



**EDUCAÇÃO**

ESCOLA SUPERIOR  
POLITÉCNICO SETÚBAL

CATARINA MATOS  
FRANCO

**APRENDER GEOMETRIA ATRAVÉS  
DAS ARTES VISUAIS NO 6.º ANO DE  
ESCOLARIEDADE**

Relatório de Projeto de Investigação do Mestrado  
em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de  
Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do  
Ensino Básico

**ORIENTADORAS**

Professora Doutora Célia Maria Martins Vitorino  
Mestre  
Professora Doutora Joana Isabel Gaudêncio  
Matos

Dezembro de 2025

CATARINA MATOS  
FRANCO

**APRENDER GEOMETRIA ATRAVÉS  
DAS ARTES VISUAIS NO 6.º ANO DE  
ESCOLARIEDADE**

**JÚRI**

*Presidente:* Professora Especialista Isabel Maria da Silva Esteves Filipe, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal

*Arguente:* Professora Doutora Joana Filipa Oliveira Cabral, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal

*Orientador:* Professora Doutora Célia Maria Martins Vitorino Mestre, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal

Dezembro de 2025

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho representa o culminar de um percurso académico e pessoal profundamente significativo, que só se tornou possível graças ao contributo, à generosidade e à presença de muitas pessoas, a quem deixo o meu sincero e sentido agradecimento.

Em primeiro lugar, expresso a minha profunda gratidão às minhas orientadoras, Prof.<sup>a</sup> Doutora Célia Mestre e Prof.<sup>a</sup> Doutora Joana Matos, pelo acompanhamento atento e pela orientação segura que me ofereceram. Um agradecimento especialmente caloroso à Prof.<sup>a</sup> Célia Mestre, pela confiança que depositou em mim, pelas palavras certas nos momentos mais exigentes e pelos conselhos de última hora que tantas vezes esclareceram o caminho. A ambas, obrigada por acreditarem no meu percurso.

Agradeço também à professora cooperante, pela forma generosa como me acolheu na sua sala de aula, pela partilha da sua experiência e pela abertura que permitiu que esta investigação pudesse ser desenvolvida com autenticidade e sentido.

Um agradecimento especial aos alunos da turma de 6.º ano, cuja curiosidade, entusiasmo e autenticidade deram vida a este estudo. A sua participação foi a maior motivação do meu trabalho diário e a prova viva de que ensinar é também aprender, escutar e crescer.

Aos meus companheiros de faculdade — a Irina, a Luana e o Rafael — o meu sincero obrigado por cada partilha, cada riso e cada desabafo. Formámos um “grupinho” na licenciatura que sei que ficará para sempre, e isso é um dos maiores presentes deste percurso académico. Em particular, agradeço ao Rafael, por me acompanhar nos momentos de maior tensão, por aturar os meus colapsos durante o estágio e, sobretudo, por nunca desistir de mim — mesmo quando eu própria duvidava. A vossa amizade tornou este caminho mais leve, mais bonito e infinitamente mais humano.

À minha família, deixo a mais profunda gratidão. À minha mãe e ao meu pai, por serem o meu porto seguro, o meu exemplo e a minha casa, em todos os sentidos da palavra. Obrigada pelo apoio incondicional, pela força silenciosa, pela confiança constante e por caminharem sempre ao meu lado. Ao Ricardo, obrigada por estares comigo nos bons e nos maus momentos, por me lembrares de respirar quando o caminho apertava e por me incentivares a continuar sempre, deixando as pedras para trás. A vossa presença foi âncora e impulso, e este percurso é também vosso.

## RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico e teve como finalidade responder à questão: *De que forma o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a compreensão da simetria pelos alunos do 6.º ano e para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e envolvimento nas aprendizagens?*

A investigação, de natureza qualitativa e centrada na prática pedagógica, decorreu durante o estágio profissional e envolveu uma turma do 6.º ano de escolaridade. Partindo da articulação entre arte e matemática, o estudo teve como objetivos: (i) compreender de que modo o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a aprendizagem e compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos do 6.º ano, em particular da simetria; e (ii) analisar de que forma a realização de produções gráfico-plásticas, articuladas com a Matemática, pode estimular o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos nas aprendizagens.

Os resultados obtidos evidenciam que a integração das Artes Visuais parece ter promovido aprendizagens significativas e contextualizadas, favorecendo a compreensão das propriedades geométricas e estimulando a curiosidade, a autonomia e a cooperação. De igual modo, os dados sugerem que esta abordagem poderá ter contribuído para o desenvolvimento do pensamento crítico e para um maior envolvimento dos alunos nas atividades propostas, aproximando a Matemática de experiências criativas e expressivas e potenciando práticas de ensino inovadoras e reflexivas.

**Palavras-chave:** Matemática, Artes Visuais, Geometria, Simetria e Interdisciplinaridade

## **ABSTRACT**

This study was conducted within the scope of the Master's Degree in Teaching at the 1st Cycle of Basic Education and in Mathematics and Natural Sciences at the 2nd Cycle of Basic Education, and aimed to answer the following question: How does the use of artwork analysis in Mathematics teaching contribute to the understanding of symmetry by 6th-grade students and to the development of their critical thinking and engagement in learning?

The research, qualitative in nature and centred on pedagogical practice, took place during the teaching practicum and involved a 6th-grade class. Based on the articulation between art and mathematics, the study pursued the following objectives: (i) to understand how the use of artwork analysis in Mathematics teaching contributes to the learning and understanding of geometric concepts by 6th-grade students, particularly symmetry; and (ii) to examine how the creation of graphic-plastic productions, articulated with Mathematics, can stimulate students' critical thinking and engagement in learning.

The results indicate that the integration of Visual Arts appears to have fostered meaningful and contextualised learning, enhancing the understanding of geometric properties and encouraging curiosity, autonomy, and cooperation. Likewise, the data suggest that this approach may have contributed to the development of critical thinking and to greater student engagement in the proposed activities, bringing Mathematics closer to creative and expressive experiences and supporting innovative and reflective teaching practices.

**Keywords:** Mathematics, Visual Arts, Geometry, Symmetry, and Interdisciplinarity

# Índice

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO .....	IV
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABELAS .....	IX
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO I .....	5
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
1. Ensino da Matemática no 2.º ciclo.....	5
2. A Geometria no 2.º ciclo .....	6
3. Integração das Artes Visuais no ensino da Matemática .....	7
4. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e ensino exploratório.....	9
CAPÍTULO II .....	11
METODOLOGIA.....	11
1. Questão e objetivos de investigação. ....	11
2. Metodologia de investigação.....	12
2.1. Investigação Qualitativa .....	14
2.2. Investigação sobre a prática.....	14
3. Técnicas de recolha de dados .....	15
3.1. Observação participante .....	15
3.2. Recolha documental.....	17
4. Técnicas de análise de dados .....	18
CAPÍTULO III .....	22
INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA .....	22
1. Contexto e participantes.....	22
2. Descrição da intervenção pedagógica.....	26
2.1. 1.ª aula — Exploração de simetrias através de obras de arte .....	29
3. 2.ª aula — Construção de simetrias de reflexão e de rotação.....	40
4. 3.ª aula — Finalização das produções e construção dos critérios de avaliação .....	44
5. 4.ª aula — Apresentação das produções geométricas.....	49
6. 5.ª aula — Identificação de simetrias em obras de arte.....	61
CAPÍTULO IV .....	75
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS .....	75

1. Categoria 1 – Compreensão geométrica.....	75
2. Categoria 2 – Pensamento crítico .....	78
3. Categoria 3 – Envolvimento dos alunos.....	79
4. Síntese final .....	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXOS .....	89
<b>Anexo A</b> – Ficha de registo.....	89
<b>Anexo B</b> – Produções artísticas dos alunos.....	90
<b>Anexo C</b> – Grelha de Auto/Heteroavaliação .....	1
<b>Anexo D</b> – Pedido de autorização aos pais .....	1

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - OBRAS INICIAIS PROJETADAS.....	29
<b>FIGURA 2</b> - DESENHO DO 1.º MOVIMENTO DO TRIÂNGULO .....	30
<b>FIGURA 3</b> -DESENHO DO 2.º MOVIMENTO DO TRIÂNGULO .....	31
<b>FIGURA 4</b> - OBRA DE NADIR AFONSO.....	32
<b>FIGURA 5</b> - HOMEM VITRUVIANO .....	32
<b>FIGURA 6</b> - BORBOLETAS DE ESCHER .....	33
<b>FIGURA 7</b> - FLOR MALMEQUER .....	35
<b>FIGURA 8</b> - FLOR MALMEQUER COM MARCAÇÕES .....	35
<b>FIGURA 9</b> - MÓDULOS PADRÃO DE DOMINIC DUARTE .....	36
<b>FIGURA 10</b> - OBRAS VARIADAS IMPRESSAS E REGISTO DOS ALUNOS.....	37
<b>FIGURA 11</b> - RASCUNHOS FINAIS DAS PRODUÇÕES ELABORADAS PELOS ALUNOS.....	42
<b>FIGURA 12</b> - PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES NO QUADRO .....	46
<b>FIGURA 13</b> - INDICADORES FINALIZADOS NO QUADRO .....	47
<b>FIGURA 14</b> - GRELHAS DE AUTOAVALIAÇÃO E HETEROAVALIAÇÃO .....	48
<b>FIGURA 15</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 4 .....	51
<b>FIGURA 16</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 1 .....	53
<b>FIGURA 17</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 2 .....	54
<b>FIGURA 18</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 5 .....	55
<b>FIGURA 19</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 6 .....	57
<b>FIGURA 20</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 7 .....	58
<b>FIGURA 21</b> - PRODUÇÃO FINAL GRUPO 3 .....	59
<b>FIGURA 22</b> - UTILIZAÇÃO DA MIRA PARA IDENTIFICAÇÃO DO CENTRO DE ROTAÇÃO NA OBRA .....	63
<b>FIGURA 23</b> - UTILIZAÇÃO DO ESPELHO PARA VERIFICAÇÃO DE EIXOS DE SIMETRIA NUMA OBRA DE ESCHER.....	64
<b>FIGURA 24</b> - ANÁLISE DA OBRA “REPTILES” .....	65
<b>FIGURA 25</b> - ANÁLISE DA OBRA “LIMITE CIRCULAR (PARAÍSO E INFERNO)” .....	66
<b>FIGURA 26</b> - ANÁLISE DA OBRA “LIMITE CIRCULAR (PARAÍSO E INFERNO)”, 2º GRUPO .....	67
<b>FIGURA 27</b> - ANÁLISE DA OBRA “DESENHO DE SIMETRIA” .....	68
<b>FIGURA 28</b> - ANÁLISE DA OBRA “SHELL AND STARFISH” .....	69
<b>FIGURA 29</b> - MEDIÇÃO DA AMPLITUDE DO ÂNGULO DE ROTAÇÃO .....	70
<b>FIGURA 30</b> - ANÁLISE DA OBRA “BUTTERFLY” .....	71
<b>FIGURA 31</b> - ANÁLISE DA OBRA “BUTTERFLY”, 2º GRUPO .....	72

## **ÍNDICE DE TABELAS**

TABELA 1- CATEGORIAS, INDICADORES E FONTES DE DADOS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO .....	19
TABELA 2 -PLANIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DAS SESSÕES.....	27

## INTRODUÇÃO

A presente investigação enquadra-se no Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico, integrando-se na prática pedagógica e do percurso de investigação desenvolvidos no âmbito da Unidade Curricular de Estágio no 1º e no 2º Ciclos. Este trabalho assume um carácter formativo e investigativo, articulando o estágio pedagógico, realizado no 6.º ano de escolaridade, com um estudo de natureza qualitativa que procurou compreender de que forma a integração das Artes Visuais com a Matemática pode contribuir para a aprendizagem de conceitos geométricos, em particular da simetria, e simultaneamente estimular o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos nas aprendizagens.

A escolha do tema foi sustentada tanto por motivos pessoais como académicos. Ao longo do percurso formativo e das experiências de estágio, tornou-se evidente a importância de repensar as práticas de ensino, em especial no domínio da Matemática, procurando torná-las mais dinâmicas, criativas e próximas das vivências dos alunos. Apesar de ser uma área fundamental na formação de qualquer indivíduo, a Matemática é, por vezes, percebida como abstrata e pouco atrativa, o que reforça a necessidade de explorar metodologias que privilegiem a experimentação e a ligação entre diferentes formas de conhecimento. Foi neste contexto que emergiu o interesse em investigar o potencial educativo da integração das Artes Visuais no ensino da Matemática, procurando compreender de que modo a criação artística pode apoiar a aprendizagem de conceitos geométricos, em particular o da simetria.

Esta opção assentou na convicção de que a arte e a Matemática, embora distintas nos seus métodos, partilham processos cognitivos semelhantes, como a observação, a perceção de regularidades e a análise de relações. Assim, mais do que responder a uma dificuldade observada, o estudo pretendeu explorar as possibilidades pedagógicas da interdisciplinaridade, evidenciando como a integração das Artes Visuais pode tornar a aprendizagem da Matemática mais significativa, reflexiva e motivadora.

A experiência escolar e a formação teórica mostraram que as Artes Visuais podem constituir um meio privilegiado para desenvolver o pensamento espacial e a capacidade de abstração, competências essenciais à aprendizagem da Geometria. Ao mesmo tempo, a arte proporciona aos alunos contextos concretos de exploração e experimentação, que favorecem a construção ativa do conhecimento. Deste modo, a integração das Artes Visuais no ensino da Matemática pode tornar-se uma via para compreender a disciplina de forma mais intuitiva e estética, rompendo com a ideia de que o raciocínio matemático é incompatível com a imaginação e a expressão pessoal.

O estudo que aqui se apresenta insere-se nesta perspectiva e teve a seguinte questão orientadora: *De que forma o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a compreensão da simetria pelos alunos do 6.º ano e para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e envolvimento nas aprendizagens?*

A investigação teve como objetivos: (i) *compreender de que modo o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a aprendizagem e compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos do 6.º ano, em particular da simetria;* e (ii) *analisar de que forma a realização de produções gráfico-plásticas, articuladas com a Matemática, pode estimular o pensamento crítico, e o envolvimento dos alunos nas aprendizagens.*

A escolha da simetria como conteúdo matemático emergiu naturalmente do cruzamento entre estas duas áreas. A simetria constitui um conceito particularmente relevante por permitir articular pensamento geométrico, representação visual e interação cooperativa. A sua exploração através da observação e análise da obra de arte oferece um contexto fértil para que os alunos visualizem relações geométricas, interpretem transformações e construam significados matemáticos de forma ativa. Tal como refere Jones (2000), a compreensão de conceitos geométricos evolui quando os alunos têm oportunidade de mobilizar diferentes representações visuais e discursivas, justificando as suas escolhas e explicações. Paralelamente, a dinâmica colaborativa envolvida nestas tarefas potencia a elaboração cognitiva e a negociação de interpretações, conforme defendem Johnson e Johnson (2009), favorecendo um ambiente no qual os alunos desenvolvem raciocínio geométrico através de práticas exploratórias, discursivas e gráfico-plásticas.

A relevância deste estudo encontra sustentação nos documentos orientadores do sistema educativo português, que enfatizam a importância de metodologias integradoras e da promoção de competências transversais. O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins et al., 2017) destaca a necessidade de formar cidadãos críticos, criativos, responsáveis e capazes de mobilizar diferentes saberes na resolução de problemas complexos. Do mesmo modo, as Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 2.º ciclo (Canavarro et. al., 2021) salientam a importância de promover a compreensão e o raciocínio, valorizando a comunicação e a ligação entre a Matemática e o mundo real. A Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania (DGE, 2025) reforça esta visão, propondo que as práticas educativas desenvolvam competências de autonomia, colaboração e pensamento crítico, dimensões que também se manifestam no trabalho artístico.

Neste sentido, a integração de referências visuais e de produções gráfico-plásticas no ensino da Matemática constitui uma abordagem coerente com as orientações curriculares e com as conexões externas propostas nas Aprendizagens Essenciais de Matemática. Mais do que uma abordagem interdisciplinar, trata-se de mobilizar a arte como recurso didático para ampliar a compreensão de conceitos geométricos, favorecendo a observação, a exploração e a justificação matemática. Ao permitir que os alunos observem, experimentem e criem, esta integração estimula o raciocínio lógico e o pensamento visual, enquanto promove a sensibilidade estética, a curiosidade e a capacidade de comunicação.

Para além da atratividade que lhe é inerente, o contacto com as Artes Visuais constitui, para muitos alunos, uma experiência pouco frequente em contexto de sala de aula, o que contribui para aumentar o seu interesse e participação. Neste sentido, “a conexão entre a matemática e as artes visuais, através da ‘sensibilidade, liberdade de expressão, espontaneidade e estética’ presente nas Artes Visuais, pode levar os alunos a terem uma participação mais ativa nas aulas” (Silva, Roesch & Moraes, 2017, citados por Ribeiro, 2021, p. 17), reforçando a relevância da integração da arte como mediadora da aprendizagem matemática. Considerando o foco deste estudo, a exploração da simetria através da observação e análise de obras de arte permite uma aprendizagem mais interativa e significativa, ao proporcionar aos alunos o contacto com diferentes artistas enquanto mobilizam competências matemáticas. Tal abordagem apoia a compreensão de conteúdos que, ensinados isoladamente, poderiam revelar-se abstratos ou complexos. De acordo com Loureiro e Regatão (2021), a utilização de composições artísticas constitui um ponto de partida privilegiado para a exploração de simetrias, beneficiando de metodologias que articulam arte, tecnologia e visualização geométrica.

A natureza do presente estudo é, portanto, simultaneamente investigativa e formativa. Enquanto futura docente, este percurso de investigação constituiu uma oportunidade de aprofundar o conhecimento sobre a prática e de compreender o impacto das metodologias interdisciplinares no ensino da Matemática. A investigação foi concebida como um processo reflexivo, em que a análise das situações vividas em sala de aula permitiu reconfigurar práticas e reforçar o papel do professor como mediador e investigador. O desenvolvimento deste trabalho contribuiu, assim, para a construção do conhecimento profissional docente, entendido como um processo dinâmico e contínuo que articula saberes teóricos, pedagógicos e experienciais.

Este relatório organiza-se em cinco capítulos. O Capítulo I apresenta a

Fundamentação Teórica, onde são discutidos os principais contributos científicos e pedagógicos que sustentam o estudo. Nele se aborda a importância da Geometria no ensino da Matemática, a relevância das Artes Visuais no desenvolvimento cognitivo e expressivo dos alunos e o potencial da interdisciplinaridade como estratégia de ensino, articulando autores de referência com os documentos curriculares nacionais.

O Capítulo II descreve a Metodologia de Investigação, explicitando a natureza qualitativa do estudo, os métodos e técnicas utilizados, os instrumentos de recolha e análise de dados e os princípios éticos que orientaram a investigação.

O Capítulo III apresenta o Contexto e o Percurso da Intervenção Pedagógica, descrevendo o ambiente escolar, a turma envolvida, os objetivos das sessões e as tarefas implementadas, bem como a articulação entre os conteúdos matemáticos e as produções gráfico-plásticas.

O Capítulo IV expõe a Análise e Discussão dos Dados, onde se interpretam os resultados obtidos a partir das observações, produções dos alunos e registos das apresentações. A análise é organizada segundo as três categorias definidas no projeto — compreensão geométrica, pensamento crítico, e envolvimento dos alunos —, permitindo discutir os resultados à luz da teoria.

Por fim, as Considerações Finais, nas quais se apresentam as principais conclusões do estudo, respondendo à questão-problema e articulando os resultados com o enquadramento teórico. Este capítulo integra ainda uma reflexão sobre o percurso desenvolvido, os desafios enfrentados, as implicações pedagógicas e os contributos do estudo para a construção do perfil profissional docente.

Em síntese, este relatório reflete um percurso de aprendizagem e investigação que alia teoria e prática, ensino e reflexão, e que procura demonstrar que a Matemática pode ser ensinada e aprendida de forma criativa, significativa e integrada. Através da articulação com as Artes Visuais, pretendeu-se contribuir para um ensino mais próximo das potencialidades dos alunos, mais atento à diversidade das suas formas de pensar e mais aberto à experimentação e à sensibilidade estética.

## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 1. Ensino da Matemática no 2.º ciclo

No 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), a Matemática desempenha um papel essencial na consolidação das aprendizagens iniciadas no 1.º Ciclo, constituindo uma base para o desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento crítico. Como referem Ponte, Oliveira e Varandas (2002), aprender Matemática vai muito além da memorização de procedimentos: implica compreender conceitos, estabelecer relações e aplicar o conhecimento em contextos diversificados. O papel do professor é, assim, determinante, cabendo-lhe criar ambientes de aprendizagem que envolvam os alunos de forma ativa, promovendo a construção significativa de saberes.

Apesar da sua relevância, o ensino da Matemática enfrenta vários desafios. Muitos alunos revelam dificuldades na compreensão de conceitos abstratos, o que conduz a aprendizagens superficiais e à desmotivação (Ponte et al., 2002). Entre as causas apontadas encontra-se o predomínio de práticas tradicionais centradas na repetição e na resolução mecânica de exercícios, em detrimento de metodologias que estimulem a exploração e o raciocínio. Neste sentido, Canavarro (2011) defende o ensino exploratório da Matemática, uma abordagem que valoriza a resolução de tarefas significativas e a discussão coletiva como meio para desenvolver a compreensão e o raciocínio matemático. A autora sublinha que, através deste tipo de ensino, os alunos têm a possibilidade de ver os conceitos matemáticos emergir com significado e de desenvolver capacidades como a resolução de problemas, o raciocínio e a comunicação matemática.

Contudo, a adoção de práticas exploratórias exige um papel ativo e reflexivo do professor, que deve selecionar cuidadosamente as tarefas e planear a exploração matemática de modo a garantir o cumprimento dos objetivos curriculares. Canavarro (2011) salienta que o ensino exploratório é uma prática exigente e complexa, sendo fundamental que os docentes disponham de formação contínua e apoio para desenvolver metodologias inovadoras.

No contexto do 2.º CEB, importa ainda considerar as aprendizagens e dificuldades dos alunos. Estudos como os de Vale (2012) e de Serrazina (2013) evidenciam que muitos estudantes apresentam dificuldades na transição do raciocínio concreto para o abstrato, particularmente na resolução de problemas e na generalização de padrões. A aprendizagem matemática neste ciclo deve, por isso, articular conteúdos,

metodologias e contextos de modo coerente, integrando diferentes representações e experiências práticas. A valorização do erro enquanto promotor de aprendizagem, a comunicação entre pares e o uso de materiais manipuláveis ou tecnológicos são aspectos que contribuem para aprendizagens mais significativas (Ponte, 2014; Serrazina, 2013).

Assim, o ensino da Matemática no 2.º CEB deve ser perspectivado como um processo dinâmico que envolve tanto o professor, enquanto mediador e orientador, como o aluno, enquanto participante ativo na construção do conhecimento. A articulação entre ensino e aprendizagem constitui, portanto, a base para o desenvolvimento de competências matemáticas duradouras.

## **2. A Geometria no 2.º ciclo**

A Geometria constitui uma componente essencial da Matemática, promovendo o desenvolvimento do pensamento espacial, da visualização e da capacidade de argumentação. Para além do seu valor intrínseco, a Geometria está presente em múltiplos aspetos do quotidiano — desde a arquitetura e design até à organização do espaço — e, por isso, deve ser explorada como um meio de compreender o mundo que nos rodeia.

No contexto do 2.º CEB, o estudo da Geometria assume particular relevância, pois contribui para o desenvolvimento do pensamento geométrico, entendido como a capacidade de reconhecer, descrever e relacionar figuras e propriedades geométricas. Segundo Eliodorio e Gualandi (2024), “é por meio dos conceitos geométricos que o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive” (p. 10).

O desenvolvimento do pensamento geométrico pode ser compreendido à luz da Teoria dos Níveis de Van Hiele (1986, citado por Eliodorio & Gualandi, 2024), que descreve cinco níveis de compreensão geométrica, desde o reconhecimento visual das figuras até à capacidade de realizar demonstrações formais. Para o 2.º CEB, os níveis iniciais são os mais relevantes.

No Nível 1 – Visualização, os alunos identificam figuras com base na aparência global (“parece uma porta” para o retângulo), enquanto no Nível 2 – Análise, começam a observar propriedades e relações entre as partes das figuras (Battista, 2007, citado por Eliodorio & Gualandi, 2024).

Os subníveis de Battista (2007, citado por Eliodoro & Gualandi, 2024) complementam a teoria de Van Hiele ao reconhecer que a progressão entre níveis não é linear. O autor identifica, por exemplo, o “raciocínio visual-holístico”, no qual os alunos se baseiam na aparência global das figuras, e o “raciocínio analítico-componencial”, no qual começam a descrever e relacionar propriedades de modo mais formal. Esta perspectiva permite compreender as diferenças individuais na aprendizagem geométrica e orientar o ensino de forma mais ajustada.

De acordo com as Aprendizagens Essenciais de Matemática (Canavarro et. al, 2021), no 2.º ciclo, a Geometria deve centrar-se na exploração de figuras planas e sólidos geométricos, na compreensão de propriedades e relações, e na utilização de instrumentos de medição e construção. É também neste ciclo que os alunos começam a desenvolver noções de simetria, paralelismo, perpendicularidade, ângulos e medidas, conceitos fundamentais para a consolidação do raciocínio espacial.

Diversos estudos (e. g. Clements & Battista, 1992; Jones, 2000; Pavanello, 2004; Vale, 2012) apontam que as principais dificuldades dos alunos neste domínio incluem a identificação incorreta de propriedades, a influência da posição e dimensão das figuras na classificação e a dificuldade em relacionar representações bidimensionais e tridimensionais. Assim, cabe ao professor criar oportunidades de exploração que promovam a observação, a manipulação e a comunicação matemática, apoiando a transição entre níveis de pensamento geométrico.

A compreensão das teorias de Van Hiele e Battista fornece um quadro teórico relevante para o ensino e aprendizagem da Geometria, permitindo ao docente planear tarefas que estimulem o avanço conceptual dos alunos. A articulação entre a manipulação concreta, a representação visual e a formalização simbólica constitui um eixo fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico.

### **3. Integração das Artes Visuais no ensino da Matemática**

A integração das Artes Visuais no ensino da Matemática constitui uma estratégia pedagógica que favorece aprendizagens criativas, significativas e críticas. Esta abordagem propicia aos alunos o desenvolvimento de múltiplas formas de expressão e de pensamento, contribuindo para a compreensão conceptual e para a valorização da estética e da intuição no processo educativo. Eisner (2002) defende que as artes oferecem modos específicos de pensar e interpretar o mundo, distintos dos tradicionalmente privilegiados pela escola, ampliando a flexibilidade cognitiva e a capacidade de compreender a realidade sob diferentes perspetivas.

De acordo com o autor, “o professor concebe ambientes compostos por situações que professores e alunos co-constroem ” (Eisner, 2002, p. 46)<sup>1</sup>, o que implica uma abordagem pedagógica que valoriza a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento.

Esta perspectiva é particularmente relevante no ensino da Matemática, frequentemente marcado pela procura de uma resposta única e pela ênfase na exatidão. A articulação com as Artes Visuais permite transformar a aprendizagem matemática num processo mais exploratório e expressivo, promovendo e o pensamento divergente.

Eisner (2002) salienta ainda que “o aluno é sempre mediador e, portanto, modifica o que será recebido ou, mais precisamente, construído a partir das situações em que trabalha.” (p. 46), esta citação evidencia a importância de compreender a aprendizagem como um processo ativo de construção de significados, em que cada aluno interpreta e reconstrói o conhecimento de acordo com a sua experiência e sensibilidade.

No contexto educativo, a integração das artes pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos abstratos, transformando-os em experiências visuais e tangíveis. Por exemplo, o estudo de padrões, simetrias ou proporções pode ser explorado através da criação artística, como demonstram investigações recentes (e. g. Ximenes, 2023; Fainguelernt e Nunes, 2006). Ximenes (2023) verificou que, ao trabalhar padrões inspirados em tecidos africanos, os alunos conseguiram articular noções matemáticas de regularidade e repetição com a expressão visual.

A interdisciplinaridade, segundo a mesma autora, “permite dinâmicas que podem combater estrangimentos como o tempo, que consiste numa das preocupações dos docentes” (Ximenes, 2023, p. 15). Essa articulação entre áreas distintas contribui para aprendizagens mais profundas e contextualizadas, promovendo a motivação e o envolvimento dos alunos. De modo convergente, Eisner (2002) reforça que “o desenho dessas situações pode assumir muitas formas. É nesse desenho das condições em que os alunos se envolvem que ocorre grande parte do que é essencial no ensino.” (p. 47).

Além disso, estudos como os de Fainguelernt e Nunes (2006) demonstram que a integração das Artes Visuais no ensino da Matemática desenvolve competências transversais, como a autonomia, o pensamento crítico e a comunicação, ao mesmo tempo que promove a ligação entre emoção e cognição. Tais investigações corroboram

---

<sup>1</sup> Todas as traduções foram feitas pela autora.

o que Eisner (2002) defende “os alunos aprendem tanto mais quanto menos do que pretendemos ensinar.” (p. 50) sublinhando que as experiências educativas geram aprendizagens inesperadas, que ultrapassam o plano estritamente conceptual e envolvem também dimensões expressivas, sensoriais e interpretativas. Esta visão amplia o papel do professor, que passa de transmissor de conhecimento a designer de experiências de aprendizagem, capazes de envolver e desafiar os alunos.

No estudo de Ximenes (2023), por exemplo, a análise da obra *Calmaria II* (1929) permitiu aos alunos explorar interpretações artísticas e matemáticas, promovendo a integração entre percepção estética e raciocínio lógico. Tal como refere a autora, “os dois olhares permitiram que no final ambos contribuíssem para uma interpretação global da obra” (p. 86).

Assim, a articulação entre Matemática e Artes Visuais pode promover um ensino interdisciplinar que estimula a imaginação, o pensamento crítico e a compreensão conceptual. Como conclui Eisner (2002), “por arte, entendo uma forma de prática guiada pela imaginação, que utiliza a técnica para selecionar e organizar qualidades expressivas de modo a alcançar resultados esteticamente satisfatórios.” (p. 48). Esta conceção sustenta que o ensino, quando perspectivado como a arte, se torna um processo criativo e significativo, capaz de despertar o interesse dos alunos e de potenciar aprendizagens mais ricas.

#### **4. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e ensino exploratório**

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem assentam numa conceção construtivista do conhecimento, em que o aluno é protagonista do seu próprio processo de aprendizagem e o professor atua como mediador. Estas metodologias privilegiam a experimentação, a resolução de problemas, o trabalho colaborativo e a reflexão, colocando o aluno em situações que exigem a mobilização de saberes e a tomada de decisões (Perrenoud, 2001; Ponte, 2014).

O ensino exploratório da Matemática, referido por Canavarro (2011), insere-se neste quadro, uma vez que valoriza o envolvimento ativo dos alunos em tarefas que favorecem o raciocínio, a argumentação e a comunicação matemática. Outras metodologias, como a aprendizagem baseada em projetos (Matos, 2017) ou a aprendizagem cooperativa (Johnson & Johnson, 2009), também se enquadram neste paradigma, pois promovem a autonomia e o desenvolvimento de competências sociais e cognitivas.

A aplicação de metodologias ativas no ensino da Matemática implica uma mudança de foco — do produto para o processo —, centrando-se na compreensão e na reflexão. Segundo Ponte (2014), a aprendizagem torna-se mais significativa quando os alunos têm oportunidade de explorar ideias, discutir raciocínios e construir relações entre conceitos, ao invés de apenas reproduzir procedimentos.

Neste estudo, a prática pedagógica constitui também um espaço de investigação, articulando reflexão e ação, aspecto que será aprofundado no capítulo dedicado à metodologia.

Em síntese, a opção por metodologias ativas revela-se coerente com os objetivos de um ensino da Matemática centrado no aluno, interdisciplinar e reflexivo. Esta abordagem potencia não só o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos, mas também o crescimento profissional do professor, enquanto mediador e agente de transformação educativa.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGIA

O presente capítulo está organizado em torno dos principais elementos que sustentam uma investigação qualitativa. Após a introdução do tema e a definição das questões-problema e objetivos de investigação, apresenta-se a fundamentação da abordagem metodológica, com destaque para a investigação sobre a prática em contexto de estágio. Seguem-se as técnicas de recolha e análise de dados, justificadas em função da natureza do estudo e dos objetivos definidos.

#### 1. Questão e objetivos de investigação.

A presente investigação centra-se na compreensão da importância da integração das Artes Visuais no Ensino da Matemática, especialmente no desenvolvimento da aprendizagem da geometria, nomeadamente na área da simetria, e no envolvimento dos alunos do 6.º ano. O estudo é orientado pela seguinte questão-problema:

**“De que forma o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a compreensão da simetria pelos alunos do 6.º ano e para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e envolvimento nas aprendizagens?”**

Esta questão subdivide-se em dois objetivos de investigação, que refletem os principais focos da análise:

- Compreender de que modo o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a aprendizagem e compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos do 6.º ano, em particular da simetria.
- Analisar de que forma a realização de produções gráfico-plásticas, articuladas com a Matemática, pode estimular o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos nas aprendizagens.

O primeiro objetivo centra-se na análise da relação entre as produções gráfico-plásticas e a compreensão dos conceitos geométricos, procurando compreender de que modo o recurso às Artes Visuais, através de práticas criativas, pode facilitar a interiorização dos conceitos matemáticos. Já no segundo objetivo procura-se perceber como a exploração dessas obras de arte pode estimular competências transversais, como o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos.

A análise incidirá sobre indicadores observáveis, tais como as intervenções dos

alunos durante a análise das obras de arte e as suas justificações relativamente às escolhas feitas nas suas composições artísticas, a capacidade de identificar erros ou imperfeições nas suas próprias produções e nas dos colegas, bem como o cuidado e a qualidade estética evidenciados nas produções, que refletem o grau de motivação e dedicação.

Os dados recolhidos — registados, nomeadamente, nas grelhas de autoavaliação e heteroavaliação e nos registos fotográficos — permitirão uma leitura abrangente da importância das obras de arte no desenvolvimento do pensamento crítico e no envolvimento dos alunos. Desta forma, o estudo procura contribuir para o entendimento do potencial das Artes Visuais como mediadoras do ensino da Matemática, tanto ao nível dos conteúdos disciplinares como das competências cognitivas e afetivas associadas à aprendizagem.

## **2. Metodologia de investigação**

A presente investigação adota uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa, centrada na compreensão aprofundada de fenómenos educativos em contexto real. Este tipo de investigação visa descrever, interpretar e compreender os significados das ações e experiências dos participantes em ambiente natural.

Como referem Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa em educação procura compreender a perspetiva dos participantes, explorando o significado das suas ações e interações, e valorizando, ao mesmo tempo, o papel do investigador na construção do conhecimento. Esta abordagem mostra-se adequada ao objetivo do estudo, que visa investigar de que forma a integração da análise de obras de arte (Artes Visuais) no ensino da Matemática pode contribuir para a compreensão dos conceitos relacionado com a simetria e para o desenvolvimento do pensamento crítico e do envolvimento nas aprendizagens de alunos do 6.º ano de escolaridade.

No âmbito do estágio pedagógico, foi da responsabilidade da estagiária a planificação, implementação e acompanhamento de um conjunto de aulas desenvolvidas no contexto da introdução do conteúdo “simetrias” numa turma do 6.º ano de escolaridade. Esta posição implicou um envolvimento direto com a realidade da sala de aula e possibilitou uma recolha de dados próxima e detalhada dos processos de aprendizagem dos alunos.

Nessa medida, o papel assumido corresponde ao de estagiária-investigadora, enquadrando-se no paradigma da investigação sobre a prática docente. De acordo com

Ponte et. al. (2002), a investigação sobre a prática implica a participação do professor — ou do futuro professor — num processo de reflexão crítica sobre as suas próprias ações pedagógicas, com o propósito de compreender, fundamentar e melhorar a intervenção educativa.

Esta abordagem permite, assim, não apenas observar, mas também intervir sobre a realidade escolar de forma consciente e reflexiva. O estudo decorreu ao longo de várias sessões dedicadas ao tema das simetrias, em que os alunos participaram em atividades de exploração de obras de arte e de criação artística. O detalhe destas atividades será descrito no capítulo relativo à intervenção, sendo aqui apenas apresentada a sua contextualização geral.

As atividades decorreram ao longo de várias aulas, organizadas em três fases principais. A primeira fase consistiu na introdução do tema através da observação e análise de obras de arte, a partir das quais os alunos foram convidados a identificar elementos com potencial matemático, como formas geométricas, padrões e regularidades. Seguidamente, foram apresentadas obras de arte com simetrias de reflexão e de rotação, que serviram de base para a discussão e exploração conjunta dos conceitos de simetria. Posteriormente, foi atribuída a cada grupo uma obra de arte, com o objetivo de identificar as simetrias presentes, atividade que foi, posteriormente, discutida em grande grupo. Numa segunda fase, foi lançado o desafio de criação artística, em que cada grupo construiu uma obra contendo diferentes tipos de simetria, utilizando materiais como cartolinas, lápis de cor e canetas. A terceira fase consistiu na apresentação das produções à turma, com a explicação dos processos e das simetrias envolvidas. Cada apresentação foi acompanhada por momentos de heteroavaliação, conduzidos pelos colegas, com base numa grelha de critérios previamente construída em conjunto, que incluía indicadores como a identificação correta das simetrias e respetivos elementos, a organização e cuidado na apresentação, bem como a clareza da comunicação. Para cada critério, os alunos atribuíram uma das classificações: “C” (consegue), “CD” (consegue com dificuldade) e “NC” (não consegue). A par desta avaliação, foi também realizada uma autoavaliação individual, centrada na participação e colaboração no trabalho de grupo, com base nos mesmos critérios.

Adicionalmente, foi implementada uma sessão suplementar destinada à consolidação dos conteúdos. Nesta atividade, os alunos, organizados em pequenos grupos, analisaram obras de M. C. Escher com simetrias de rotação e de reflexão. Com o apoio de papel vegetal, procederam à identificação e representação gráfica das simetrias encontradas, assinalando o respetivo eixo de reflexão ou o centro de rotação,

bem como o ângulo de rotação, quando aplicável. Esta última sessão teve como finalidade reforçar a compreensão dos conceitos geométricos abordados e verificar a sua apropriação através da aplicação a situações visualmente mais complexas.

## 2.1. Investigação Qualitativa

A investigação desenvolvida insere-se no paradigma qualitativo, cuja natureza interpretativa permite compreender as práticas educativas em contexto real, com foco nas interpretações dos participantes e na construção de significados.

De acordo com Minayo e Costa (2018), a investigação qualitativa é particularmente adequada para aceder à complexidade das experiências humanas, valorizando a imersão no campo, a pluralidade de perspetivas e a atenção ao sentido atribuído pelos próprios sujeitos às situações vividas.

Esta metodologia revela-se, assim, compatível com o propósito do presente estudo, centrado na análise das dinâmicas de ensino e aprendizagem resultantes da integração das Artes Visuais no ensino da Matemática, aproximando-se da realidade vivida na sala de aula.

## 2.2. Investigação sobre a prática

A opção pela investigação sobre a prática docente enquadra-se na abordagem naturalista em educação (Afonso, 2014), que visa compreender os fenómenos educativos no seu contexto real, valorizando a observação direta, a interpretação dos significados construídos pelos alunos e a utilização de múltiplas fontes. Nesta perspetiva, a sala de aula é concebida como espaço privilegiado de análise e de produção de conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem.

O estudo foi desenvolvido numa turma do 6.º ano, ao longo de várias sessões dedicadas ao tema das simetrias. A investigadora desempenhou simultaneamente os papéis de docente em formação e observadora participante, registando notas de campo, recolhendo produções dos alunos, gravações áudio e grelhas de autoavaliação e heteroavaliação. Esta dupla função aproxima-se daquilo que Ponte, Oliveira e Varandas (2002) designam por investigação sobre a própria prática, entendida como um processo sistemático de reflexão e análise que visa compreender e melhorar as ações educativas.

Esta diversidade de registo da recolha de dados e a proximidade com o contexto educativo permitiram aceder a indicadores de envolvimento, pensamento crítico e compreensão geométrica dos conceitos por parte dos alunos. De acordo com Cochran-

Smith e Lytle (2009), este tipo de investigação promove uma postura de profissionalismo reflexivo, em que o conhecimento profissional é construído a partir da experiência, do questionamento e do diálogo com a teoria. Assim, o professor-investigador observa, regista e interpreta as interações em sala de aula, articulando a implementação de metodologias ativas com a reflexão crítica sobre os seus efeitos.

A escolha desta metodologia foi motivada pelo propósito de compreender a importância da integração das Artes Visuais no ensino da Matemática a partir da análise de um processo educativo real, observando como os alunos mobilizam os seus conhecimentos em tarefas criativas, comunicam ideias e refletem sobre o próprio trabalho. Nesta linha, a investigação sobre a prática permitiu à professora estagiária transformar a própria sala de aula num espaço de aprendizagem colaborativa, em que as decisões pedagógicas foram simultaneamente objeto de ação e de análise.

Tal como refere Afonso (2014), a investigação naturalista valoriza a construção de significados em interação, respeitando a complexidade do fenómeno educativo e assumindo a subjetividade como parte integrante da interpretação. Os contributos de Afonso (2014), Ponte et al. (2002) e Cochran-Smith e Lytle (2009) convergem, assim, na ideia de que investigar a prática implica olhar para o quotidiano da sala de aula como fonte legítima de conhecimento, exigindo do professor uma postura intencionalmente reflexiva e crítica.

### **3. Técnicas de recolha de dados**

A presente investigação recorreu a duas técnicas principais de recolha de dados: a observação participante e a recolha documental. A escolha destas técnicas fundamenta-se na natureza qualitativa e interpretativa do estudo, que procura compreender, de forma aprofundada, os processos de aprendizagem e envolvimento dos alunos em contexto real de sala de aula.

Além disso, foram observados todos os princípios éticos da investigação em educação, tendo sido obtidas autorizações formais da escola e dos encarregados de educação, garantindo o consentimento informado, o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos.

#### **3.1. Observação participante**

A observação participante é uma técnica essencial na investigação qualitativa, pois permite ao investigador o contacto direto e contínuo com os fenómenos educativos

em estudo. Tal como salientam Minayo e Costa (2018), a observação participante envolve a inserção do investigador no campo, permitindo-lhe captar o significado das ações e interações dos sujeitos ao longo do processo e promovendo uma compreensão aprofundada dos contextos sociais e educativos.

Ao contrário da observação não participante — em que o investigador adota uma posição mais distanciada e externa —, a observação participante possibilita uma proximidade contínua com o contexto, favorecendo a interpretação situada dos comportamentos e processos educativos.

No âmbito desta investigação, a estagiária assumiu o duplo papel de docente e investigadora e enquanto observadora participante, foi possível acompanhar de forma próxima e reflexiva o desenvolvimento das sessões, as reações e as produções dos alunos.

O processo de observação seguiu uma perspetiva não estruturada, enquadrando-se no que Afonso (2014) designa por observação destinada a “descrever e compreender o modo como as pessoas vivem, trabalham e se relacionam num determinado contexto social, observando o próprio contexto, os padrões das relações entre as pessoas e o modo como reagem aos eventos” (p. 92). Ao contrário da observação estruturada — que recorre à “utilização de fichas ou grelhas concebidas previamente em função dos objetivos de pesquisa” (Afonso, 2014, p. 92), com categorias fechadas —, a observação não estruturada permite captar padrões relacionais e significados que emergem da ação, partindo do próprio contexto educativo.

Apesar de existirem momentos de condução intencional da aula, nomeadamente através de perguntas orientadoras que estimulavam a discussão coletiva, previamente pensadas na planificação das tarefas, não existia um guião estruturado, previamente definido para o diálogo. As intervenções da investigadora dependeram das escolhas e interesses manifestados pelos alunos, valorizando a sua autonomia e participação. Esta flexibilidade contribuiu para uma recolha de dados mais autêntica e contextualizada, representando com maior fidelidade as dinâmicas reais da sala de aula.

As observações foram registadas em notas de campo, ao longo das várias sessões, documentando aspetos como a participação dos alunos, os comentários produzidos durante as tarefas, as dificuldades identificadas, os momentos de colaboração e as estratégias adotadas para resolver os desafios propostos. Esta técnica de registo revelou-se especialmente adequada para captar indicadores de envolvimento, pensamento crítico e apropriação dos conceitos geométricos em contexto

de aprendizagem ativa.

Adicionalmente, foram utilizados registos áudio e de imagem como instrumentos de registo complementares às notas de campo. As gravações das discussões em grande grupo e dos diálogos ocorridos durante o trabalho em grupo foram fundamentais para registar com maior precisão as interações verbais dos alunos, sobretudo nos momentos em que não era possível realizar anotações detalhadas em simultâneo com a condução da aula. Esta estratégia garantiu que nenhuma intervenção relevante fosse perdida e permitiu aceder posteriormente ao conteúdo das trocas orais para análise mais rigorosa.

Os registos audiovisuais revelaram-se particularmente relevantes para o estudo da comunicação matemática e artística dos alunos, uma vez que possibilitaram acompanhar a forma como os conceitos foram sendo discutidos, apropriados e expressos verbalmente ao longo das tarefas. Além disso, os dados áudio contribuíram para contextualizar as produções gráficas, permitindo uma interpretação mais completa do raciocínio subjacente às soluções apresentadas pelas explicações dadas pelos alunos.

Tal como defendem Bogdan e Biklen (1994), o recurso a suportes audiovisuais em investigação qualitativa pode ampliar a compreensão do fenómeno em estudo, articulando diferentes formas de recolha de dados com a observação direta e contínua do investigador no terreno.

### 3.2. Recolha documental

A recolha documental constitui uma técnica de recolha de dados central na investigação naturalista, permitindo aceder a evidências concretas da atividade educativa. De acordo com Afonso (2014), os documentos produzidos no contexto de investigação — como registos escritos, materiais visuais ou reflexivos — são fontes valiosas de informação, pois oferecem uma leitura direta sobre o processo e os produtos da ação pedagógica. Esta técnica possibilita, além disso, uma análise retrospectiva e comparativa dos dados, sem interferência direta no momento da recolha.

No presente estudo, foram recolhidas e analisadas diversas produções dos alunos, incluindo fichas de trabalho (anexo A) e tarefas desenvolvidas em grupo, com especial destaque para as composições artísticas criadas no âmbito da exploração das simetrias de reflexão e rotação (anexo B). Estes documentos permitiram observar de que forma os alunos aplicaram os conceitos matemáticos trabalhados, bem como os

níveis de rigor e organização evidenciados.

Para complementar esta recolha, foram também utilizados registos fotográficos das produções dos alunos, permitindo preservar o seu aspeto visual e estrutural.

Paralelamente, foram construídas grelhas de autoavaliação e heteroavaliação, em colaboração com os alunos (anexo C), que permitiram recolher dados relevantes sobre a forma como cada um refletiu sobre o seu desempenho e o dos colegas, evidenciando indicadores de pensamento crítico e envolvimento.

A recolha documental foi conduzida de acordo com os princípios éticos da investigação em educação. Foi previamente solicitada e obtida autorização por parte da escola e dos encarregados de educação (anexo D), garantindo o consentimento informado dos participantes. As produções foram tratadas de forma confidencial, e os nomes dos alunos substituídos por identificadores neutros, como “Aluno A” ou pelas respetivas iniciais, assegurando o anonimato e o respeito pela identidade dos participantes.

#### **4. Técnicas de análise de dados**

A análise de dados realizada neste estudo inscreve-se no quadro da análise de conteúdo, conforme delineado por Bardin (2011), sendo esta uma técnica adequada à natureza qualitativa e interpretativa da investigação. A análise de conteúdo consiste num conjunto de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição e interpretação das mensagens, permitindo inferências válidas a partir de dados registados, com o objetivo de compreender significados explícitos e implícitos nos discursos e documentos analisados.

Esta opção metodológica justifica-se pela diversidade e complexidade dos dados recolhidos: notas de campo resultantes da observação participante, registos áudio das interações em sala de aula, produções dos alunos (visuais e escritas), bem como grelhas de auto e heteroavaliação. Sendo a investigação orientada para a compreensão de processos educativos e formativos em contexto real, a análise de conteúdo permitiu tratar estes dados de forma sistemática, garantindo rigor na sua interpretação, sem perder a dimensão contextual e subjetiva.

De acordo com Bardin (2011), o processo de análise organiza-se em três grandes fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na pré-análise, considerada por Bardin (2011, p. 125) como a “fase de organização propriamente dita”, é realizada uma leitura flutuante de todo o

corpus documental, com o intuito de selecionar os documentos a analisar, formular hipóteses e objetivos e elaborar indicadores que sustentem a interpretação final. Segue-se a exploração do material, etapa em que se procede à codificação e categorização do conteúdo recolhido. As unidades de registo são definidas com base em segmentos discursivos (verbalizações dos alunos), comentários escritos, comportamentos registados nas notas de campo e elementos visuais das produções artísticas. Por fim, na fase de tratamento e interpretação dos dados, procuram-se identificar regularidades, padrões e relações entre as categorias, de modo a construir inferências que respondam às questões de investigação.

Importa ainda referir que, segundo Bardin (2011), “os resultados obtidos, a confrontação sistemática com o material e o tipo de inferências alcançadas” (p. 132) podem constituir uma base para reinterpretações futuras ou para novas análises orientadas por outras dimensões teóricas, o que evidencia o carácter dinâmico e não linear desta abordagem.

As categorias de análise foram construídas a partir dos objetivos do estudo e da leitura dos dados. Três grandes dimensões orientaram a categorização: compreensão de conceitos geométricos, pensamento crítico e envolvimento dos alunos. Dentro de cada dimensão, foram definidos subindicadores com base nos comportamentos observáveis e nos discursos recolhidos, conforme exemplificado na Tabela 1.

**Tabela 1**

*Categorias, indicadores e fontes de dados da análise de conteúdo*

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores observáveis</b>	<b>Fontes de dados</b>
<b>Compreensão geométrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação correta de simetrias (rotação/reflexão);</li> <li>- Representação do eixo de simetria ou centro/ângulo de rotação;</li> <li>- Aplicação dos conceitos a novas situações (ex.: obras de Escher).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produções dos alunos (obras visuais e ficha de registo (Anexo A));</li> <li>- Notas de campo;</li> <li>- Auto/heteroavaliações.</li> </ul>
<b>Pensamento crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Justificação das escolhas feitas;</li> <li>- Argumentação nas apresentações;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Registos áudio;</li> <li>- Notas de campo;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comentários avaliativos sobre o trabalho dos colegas;</li> <li>- Sugestões de melhoria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grelhas de avaliação.</li> </ul>
<b>Envolvimento dos alunos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação ativa nas tarefas;</li> <li>- Intervenções espontâneas;</li> <li>- Colaboração no grupo;</li> <li>- Reflexão nas autoavaliações;</li> <li>- Cumprimento dos critérios definidos em turma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notas de campo;</li> <li>- Registos áudio;</li> <li>- Auto/heteroavaliações.</li> </ul>

Por exemplo, na categoria Compreensão geométrica, foram analisados os indicadores definidos previamente na metodologia, nomeadamente: (i) a identificação correta do tipo de simetria presente; (ii) a localização e representação do eixo de simetria e/ou do centro de rotação; (iii) a determinação ou estimativa do ângulo de rotação; (iv) o reconhecimento do módulo padrão; e (v) o uso adequado do vocabulário matemático. Na categoria Pensamento crítico, foram considerados indicadores como: (i) a justificação das escolhas realizadas; (ii) a capacidade de analisar e comentar o trabalho dos colegas; e (iii) a formulação de argumentos que sustentem as observações geométricas. Relativamente ao Envolvimento dos alunos, analisaram-se indicadores tais como: (i) a participação nas tarefas; (ii) a colaboração e interação dentro do grupo; (iii) a atenção demonstrada durante as discussões; e (iv) a autorregulação no desenvolvimento das produções.

A explicitação destas categorias e respetivos indicadores permitiu organizar a análise dos dados de forma sistemática, favorecendo a identificação de padrões, consistências e relações entre as dimensões observadas. Esta categorização serviu, assim, de base para a interpretação dos resultados apresentados no Capítulo IV.

A análise será realizada a partir da organização sistemática dos dados recolhidos ao longo das diferentes sessões e grupos de trabalho, garantindo o acompanhamento das aprendizagens e das interações desenvolvidas durante o processo. A triangulação entre diferentes fontes — discursos orais, registos escritos e

observações diretas — permitirá reforçar a validade das interpretações e assegurar uma leitura mais robusta e coerente dos processos de aprendizagem e das dinâmicas em sala de aula.

## CAPÍTULO III

### INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O presente capítulo apresenta o contexto em que se desenvolveu a investigação, descrevendo as principais características da instituição e da turma envolvidas, de modo a enquadrar as condições em que decorreu o estudo. Seguidamente, procede-se à caracterização e descrição da intervenção pedagógica, explicitando as opções de planificação, os objetivos definidos, as estratégias de ensino implementadas e as atividades realizadas ao longo das sessões. Pretende-se, assim, oferecer uma visão global e coerente do processo pedagógico desenvolvido, evidenciando de que forma este se articulou com os objetivos da investigação e com os princípios orientadores do ensino da Matemática e das Artes Visuais no 2.º ciclo do Ensino Básico.

#### 1. Contexto e participantes

##### 1.1. Caracterização do Contexto

A instituição onde decorre o estágio insere-se num Agrupamento de Escolas (AE) que valoriza a inclusão, o sucesso educativo e a formação integral dos alunos, de acordo com o seu Projeto Educativo (Agrupamento de Escolas, 2022-2025). Situada numa zona urbana, a escola tem um papel ativo na comunidade local, promovendo várias iniciativas pedagógicas e culturais.

O Projeto Educativo (Agrupamento de Escolas, 2022-2025) indica a existência de vários instrumentos de regulação da atividade escolar, incluindo o Regulamento Interno, planos de atividades, relatórios e outros documentos de monitorização e avaliação, como o Plano de Ação para o Desenvolvimento Digital e o Projeto de Monitorização em Avaliação Pedagógica (MAIA). Estes instrumentos pretendem garantir uma gestão articulada e uma reflexão constante sobre os processos educativos. Como mencionado no documento, "a avaliação é indissociável do processo de aprendizagem e ensino " (p. 19), refletindo a importância da monitorização contínua.

#### Infraestruturas e Recursos

A escola possui boas acessibilidades e infraestruturas que permitem a inclusão de todos os alunos. Os espaços exteriores incluem um recreio amplo com zonas de lazer e um campo desportivo. No interior, a escola está equipada com biblioteca, laboratório de ciências, sala de informática, refeitório e salas de aula adaptadas às

necessidades educativas dos alunos.

Os recursos disponíveis nas salas de aula revelaram-se adequados às necessidades da intervenção desenvolvida. Embora existam equipamentos diversificados no agrupamento, no âmbito deste projeto foram utilizados apenas os projetores multimédia, que permitiram apresentar as obras de arte selecionadas e introduzir os conceitos geométricos em estudo. Esta utilização encontra-se alinhada com as diretrizes do Projeto Educativo do Agrupamento, que valoriza práticas pedagógicas que integrem diferentes linguagens e promovam a exploração visual como suporte à aprendizagem.

### **Projetos e Atividades**

O Agrupamento dinamiza vários projetos e atividades extracurriculares que visam complementar o ensino formal e desenvolver competências transversais nos alunos. Destacam-se programas de promoção da leitura, olimpíadas da matemática, entre outros.

Os objetivos do agrupamento incluem a promoção do sucesso educativo, redução do abandono escolar e melhoria dos resultados académicos, com destaque para a consolidação de práticas como interdisciplinaridade, trabalho autónomo e avaliação formativa. Estes objetivos estão alinhados com estratégias específicas, como a dinamização de clubes, projetos interdisciplinares e iniciativas como as "Oficinas do 5@bER Sem Fronteiras". O projeto destaca, ainda, que "a cooperação entre docentes e entre alunos é e será a chave para continuar a (des)cobrir caminhos" (p. 3).

No âmbito da inclusão, a escola implementa medidas de suporte à aprendizagem e à inclusão, garantindo acompanhamento especializado para alunos com dificuldades. A interação com a comunidade local é também uma prioridade, sendo promovidas parcerias com instituições culturais, sociais e científicas.

## **1.2. Caracterização dos Participantes**

### **A Turma**

A turma na qual se implementou a intervenção pedagógica pertence ao 6.º ano do 2.º Ciclo do Ensino Básico, é composta por vinte e um alunos, com idades compreendidas entre os 11 e os 12 anos. Não se regista grande diversidade cultural na turma, uma vez que todos os alunos pertencem à mesma etnia e são de nacionalidade portuguesa. Assim, não existe nenhum aluno com Português Língua Não Materna

(PLNM). O grupo inclui quatro alunos que beneficiam de medidas de suporte à aprendizagem e inclusão. Além disso, de acordo com informações fornecidas pela professora cooperante, um dos alunos encontra-se em situação de vulnerabilidade socioeconómica. No entanto, a escola assegura-lhe apoio, nomeadamente ao nível das refeições e do transporte entre a sua residência e o estabelecimento de ensino.

Em relação à participação da turma, verificou-se que os alunos revelavam alguma reserva na participação em Matemática, quando comparada com momentos de maior segurança noutras situações letivas. Participam ativamente e fazem perguntas, demonstrando curiosidade. Destacam-se cinco alunos que intervêm frequentemente e de forma correta. Não há sinais de desmotivação em relação aos conteúdos, embora surjam dúvidas, o que é um indicativo do envolvimento dos alunos.

No que diz respeito à autonomia na aprendizagem, os alunos conseguem resolver problemas e realizar atividades práticas, especialmente em grupo. Quando enfrentam dificuldades, primeiro discutem entre si antes de chamarem o professor, o que promove um ambiente de colaboração. O trabalho em grupo tem sido incentivado, embora alguns alunos prefiram trabalhar individualmente em certas atividades. Apesar disso, a turma coopera bem e consegue realizar as tarefas propostas.

Os alunos são questionadores e não hesitam em pedir esclarecimentos quando têm dúvidas. Em termos de resolução das tarefas, alguns alunos revelavam maior rapidez na sua execução, sendo necessário fornecer-lhes desafios adicionais, enquanto os restantes acompanhavam o ritmo da aula, com exceção de um ou dois que são mais lentos, embora não evidenciem dificuldades de compreensão.

É de mencionar que os alunos que beneficiam de medidas de suporte à aprendizagem e inclusão têm o acompanhamento em sala de aula de professores coadjuvantes (de apoio), que estão nas aulas de segunda e quarta-feira, auxiliando na adaptação das atividades e no reforço da aprendizagem, promovendo uma melhor integração e participação dos alunos no contexto educativo.

A nível do comportamento, a concentração dos alunos varia conforme o horário das aulas. Como a maioria das aulas de Matemática e Ciências decorre à tarde, há maior dispersão e conversas cruzadas. No entanto, com estímulos adequados, os alunos voltam a focar-se na aula. Às quartas-feiras, a aula ocorre às 9h da manhã, sendo notável uma diferença no comportamento: os alunos estão mais calmos e realizam as tarefas mais rapidamente, sem perder o envolvimento e a participação.

### 1.3. Caracterização Específica em Função do Tema de Investigação

No primeiro momento de observação, pôde-se identificar alguns aspetos relevantes sobre o funcionamento da turma e as práticas habituais, combinando as notas de campo com as informações fornecidas pela professora cooperante. Embora o agrupamento promova um modelo de ensino orientado para metodologias ativas, a professora cooperante referiu que, na prática, persistem características associadas a abordagens mais tradicionais, como momentos frequentes de exposição verbal prolongada. Relativamente ao trabalho colaborativo, a disposição da sala — organizada em pequenos agrupamentos de três alunos — sugere a intenção de favorecer interações entre pares. Contudo, segundo a professora cooperante, esta configuração nem sempre se traduz em práticas colaborativas efetivas, uma vez que a turma não está habituada a realizar tarefas de grupo de forma estruturada. Esta informação foi reforçada pelas primeiras observações realizadas, nas quais se verificou alguma hesitação inicial por parte dos alunos quando lhes foram propostas dinâmicas assentes na cooperação.

No entanto, progressivamente, os alunos demonstraram interesse e empenho em trabalhar em conjunto. Verificou-se, no entanto, que alguns estudantes revelaram preferência por trabalhar individualmente, evidenciando a importância de considerar diferentes estilos de aprendizagem e ritmos de trabalho no planeamento das atividades, equilibrando momentos de cooperação com tempos de autonomia individual. Por fim, a escola promove a implementação do Plano Individual de Trabalho (PIT), como uma das metas do Projeto Educativo de Escola, “Consolidar as práticas de trabalho autónomo”, no entanto, durante o período de estágio, este não foi fornecido aos alunos porque foi adotado outro método de trabalho em sala.

Deste modo, o tema de investigação parece ser pertinente ao promover a utilização das artes como contexto para a aprendizagem da matemática, permitindo tornar as aulas mais práticas e lúdicas. Por sua vez, de acordo com os contextos que tenho observado, parece importante destacar que as aulas de matemática são geralmente mais monótonas e pouco atrativas em comparação com as aulas de artes. Segundo Melo (2004), a ludicidade manifesta-se de forma natural na prática artística, uma vez que esta, pela sua essência, promove a expressão lúdica de forma espontânea e intrínseca ao seu fazer.

## **2. Descrição da intervenção pedagógica**

A presente secção descreve a intervenção pedagógica realizada no âmbito do projeto de investigação. O desenvolvimento da investigação decorreu em contexto real de sala de aula, no âmbito do estágio pedagógico, envolvendo uma turma com alunos que apresentavam diferentes ritmos de aprendizagem e níveis de autonomia. As sessões foram organizadas de forma sequencial e articulada, correspondendo às diferentes etapas do trabalho desenvolvido com os alunos. Ao longo das sessões, foram igualmente registadas notas de campo sistemáticas, que documentaram episódios significativos de participação, dificuldades sentidas pelos alunos, estratégias de superação e comentários espontâneos produzidos durante as tarefas. Estes registos serviram posteriormente de base para a análise dos indicadores de compreensão geométrica, pensamento crítico e envolvimento dos alunos e serão retomados no capítulo seguinte.

Tendo em consideração o carácter prático e exploratório da intervenção, foi essencial adotar uma metodologia flexível e ajustada ao ritmo de cada grupo. Assim, durante o decorrer das sessões, alguns grupos avançaram mais rapidamente em determinadas fases da atividade, enquanto outros necessitaram de maior acompanhamento e tempo para consolidar os conceitos abordados. Esta flexibilidade permitiu respeitar o ritmo individual e coletivo dos alunos, garantindo a sua participação ativa e significativa no processo de aprendizagem.

Ao longo de toda a intervenção, procurou-se implementar uma abordagem pedagógica ativa e participativa, centrada na autonomia dos alunos e na construção conjunta do conhecimento. Por sua vez, a investigadora assumiu o papel de professora como mediadora, orientando a exploração e a criação artística, promovendo a reflexão e o diálogo em torno das relações entre arte e matemática, sem interferir de forma excessiva no trabalho dos grupos.

Esta abordagem valorizou a participação dos alunos na construção do conhecimento, incentivando a observação, a descoberta e a expressão pessoal através de produções artísticas baseadas em conceitos geométricos. Embora as tarefas tenham seguido uma estrutura comum, cada grupo progrediu de acordo com o seu próprio ritmo e nível de envolvimento, o que exigiu uma planificação orientadora, flexível e ajustável às dinâmicas da turma.

Deste modo, as sessões foram cuidadosamente planificadas e distribuídas ao longo de várias etapas, apresentadas de seguida na Tabela 2, que sintetiza as tarefas

propostas e a organização temporal de cada sessão da intervenção:

**Tabela 2**

*Planificação da organização das sessões*

Sessões	Tarefas	Data de realização
1. <sup>a</sup> aula	<p>Exploração de simetrias através de obras de arte.</p> <p>Questões orientadoras para a exploração da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O que é uma simetria e onde a podemos encontrar?</li> <li>- O que é uma simetria de rotação?</li> <li>- O que é uma simetria de reflexão?</li> </ul> <p><b>Objetivos de aprendizagem (AE – Matemática, 6.º ano):</b></p> <p>“Analisar as simetrias de rotação ... e explicar a forma como foram construídas, relacionando o ângulo mínimo de rotação ...” (Canavarro et al., 2021)</p> <p>“Relacionar, para rosáceas com simetria de reflexão, o número de eixos de simetria com a medida da amplitude do ângulo mínimo de rotação.” (Canavarro et al., 2021)</p>	10 de março
2. <sup>a</sup> aula	<p><b>Exploração de como se constrói uma simetria de rotação e uma simetria de reflexão.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Início da construção das produções gráfico-plásticas.</li> </ul> <p><b>Objetivos de aprendizagem (AE – Matemática, 6.º ano):</b></p> <p>“Construir as imagens de um ponto por rotação, com um centro fixo e diferentes ângulos, e reconhecer que todas estão contidas numa circunferência cujo centro é o centro de rotação.”</p>	11 de março

	<p>(Canavarro et al., 2021)</p> <p>“Construir a imagem de polígonos (triângulos ou quadriláteros) por rotação dado o centro e o ângulo orientado, usando régua, compasso e transferidor ou um AGD.”</p> <p>(Canavarro et al., 2021)</p>	
3. <sup>a</sup> aula	<p><b>Tarefa:</b></p> <p>Conclusão das produções gráfico-plásticas. Construção, em grande grupo, dos critérios de avaliação para as apresentações dos projetos.</p> <p><b>Objetivos de aprendizagem (AE – Matemática, 6.º ano):</b></p> <p>“Construir as imagens de uma figura, por rotações sucessivas, de modo a formar uma rosácea.”</p> <p>(Canavarro et al., 2021)</p>	12 de março
4. <sup>a</sup> aula	<p><b>Tarefa:</b></p> <p>Apresentação dos projetos e explicação das simetrias identificadas.</p> <p><b>Objetivos de aprendizagem (AE – Matemática, 6.º ano):</b></p> <p>Consolidação das aprendizagens das aulas anteriores, mobilizando as AE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Análise de simetrias de rotação e reflexão;</li> <li>– Justificação matemática das transformações realizadas;</li> <li>– Comunicação matemática oral.</li> </ul>	13 de março
5. <sup>a</sup> aula	<p><b>Tarefa:</b></p> <p>Realização de uma ficha de análise de obras de M. C. Escher.</p> <p><b>Objetivos de aprendizagem (AE – Matemática, 6.º ano):</b></p> <p>Reinvestir as aprendizagens das simetrias através da análise de obras, retomando as AE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– “Analisar simetrias de rotação e de reflexão”;</li> <li>– “Relacionar o número de eixos de simetria com a amplitude do ângulo mínimo de rotação.”</li> </ul>	3 de abril

## 2.1. 1.<sup>a</sup> aula — Exploração de simetrias através de obras de arte

A sessão teve como principal objetivo explorar os conceitos de simetria de rotação e simetria de reflexão a partir da observação e análise de obras de arte, articulando os conteúdos de Geometria com as Artes Visuais.

A aula foi estruturada em três momentos principais:

- Exploração inicial de obras de arte;
- Sistematização dos conceitos geométricos;
- Atividade prática de identificação de simetrias em obras variadas.

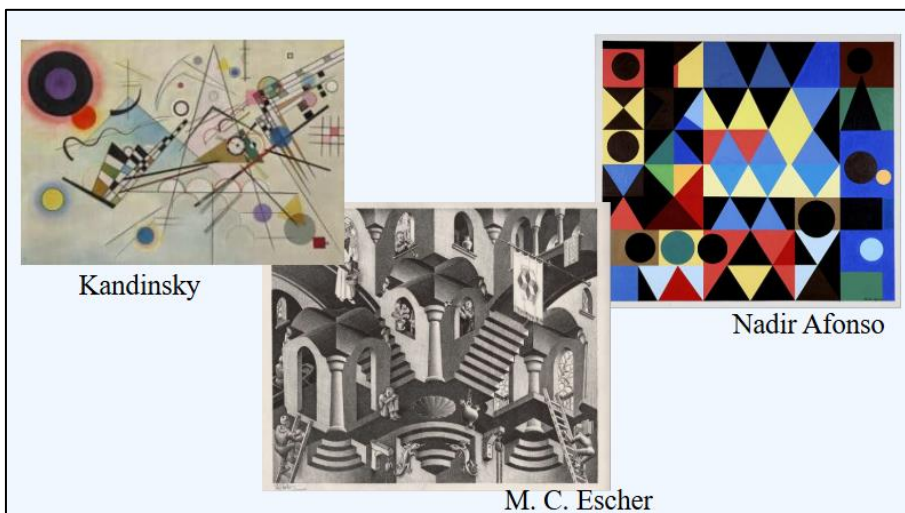
De acordo com a rotina da turma, o sumário foi apresentado no início da aula, permitindo antecipar o tema — “*Exploração de obras com simetrias de rotação e de reflexão*” — e ativar conhecimentos prévios sobre as simetrias trabalhadas no ano anterior.

**Primeiro momento** – Exploração inicial de obras de arte;

A aula iniciou-se com a projeção de várias obras de arte (Figura 1), e a professora estagiária convidou os alunos a observarem atentamente e a partilharem o que identificavam de comum entre as imagens.

### Figura 1

*Obras iniciais projetadas*



**Estagiária:** “Quero que olhem para o quadro e me digam: o que é que estas obras têm em comum? O que é que vocês olham e veem?”

**Aluno 9:** “Um triângulo.”

**Aluno 5:** “Figuras geométricas.”

**Aluno 1:** “Acho que é simetria de rotação e de reflexão.”

O diálogo inicial evidenciou a mobilização de saberes prévios, pois os alunos associaram de imediato as obras a formas geométricas e a conceitos de simetria já abordados em anos anteriores.

Após questionar a turma sobre onde identificavam simetrias de rotação e reflexão nas imagens projetadas, vários alunos referiram as obras de Escher e Nadir Afonso. O diálogo que se seguiu permitiu aprofundar o raciocínio geométrico.

**Estagiária:** “Então, onde é que vês simetria de rotação e reflexão aqui?”

**Aluno 1:** “Na M. C. Escher.”

**Aluno 2:** “E na de Nadir Afonso.”

**Estagiária:** “Vês o quê?”

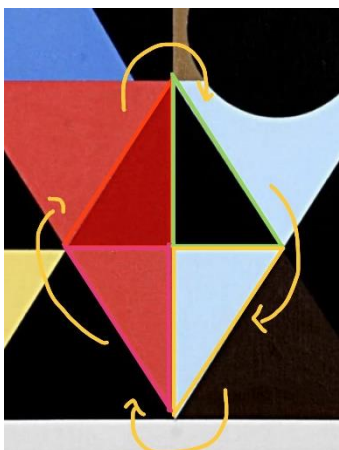
**Aluno 2:** “A rotação de vários triângulos.”

**Estagiária:** “Tem rotação? Então mostra aqui ao quadro.”

*(O aluno desenha no quadro o movimento do triângulo.)*

## Figura 2

*Desenho do 1.º movimento do triângulo*



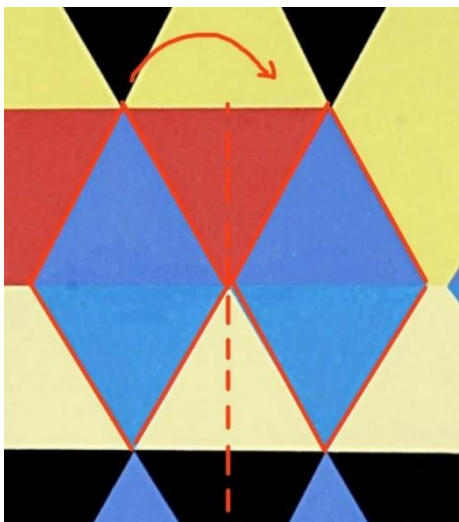
**Estagiária:** “O que o Aluno 2 está a dizer é que este triângulo faz uma simetria<sup>2</sup>. Qual será? Ajudem a dizer.”

**Aluno 3:** “Acho que é [simetria] de rotação.”

**Estagiária:** “E o que acontece se rodar aqui, de um ponto para o outro?”

### Figura 3

Desenho do 2.º movimento do triângulo



**Aluno 2:** “Espelha.”

**Estagiária:** “Espelhar seria o quê?”

**Alunos:** “Reflexão.”

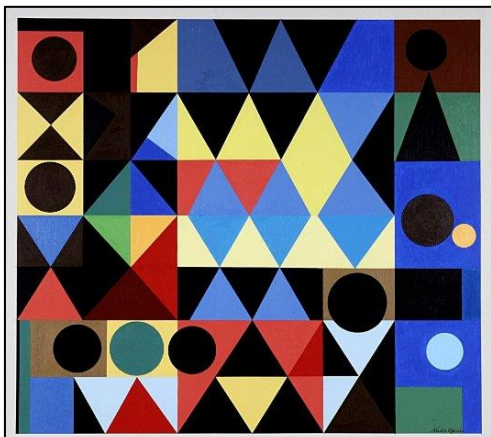
A professora estagiária mediu o raciocínio, conduzindo o grupo à distinção entre reflexão e rotação, clarificando que a reflexão implica uma imagem espelhada e não apenas uma repetição deslocada. Após esta discussão, os alunos concluíram que a obra de Nadir apresentava simetrias de reflexão e simetrias de rotação, embora ainda não identificassem o ponto de rotação com precisão na figura 4.

---

<sup>2</sup> Ainda que no decorrer da aula tenha sido utilizada a expressão “faz uma simetria”, trata-se de uma imprecisão linguística comum. Do ponto de vista matemático, as figuras não fazem simetrias; possuem-nas ou apresentam-nas. Esta questão será retomada nas considerações finais, no âmbito da reflexão sobre o rigor conceptual e o discurso do professor.

#### Figura 4

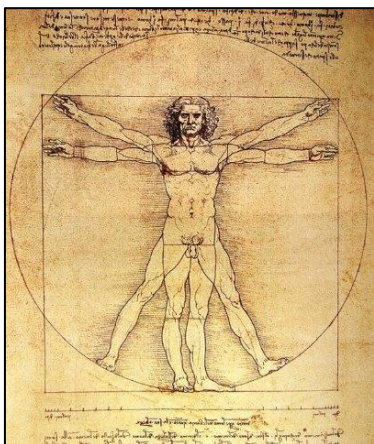
Obra de Nadir Afonso



Em seguida, foi projetada a obra *Homem Vitruviano*, de Leonardo da Vinci (Figura 5), prontamente reconhecida como exemplo de simetria de reflexão.

#### Figura 5

*Homem Vitruviano*



Ao observar a figura, um aluno comentou: “Se dividirmos a obra ao meio, faz um espelho.”

Este comentário sugere, provavelmente, que o aluno se referia à correspondência entre partes da figura situadas em lados opostos de um eixo, como numa imagem refletida, revelando uma compreensão intuitiva do princípio de simetria de reflexão, ainda que expressa em linguagem informal.

Seguiu-se o diálogo:

**Estagiária:** “Como se chama essa linha aqui no meio?”

**Aluno 1:** “Linha simétrica... não me lembro bem.”

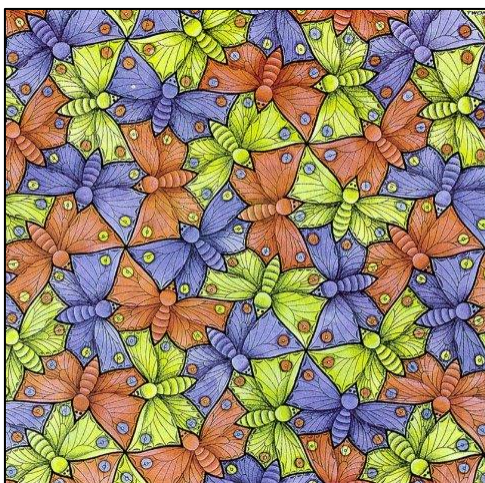
**Estagiária:** “É o eixo de simetria.”

Este momento revelou que os alunos reconheciam visualmente a propriedade fundamental da reflexão — a existência de duas metades aproximadamente coincidentes — apesar de não dominarem ainda a terminologia específica (eixo de simetria). Esta distinção entre compreensão conceptual e rigor terminológico orientou a intervenção da professora estagiária, que procurou clarificar o termo adequado sem desvalorizar a interpretação inicial dos alunos.

Por fim, foi apresentada uma obra de M. C. Escher com motivos de borboletas (Figura 6).

### **Figura 6**

*Borboletas de Escher*



Assim que a imagem foi projetada, os alunos identificaram simetrias de rotação, observando que as borboletas “rodavam” em torno de um ponto.

**Aluno 3:** “As borboletas estão a rodar para aparecer as outras.”

**Aluno 5:** “Há uns pontinhos, parecem parafusos.”

**Estagiária:** “Esses pontos marcam o centro de rotação, o ponto O.”

A forma como os alunos observaram e interpretaram a imagem — associando espontaneamente os pequenos círculos da obra a “parafusos” — revela a sua capacidade de reconhecer pistas visuais e atribuir-lhes significado geométrico. Ao interpretar estes elementos como centros de rotação, os alunos aproximaram-se

intuitivamente do conceito de centro de rotação, evidenciando sensibilidade para a correspondência entre detalhes estéticos e estruturas matemáticas.

Apesar da participação ativa, algumas dificuldades tornaram-se evidentes. Vários alunos confundiram inicialmente a simetria de reflexão com a simetria de rotação, associando qualquer repetição visual à ideia de “simetria”. Também se verificaram imprecisões terminológicas — como o uso de “linha simétrica” ou “faz uma simetria” — que foram sendo corrigidas de forma dialogada. Estas dificuldades revelam que, embora os alunos apresentassem intuições visuais sobre regularidade, ainda não dominavam plenamente o vocabulário matemático, nem distinguiam claramente os dois tipos de transformação geométrica.

### **Segundo momento** – Sistematização dos conceitos geométricos

Com base nas observações iniciais, a professora estagiária projetou um diapositivo com a definição formal de simetria e os seus tipos principais, solicitando a leitura a um aluno:

**Aluno 6:** “Simetria é a correspondência exata entre partes opostas de uma figura. Existem simetrias de reflexão e de rotação.”

De seguida, outro aluno procurou exemplificar a definição, recorrendo a uma analogia do quotidiano, afirmando que “é como quando dobramos uma folha ao meio e fica igual dos dois lados; a dobra é o eixo”. Esta intervenção constituiu uma aproximação intuitiva à simetria de reflexão, ainda que, no momento, tenha sido comentada em sala de aula como exemplo de “simetria” de forma geral, sem explicitar essa distinção. A professora estagiária validou a metáfora, reforçando o paralelismo entre o eixo de simetria e a linha de dobra, reconhecendo posteriormente que teria sido pertinente explicitar que o exemplo apresentado pelos alunos se referia especificamente à simetria de reflexão.

Para aprofundar o conceito de simetria de rotação, foi projetada a imagem de uma flor (*malmequer*) (Figura 7), na qual os alunos reconheceram que “as pétalas rodam à volta do centro”.

## Figura 7

*Flor malmequer*



Aquando da projeção da imagem da flor (Figura 7), os alunos foram convidados a observar e identificar possíveis regularidades. Durante a discussão, reconheceram que as pétalas se repetiam de forma equidistante em torno de um ponto central, sugerindo a presença de uma simetria de rotação. A imagem inicialmente projetada apresentava apenas a flor, sem qualquer marcação geométrica, o que permitiu uma leitura espontânea e intuitiva da simetria existente. A partir das observações dos alunos — que identificaram cada pétala como parte de um módulo repetido — a professora estagiária avançou para a sistematização formal, acrescentando as marcações angulares posteriormente (Figura 8), de modo a explicitar a estrutura da rotação e a confirmar geometricamente as inferências formuladas durante a discussão.

## Figura 8

*Flor malmequer com marcações*



**Aluno 6:** “É como uma bolinha no meio.”

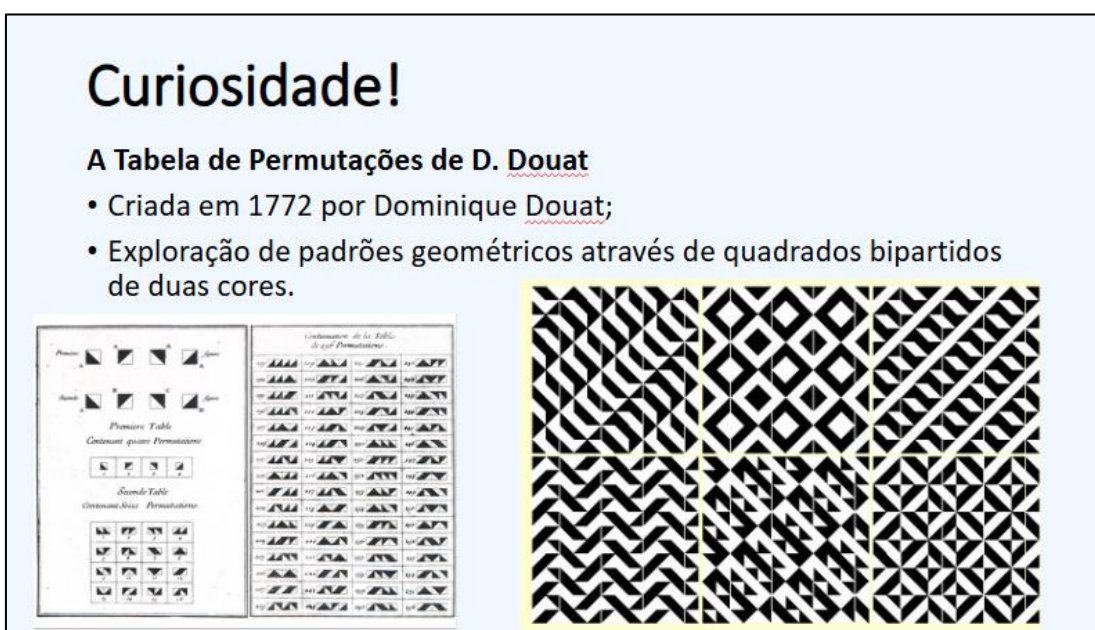
**Estagiária:** “Essa ‘bolinha’ é o centro de rotação, também chamado ponto O.”

A professora estagiária introduziu a noção de ângulo de rotação, explicando que diferentes rotações implicam ângulos distintos e estimulando os alunos a formular hipóteses sobre as amplitudes correspondentes.

Neste momento, apresentou-se também o artista Dominic Duarte, que utiliza módulos padrão (quadrículas transformadas por reflexão e rotação) nas suas composições (Figura 9).

**Figura 9**

*Módulos padrão de Dominic Duarte*



Os alunos reconheceram o processo, associando-o a experiências prévias em Educação Visual:

**Aluno 4:** “Já tínhamos feito isso em EV no ano passado.”

Esta ligação interdisciplinar reforçou a integração entre arte e matemática, tornando o conceito mais significativo.

**Terceiro momento** – Atividade prática de identificação de simetrias

### **Identificação e registo das simetrias nas obras**

Para consolidar os conceitos trabalhados, os alunos receberam imagens impressas de diferentes obras (Figura 10), apresentadas inicialmente sem qualquer marcação geométrica, para permitir uma análise espontânea. A tarefa consistia em identificar e representar nas imagens as simetrias de reflexão e de rotação, desenhando eixos e

centros diretamente sobre as figuras.

**Figura 10**

*Obras variadas impressas e registo dos alunos*



*Legenda: 2 – simetria de reflexão, padrão 8 eixos de simetria; 3 – Simetria de*

rotação e reflexão; 4 – simetria de reflexão; 5 – 1: simetria de rotação; 2: simetria de rotação; 6 – modulo padrão: simetria de rotação; ponto zero

A análise desses registos revelou tanto compreensões corretas como conceções alternativas que mereceram intervenção pedagógica. Por exemplo, na imagem 2, os alunos registaram “simetria de reflexão, padrão 8 eixos de simetria”, quando a figura apresentava apenas quatro eixos; trata-se de um erro típico, associado à dificuldade em distinguir repetições decorativas de eixos reais de simetria. Noutra situação, na imagem 6, os alunos referiram “ponto zero” em vez de “ponto O”, evidenciando uma confusão terminológica relativamente ao centro de rotação.

**Estagiária:** “Podem desenhar por cima das obras e indicar onde encontram as simetrias. Pensem se há uma reflexão, uma rotação, ou ambas.”

Os alunos discutiram entre si as primeiras hipóteses, apontando elementos repetidos e alinhamentos visuais. Como não existiam transferidores disponíveis em sala, a determinação dos ângulos foi feita através de raciocínio proporcional e de operações simples, geralmente reconhecendo que se a figura repetia quatro vezes em torno do centro, assumiram rotação de  $360^\circ \div 4 = 90^\circ$ ; se repetia duas vezes, rotação de  $360^\circ \div 2 = 180^\circ$  e assim sucessivamente.

Esse processo foi visível sobretudo nas imagens 2, 3 e 6 (Figura 6), cujas estruturas apresentavam repetições claras.

**Aluno 1:** “Aqui repete quatro vezes... então cada parte é um quarto do círculo.”

**Aluno 4:** “Sim, por isso deve ser 90 graus.”

**Estagiária:** “E onde está o centro dessa rotação?”

**Aluno 1:** “É este ponto aqui, porque é onde todas as partes se juntam.”

Para além das simetrias mais imediatas, alguns alunos exploraram possibilidades adicionais, identificando eixos não previstos inicialmente:

**Aluno 3:** “Se dividirmos assim, na diagonal, também fica igual do outro lado.”

**Estagiária:** “Muito bem, isso mostra que há mais do que um eixo [de simetria de reflexão] possível — também podemos ter eixos diagonais.”

Nas obras menos regulares — como as imagens 1 e 5 —, a identificação dos

centros de rotação foi bem-sucedida, mas a determinação exata dos ângulos revelou-se mais desafiante. Os alunos formularam hipóteses justificadas pela observação, embora algumas delas, como as registadas na Tabela 3, demonstrassem dificuldades na distinção entre padrões decorativos e simetrias geométricas formais.

### **Comunicação das observações aos colegas**

Concluído o trabalho de identificação e registo, cada grupo apresentou oralmente as suas conclusões, explicando o processo seguido e justificando as escolhas realizadas.

**Estagiária:** “Querem mostrar onde desenharam o eixo? Como verificaram que era reflexão e não rotação?”

**Aluno 8:** “Aqui fica igual dos dois lados, por isso é reflexão. Fizemos a linha no meio.”

Outro grupo apresentou uma obra com simetria exclusivamente rotacional (Figura 6 – imagem 5). Ao justificar a ausência de reflexão, um aluno explicou:

**Aluno 2:** “As pontas das estrelas estão em sentidos opostos nos dois lados do eixo — num lado apontam para a esquerda e no outro para a direita.”

Este comentário evidenciou a consolidação da distinção conceptual entre os dois tipos de simetria e a capacidade dos alunos para verbalizar o raciocínio geométrico com base em observações visuais.

Ao longo destas apresentações, o diálogo foi fluído entre grupos, com colegas a completar ideias e a comparar raciocínios. Quando surgiam dúvidas, a professora estagiária solicitava justificações visuais — “*Mostra-me onde roda*” ou “*Traça o eixo no quadro*” — promovendo a autocorreção e reforçando a precisão da linguagem matemática.

De forma geral, os alunos determinaram corretamente ângulos de  $90^\circ$  (imagens 2, 3 e 6) e de  $180^\circ$  (imagem 4), ainda que algumas obras exigissem interpretações mais cuidadas dada a sua menor regularidade.

Durante as comunicações das análises, a professora estagiária interveio pontualmente para incentivar a argumentação e clarificar terminologia matemática.

**Estagiária:** “Podem mostrar onde está o eixo de simetria? Como verificaram

que é uma [simetria de] reflexão e não uma [simetria de] rotação?”

**Aluno:** “Porque se dividirmos assim, fica igual dos dois lados.”

**Estagiária:** “Exatamente, isso é uma simetria de reflexão, e essa linha chama-se eixo de simetria.”

Durante a partilha das análises, emergiram também comentários avaliativos espontâneos entre os alunos, revelando um olhar crítico sobre o trabalho dos colegas. Em vários momentos, os grupos questionaram ou complementaram as interpretações apresentadas. Por exemplo, após um grupo identificar uma reflexão numa das obras, um colega interveio: “*Acho que esse eixo está um bocadinho ao lado. Se fosse mesmo no centro, ficava igual nas duas partes*”. Estas intervenções demonstram que os alunos não se limitaram a expor as suas conclusões, mas também analisaram, compararam e avaliaram o raciocínio dos pares, contribuindo para a construção coletiva do conhecimento e evidenciando pensamento crítico em ação.

### 3. 2.<sup>a</sup> aula — Construção de simetrias de reflexão e de rotação

**Primeiro momento** – Introdução à construção das produções

A aula teve início com a apresentação do novo desafio da intervenção, que consistia na criação de uma produção artística geométrica integrando simetrias de rotação e simetrias de reflexão, inspirada nas obras analisadas na sessão anterior.

O objetivo foi enunciado oralmente e foi registado no quadro o seguinte:

*“Desafio: Criar uma composição geométrica com simetrias de rotação e de reflexão, utilizando régua, compasso e transferidor.”*

A professora estagiária explicou que os trabalhos seriam desenvolvidos ao longo de duas aulas e culminariam numa apresentação final, onde os alunos iriam explicar as simetrias representadas nas suas composições.

**Estagiária:** “Antes de passarem à cartolina, vamos começar por fazer o rascunho. Pensem primeiro no motivo que querem repetir — pode ser uma forma simples, como um triângulo ou uma pétala — e depois escolham como ele vai rodar ou espelhar-se.”

Para garantir que todos recordavam os conceitos necessários, foram retomadas oralmente no quadro as noções fundamentais. Esse momento incluiu diálogos que

permitiram verificar o entendimento dos alunos:

**Estagiária:** “Quem se lembra do que é o centro de rotação?”

**Aluno 2:** “É o ponto que fica sempre no mesmo sítio quando rodamos a figura.”

**Estagiária:** “E como medimos o ângulo da rotação?”

**Aluno 5:** “Com o transferidor, escolhendo um lado da figura para começar.”

Seguiu-se um breve esclarecimento sobre simetria de reflexão:

**Estagiária:** “E na reflexão, o que temos de garantir?”

**Aluno 4:** “Que fica igual dos dois lados do eixo.”

Este momento inicial permitiu confirmar que os conceitos essenciais estavam presentes, embora ainda com algumas imprecisões linguísticas corrigidas pela docente.

### **Segundo momento** – Desenvolvimento dos rascunhos

Na segunda parte da aula, os alunos iniciaram os seus esboços numa folha branca, utilizando régua, compasso e transferidor. A professora estagiária circulou pela sala, apoiando os grupos com questões orientadoras que os ajudavam a estruturar o raciocínio geométrico.

**Estagiária:** “Qual é o teu centro de rotação?”

**Aluno:** “Aqui, no meio.”

**Estagiária:** “Então mede o ângulo entre cada figura — de quantos graus é a tua rotação?”

**Aluno:** “De 90 graus.”

**Estagiária:** “Perfeito, então terás quatro repetições.”

Neste momento, a professora estagiária clarificou a relação entre a amplitude da rotação e o número de repetições da figura, uma vez que o grupo ainda não tinha estabelecido essa correspondência. Embora tivessem identificado a rotação de  $90^\circ$ , não tinham deduzido que tal implicava quatro repetições ao longo dos  $360^\circ$  do círculo. Assim, a intervenção teve como finalidade tornar explícita essa relação matemática, apoiando o raciocínio geométrico do grupo.

Esta orientação permitiu aos alunos perceber que o número de repetições resulta da razão entre o ângulo total ( $360^\circ$ ) e a amplitude da rotação, mesmo que não tenham verbalizado o cálculo. A compreensão ficou evidenciada no rascunho, onde passaram a distribuir a figura em quatro posições equidistantes, ajustando a composição de acordo com essa lógica.

Alguns grupos experimentaram combinações de reflexão e rotação, questionando-se sobre a ordem de aplicação das transformações.

**Aluno:** “Se eu primeiro rodar e depois fizer o espelho, fica igual?”

**Estagiária:** “Experimenta e observa. Pensa: o que muda quando espelhas depois de rodar?”

Ao longo da atividade, notaram-se dificuldades que a orientadora sublinhou (notas de campo) serem importantes de explicitar:

- alguns alunos não dominavam o transferidor, demorando a identificar a posição correta do zero;
- outros não dividiram corretamente o círculo, o que fez com que as rotações ficassem irregulares;
- houve grupos que trocaram o eixo de reflexão, desenhando-o apenas após verificarem que a figura “não batia certo”.

Exemplos desses momentos estão registados nos diálogos:

**Aluno:** “Acho que o meu não ficou igual.”

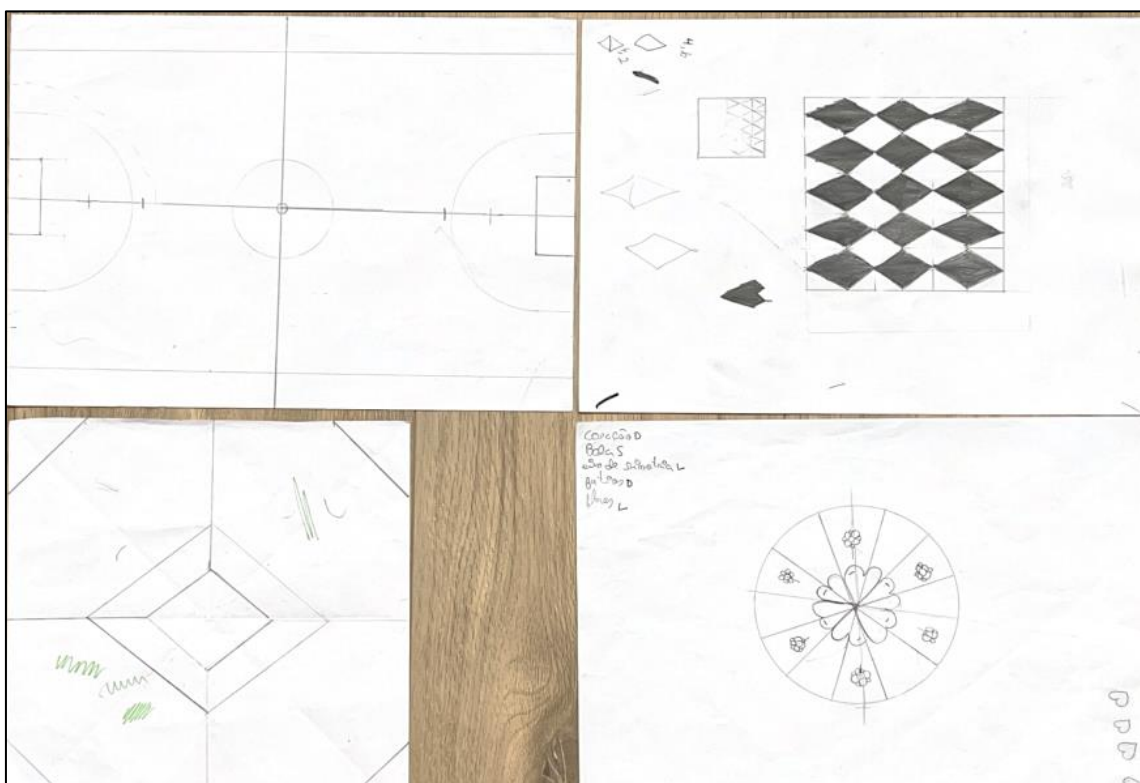
**Estagiária:** “Vê se o ângulo é o mesmo em todas as rotações. A precisão é o que garante a simetria.”

Nestes casos, a professora estagiária realizou demonstrações práticas — por exemplo, reposicionando o compasso ou alinhando o transferidor — permitindo que os alunos percebessem o erro e o corrigissem autonomamente.

Os rascunhos finais revelaram o empenho dos alunos na aplicação dos conceitos geométricos, evidenciando a utilização correta de eixos e centros de rotação, bem como a articulação entre o rigor matemático e a criatividade artística (Figura 11).

## Figura 11

## Rascunhos finais das produções elaboradas pelos alunos



Cada rascunho evidencia decisões geométricas distintas e graus variados de precisão:

**Rascunho 1 (campo desportivo – canto superior esquerdo):** Este grupo optou por uma composição baseada em formas rígidas e simetrias de reflexão. O rascunho mostra já a presença clara do eixo vertical e horizontal que estruturam o “campo”, revelando atenção ao alinhamento e à proporção entre os elementos. Apesar de alguns traços ainda pouco definidos, observa-se a intenção de construir uma figura simétrica e organizada, apoiada na repetição regular dos elementos geométricos.

**Rascunho 2 (losangos – canto superior direito):** A composição assenta num módulo padrão composto por dois triângulos que formam cada losango, repetido através de reflexões verticais e horizontais. O rascunho apresenta esboços dos módulos e testes iniciais de repetição, indicando que o grupo se encontrava em fase de experimentação. Embora a precisão ainda não fosse total, o raciocínio geométrico — nomeadamente o reconhecimento da repetição e da necessidade de alinhamento — encontra-se claramente presente.

**Rascunho 3 (quadrados concêntricos – canto inferior esquerdo):** Aqui

destaca-se uma estrutura baseada na reflexão: o grupo explorou a construção de quadrados inscritos, recorrendo a eixos cruzados para garantir a coerência das dimensões. As correções a lápis e a presença de traçados auxiliares mostram as dificuldades iniciais no alinhamento das diagonais, mas também o empenho na verificação e ajuste das medidas, revelando progressiva autonomia geométrica.

**Rascunho 4 (padrão floral – canto inferior direito):** Este rascunho demonstra uma abordagem centrada na simetria de rotação. O círculo foi dividido em doze partes iguais e, no interior, o grupo iniciou a construção de pétalas repetidas segundo um ângulo de  $30^\circ$ . Apesar de alguns segmentos não estarem totalmente coincidentes, observa-se a compreensão do centro de rotação e da necessidade de distribuir as figuras a igual distância, evidenciando a articulação entre estética e rigor matemático.

Os rascunhos mostraram abordagens diversificadas: alguns grupos optaram por rotações regulares ( $90^\circ$  ou  $30^\circ$ ), outros integraram simultaneamente reflexão e rotação, e outros ainda construíram módulos complexos inspirados em motivos florais ou geométricos. Apesar das dificuldades técnicas inicialmente observadas, verificou-se um progresso notório na precisão das construções, visível no alinhamento dos eixos e na repetição consistente das formas. Em todos os casos, a criação artística revelou intenção geométrica clara e crescente domínio dos instrumentos de construção.

No final da aula, cada grupo guardou o seu rascunho para continuar o trabalho na aula seguinte, onde se planeava a passagem para o suporte definitivo (cartolina) e a construção colaborativa dos critérios de avaliação.

Durante a construção das produções, surgiram várias dificuldades que evidenciaram a complexidade das tarefas propostas. Alguns alunos revelaram insegurança no uso do transferidor, sobretudo na marcação rigorosa dos ângulos de rotação. Noutros casos, a divisão inicial do círculo não foi realizada com precisão, conduzindo a irregularidades nas repetições. Estas dificuldades foram ultrapassadas com apoio individualizado, reforço do passo a passo e demonstrações práticas, permitindo aos alunos compreender o papel dos instrumentos na construção geométrica. No entanto, estas dificuldades constituíram oportunidades de aprendizagem: pelos diálogos, correções e reformulações, foi possível observar um progresso gradual no rigor e na autonomia dos alunos.

#### **4. 3.<sup>a</sup> aula — Finalização das produções e construção dos critérios de avaliação**

## **Primeiro momento** – Finalização das produções

A aula iniciou-se com a retomada das produções geométricas iniciadas na sessão anterior. A maioria dos alunos, já familiarizada com os conceitos de simetria de reflexão e de simetria de rotação, copiou os rascunhos para o suporte final (cartolina), aplicando os conhecimentos de forma autónoma e colaborativa. Alguns grupos, contudo, não trouxeram o seu rascunho para a aula e tiveram de reconstruir a composição com base na memória e nas anotações do trabalho anterior.

Durante este período, a professora estagiária circulou pela sala, apoiando os grupos na organização espacial das composições e na precisão das medições, especialmente no uso do compasso e do transferidor.

**Estagiária:** “Vê se o centro da tua rotação está exatamente no ponto O. Se estiver um pouco deslocado, a figura já não vai coincidir ao rodar.”

**Aluno:** “Ah, então tenho de refazer este círculo mais centrado.”

Em alguns grupos, surgiram dificuldades em alinhar os eixos de reflexão ou em dividir corretamente o círculo em ângulos iguais. Nestes casos, a professora estagiária incentivou a autocorreção e a verificação entre pares, reforçando a importância da precisão geométrica.

**Estagiária:** “Confere com o teu colega se os ângulos estão iguais. Podem usar o transferidor para confirmar.”

**Aluno:** “Fiz de  $60^\circ$  e o dele também, está igual.”

À medida que os trabalhos evoluíam, os alunos discutiam espontaneamente as escolhas estéticas e a forma de combinar cores e padrões, evidenciando o diálogo entre os aspetos geométricos e visuais das produções.

A professora estagiária reforçou a ideia de que o produto final deveria refletir tanto o rigor matemático quanto a criatividade artística.

**Estagiária:** “Lembrem-se de que o importante é que a vossa composição seja simétrica, mas também harmoniosa. A arte e a matemática podem andar juntas.”

Esta orientação contribuiu para que os alunos valorizassem o carácter interdisciplinar da atividade, compreendendo que a precisão e a estética se complementam no processo criativo.

### **Segundo momento** – Construção coletiva dos critérios de avaliação

Nos minutos finais da aula, a professora estagiária reuniu a turma em grande círculo para conduzir uma reflexão coletiva sobre a fase seguinte da intervenção: as apresentações públicas das produções geométricas. Antes de iniciar a discussão, a professora estagiária apresentou apenas os três domínios gerais de avaliação, previamente definidos por si — *Trabalho realizado*, *Comunicação* e *Trabalho em grupo* — esclarecendo que os indicadores específicos dentro de cada domínio seriam construídos em conjunto com os alunos.

A partir desta explicação inicial, foi lançada a questão orientadora:

**Estagiária:** “Vamos pensar juntos: quando formos apresentar os nossos trabalhos, o que é importante avaliar? O que deve estar bem feito para considerarmos que o grupo cumpriu o objetivo?”

Seguiu-se uma discussão aberta, cujas contribuições foram anotadas no quadro, reorganizadas e refinadas até alcançar consenso (Figura 12). Os alunos demonstraram envolvimento significativo, propondo tanto indicadores relacionados com a correta identificação de propriedades geométricas e uso do vocabulário matemático como aspetos relacionados com comunicação e atitudes colaborativas (Figura 13).

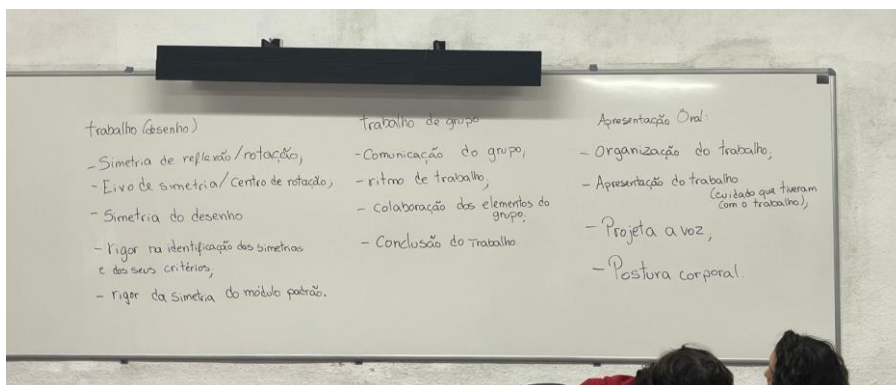
### **Figura 12**

*Processo de construção dos indicadores no quadro*



**Figura 13**

*Indicadores finalizados no quadro*



Alguns exemplos incluíram:

**Aluno 7:** “Podemos ver se o trabalho tem as simetrias bem feitas, se mostra o eixo e o centro.”

**Estagiária:** “Excelente, isso entra na parte de *Trabalho realizado*.”

**Aluno 8:** “E se apresentarem de forma clara e a olhar para a turma?”

**Estagiária:** “Sim, isso vai para *Comunicação*.”

**Aluno 3:** “E também se o grupo trabalhar bem junto.”

**Estagiária:** “Muito bem, esse é um critério de *Trabalho em grupo*.”

A discussão coletiva dos critérios também evidenciou algumas dificuldades dos alunos, nomeadamente na distinção entre aspetos formais do trabalho (precisão geométrica) e aspetos comunicativos (clareza, postura e organização da apresentação). Alguns alunos reconheceram que não tinham conseguido gerir adequadamente o tempo na aula anterior, o que se refletiu em produções inacabadas. Estes reconhecimentos foram fundamentais para promover uma reflexão metacognitiva sobre o processo, incentivando uma maior consciência do rigor e do planeamento necessários.

Com base nos indicadores reunidos no quadro, a professora estagiária elaborou posteriormente a grelha final de avaliação, apresentada na Figura 14, assegurando que todos os elementos nela incluídos correspondiam às sugestões e decisões tomadas coletivamente.

**Figura 14**

*Grelhas de autoavaliação e heteroavaliação*

GRELHA DE AUTOAVALIAÇÃO - Apresentação dos Projetos

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

		CUMPRE	CUMPRE COM DIFICULDADES	NÃO CUMPRE
		<b>INDICADORES DE AVALIAÇÃO</b>		
<b>Trabalho (desenho)</b>	Indicam qual(ais) a(s) simetria(s) utilizada(s).			
	Indicam o eixo de simetria/ centro de rotação.			
	Apresenta rigor na identificação das simetrias e dos seus critérios.			
	Indicam o módulo padrão.			
	Apresenta simetria do módulo padrão.			
<b>Comunicação</b>	Cumprimentam os ouvintes.			
	Apresentam a organização do trabalho.			
	Trabalho apresentável (cuidado que tiveram com o trabalho).			
	Projetam a voz.			
	Têm uma postura corporal correta.			
	Agradecem a atenção.			
<b>Trabalho em Grupo</b>	Despedem-se dos ouvintes.			
	Comunicaram em grupo.			
	Mantiveram o ritmo de trabalho.			
	Cumpriram com os tempos definidos.			
	Todos os elementos colaboraram.			
	Concluirão o trabalho.			

GRELHA DE HETEROAVALIAÇÃO - Apresentação dos Projetos

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

		<b>Ordem de Apresentação</b>						
		1	2	3	4	5	6	7
		<b>INDICADORES DE AVALIAÇÃO</b>						
<b>Trabalho (desenho)</b>	Indicam qual(ais) a(s) simetria(s) utilizada(s).							
	Indicam o eixo de simetria/ centro de rotação.							
	Apresenta rigor na identificação das simetrias e dos seus critérios.							
	Indicam o módulo padrão.							
	Apresenta simetria do módulo padrão.							
<b>Comunicação</b>	Cumprimentam os ouvintes.							
	Apresentam a organização do trabalho.							
	Trabalho apresentável (cuidado que tiveram com o trabalho).							
	Projetam a voz.							
	Têm uma postura corporal correta.							
	Agradecem a atenção.							
	Despedem-se dos ouvintes.							

**CÓDIGO:**

C – CUMPRE | CD – CUMPRE COM DIFICULDADES | NC – NÃO CUMPRE

A grelha organiza os indicadores segundo os três domínios definidos:

- **Trabalho realizado:** inclui aspetos como a identificação das simetrias utilizadas, a indicação do eixo ou centro de rotação, o rigor na aplicação das propriedades geométricas associadas às simetrias e a apresentação do módulo padrão.
- **Comunicação:** contempla elementos relativos à clareza da apresentação, projeção de voz, cumprimento das normas de comunicação (cumprimentar, agradecer), postura corporal e organização do discurso.

- **Trabalho em grupo:** no caso da grelha de *autoavaliação*, inclui também critérios relacionados com colaboração, gestão de tempo e cumprimento das tarefas pelos elementos do grupo.

Além disso, a grelha de heteroavaliação inclui uma tabela que permite registar a ordem de apresentação, bem como a avaliação de cada grupo segundo a escala: **C — Cumpre; CD — Cumpre com dificuldades; NC — Não cumpre.**

Após apresentar a grelha final à turma, a professora estagiária explicou o seu funcionamento e o modo como seria utilizada na sessão seguinte, garantindo que todos compreendiam os critérios e que a avaliação seria transparente e partilhada.

Os alunos mostraram-se motivados por poderem participar na definição do processo avaliativo, evidenciando consciência do seu próprio percurso de aprendizagem e das competências a desenvolver.

**Aluno 1:** “Assim já sabemos o que temos de mostrar quando formos apresentar.”

**Estagiária:** “Exatamente — estes critérios são o vosso guia para a próxima aula.”

A construção coletiva dos critérios revelou-se um momento de meta reflexão, permitindo aos alunos compreender o valor formativo da avaliação e a importância da autoavaliação como instrumento de aprendizagem.

## 5. 4.<sup>a</sup> aula – Apresentação das produções geométricas

A quarta sessão constituiu o momento culminante da intervenção, dedicada à apresentação e partilha das produções geométricas elaboradas pelos alunos nas aulas anteriores. O principal objetivo desta sessão foi permitir que cada grupo explicasse as simetrias de reflexão e de rotação representadas nas suas composições, relacionando-as com os conceitos matemáticos trabalhados e com as dimensões artísticas exploradas ao longo do processo.

A aula iniciou-se com o relembrar dos critérios de avaliação construídos coletivamente na sessão anterior (Figura 11), onde os alunos tinham participado na definição dos três grandes domínios: *trabalho realizado*, *comunicação* e *trabalho em grupo*.

**Estagiária:** “Cada grupo vai apresentar o seu trabalho, explicar que tipos de simetrias utilizou e onde podemos observá-las. No final, vamos avaliar-nos de acordo com os critérios que construímos juntos.”

Paralelamente às apresentações, os colegas que assistiam preenchiam a grelha de heteroavaliação, assinalando, para cada grupo, se cumpria, cumpria com dificuldades ou não cumpria os indicadores definidos previamente. À medida que ouviam as explicações, os alunos observavam se eram identificadas as simetrias utilizadas, se eram indicados o eixo ou o centro de rotação, se o discurso era claro e se todos os elementos do grupo participavam. Este preenchimento em tempo real exigiu atenção às produções e às intervenções dos colegas, transformando o momento de apresentação num espaço de escuta ativa e de avaliação formativa, em que os critérios construídos em turma passaram a ser usados como referência comum.

Durante a sessão, observou-se uma participação ativa e colaborativa da maioria dos grupos, embora alguns não tenham concluído a totalidade da produção, revelando diferentes níveis de empenho e de gestão de tempo.

A sequência de apresentação das produções não correspondeu à numeração habitual dos grupos (1 a 7), mas sim à ordem espontânea definida pelos próprios alunos no início da sessão. Após a professora estagiária solicitar voluntários para iniciar, o Grupo 4 manifestou-se primeiro, seguido pelos restantes grupos, que foram apresentando conforme se sentiram preparados. Assim, a descrição que se segue respeita a ordem efetiva das apresentações tal como ocorreram em contexto de aula, começando pelo Grupo 4 e prosseguindo com os Grupos 1, 2, 5, 6 e 7, terminando com a referência ao Grupo 3, cuja apresentação não foi registada em áudio.

#### **Apresentação do Grupo 4**

A apresentação teve início com o Grupo 4, cuja composição, apesar de revelar alguma precisão geométrica nos elementos estruturais, evidenciava também pequenos desvios que são comuns em trabalhos realizados manualmente por alunos deste nível de escolaridade (Figura 15).

## Figura 15

Produção final grupo 4



A produção, construída a partir de um círculo dividido em doze partes iguais, apresentava simetrias de rotação múltiplas e um padrão alternado de flores recortadas.

A precisão geométrica era sobretudo visível na regularidade aproximada das divisões angulares e na coerência geral do posicionamento dos setores, ainda que se observassem pequenas assimetrias resultantes da marcação manual dos ângulos — por exemplo, algumas linhas de divisão não convergiam exatamente no mesmo ponto central, e certas pétalas não estavam totalmente alinhadas com os limites dos setores. Estas pequenas imprecisões, contudo, não comprometeram a identificação das simetrias, sendo parte integrante do processo artesanal adotado pelos alunos.

A análise iniciou-se com a explicação dos alunos:

**Aluno 3:** “Fizemos um círculo e depois dividimos em várias partes. Cada parte tem o mesmo desenho, mas roda sempre o mesmo número de graus.”

**Estagiária:** “Sabem dizer de quantos graus é a rotação?”

**Aluno 5:** “De 30 graus. São doze partes iguais.”

Os alunos chegaram ao valor dos  $30^\circ$  recorrendo à divisão do ângulo completo ( $360^\circ$ ) pelo número de setores construídos (12). Embora não tenham explicitado verbalmente este cálculo, demonstraram-no apontando para as marcações equidistantes do círculo e indicando que cada divisão correspondia a “uma parte igual”. Essa interpretação revelou que, apesar de não formalizarem verbalmente o raciocínio matemático, reconheciam a relação entre número de divisões e amplitude do ângulo de rotação.

Durante a análise coletiva, foi esclarecido que a rotação de 30° correspondia às divisões angulares do círculo, no entanto, alguns alunos manifestaram dúvidas iniciais quanto ao facto de o mesmo ângulo se aplicar também às flores, uma vez que estas não surgiam em todos os setores. A professora estagiária orientou a observação comparativa, levando-os a focar-se apenas nas secções com e sem aplicação da forma decorativa.

Deste modo, compreenderam que, ao observar apenas as partes que continham flores, emergiam outras repetições, resultando em padrões de rotação distintos. Visualmente, a composição apresentava uma alternância entre as secções “tem–não tem”, isto é: *tem flor / não tem flor*, ou combinações mais irregulares como *tem – não tem – não tem – tem*, criando múltiplas leituras rotativas possíveis.

Este momento permitiu distinguir entre: a) a rotação geométrica estrutural (30°, correspondente à divisão regular do círculo) e b) as rotações visuais derivadas da distribuição do motivo decorativo (as flores), que seguem um padrão mais complexo e não estritamente regular.

**Estagiária:** “Se olharmos só para as divisões, temos rotações de 30°, mas se olharmos para as flores, a rotação é maior, certo?”

**Aluno 3:** “Sim, porque só há flor em algumas partes. Fica tipo tem, não tem, não tem, tem.”

A observação permitiu discutir a coexistência de simetrias parciais dentro de uma mesma composição, destacando que diferentes regularidades podem emergir conforme o elemento observado (a divisão geométrica ou o motivo decorativo). A professora estagiária concluiu incentivando a turma a reconhecer como a repetição e a variação podiam coexistir numa mesma estrutura visual.

**Estagiária:** “Na arte, às vezes o padrão não é sempre igual — o que muda também cria ritmo e equilíbrio.”

### **Apresentação do Grupo 1**

O Grupo 1 apresentou uma composição com motivos florais e circulares de diferentes dimensões (Figura 16), em que a repetição e o contraste cromático foram usados para representar simetrias de reflexão e de rotação.

## Figura 16

### *Produção Final Grupo 1*



A obra incluía flores grandes em vermelho e verde, bem como flores menores em amarelo, o que conferiu variedade visual e contraste cromático. Os alunos explicaram que procuraram criar repetições e posicionar algumas pétalas “à volta” de um ponto central (círculo amarelo), sugerindo a intenção de representar simetrias de rotação, ainda que o resultado não tenha sido geometricamente rigoroso.

**Aluno 8:** “Fizemos flores grandes e pequenas que se repetem, e rodámos algumas à volta do centro.”

**Estagiária:** “E onde está o centro de rotação?”

**Aluno 8:** “No meio das flores grandes.”

A referência ao “meio das flores grandes” demonstrou que os alunos identificaram intuitivamente um ponto central como referência para organizar as repetições. No entanto, a análise da obra revela que as flores verdes — que os alunos referiram como parte da tentativa de representar a rotação — não se encontravam posicionadas de forma correta ou orientadas com precisão, o que indica dificuldades na transposição do conceito geométrico para o suporte gráfico.

A composição também sugere a tentativa de incluir simetria de reflexão, ainda que sem correspondência exata entre as partes, o que é compreensível dada a natureza manual da tarefa.

A obra destacava-se pela organização espacial equilibrada e pela utilização de cores complementares (vermelho, verde e amarelo), reforçando o contraste visual. A professora estagiária salientou a forma como o grupo soube integrar estética e geometria, unindo diferentes tipos de simetria numa única composição.

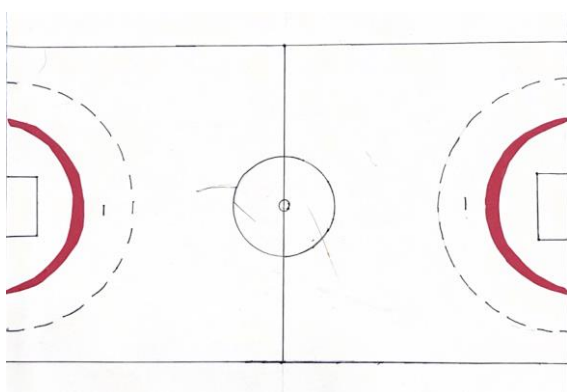
Embora o trabalho não tenha sido totalmente concluído, o grupo conseguiu cumprir, em grande parte, o objetivo da tarefa, demonstrando compreensão dos conceitos de reflexão e rotação e aplicando-os de forma criativa na composição.

### **Apresentação do Grupo 2**

A produção do Grupo 2 representava um campo desportivo visto de cima, construído com traços limpos e simetria rigorosa (Figura 17).

#### **Figura 17**

*Produção Final Grupo 2*



A composição evidenciava uma simetria de reflexão vertical, o desenho incluía uma linha central marcada, que os próprios alunos associaram intuitivamente ao eixo de simetria, e simetria de rotação de  $180^\circ$  em torno do centro do campo.

**Aluno 6:** “Temos o centro aqui e se rodarmos o campo 180 graus, ele fica igual.”

**Estagiária:** “E há também simetria de reflexão?”

**Aluno 6:** “Sim, se dobrarmos ao meio, as duas metades são iguais.”

O desenho inclui uma linha central marcada, que os próprios alunos associaram intuitivamente ao eixo de simetria.

A apresentação revelou que o grupo foi capaz de identificar e justificar

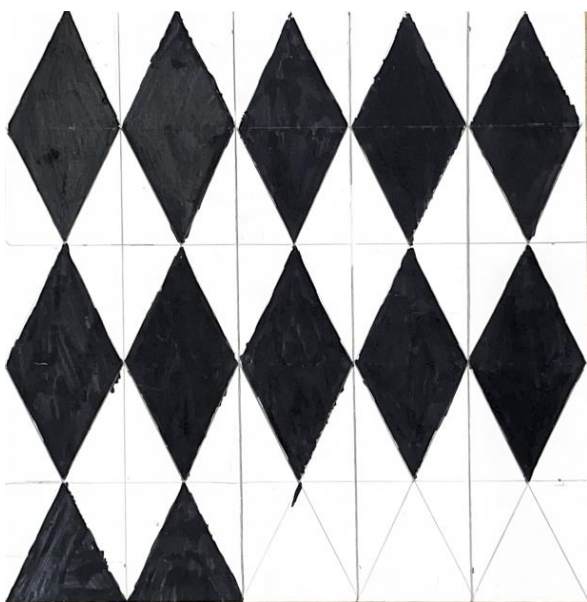
corretamente a simetria de reflexão e simetria de reflexão, mobilizando terminologia matemática adequada. A professora estagiária destacou o rigor matemático e a originalidade do tema escolhido, que aproximava o conteúdo geométrico da realidade cotidiana dos alunos.

### **Apresentação do Grupo 5**

O Grupo 5 apresentou uma composição estruturada a partir de losangos alternados em preto e branco, formando um padrão de simetrias de reflexão vertical e horizontal (Figura 18).

### **Figura 18**

*Produção Final Grupo 5*



A produção foi inspirada nas obras do artista Dominic Duarte, nomeadamente nos módulos padrão utilizados nos seus mosaicos, em que cada unidade resulta da união de duas metades triangulares — uma preta e uma branca — que, ao repetirem-se, formam os losangos característicos das suas composições.

**Aluno 2:** “Tentámos fazer que as figuras se repetissem sempre iguais. Aqui, se dobrarmos no meio, dá igual, e se for de lado também.”

**Estagiária:** “Então têm duas linhas de simetria?”

**Aluno 2:** “Sim, uma na vertical e outra na horizontal.”

A obra evidenciava propriedades geométricas fundamentais, nomeadamente:

- simetria de reflexão vertical, devido à repetição espelhada dos losangos ao longo do eixo central;
- simetria de reflexão horizontal, observável na repetição das formas acima e abaixo da linha média;
- regularidade na disposição do módulo padrão, que demonstra compreensão da ideia de repetição sistemática e organização espacial.

Embora a composição não estivesse totalmente concluída — nomeadamente na continuidade do mosaico nas extremidades —, o grupo mostrou compreender como os módulos se repetiam e como esses módulos originavam as simetrias presentes.

**Aluno:** “Queríamos fazer uma parte igual do outro lado, mas ainda não conseguimos acabar.”

**Estagiária:** “Mesmo assim, conseguem mostrar onde ficaria o eixo de simetria?”

**Aluno:** “Aqui, no meio. Se dobrássemos, ficava igual.”

A professora estagiária valorizou a forma como os alunos integraram nas suas produções as ideias de repetição e contraste observadas nas obras de Dominic Duarte, salientando o equilíbrio entre rigor geométrico e expressão artística.

A professora estagiária aproveitou o momento para sublinhar a importância da precisão e da gestão do tempo, reconhecendo o esforço do grupo e incentivando a finalização do trabalho.

### **Apresentação do Grupo 6**

O Grupo 6 apresentou uma composição circular com simetrias de reflexão evidenciadas pelas formas dispostas em torno de um eixo central. A estrutura visual baseava-se na alternância entre zonas coloridas e espaços brancos, criando um equilíbrio entre cheios e vazios (Figura 19).

## Figura 19

### Produção Final Grupo 6



Durante a apresentação, os alunos reconheceram um erro cometido na execução da obra, explicando que só quando estavam a terminar o desenho é que se aperceberam de que os motivos representados nas riscas brancas estavam dispostos em ordem contrária, o que impedia a formação de uma reflexão correta.

**Aluno:** “Quando já estávamos quase a acabar, vimos que os desenhos das partes brancas estavam ao contrário.”

**Estagiária:** “E o que isso quer dizer em termos de simetria?”

**Aluno:** “Que já não é uma reflexão, porque de um lado está virado ao contrário.”

Apesar desse equívoco, o grupo demonstrou compreender o conceito e identificou corretamente o eixo de simetria, localizado no centro do círculo. A professora estagiária destacou que, ignorando a inversão das formas nas zonas brancas, a composição mantinha uma reflexão simétrica bem estruturada, revelando domínio dos princípios geométricos trabalhados.

**Aluno:** “As riscas repetem-se para os dois lados, como se fosse um espelho.”

**Estagiária:** “Então o eixo de simetria está onde?”

**Aluno:** “Aqui, no meio, na diagonal.”

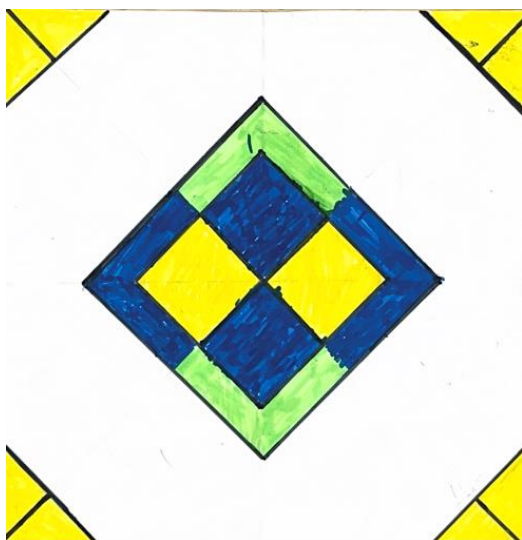
Embora a composição não estivesse totalmente finalizada, o grupo demonstrou compreender o conceito de eixo de simetria e aplicá-lo corretamente no desenho.

## Apresentação do Grupo 7

O Grupo 7 apresentou uma composição de caráter marcadamente geométrico, construída a partir da combinação de triângulos e quadrados dispostos de forma regular e harmoniosa. A obra evidencia simetrias de rotação e simetrias de reflexão, com um equilíbrio cromático entre tons de amarelo, azul e verde (Figura 20).

### Figura 20

*Produção Final Grupo 7*



Durante a apresentação, os alunos explicaram o processo de construção da composição, identificando corretamente os ângulos de rotação presentes em diferentes elementos.

**Aluno 1:** “Começamos com o quadrado no meio e depois rodamos as figuras das pontas.”

**Estagiária:** “E de quantos graus é a vossa rotação?”

**Aluno 4:** “Os triângulos das pontas rodam de 90°.”

A análise da obra permitiu confirmar estas interpretações. Observou-se isso através da correspondência entre a forma e a cor de cada triângulo amarelo nas extremidades, cujo posicionamento repetido ao longo da composição evidenciava rotações sucessivas de 90° em torno do ponto central. A regularidade angular podia ser inferida pelo alinhamento dos vértices e pela orientação constante das bases dos triângulos.

No quadrado central, dividido em quatro quadrados menores (dois azuis e dois amarelos), verificou-se que: a) os quadrados azuis ocupavam posições opostas e b) o mesmo acontecia com os quadrados amarelos, o que revela uma rotação de  $180^\circ$  entre elementos da mesma cor. Esta observação foi possível através da comparação direta das posições relativas dos quadrados, que permaneciam invariantes após meia-volta.

Relativamente às simetrias de reflexão, a obra apresentava dois eixos de simetria perpendiculares — um vertical e um horizontal — que dividiam a composição em quatro partes iguais, assegurando a correspondência especular entre as formas e as cores. Esta correspondência especular foi identificada pela coincidência entre formas de igual cor, tamanho e orientação quando espelhadas ao longo desses eixos.

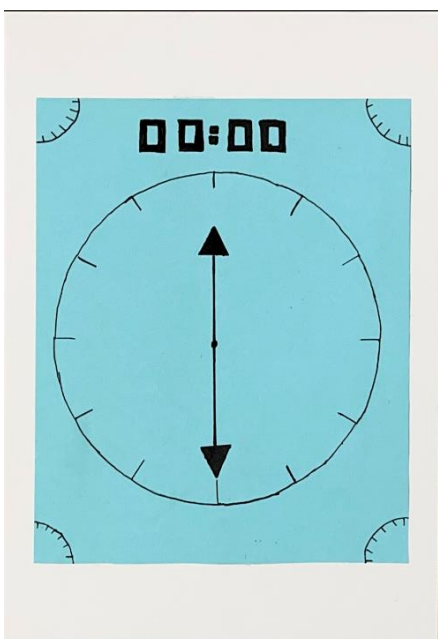
A professora estagiária salientou a precisão e o rigor geométrico demonstrados pelo grupo, bem como a coerência entre o uso da cor e a organização espacial, reconhecendo a produção como uma das mais completas e equilibradas da turma.

### **Apresentação do Grupo 3**

O Grupo 3 apresentou uma composição inspirada na forma de um relógio, estruturada a partir de divisões geométricas regulares que evidenciam simetrias de rotação em torno de um ponto central (Figura 21).

### **Figura 21**

*Produção Final Grupo 3*



A produção foi concluída na íntegra e demonstrou uma clara preocupação com

a organização espacial e a regularidade angular, articulando a precisão geométrica com um conceito visualmente apelativo.

Durante a apresentação, o grupo identificou inicialmente a presença de simetrias de rotação e de reflexão. Contudo, após a intervenção da professora estagiária – que questionou a possibilidade de existência de eixos de reflexão considerando a presença do ponteiro – os alunos reconsideraram a sua análise. A reflexão foi conduzida no sentido de verificar que, num mostrador com ponteiro: o ponteiro rompe a correspondência especular entre as partes, logo, qualquer eixo que atravessasse o ponteiro deixa de produzir uma imagem simétrica, impedindo simetrias de reflexão que seriam possíveis apenas num mostrador sem ponteiro.

Assim, os alunos concluíram que não poderiam existir simetrias de reflexão internas ao relógio, tal como inicialmente haviam sugerido. Identificaram, contudo, uma única simetria de reflexão possível: um eixo vertical que divide ao meio toda a composição (a folha), e não apenas o círculo do relógio — correspondendo à única linha onde a presença do ponteiro não inviabiliza completamente a correspondência entre as metades.

Em contrapartida, as simetrias de rotação estavam corretamente identificadas, sendo visíveis através das divisões radiais que se repetiam de forma regular em torno do centro de rotação, considerado no centro do mostrador do relógio. Os alunos consideraram que o ângulo de rotação seria de  $30^\circ$ , explicando esta conclusão com base na divisão do círculo em *12 partes iguais*:  $360^\circ \div 12 = 30^\circ$ , o que corresponde à estrutura tradicional de um mostrador de relógio.

A professora estagiária valorizou a forma como o grupo foi capaz de corrigir o seu próprio raciocínio geométrico durante a apresentação, demonstrando capacidade de reflexão crítica e compreensão conceitual. A produção destacou-se pela precisão geométrica, criatividade e coerência visual, cumprindo integralmente o objetivo da tarefa.

As apresentações suscitaram igualmente comentários avaliativos por parte dos colegas, que, com base nos critérios construídos coletivamente, formularam observações pertinentes sobre o trabalho dos grupos. Em vários momentos, outros alunos intervieram para pedir esclarecimentos ou assinalar aspetos a melhorar. Por exemplo, durante a apresentação de um grupo que referiu ter utilizado reflexão, um colega questionou: *“Mas desse lado a figura não fica igual... tens a certeza de que é [simetria de] reflexão?”* Noutro grupo, um aluno observou: *“O vosso módulo padrão está*

*bem identificado, mas falta identificar o centro de rotação.*” Estes comentários evidenciaram que os alunos utilizaram os critérios como referência para analisar o trabalho dos pares, mobilizando vocabulário matemático e contribuindo para um ambiente de avaliação formativa e colaborativa.

Concluídas todas as apresentações, procedeu-se ao preenchimento das grelhas de autoavaliação. Cada grupo analisou o seu desempenho à luz dos critérios construídos coletivamente, refletindo sobre aspetos como o rigor geométrico, a clareza da comunicação e a colaboração entre os elementos. As notas de campo registam que vários alunos reconheceram fragilidades no trabalho apresentado — por exemplo, “não conseguimos acabar o padrão a tempo”, “esquecemo-nos de indicar o centro de rotação” ou “falhámos um pouco na organização da explicação”. Outros, pelo contrário, identificaram progressos face a aulas anteriores: “desta vez medimos melhor os ângulos” ou “trabalhámos mais em equipa do que na aula anterior”. Estes registos mostram que a autoavaliação assumiu um carácter formativo, funcionando como um momento de reflexão sobre o processo, o grau de envolvimento e a qualidade do trabalho desenvolvido, indo ao encontro dos indicadores definidos para o domínio do envolvimento e do pensamento crítico.

Após este exercício de reflexão, a professora estagiária encerrou a sessão elogiando o empenho dos alunos e promovendo uma síntese coletiva sobre a experiência. Ao serem questionados sobre o que aprenderam com o desafio, os alunos reconheceram que a tarefa exigiu precisão geométrica e planeamento, articulando de forma natural conteúdos matemáticos e elementos visuais.

No geral, as apresentações orais evidenciaram tanto conquistas como dificuldades. Alguns grupos hesitaram no uso do vocabulário matemático, recorrendo a expressões vagas como “está igual” ou “roda assim”, necessitando de apoio para explicitar o raciocínio geométrico. Houve ainda grupos que identificaram incorretamente certos eixos ou centros de rotação, sendo levados a rever a sua análise durante a apresentação. Estes momentos revelaram a importância da verbalização no desenvolvimento da compreensão matemática, permitindo aos alunos clarificar ideias e corrigir conceções menos rigorosas.

## **6. 5.ª aula – Identificação de simetrias em obras de arte**

A quinta sessão teve como principal finalidade consolidar os conhecimentos adquiridos sobre simetrias de reflexão e de rotação, aplicando-os na análise de obras de arte. Pretendeu-se, com esta atividade, desenvolver a capacidade de observação

geométrica e de interpretação artística, aliando o rigor da matemática à sensibilidade estética.

A aula foi estruturada em três momentos: introdução da tarefa e distribuição das obras, exploração em grupo com o preenchimento da ficha de registo, e partilha coletiva das conclusões.

### **Primeiro momento** – Introdução da tarefa e distribuição das obras

A professora estagiária iniciou a sessão relembrando brevemente os conceitos trabalhados nas aulas anteriores — simetrias de rotação, simetrias de reflexão, eixo e centro de simetria —, explicando que o objetivo desta aula seria reconhecer e registar essas simetrias em obras reais.

Cada grupo recebeu uma obra distinta de M. C. Escher, assim como a ficha de registo de observação das simetrias. A tarefa consistia em identificar, na obra atribuída, o tipo ou tipos de simetria presentes, o respetivo módulo padrão, e, sempre que possível, determinar os ângulos de rotação e os eixos de simetria.

**Estagiária:** “Hoje vão trabalhar como verdadeiros investigadores. Cada grupo tem uma obra diferente e vai descobrir onde está a matemática escondida. Observem com atenção, usem o espelho e a mira, e registem tudo na ficha.”

As obras distribuídas foram as seguintes: “Reptiles, 1943”, “Limite circular (Paraíso e Inferno), 1960”, “desenho de simetria, 1948”, “Shel and Starfish, 1941”, “Peixe, 1959” e “Butterfly, 1948”.

Os alunos demonstraram entusiasmo perante o desafio, observando atentamente as imagens e debatendo entre si as primeiras hipóteses.

**Aluno:** “Aqui parece que as borboletas estão a rodar em volta de um ponto.”

**Estagiária:** “Então experimenta usar a mira. Consegues perceber qual é o centro dessa rotação?”

**Aluno:** “Sim, está mesmo no meio. Todas rodam à volta dele.”

A observação foi apoiada pelo uso da mira, que permitiu aos alunos verificar visualmente a existência de centros de rotação e testar diferentes interpretações da obra. A Figura 22 ilustra um dos momentos da análise colaborativa realizada durante a sessão.

## Figura 22

*Utilização da mira para identificação do centro de rotação na obra*



**Segundo momento** – Exploração em grupo e preenchimento da ficha de registo

Durante o trabalho de grupo, todos os alunos recorreram aos instrumentos fornecidos — espelho e mira de auxílio — para verificar e representar as simetrias observadas. A utilização destes materiais revelou-se essencial, permitindo validar hipóteses e observar simetrias que não eram imediatamente perceptíveis a olho nu. A Figura 23 apresenta um momento dessa exploração, em que os alunos recorrem ao espelho para confirmar a presença de eixos de reflexão.

## Figura 23

*Utilização do espelho para verificação de eixos de simetria numa obra de Escher*



Cada grupo identificou o módulo padrão presente na sua obra, compreendendo que a repetição regular de uma figura ou forma é a base estrutural das composições de Escher. As medições e observações foram registadas na ficha de trabalho, acompanhadas de desenhos esquemáticos e anotações sobre os eixos e ângulos.

**Estagiária:** “Lembrem-se que o módulo é a figura que se repete. encontrem-no primeiro e depois vejam como ele se transforma.”

**Aluno:** “Aqui repete-se este anjo. Roda sempre o mesmo ângulo.”

**Estagiária:** “Quantos graus achas que tem essa rotação?”

**Aluno:** “Cento e vinte, porque são três iguais à volta.”

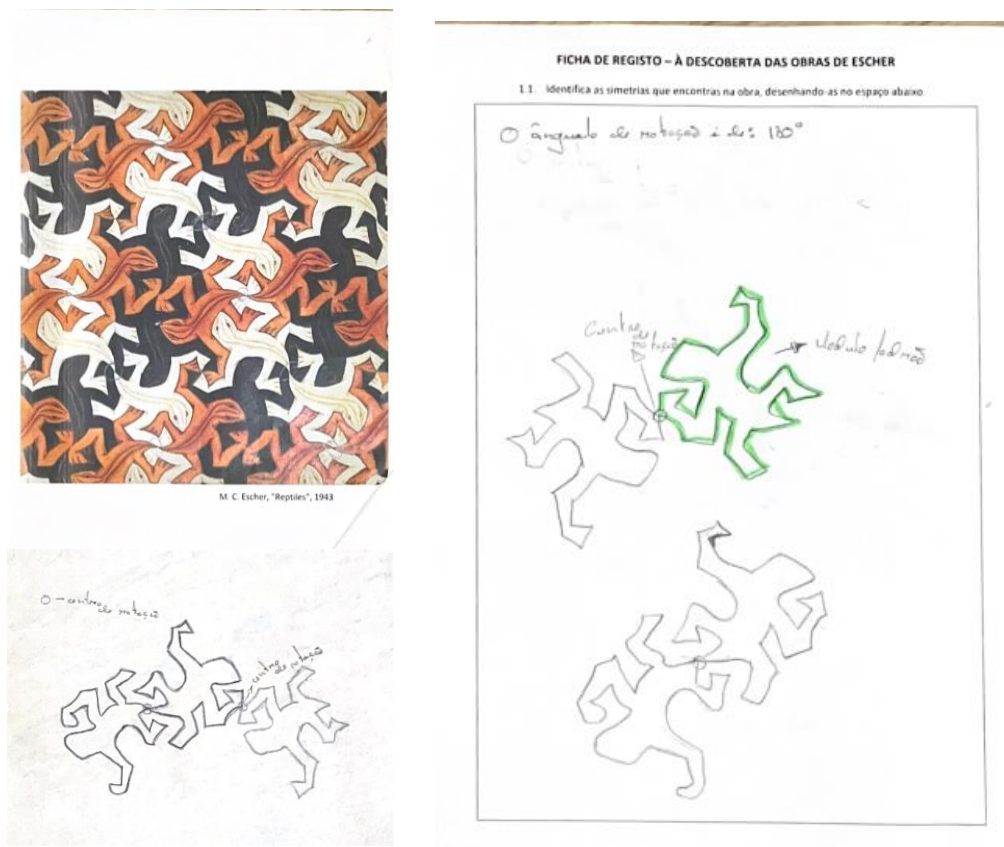
De forma global, todos os grupos conseguiram identificar corretamente os ângulos de rotação nas obras que apresentavam esse tipo de simetria e os eixos de simetria nas que evidenciavam reflexão. A análise foi registada com rigor, demonstrando que os alunos compreenderam a relação entre o centro de rotação, o ângulo e a repetição das figuras.

O Grupo 1, que analisou “*Reptiles*” (1943), identificou a presença de simetrias de rotação de  $180^\circ$ , tendo como centro de rotação as patas dos répteis (Figura 24). Este

valor não foi obtido através de cálculo formal, mas através da observação direta da repetição das figuras e da verificação com a mira, que permitiu aos alunos perceber que, ao rodar a imagem meio círculo, um dos répteis coincidia com a posição do seguinte.

## Figura 24

### Análise da obra "Reptiles"



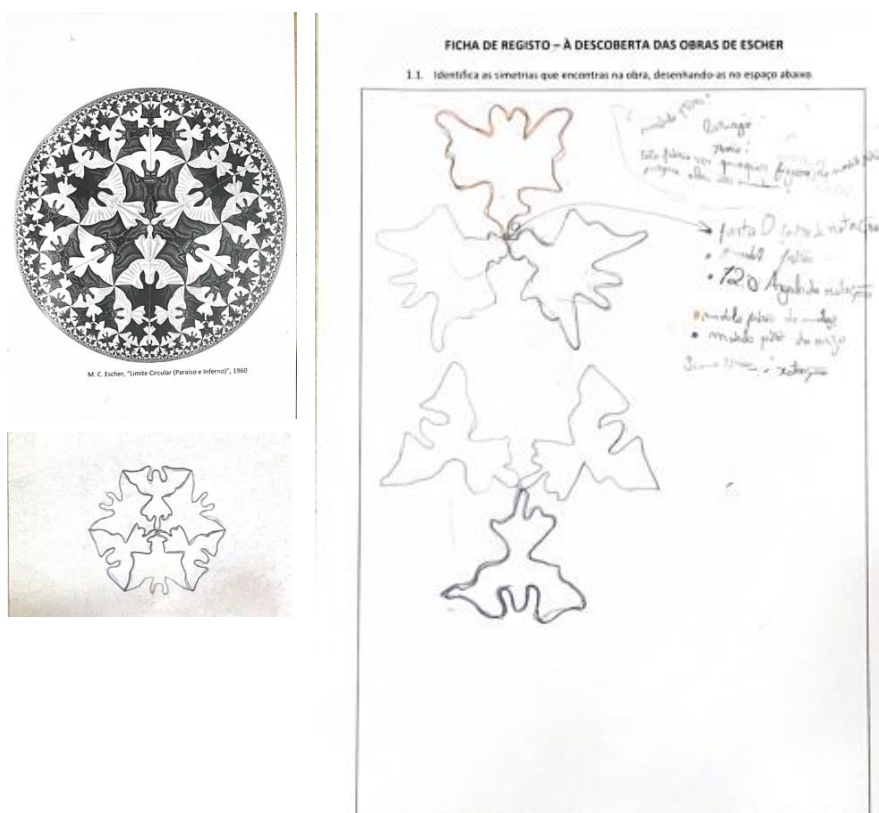
Além disso, ao utilizar o espelho, o grupo confirmou que não existia uma simetria de reflexão global consistente, uma vez que a orientação dos répteis não se mantinha por espelhamento — reforçando assim a interpretação de que a rotação era a transformação dominante.

O grupo reconheceu que o módulo padrão correspondia a um único réptil, cuja repetição por rotação gerava a continuidade do movimento representado na obra.

O Grupo 2, responsável por "Limite Circular (Paraíso e Inferno)" (1960), identificou duas simetrias de rotação de  $120^\circ$ , uma associada às figuras dos anjos e outra às dos demónios (Figura 25).

## Figura 25

### Análise da obra “Limite Circular (Paraíso e Inferno)”



#### Transcrição:

Modulo padrão,  
laranja [morcego]  
e roxo [anjo].

Toto padria ser  
qualquer figura  
no modulo  
padrão, porque  
eles não mudam.  
Ponto O, contro  
de rotação. 120°  
ângulo de  
rotação.

Simetrias de  
rotação.

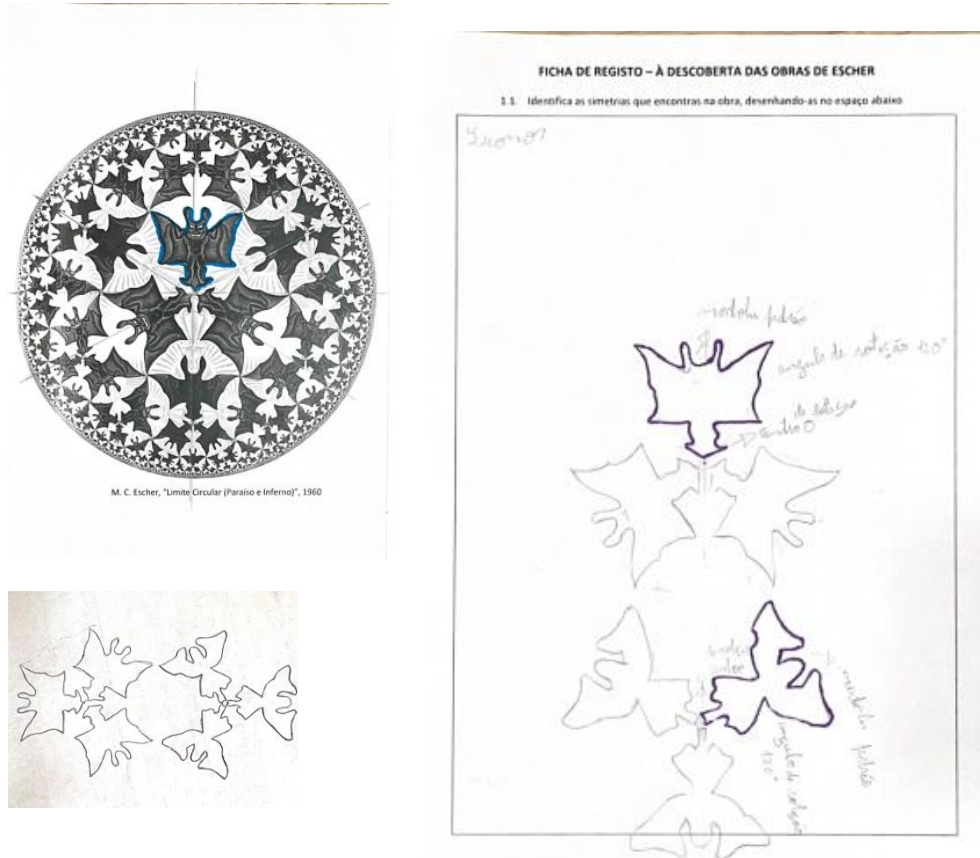
A identificação ocorreu através da contagem do número de figuras repetidas em torno de um mesmo ponto, procedimento orientado pela professora estagiária: ao reconhecerem que três anjos (ou três demónios) se distribuíam de forma equidistante à volta de um centro, os alunos inferiram que a rotação seria de  $360^\circ \div 3 = 120^\circ$ .

Este raciocínio, embora não enunciado formalmente, foi expresso pelos alunos quando afirmaram que “são três iguais à volta”, demonstrando compreensão intuitiva da relação entre número de repetições e amplitude do ângulo. O grupo identificou também os respetivos módulos padrão (um anjo e um demónio) e assinalou corretamente os centros de rotação junto aos pés das figuras.

O Grupo 3, que analisou a mesma obra (“Limite Circular (Paraíso e Inferno)” (1960)), confirmou igualmente a presença de duas simetrias de rotação de  $120^\circ$ , uma nos anjos e outra nos demónios, correspondendo cada figura ao respetivo módulo padrão (Figura 26).

## Figura 26

### Análise da obra “Limite Circular (Paraíso e Inferno)”, 2º grupo



A identificação foi construída de forma gradual e sustentada na exploração visual da obra. Inicialmente, os alunos contaram o número de figuras que se repetiam à volta de um mesmo ponto, procedimento semelhante ao do Grupo 2, mas mais explorado com recurso aos instrumentos disponibilizados. Ao utilizarem a mira, verificaram que, ao rodá-la sobre o centro marcado (assinalado nos pés das figuras), cada anjo coincidia exatamente com o seguinte ao fim de uma rotação de um terço da circunferência. A repetição regular de três anjos equidistantes permitiu-lhes inferir que o ângulo de rotação seria de  $360^\circ \div 3 = 120^\circ$ . O mesmo procedimento foi aplicado aos demónios, levando à conclusão de que estes obedeciam ao mesmo padrão rotacional.

Nas suas anotações, registaram: “*contro de rotação, O; ângulo de rotação 120°; módulo padrão*” a roxo de ambas as rotações, o que evidencia que a compreensão do ângulo resultou da contagem e da verificação prática das coincidências, mesmo que não tenham verbalizado o cálculo formal.

Além da rotação, o grupo identificou ainda três eixos de reflexão, traçando-os sobre a imagem impressa. Com o apoio do espelho, testaram diferentes direções até

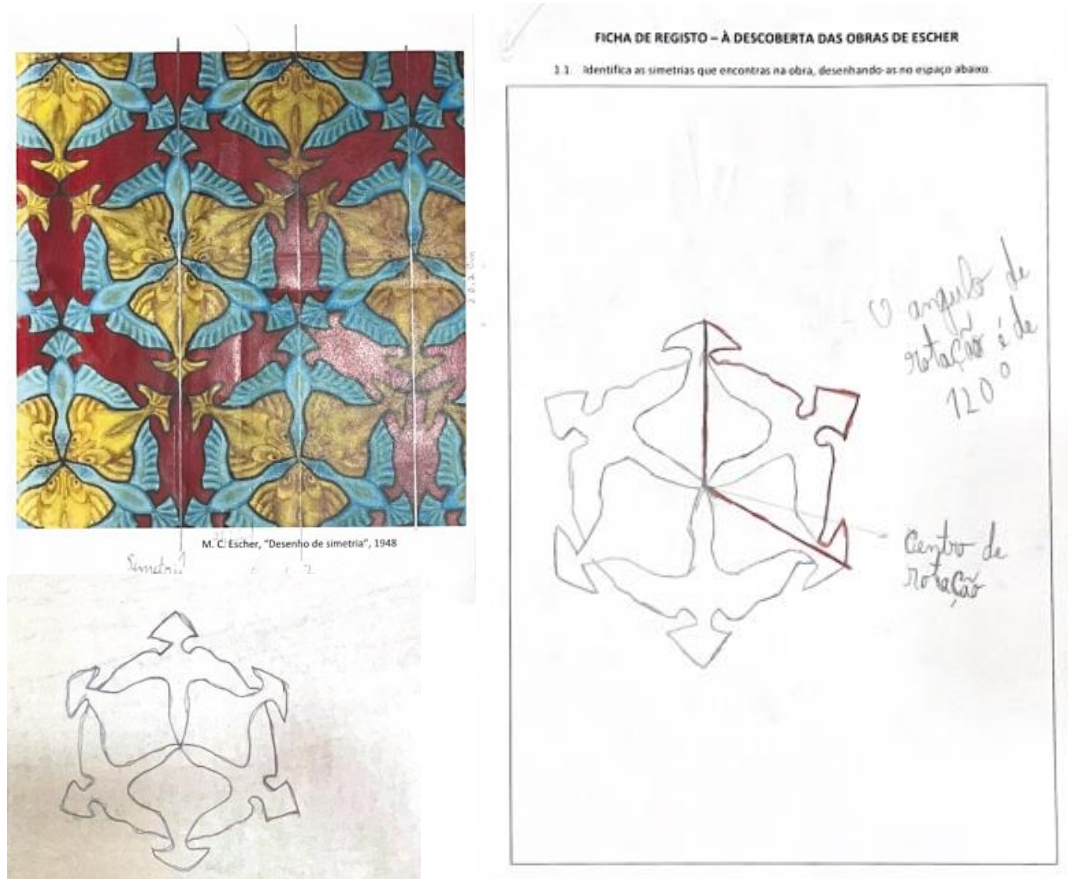
verificarem que certas linhas atravessavam o centro da composição e produziam correspondências exatas entre pares de figuras simetricamente opostas. Estes momentos foram registados nas notas de campo, onde se assinala que os alunos verbalizavam frequentemente: “*aqui fica igual dos dois lados*” ou “*este é o espelho certo*”, demonstrando apropriação do critério de verificação da reflexão.

Tal como o Grupo 2, indicaram o centro de rotação nos pés das figuras, demonstrando coerência na análise e clareza na justificação do raciocínio geométrico, evidenciando ainda capacidade de distinguir e articular corretamente diferentes tipos de simetria numa mesma obra.

O Grupo 4, que estudou “Desenho de Simetria” (1948), identificou dois eixos de simetria, assinalados com o auxílio da mira e do espelho (Figura 27).

### Figura 27

Análise da obra “Desenho de Simetria”



Os alunos testaram diferentes posições do espelho até verificarem que determinadas direções produziam correspondência exata entre as figuras, o que confirmou a existência dos eixos de reflexão.

Reconheceram ainda duas simetrias de rotação de  $120^\circ$ , uma associada aos peixes e

outra às aves, sendo cada figura o módulo padrão da respectiva transformação.

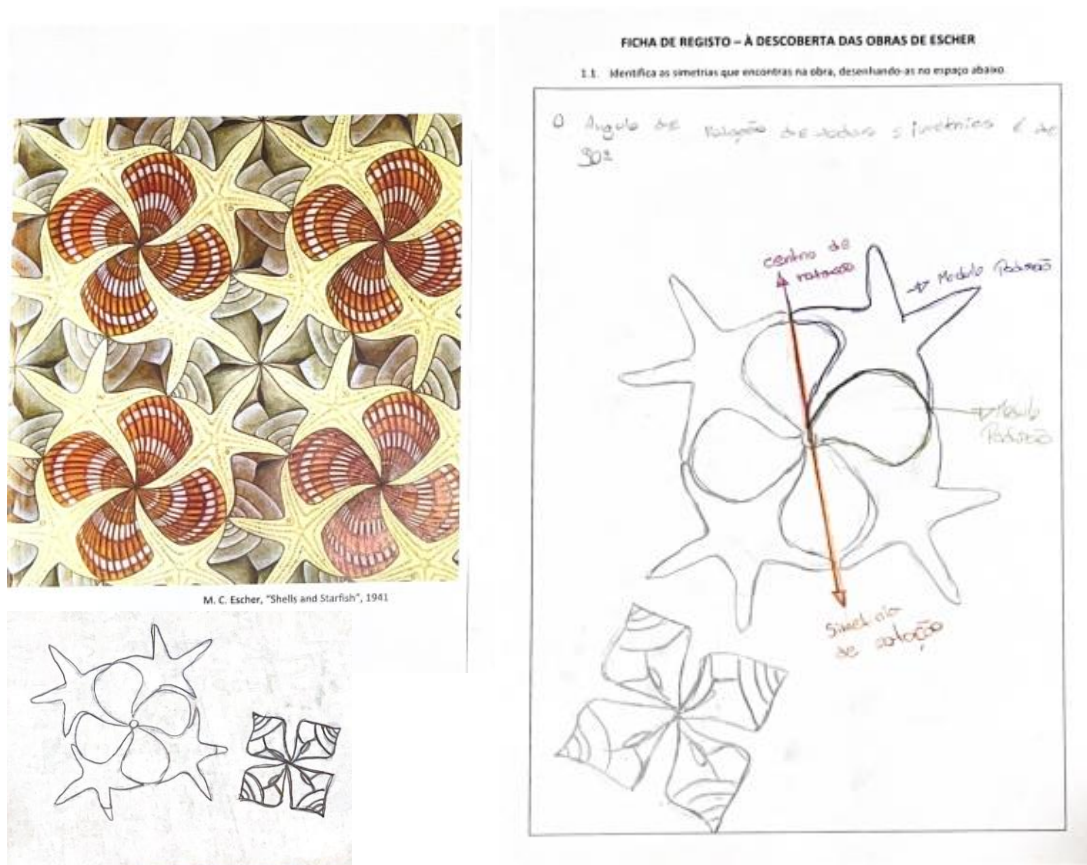
A determinação deste ângulo ocorreu quando os alunos observaram que, em cada círculo, três peixes (e, separadamente, três aves) estavam distribuídos de forma equidistante em torno do mesmo centro. A partir dessa disposição triádica, concluíram que o ângulo mínimo de rotação seria:  $360^\circ \div 3 = 120^\circ$

O grupo destacou a alternância regular entre as formas, observando que ambas as espécies se organizavam em torno do mesmo centro de rotação, com continuidade e equilíbrio visual.

O Grupo 5, que analisou “Shell and Starfish” (1941), identificou três simetrias de rotação: duas com ângulos de  $90^\circ$ , correspondentes às estrelas-do-mar e às conchas, e uma terceira, associada aos búzios (Figura 28).

### Figura 28

Análise da obra “Shell and Starfish”



Para determinar a amplitude das rotações, os alunos recorreram ao transferidor, colocando o centro do instrumento no ponto de rotação da figura e alinhando o  $0^\circ$  com a extremidade de uma concha. Em seguida, observaram a posição da extremidade da

concha seguinte, verificando que esta coincidia precisamente com a marca dos 90°, como se pode observar na imagem registada durante a atividade (Figura 29).

### Figura 29

*Medição da amplitude do ângulo de rotação*



Esta medição permitiu-lhes concluir que a repetição regular das formas correspondia a uma divisão quadripartida da circunferência, justificando matematicamente a rotação de:  $360^\circ \div 4 = 90^\circ$ .

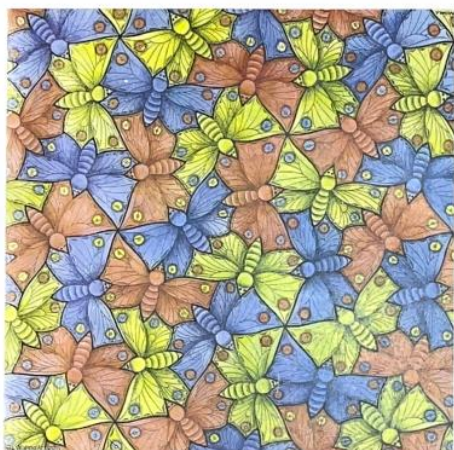
No caso dos búzios, o grupo não registou o ângulo na ficha de trabalho; contudo, a disposição igualmente regular das quatro figuras permitiu inferir que a amplitude subjacente seria também de  $90^\circ$ , seguindo o mesmo raciocínio aplicado às restantes formas.

O grupo demonstrou compreensão do conceito de centro de rotação e relacionou-o com a disposição circular dos elementos naturais representados.

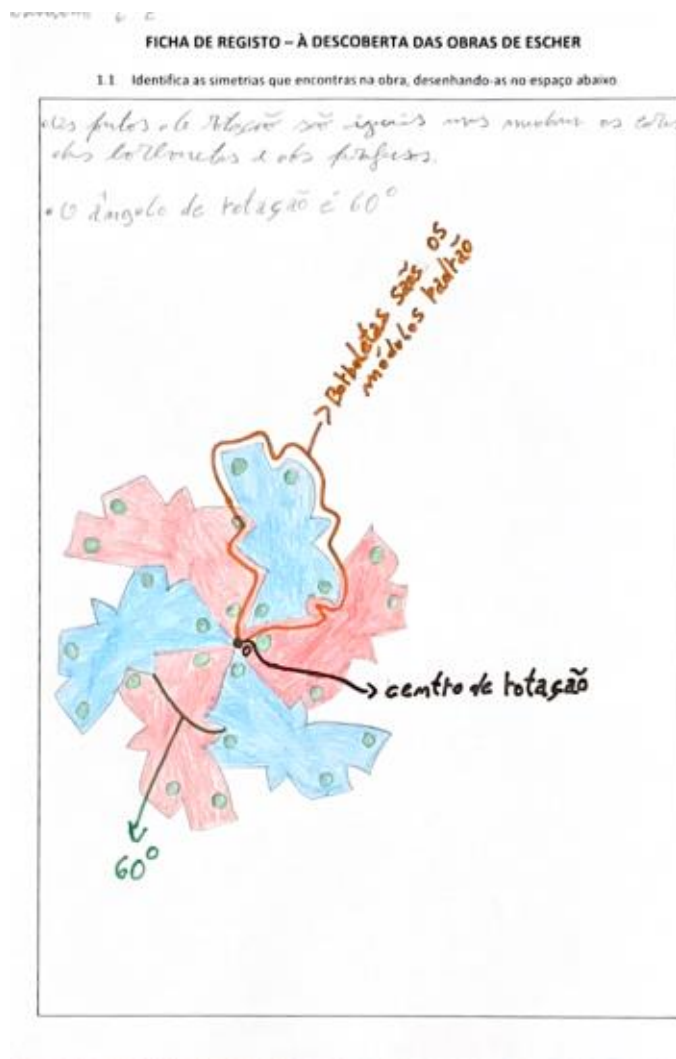
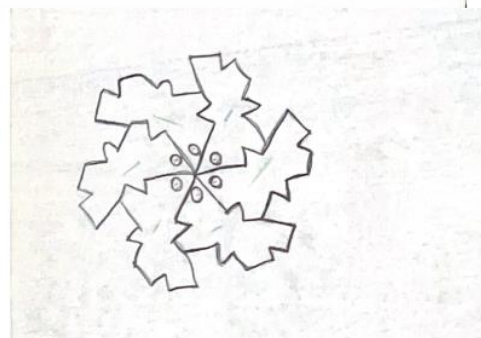
O Grupo 6, que analisou *“Butterfly” (1948)*, identificou as borboletas como módulo padrão e uma simetria de rotação de  $60^\circ$ , com o centro de rotação localizado na ponta das asas (Figura 30).

Figura 30

Análise da obra "Butterfly"



M. C. Escher, "Butterfly", 1948

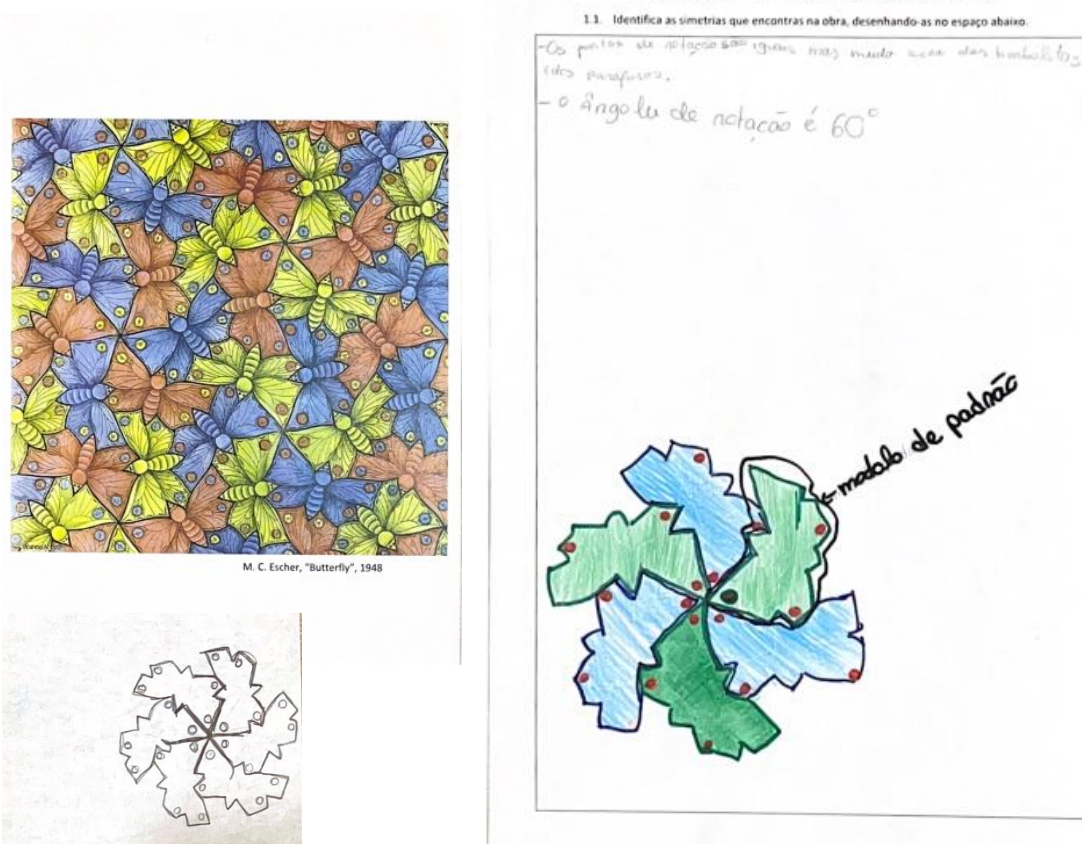


O grupo verificou que a repetição uniforme das figuras em torno do mesmo ponto conferia à obra um efeito dinâmico e de continuidade, reforçado pela alternância cromática das borboletas.

Por fim, o Grupo 7, que trabalhou igualmente sobre "Butterfly" (1948), identificou o mesmo ponto de rotação — na ponta da asa da borboleta — e o mesmo ângulo de 60°, reconhecendo que a única diferença entre as repetições se encontrava na cor das borboletas e dos elementos circulares ("parafusos") (Figura 31).

## Figura 31

### Análise da obra "Butterfly", 2º grupo



Esta observação demonstrou atenção aos detalhes visuais e compreensão do modo como a cor pode variar sem comprometer a simetria geométrica.

De modo geral, todos os grupos recorreram à mira e ao espelho como instrumentos de apoio à identificação das simetrias, conseguindo determinar corretamente os módulos padrão, os centros de rotação e os ângulos ou eixos de simetria presentes nas obras.

Durante a observação, a professora estagiária manteve um papel mediador, incentivando os grupos a justificar as suas conclusões com argumentos geométricos.

**Estagiária:** “Como é que sabem que há reflexão e não rotação?”

**Aluno:** “Porque se dividirmos a imagem ao meio, fica igual dos dois lados, não roda.”

**Estagiária:** “Muito bem, então o que estão a ver é o eixo de simetria.”

Os grupos demonstraram progressivamente maior autonomia na utilização do

vocabulário geométrico, registando termos como eixo de simetria, centro de rotação, ângulos e módulo padrão com crescente segurança.

Ao longo da exploração das obras, vários alunos enfrentaram dificuldades em distinguir entre padrões visuais e simetrias matematicamente rigorosas. Em alguns casos, assumiram que a repetição alternada de cores ou formas corresponderia a reflexão, o que se revelou incorreto após o uso do espelho. Outros mostraram dificuldade em determinar a amplitude dos ângulos de rotação, necessitando de apoio no uso da mira e do transferidor. Estas dificuldades foram fundamentais para compreender como os alunos constroem progressivamente o conceito de simetria, passando da percepção visual intuitiva para uma análise fundamentada em instrumentos e procedimentos geométricos.

### **Terceiro momento – Partilha e reflexão coletiva**

Na fase final, cada grupo apresentou oralmente as suas observações, mostrando a obra analisada e partilhando as conclusões registadas na ficha (Anexo A).

As apresentações revelaram uma boa compreensão dos conceitos matemáticos e capacidade de argumentação, destacando-se o rigor na identificação dos eixos e ângulos e o reconhecimento do módulo repetido em cada composição.

Durante as partilhas, emergiram vários momentos de discussão significativa, nos quais os alunos explicitaram raciocínios e responderam a questões colocadas tanto pela professora estagiária como pelos colegas:

**Aluno 6:** “Usámos o espelho e deu igual dos dois lados. É o eixo de reflexão.”

**Colega:** “Mas esse eixo passa mesmo pelo centro? Ou está um bocadinho ao lado?”

**Aluno 6:** “Está mesmo no meio, alinhado com estas duas figuras.”

**Estagiária:** “Conseguem mostrar como verificaram isso com a mira?”

(Os alunos aproximam a mira do eixo, mostrando a correspondência dos pontos.)

*Noutra apresentação, a discussão centrou-se na simetria de rotação:*

**Aluno 8:** “Com a mira vimos que rodava sempre o mesmo ângulo, por isso é simetria de rotação.”

**Colega:** “Mas como souberam que eram 120 graus? Contaram quantos havia à volta?”

**Aluno 8:** “Sim. Como havia três iguais, dividimos 360 por 3.”

**Estagiária:** “Então, se fossem quatro figuras iguais, qual seria o ângulo?”

**Alunos:** “Noventa!”

*Ao longo das apresentações, foi evidente que os alunos mobilizaram corretamente o vocabulário matemático — eixo, centro, módulo padrão, ângulo de rotação — e utilizaram com segurança os instrumentos disponibilizados (mira e espelho) para justificar as suas observações perante a turma.*

A professora estagiária encerrou a aula reforçando a relação entre Matemática e Arte, destacando o potencial da obra de M. C. Escher para revelar transformações geométricas complexas através de representações visuais acessíveis.

**Estagiária:** “Hoje viram que a simetria está em todo o lado — nas figuras geométricas, mas também na arte. Saber olhar é o primeiro passo para compreender.”

De forma global, a atividade evidenciou uma evolução significativa na capacidade de observação, descrição e representação das simetrias, bem como no uso de instrumentos de apoio e linguagem matemática adequada. A partilha final revelou também um maior envolvimento dos alunos e uma postura de questionamento crítico perante o trabalho dos pares.

## CAPÍTULO IV

### **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

Este capítulo retoma os dados recolhidos durante a intervenção pedagógica e apresentados no capítulo anterior e analisa-os e discute-os de forma a responder à questão de partida e aos objetivos de investigação referidos. Assim, procura responder à questão: “De que forma o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a compreensão da simetria pelos alunos do 6.º ano e para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e envolvimento nas aprendizagens?”, articulando-a com os seguintes objetivos: (i) compreender de que modo o recurso à análise de obras de arte, no ensino da Matemática, contribui para a aprendizagem e compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos do 6.º ano, em particular da simetria; e (ii) analisar de que forma a realização de produções gráfico-plásticas, articuladas com a Matemática, pode estimular o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos nas aprendizagens.

Com vista a responder a estes objetivos, foi implementada uma sequência de tarefas centrada na exploração da simetria de rotação e da simetria de reflexão através da observação e análise de obras de arte, bem como na criação de composições artísticas pelos próprios alunos, tal como descrito no capítulo anterior.

A análise e discussão dos dados que agora se apresenta foi organizada em torno das categorias e indicadores definidos no projeto e já apresentados no capítulo da metodologia, a saber: i) compreensão geométrica, centrada na identificação correta de simetrias de rotação e de reflexão, na representação adequada de eixos e centros/ângulos de rotação e na aplicação destes conceitos a novas situações; ii) pensamento crítico, associado à justificação das escolhas realizadas, à argumentação nas apresentações, aos comentários avaliativos sobre o trabalho dos colegas e às sugestões de melhoria; e iii) envolvimento dos alunos, evidenciado pela participação ativa nas tarefas, pela colaboração no grupo, pelas intervenções espontâneas e pela reflexão expressa nas autoavaliações e no cumprimento dos critérios definidos em turma.

#### **1. Categoria 1 – Compreensão geométrica**

A primeira categoria de análise refere-se ao desenvolvimento da compreensão geométrica dos alunos durante a implementação das atividades que integraram as Artes Visuais no ensino da Matemática. Esta dimensão procura identificar de que forma os

alunos reconheceram, descreveram e aplicaram conceitos geométricos no decurso das tarefas, bem como a evolução observada ao longo do processo de intervenção.

As tarefas propostas tiveram como principal objetivo explorar o conceito de simetria e a organização de padrões geométricos através da criação artística, promovendo a articulação entre o raciocínio geométrico e a expressão visual. As tarefas foram concebidas de modo a permitir que os alunos identificassem e representassem simetrias em diferentes contextos, experimentando a rotação e a reflexão de figuras geométricas em composições inspiradas nas obras de vários artistas. Através dessa abordagem, procurou-se que os alunos compreendessem as regularidades e relações espaciais presentes na Geometria de forma intuitiva, criativa e significativa.

Desde a primeira aula, observou-se que os alunos foram capazes de reconhecer simetrias nas obras apresentadas, ainda que recorrendo inicialmente a uma linguagem mais informal. No *Homem Vitruviano*, por exemplo, identificaram a reflexão vertical, e nas obras de Escher apontaram os pontos centrais de rotação, referindo-se a eles como “pontinhos” ou “parafusos”. As notas de campo revelam que alguns alunos confundiam inicialmente o eixo de simetria com o centro de rotação, dificuldade que foi sendo discutida e esclarecida em grande grupo. A professora estagiária incentivou a transição para o vocabulário geométrico correto, consolidando progressivamente termos como *eixo de simetria*, *centro de rotação* e *ângulo de rotação*.

Durante a exploração de imagens impressas (Figura 6), os alunos marcaram eixos de simetria e centros de rotação, estimaram ângulos e discutiram as transformações presentes nas figuras. No geral, a turma foi capaz de identificar rotações aproximadas de  $90^\circ$  e  $180^\circ$  e, em alguns casos, de explicar as diferenças entre ambas. Contudo, vários alunos revelaram dificuldades iniciais em compreender que a amplitude do ângulo determina o número de repetições da figura, necessitando do apoio da professora estagiária para relacionar visualmente o movimento rotativo com a medida angular. A ausência de transferidores não comprometeu o raciocínio, uma vez que os alunos recorreram a estratégias práticas, como a dobragem da folha e o alinhamento visual, para confirmar coincidências.

Nas sessões seguintes, dedicadas à criação das composições, os alunos aplicaram os conhecimentos adquiridos, demonstrando crescente domínio do conceito. Durante as tarefas, identificaram centros, mediram ângulos e corrigiram posicionamentos quando as figuras não coincidiam. A mediação professora estagiária incidiu em perguntas orientadoras — “*onde está o eixo?*”, “*de quantos graus é a*

*rotação?*” —, promovendo a autonomia e o raciocínio geométrico. As notas de campo registam vários momentos de tentativa-erro, nos quais os alunos ajustaram os seus procedimentos após verificarem discrepâncias entre as figuras.

Nas apresentações finais, cada grupo explicou as suas decisões, justificando o tipo de simetria utilizado e as correções efetuadas. As produções revelaram intencionalidade geométrica e estética, mostrando uma evolução no rigor e na clareza conceptual.

- Grupo 4: Dividiu um círculo em 12 partes (rotações de  $30^\circ$ ) e criou um padrão visual alternado, reconhecendo que diferentes elementos podiam gerar simetrias distintas.
- Grupo 2: Representou um campo desportivo, identificando corretamente uma reflexão vertical e uma rotação de  $180^\circ$  no centro.
- Grupo 5: Inspirou-se nos losangos de Dominic Duarte, trabalhando reflexões verticais e horizontais.
- Grupo 6: Identificou um erro na sequência de coloração, que impediu a reflexão perfeita, mas explicou corretamente a estrutura geométrica subjacente.

A análise das produções confirma uma apropriação progressiva dos conceitos geométricos, associada ao desenvolvimento da capacidade de verificar medidas, comparar resultados e justificar decisões. Esta evolução é coerente com os indicadores definidos para esta categoria e evidencia um percurso de construção gradual do conhecimento geométrico. A utilização da arte como meio de abordagem à Geometria mostrou-se eficaz para promover a compreensão significativa da simetria e o uso de linguagem matemática precisa, em conformidade com os princípios defendidos por Canavaro (2011) e Vale (2012), que valorizam a exploração e a visualização como bases para o raciocínio geométrico.

Para orientar esta análise, foram considerados os indicadores definidos no projeto para a categoria *Compreensão geométrica*, assegurando coerência entre a metodologia e a interpretação dos dados. A partir desses indicadores, foram identificadas evidências do desenvolvimento conceptual dos alunos, observáveis nas produções e nas interações registadas durante as aulas. Entre essas evidências destacaram-se:

- (i) a identificação adequada do tipo de simetria presente nas figuras;
- (ii) a representação do eixo de simetria ou do centro de rotação;
- (iii) a determinação do ângulo de rotação;
- (iv) o reconhecimento do módulo padrão;
- (v) o uso cada vez mais preciso do vocabulário matemático; e
- (vi) a capacidade de justificar verbalmente as escolhas geométricas realizadas.

## **2. Categoria 2 – Pensamento crítico**

A segunda categoria analisa as evidências de pensamento crítico reveladas pelos alunos durante a intervenção. Estas dimensões foram observadas nas discussões coletivas, nas justificações apresentadas durante as atividades e na elaboração das composições artísticas, onde os alunos tiveram liberdade para experimentar, corrigir e decidir soluções visuais e geométricas.

Ao longo das sessões, observou-se uma participação crescente nas discussões, com os alunos a colocarem questões, a compararem estratégias e a refletirem sobre as suas próprias escolhas. As tarefas propostas exigiram que tomassem decisões sobre centros de rotação, ângulos e eixos, levando-os a argumentar e a avaliar as consequências de cada opção.

Durante as apresentações, vários grupos explicaram as suas decisões e discutiram alternativas, demonstrando capacidade para analisar criticamente o processo de trabalho. A atividade de heteroavaliação, em que os grupos avaliaram as produções dos colegas com base na grelha construída coletivamente, constituiu um momento particularmente rico de expressão crítica e colaborativa. Os alunos utilizaram critérios geométricos e artísticos, reconhecendo tanto os aspetos técnicos (precisão, eixo, ângulo) como os aspetos estéticos (equilíbrio, repetição, harmonia).

Nas autoavaliações, os alunos referiram o esforço, o trabalho em grupo e as aprendizagens realizadas. Destacaram a descoberta de novas formas de aprender Matemática, a importância de verificar as medidas e o prazer de criar algo “bonito e correto”. Estas reflexões evidenciam uma postura crítica e consciente relativamente ao processo de aprendizagem.

De acordo com Eisner (2002), as artes permitem desenvolver modos de pensar

que valorizam a observação, a experimentação e a avaliação das próprias ações — aspectos visivelmente presentes no percurso da turma. A integração das Artes Visuais no ensino da Matemática revelou-se, assim, um meio de estimular o pensamento crítico, conduzindo a aprendizagens que combinam raciocínio lógico e sensibilidade estética.

Em síntese, os dados revelam que os alunos mobilizaram pensamento crítico, e em muitos casos exploraram também soluções criativas, através de várias evidências concretas: (i) a formulação de perguntas e a comparação de estratégias durante as discussões coletivas; (ii) a capacidade de justificar opções geométricas, explicando escolhas relativas a centros, ângulos e eixos; (iii) a análise crítica do próprio trabalho e do trabalho dos colegas, evidenciada nas autoavaliações e heteroavaliações; (iv) a tomada de decisões estéticas e geométricas na construção das composições; e (v) a reformulação de ideias após a mediação da professora ou dos colegas. Estas evidências sugerem que os alunos não se limitaram a executar tarefas, mas se envolveram num processo reflexivo, argumentativo e, por vezes, criativo, coerente com os objetivos definidos para esta categoria.

### **3. Categoria 3 – Envolvimento dos alunos**

A terceira categoria diz respeito ao envolvimento e à motivação dos alunos ao longo da sequência didática. Desde a primeira sessão, a abordagem interdisciplinar despertou curiosidade e entusiasmo, aspectos evidenciados nas notas de campo e nas observações realizadas durante as aulas. A apresentação das obras de arte gerou comentários espontâneos como “parece que se está a mexer”, “isto roda!”, ou “acho que aqui há um espelho”, revelando que os alunos se mostraram desde cedo motivados para participar e observar atentamente as imagens apresentadas.

Durante as tarefas práticas, os alunos demonstraram elevada concentração e empenho, solicitando material, partilhando ideias e ajudando os colegas. As notas de campo descrevem várias situações de cooperação, nas quais os alunos explicaram procedimentos uns aos outros e verificaram conjuntamente os resultados.

Nas sessões de construção das composições, a persistência e o cuidado com o trabalho foram constantes. Mesmo quando surgiram dificuldades técnicas — como o alinhamento dos eixos ou a coincidência de ângulos —, os alunos procuraram alternativas, testaram várias posições e discutiram entre si qual a solução mais adequada, mostrando empenho em aperfeiçoar o trabalho. Estes episódios permitem observar um envolvimento focado na tarefa, expresso no tempo dedicado, na insistência em corrigir erros e na procura de soluções visuais e geométricas adequadas, sem

necessidade de recorrer a comparações com práticas anteriores.

Nas apresentações dos trabalhos, o envolvimento tornou-se igualmente evidente. Todos os grupos procuraram explicar o processo seguido, justificar as suas decisões e responder às questões colocadas pela professora estagiária e pelos colegas. As autoavaliações centraram-se na análise do trabalho desenvolvido, no esforço coletivo e na forma como colaboraram para alcançar o resultado final. Verificou-se que os alunos valorizaram o trabalho em grupo, a organização e a clareza das apresentações, revelando sentido de responsabilidade e compromisso com a tarefa.

Estes resultados sustentam as ideias de Eisner (2002) ao afirmar que o envolvimento emocional e a motivação são essenciais à aprendizagem significativa. A integração das Artes Visuais parece ter criado um ambiente de aprendizagem mais aberto, em que o erro podia ser aceite e a exploração valorizada, promovendo o prazer de aprender e a autoconfiança dos alunos.

Em síntese, o envolvimento dos alunos fez-se evidenciar através de várias evidências concretas: (i) participação espontânea e curiosidade demonstrada nas discussões iniciais; (ii) concentração e empenho nas tarefas práticas, incluindo a solicitação ativa de materiais e o apoio entre pares; (iii) persistência diante das dificuldades, procurando corrigir erros de forma autónoma ou colaborativa; (iv) responsabilidade evidenciada nas apresentações, ao justificar decisões e explicar processos; e (v) reflexão crítica nas autoavaliações, valorizando o esforço, a cooperação e o rigor do trabalho realizado. Em conjunto, estas evidências sugerem que a intervenção promoveu um envolvimento consistente e significativo, tanto no plano cognitivo como no plano social e emocional.

#### **4. Síntese final**

A análise dos dados recolhidos evidencia que a integração das Artes Visuais no ensino da Matemática pode contribuir para aprendizagens mais completas e significativas, favorecendo simultaneamente o desenvolvimento conceptual, o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos. Esta abordagem interdisciplinar permitiu que a simetria fosse compreendida não apenas como um conteúdo geométrico, mas também como uma forma de expressão e de criação, aproximando a Matemática da sensibilidade e da experiência estética.

Contudo, o processo revelou igualmente um conjunto de dificuldades que marcaram a trajetória dos alunos e que são fundamentais para compreender a evolução observada. Nas primeiras sessões, verificaram-se imprecisões na utilização da linguagem geométrica, com os alunos a recorrerem a expressões informais para descrever eixos, centros e ângulos. Também a distinção entre simetria de reflexão e simetria de rotação nem sempre foi imediata, exigindo intervenções orientadoras que ajudassem a clarificar conceitos e a evitar confusões recorrentes.

Durante as tarefas práticas, surgiram dificuldades ao nível da marcação precisa de ângulos, do uso correto do transferidor e da divisão regular do círculo, o que levou a irregularidades nas repetições e à necessidade de reajustar construções. Na análise das obras, alguns grupos mostraram hesitação na determinação do ângulo de rotação ou na identificação de eixos diagonais, revelando que estes conceitos exigem tempo, manipulação e múltiplas oportunidades de verificação.

Apesar dessas dificuldades, a progressão ao longo da intervenção foi notória: os alunos ajustaram estratégias, corrigiram construções, reformularam interpretações e evidenciaram progressiva autonomia na utilização do vocabulário e do raciocínio geométrico. Assim, as dificuldades não constituíram entraves, mas sim pontos de apoio para a aprendizagem, tornando visível a natureza processual e gradual da construção do conhecimento matemático.

Os resultados alcançados confirmam, assim, a pertinência de metodologias ativas e visuais no ensino da Geometria, mostrando que é possível articular rigor científico e criatividade artística num mesmo percurso educativo, desde que acompanhados por momentos estruturados de orientação, revisão e reflexão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que a integração das Artes Visuais no ensino da Matemática parece ter contribuído para a compreensão do conceito de simetria, tendo possibilitado aos alunos visualizar, representar e aplicar os conceitos de forma concreta e significativa. As produções gráfico-plásticas favoreceram a passagem de uma aprendizagem mais abstrata para uma aprendizagem baseada na exploração, na observação e na criação, aproximando os alunos da natureza visual e espacial da Geometria. O contacto com as obras de arte parece ter funcionado como mediador cognitivo, permitindo que os alunos identificassem regularidades, eixos e centros de rotação, e que associassem esses elementos às transformações geométricas estudadas.

Através da manipulação de materiais e da construção de composições próprias, os alunos revelaram uma compreensão progressivamente mais sólida dos conceitos de eixo de simetria e ângulo de rotação, demonstrando progressivamente maior precisão no uso da linguagem geométrica. Estes resultados vão ao encontro das perspectivas apresentadas por Canavarro (2011), que defende que a aprendizagem da Matemática se torna mais sólida quando o aluno é colocado em situações ativas de exploração, e por Vale (2012), que realça a importância da visualização e da experiência concreta na consolidação do pensamento geométrico.

Para além da compreensão conceptual, a abordagem artística parece ter favorecido o desenvolvimento do pensamento crítico. As tarefas implicaram tomada de decisão, justificação de escolhas e análise de resultados, incentivando os alunos a refletirem sobre o processo e não apenas sobre o produto final. Durante as apresentações, os alunos explicaram as suas opções, avaliaram o trabalho dos colegas e reformularam as suas próprias ideias à luz das observações partilhadas. A utilização das grelhas de auto e heteroavaliação revelou-se um instrumento importante nesse processo, pois permitiu aos alunos compreenderem critérios de qualidade, assumirem responsabilidades e desenvolverem a capacidade de autoanálise.

Estes resultados estão em consonância com as ideias de Eisner (2002), que considera que as artes promovem modos de pensar baseados na flexibilidade, na sensibilidade e na reflexão, e de Ponte (2014), que destaca a importância de atividades que desafiem os alunos a argumentar e a justificar os seus raciocínios. A prática artística revelou-se, assim, uma oportunidade privilegiada para o exercício do pensamento crítico no ensino da Matemática, na medida em que permitiu aos alunos experimentar, errar,

ajustar e justificar — processos fundamentais para a construção de conhecimento.

A análise dos dados mostrou também que o envolvimento e a motivação dos alunos aumentaram significativamente ao longo da intervenção. O carácter visual e criativo das atividades parece ter despertado interesse genuíno, levando muitos alunos a participar de forma ativa, cooperativa e persistente. As notas de campo revelaram um ambiente de aprendizagem marcado pela curiosidade e pela colaboração, no qual os alunos se apoiaram mutuamente e partilharam estratégias. As apresentações finais, em que cada grupo explicou o trabalho realizado, constituíram momentos de valorização e reconhecimento coletivo, reforçando a confiança e o sentido de pertença.

Este envolvimento ativo confirma as perspetivas de Eisner (2002), que sublinha a importância das experiências estéticas no processo educativo, e de Ximenes (2023), que defende que a articulação entre diferentes áreas do saber conduz a aprendizagens mais profundas e motivadoras. De facto, a introdução das Artes Visuais no ensino da Matemática parece ter-se revelado um meio promissor para tornar as aulas mais dinâmicas e significativas, estimulando a participação e promovendo um clima de aprendizagem positivo.

A resposta à questão-problema delineada neste estudo não pode ser afirmada de forma absoluta, mas os dados recolhidos indicam que a utilização de análise de obras de arte no ensino da Matemática poderá ter contribuído para a compreensão da simetria pelos alunos do 6.º ano e para o desenvolvimento do seu pensamento crítico e do seu envolvimento nas aprendizagens. Esta conclusão é sustentada por evidências observadas ao longo de todo o processo e na coerência entre os dados observados e os pressupostos teóricos que fundamentaram o estudo. Em termos gerais, os alunos parecem ter compreendido melhor os conceitos geométricos e mostrado maior disponibilidade para refletir, justificar e participar, o que sugere que a aprendizagem matemática pode ser enriquecida por contextos de natureza artística e expressiva.

Não obstante os contributos identificados, importa reconhecer as limitações deste estudo. A intervenção foi realizada com uma única turma de 6.º ano, num contexto escolar específico, ao longo de um período relativamente curto, o que condiciona a possibilidade de generalização dos resultados a outros níveis de ensino ou contextos educativos. Além disso, não foi utilizado um grupo de comparação nem instrumentos padronizados de avaliação antes e depois da intervenção, o que limita a possibilidade de aferir, de forma mais objetiva, o impacto da abordagem adotada. A recolha de dados assentou sobretudo em observação participante, com registos áudio e na recolha

documental através das produções dos alunos, o que, apesar de adequado a uma perspectiva qualitativa, implica também um grau de subjetividade na interpretação dos dados.

Acresce que o papel simultâneo de professora estagiária e investigadora colocou desafios específicos. A gestão do tempo entre a condução da aula, a mediação das interações, o acompanhamento das dificuldades dos alunos e a necessidade de registar dados relevantes nem sempre foi simples. Em alguns momentos, a prioridade atribuída ao desenvolvimento da aula poderá ter limitado o detalhe dos registos. Verificaram-se ainda desafios na gestão do trabalho de grupo, em particular face a ritmos de aprendizagem distintos e à necessidade de apoiar o uso de instrumentos como o transferidor, sem retirar autonomia aos alunos. Estes aspetos refletem condições reais da prática e, ao mesmo tempo, constituem limitações do estudo enquanto investigação sobre a prática.

Do ponto de vista conceptual, a análise retrospectiva das aulas permitiu ainda identificar imprecisões terminológicas que emergiram durante a intervenção. Uma dessas situações relacionou-se com a analogia apresentada por um aluno — “a dobra é o eixo” — após a leitura da definição de simetria. Embora o comentário se referisse especificamente à simetria de reflexão, a explicação dada pela professora estagiária, naquele momento, não explicitou essa distinção, tratando o exemplo de forma mais geral. Em situações pontuais, foi ainda utilizada em aula a expressão “faz uma simetria”, que, do ponto de vista matemático, constitui uma imprecisão linguística: as figuras não “fazem” simetrias, possuem-nas ou apresentam-nas. O reconhecimento destes aspetos evidencia a necessidade de, em futuras intervenções, clarificar de imediato a que tipo de simetria cada exemplo se refere e zelar por um discurso matemático mais rigoroso, sem deixar de valorizar as contribuições espontâneas dos alunos.

À luz da experiência vivida, é possível identificar aspetos que poderiam ser ajustados num futuro estudo. Seria pertinente alargar o número de sessões dedicadas à consolidação dos conceitos de simetria, incluindo momentos intermédios de sistematização e de explicitação mais aprofundada das dificuldades dos alunos. Poderia, igualmente, ser incorporado um instrumento de avaliação inicial e final, permitindo comparar de forma mais clara a evolução da compreensão geométrica. A inclusão de momentos específicos de reflexão metacognitiva, em que os alunos analisassem explicitamente as estratégias utilizadas e as dificuldades sentidas, poderia aprofundar ainda mais o desenvolvimento do pensamento crítico. Por fim, a replicação da intervenção em outras turmas ou níveis de ensino permitiria verificar a consistência

dos resultados e identificar novas possibilidades de articulação entre Matemática e Artes Visuais.

Do ponto de vista metodológico, o percurso investigativo representou também um espaço de reflexão e crescimento profissional. A observação participante e a recolha documental possibilitaram um olhar atento sobre a prática e sobre as aprendizagens dos alunos, permitindo ajustar estratégias e reconhecer o valor do ensino baseado na investigação. Esta experiência reforça a importância de uma docência reflexiva, na qual o professor assume o papel de mediador e investigador da própria prática, promovendo aprendizagens contextualizadas e significativas.

Enquanto professora em formação, este estudo representou uma oportunidade de explorar o potencial da articulação entre Matemática e Artes Visuais como via para a inovação pedagógica. A planificação da intervenção exigiu rigor, sensibilidade estética e flexibilidade metodológica, mas parece ter constituído uma estratégia pertinente para conciliar o rigor conceptual com a dimensão expressiva das Artes Visuais. A intervenção demonstrou que é possível ensinar conteúdos matemáticos de forma exigente e, ao mesmo tempo, motivadora, transformando a sala de aula num espaço de experimentação e descoberta.

O desenvolvimento deste projeto permitiu ainda consolidar competências essenciais ao perfil profissional docente, como a capacidade de observar e analisar práticas, de refletir criticamente sobre a ação e de valorizar o papel das expressões artísticas no desenvolvimento integral do aluno. A experiência reforçou a importância de um ensino que promova o pensamento e a sensibilidade, reconhecendo que a aprendizagem não se restringe à aquisição de conhecimentos, mas envolve também dimensões afetivas, estéticas e sociais.

Em síntese, os dados analisados indicam que a integração das Artes Visuais no ensino da Matemática pode constituir uma via pedagógica promissora para promover aprendizagens mais profundas, motivadoras e significativas. A combinação entre o raciocínio geométrico e a expressão artística parece ter conduzido a uma compreensão mais rica da simetria e ajudado os alunos a perceber a Matemática como uma forma de explorar, criar e comunicar. Esta abordagem sugere que a arte pode funcionar como um instrumento poderoso de mediação no ensino da Matemática, contribuindo tanto para o desenvolvimento do pensamento geométrico como para a formação de alunos mais confiantes nas suas capacidades, mais críticos e mais sensíveis à dimensão estética do conhecimento.

Do ponto de vista pessoal e profissional, este percurso reforçou a convicção de que ensinar é também investigar, criar e refletir. A integração de linguagens artísticas e matemáticas revelou-se não apenas uma estratégia didática pontual, mas uma filosofia de ensino que valoriza o equilíbrio entre o rigor e a sensibilidade, entre a razão e a imaginação. O estudo deixa, assim, o contributo de que é possível — e desejável — ensinar Matemática de forma interdisciplinar, aproximando-a das artes e da vida, para que a aprendizagem se torne um processo verdadeiramente significativo, humano e transformador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, N. (2014). *Investigação naturalista em educação: Um guia prático e crítico* (2ª ed.). Fundação Manuel Leão.
- Agrupamento de Escolas de [REDACTED]. (2022). *Projeto Educativo 2022-2025*.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (Edição revista e atualizada; L. A. Reto & A. Pinheiro, Trans.). Edições 70. (Obra original publicada em 1977)
- Battista, M. T. (2007). *The development of geometric and spatial thinking*. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843–908). Information Age.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos* (M. Simões et al., Trans.). Porto Editora. (Obra original publicada em 1982)
- Canavarro, A. P. (2011). *Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios*. *Educação e Matemática*, 115, 11–17.
- Canavarro, A. P. (Coord.), Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P. M., & Espadeiro, R. G. (2021). *Aprendizagens Essenciais – Matemática: 6.º Ano*. Direção-Geral da Educação.
- Canavarro, A. P., & Ponte, J. P. (2005). O papel do professor no currículo de Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 63-90). Lisboa: APM.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. (2009). *Inquiry as stance: Practitioner research for the next generation*. Teachers College Press.
- Martins, G. d'O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., Encarnação, M. M. G. A., Horta, M. J. V. C., Calçada, M. T. C. S., & Nery, R. F. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação.
- Direção-Geral da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais – Educação Visual: 2.º ciclo*.
- Direção-Geral da Educação. (2025). *Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania*. Ministério da Educação.
- Eisner, E. (2002). *The Arts and the Creation of Mind*. Yale University Press.
- Eliodorio, C. S., & Gualandi, J. H. (2024). Pensamento Geométrico: Uma investigação nos Anos Finais do Ensino Fundamental. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 19, 1–27.
- Fainguelernt, E., & Nune, K. (2006). *Fazendo arte com a matemática*. Artmed.

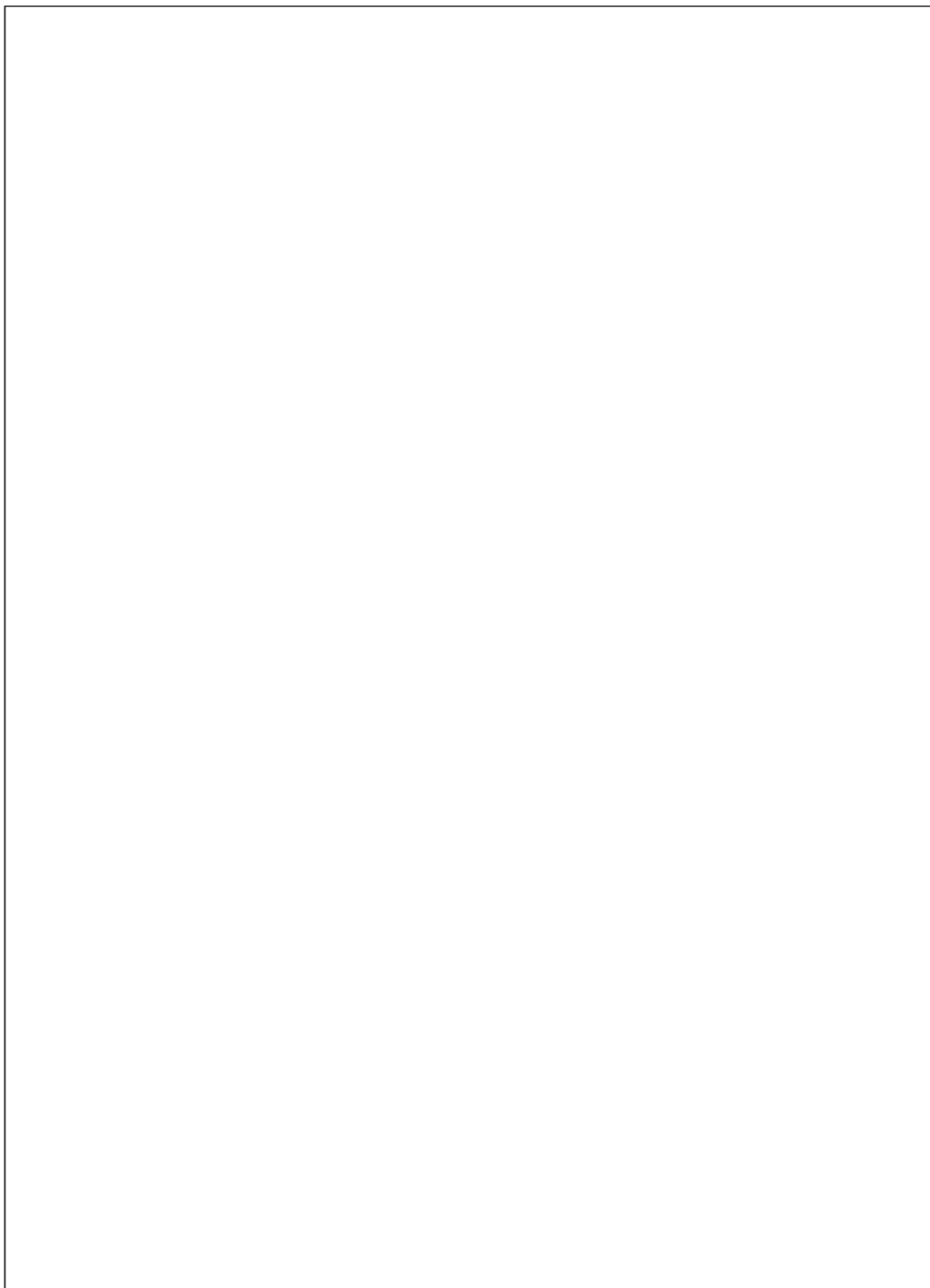
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379.
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics*, 44, 55–85.
- Loureiro, C., & Regatão, J. P. (2021). Arte e matemática: Um caminho para a integração curricular. In M. Falcão, T. Leite, & T. Pereira (Coords.), *Educação artística*, 2010-2020 (pp. 129-135). Escola Superior de Educação de Lisboa/CIED.
- Matos, I. (2017). *A integração da expressão plástica e da geometria e medida no ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico* [Dissertação de mestrado]. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém.
- Melo, J., O. (2004). “O inventor e a aeronave”: a alegoria da criação literária em Vida e morte de Vida e morte de M. J. Gonzaga de Sá, de Lima Barreto. *SCRIPTA*, 8(15), 172–190.
- Minayo, M. C. S., & Costa, A. P. (2018). Fundamentos teóricos das técnicas de investigação qualitativa. *Revista Lusófona de Educação*, 40, 139–153.
- Pavanello, R. M. (2004). Dificuldades dos alunos em geometria e as contribuições da teoria de Van Hiele. *Educação Matemática em Revista*, 15(17), 7–15.
- Perrenoud, P. (2001). *Construir as competências desde a escola*. Porto Editora.
- Ponte, J. P. (2014). Tarefas no ensino e aprendizagem da Matemática. *Quadrante*, 23(2), 5–28.
- Ponte, J. P., Oliveira, H., & Varandas, J. M. (2002). *Investigação na sala de aula como parte da prática dos professores*. In G. Afonso & M. V. Carvalho (Eds.), *Investigar e formar em educação: Actas do I Encontro de Investigação e Formação* (pp. 69–80). Instituto Politécnico de Bragança.
- Ponte, J. P., Oliveira, H., & Varandas, J. M. (2002). *A investigação na formação de professores: Registos de uma experiência*. APM.
- Ribeiro, R. S. da C. (2021). *Conexões matemáticas: Aprender Matemática com recurso às Artes Visuais* [Relatório de Estágio de Mestrado, Universidade do Minho]. RepositóriUM.
- Serrazina, L. (2013). *O ensino e a aprendizagem da Matemática nos primeiros anos*. Texto Editores.
- Vale, I. (2012). Desenvolvimento do pensamento geométrico nos alunos do ensino básico. *Quadrante*, 21(1), 47–68.
- Ximenes, B. R. C. (2023). *As artes e as aprendizagens interdisciplinares* [Relatório de investigação de mestrado, Instituto Politécnico de Setúbal].

## ANEXOS

### Anexo A – Ficha de registo

#### FICHA DE REGISTO – À DESCOBERTA DAS OBRAS DE ESCHER

- 1.1. Identifica as simetrias que encontras na obra, desenhando-as no espaço abaixo.



Anexo B – Produções artísticas dos alunos



**Anexo C** – Grelha de Auto/Heteroavaliação

**GRELHA DE HETEROAVALIAÇÃO - Apresentação dos Projetos**

Nome dos elementos do grupo:

---

		Ordem de Apresentação						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>INDICADORES DE AVALIAÇÃO</b>								
<b>Trabalho (desenho)</b>	Indicam qual(ais) a(s) simetria(s) utilizada(s).							
	Indicam o eixo de simetria/ centro de rotação.							
	Apresenta rigor na identificação das simetrias e dos seus critérios.							
	Indicam o módulo padrão.							
	Apresenta simetria do módulo padrão.							
<b>Comunicação</b>	Cumprimentam os ouvintes.							
	Apresentam a organização do trabalho.							
	Trabalho apresentável (cuidado que tiveram com o trabalho).							
	Projetam a voz.							
	Têm uma postura corporal correta.							
	Agradecem a atenção.							
	Despedem-se dos ouvintes.							

**CÓDIGO:**

C – CUMPRE | CD – CUMPRE COM DIFICULDADES | NC – NÃO CUMPRE

## GRELHA DE AUTOAVALIAÇÃO - Apresentação dos Projetos

Nome dos elementos do grupo:

---

		CUMPRE	CUMPRE COM DIFICULDADES	NÃO CUMPRE
<b>INDICADORES DE AVALIAÇÃO</b>				
<b>Trabalho (desenho)</b>	Indicam qual(ais) a(s) simetria(s) utilizada(s).			
	Indicam o eixo de simetria/ centro de rotação.			
	Apresenta rigor na identificação das simetrias e dos seus critérios.			
	Indicam o módulo padrão.			
	Apresenta simetria do módulo padrão.			
<b>Comunicação</b>	Cumprimentam os ouvintes.			
	Apresentam a organização do trabalho.			
	Trabalho apresentável (cuidado que tiveram com o trabalho).			
	Projetam a voz.			
	Têm uma postura corporal correta.			
	Agradecem a atenção.			
	Despedem-se dos ouvintes.			
<b>Trabalho em Grupo</b>	Comunicaram em grupo.			
	Mantiveram o ritmo de trabalho.			
	Cumpriram com os tempos definidos.			
	Todos os elementos colaboraram.			
	Concluirão o trabalho.			

## **Anexo D – Pedido de autorização aos pais**

Aos pais e encarregados de educação,

Venho por este meio informar que está a decorrer o estágio de Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico. Os professores estagiários Catarina Franco e [REDACTED], irão acompanhar a turma nas disciplinas de Matemática e Ciências Naturais. Todo o trabalho desenvolvido pelos professores estagiários será planificado em conjunto com a docente [REDACTED] e com as professoras orientadoras da Escola Superior de Educação.

Neste sentido, à semelhança das professoras estagiárias de Português e História e Geografia de Portugal, está prevista uma aula de matemática onde vai ser abordado os conceitos de simetria relacionando com a artes visuais. Esta precisará de ser gravada (áudio), para posterior análise das respostas dadas pelos alunos.

Importa referir que as gravações não serão publicadas nem partilhadas em qualquer plataforma e apenas a professora estagiária Catarina Franco terá acesso a elas.

Desta forma, serve o presente email para solicitar a sua autorização para que o seu educando possa participar nesta atividade (gravação da aula).

Se possível, responda ao email dizendo:

Autorizo que o meu educando participe na gravação da aula de matemática.

ou

Não autorizo que o meu educando participe na gravação da aula de matemática.

Grata pela atenção.