propósito interdisciplinar constituiu uma organização teórico-prática capaz de articular conceitos geométricos e artísticos promissores para um ensino mais integrador dessas áreas do conhecimento.

A relação entre essas áreas se mostrou especialmente relevante no desenvolvimento da visualização, permitindo explorar um direcionamento para identificação de representações de quadrado, retângulo, triângulo, círculo, esfera, pirâmide, cubo, paralelepípedo, cone e cilindro e suas características no que se refere à Matemática e, conceitos como forma, linhas, cores, textura, ponto, modelagem, espaço, desenho e composição no que se refere a elementos das Artes. Essa interação reforçou a percepção de que a aprendizagem geométrica não deve se restringir à memorização de classificações, mas envolver interpretação, análise e contextualização das formas no mundo real.

A presença de luz e sombra nas representações artísticas também revelou um aspecto importante da interdisciplinaridade proposta. A projeção de sombras ajudou os estudantes a compreenderem a relação entre tridimensionalidade e bidimensionalidade, proporcionando uma experiência concreta para explorar conceitos de perspectiva. No entanto, algumas dificuldades na identificação correta das formas indicaram que a percepção geométrica ainda está em desenvolvimento e pode ser aprimorada com propostas e discussões que integrem Arte e Matemática de maneira mais aprofundada.

Outro ponto relevante foi a expressão criativa na construção das esculturas, demonstrando por um lado a liberdade artística de suas vivências e referenciais culturais e, também, das novas visualizações internalizadas no desenvolvimento da AOE, como o desenvolvimento da percepção, por meio da modelagem de representações de sólidos geométricos. Os títulos dados às produções evidenciam essa relação, mostrando que a Matemática pode ser ressignificada quando conectada à criatividade e ao imaginário dos estudantes.

Além disso, a interdisciplinaridade proporcionou um aprendizado dinâmico e investigativo, no qual os estudantes não apenas identificaram figuras geométricas, mas também experimentaram, manipularam e observaram suas propriedades no espaço por meio das representações. Essa abordagem favoreceu o desenvolvimento do raciocínio espacial, da autonomia e da capacidade crítica, alinhando-se às diretrizes da BNCC, que propõem um ensino mais conectado às experiências culturais e sensoriais dos estudantes.

Com base nas análises dos dados, destacamos o potencial da interdisciplinaridade entre Matemática e Arte e como essa abordagem contribui para novas possibilidades de aprendizagem, tornando o ensino da Geometria mais abrangente e acessível. A interdisciplinaridade não apenas fortalece os conceitos matemáticos, mas também estimula a criatividade, a percepção visual e a imaginação, criando um ambiente de aprendizagem mais envolvente e participativo.

Dessa forma, a investigação sustenta que uma organização do ensino com base numa AOE, nucleada no pensamento teórico, com abordagem interdisciplinar, articulando os saberes da Matemática e da Arte, tem potencial para o desenvolvimento dos conceitos de ambas as áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. C. F. do. **A significação do conceito matemático de área expressa por estudantes proveniente de uma atividade orientadora de ensino**. 2018. Dissertação (Mestrado em Docência para a Educação Básica) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4b2ed19e-cdbf-4ef6-a1cb-179a6a87bff8/content>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- ARNHEIM, R. **Arte e percepção visual**: uma psicologia da visão criadora. 13. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOVO, M. C. Interdisciplinaridade e Transversalidade como dimensões da ação pedagógica. **Revista Urutagua**, Maringá, n. 7, p. 1-11, ago./set./out./nov. 2009. Disponível em: <http://www.urutagua.uem.br/007/07bovo.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.
- BRASIL. **Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 07 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**: Ensino Médio. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaix_a_site_110518.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. **Resolução n. 7, de 14 de dezembro de 2010**. Fixa Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb007_10.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.
- BRASIL. **Plano Nacional de Educação – Lei nº 13.005/2014**. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- BRASIL. **Portaria MEC n. 867**, de 4 de julho de 2012. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/provinha_brasil/legislacao/2013/portaria_n867_4julho2012_provinha_brasil.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 ago. 1971.

BURATTO, F. C. **Historicidade e visualidade**: proposta para uma nova narrativa na Educação Matemática. 2012. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade federal de santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30381629.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

CARTA DA TRANSDISCIPLINARIDADE. **Comitê de Redação Lima de Freitas Edgar Morin Basarab Nicolescu**. Portugal, Convento da Arrábida, 6 nov. 1994. Disponível em: <https://www.iconos.edu.mx/congre3/css/documentoshistoricos/cartatransd/Portugues.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2024.

CHERVEL, A. L'histoire des disciplines scolaires: Réflexions sur un domaine de recherche. **Histoire de l'éducation**, n. 38, 1988. p. 59-119. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/hedu_0221-6280_1988_num_38_1_1593. Acesso em: 15 abr. 2024.

DADAMOS, A. L. [Sem título]. 2024. Desenho digital feito no Procreate. Disponível com a autora.

DW BRASIL. **Clássicos da pintura | Especial Obras de Arte | Camarote.21**. Youtube, 13 jun. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YJAJexylF-g>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FARIAS, M. F.; SONAGLIO, K. E. Perspectivas multi, pluri, inter e transdisciplinar no turismo. **Revista Iberoamericana de Turismo – RITUR**, v. 3, n. 1, p. 71-85, Penedo, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/19066/1/PerspectivasMultiPluri_2013.pdf. Acesso em: 18 jul. 2024.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. Campinas: Papirus, 1994.

FAZENDA, I. C. A. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1993.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 4. ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FLORES, C. R., WAGNER, D. R.; BURATTO, I. C. F. Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 31-45, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/8008/6827>. Acesso em: 15 maio 2024.

FLORES, C. R. Cultura visual, visualidade, visualização matemática: balanço provisório, propostas cautelares. **Zetetike**, v. 18, 02 nov. 2011. Campinas. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646665>. Acesso em: 15 maio 2024.

FLORES, C. R. **Olhar, saber, representar**: ensaios sobre a representação em perspectiva. Florianópolis: UFSC, 2003.

FREIRE, L. de A.; ALMEIDA, de S. A interdisciplinaridade como integração do conhecimento: superando a fragmentação do saber. **Percurso Acadêmico**, v.7, n.14, p. 436-452, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/percursoacademico/article/view/16757/13369>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FRIGOTTO, Gaudêncio. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. In: FAZENDA, I. (Org.) **Metodologia da Pesquisa Educacional**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

FUSARI, M. F. de R.; FERRAZ, M. H. C. de T. **Arte na educação escolar**. São Paulo: Cortez, 2001.

GUIMARÃES, F.; EQUIPE AELA. Chiaroscuro: a arte da luz e da sombra. **Aela**, 23 jan. 2023. Disponível em: <https://www.aela.io/pt-br/blog/conteudos/chiaroscuro-a-arte-da-luz-e-da-sombra>. Acesso em: 05 set. 2024.

GUSDORF, G. Present, passé avenir de la recherche interdisciplinaire. **Revue Internationale des Sciences Sociales**. v. XXIX, n. 4, 1977. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000136863_fre. Acesso em: 25 jun. 2024.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

IABELBERG, R. **Para gostar de aprender arte**: sala de aula e formação de professores. Porto Alegre: Artmed, 2003.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KANDINSKY, Wasily. Composition VIII. [2019]. 1 fotografia, color. Disponível em: https://www.arteeblog.com/2019/12/analise-da-pintura-de-wasily-kandinsky.html#google_vignette. Acesso em: 15 mar. 2024.

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

LACERDA, N. O campo do planejamento: urbano e regional. **Estudos urbanos regionais**, v. 15, n. 1, p. 77-93, maio 2013. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/4171/4055>. Acesso em: 10 out. 2024.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 1998.

MINAYO, M. C. S. Interdisciplinaridade: funcionalidade ou utopia? **Revista Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 42-64, São Paulo, dez. 1994. Disponível em: www.scielo.br/j/sausoc/a/pNYKPZzykf94Yp6F7cppZzm/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 out. 2024.

MONDRIAN, Piet. **Composição com vermelho, amarelo, azul e preto**. 1 fotografia, color. [s.d.] Disponível: <https://www.todamateria.com.br/piet-mondrian-obras-biografia/>. Acesso em: 08 mar. 2024.

MOURA, M. O. de *et al.* A atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. In: MOURA, M. O. de. **A atividade pedagógica na teoria Histórico-Cultural**. Brasília-DF: Liber Livro, 2010.

MOURA, M. O. de; LANNER DE MOURA, A. R. **Escola**: um espaço cultural: Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar – um modo de lidar com as dimensões do mundo. São Paulo: Diadema/SECEL, 1998.

OLIVEIRA, J. R. de. **A representação em perspectiva de geometria**: conexões entre artes visuais e matemática. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Setor de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3826/1/J%c3%a9ssica%20Rodrigues%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

OPENAI. [Sem título]. 2024. Imagem gerada por Inteligência Artificial (ChatGPT).

PASSOS, C. L. B. **Representações, interpretações e prática pedagógica**: a geometria na sala de aula. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_84d8662e4af07229c46c142378c52896. Acesso em: 20 set. 2024.

PEDROTTI, G.; KEMCZINSKI, A.; PEREIRA, K. Interdisciplinaridade: e suas relações com a pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, mayo 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/interdisciplinaridade-relacoes.html>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

SANTOS, E. F. dos. **A interface Arte e Matemática**: em busca de uma perspectiva crítica e criativa para o ensino de matemática. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/050a159c-f325-47a6-9338-a71381218c46/content>. Acesso em: 13 maio 2024.

SANTOS, J. F. **Pintando o sete**: matemática e artes nos anos iniciais do ensino fundamental. 2015. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5170/1/JOSENILSON_FELIZARDO_SANTOS.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

SCHWARTZMAN, S. O sentido da interdisciplinaridade. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 32, p. 191-8, mar. 1992. Disponível em: <https://www.schwartzman.org.br/simon/redesc/interdis.htm> Acesso em: 13 maio 2024.

SILVA, M. F. G.; SANTANA, I. O.; NASCIMENTO, J. M. F. R. Transdisciplinaridade nas práticas docentes da educação básica: a percepção de professoras do Ensino Fundamental. **Revista Pedagógica**, v. 23, p. 1-22, Chapecó, 2021. Disponível em: <https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/6424>. Acesso em: 18 jul. 2024.

PAVINATO, D.; SKRSYPCSAK, D. Discutindo a interdisciplinaridade. **7º SEMIC – Seminário de Iniciação Científica do Curso de Pedagogia**, 3º Seminário Institucional Interdisciplinar PIBID, s.d. Disponível em: https://eventos-antigo.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/semic2016/474.pdf. Acesso em: 07 ago. 2024.

TEIXEIRA, P. G. C. **Livro interdisciplinar interativo**: perspectivas docentes. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação Básica) – Centro de Educação e Humanidades, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/bitstream/1/19875/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Priscila%20Gon%c3%a7alves%20Cruz%20Teixeira%20-%202022%20-%20Completa.pdf>. Acesso em: 25 out. 2024.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v.13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/swDcnzst9SVpJvpx6tGYmFr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 out. 2024.