

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**O CONTRIBUTO DO GEOGEBRA PARA A
APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA
NO 5º ANO DE ESCOLARIDADE**

Paula Cristina Cangalhas

Mestrado em Educação e Tecnologias Digitais

Dissertação orientada pela Professora Doutora Hélia Maria da Venda Jacinto

e pela Professora Doutora Neuza Sofia Guerreiro Pedro

2025

A fé dá-nos esperança. A família e os amigos, com o seu amor incondicional, ajudam-nos a seguir em frente. São o farol que ilumina a nossa caminhada, mesmo quando nos perdemos na escuridão.

A persistência, o esforço e a curiosidade são os ventos que nos levam a alcançar conquistas que, um dia, pareciam impossíveis de alcançar.

“O universo não pode ser lido até que tenhamos aprendido a linguagem e nos familiarizado com os caracteres em que está escrito. Está escrito em linguagem matemática, e as letras são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem as quais é humanamente impossível compreender uma única palavra.”

Galileu Galilei, in Il Saggiatore (1623)

Agradecimentos

A realização desta tese marcou o fim de um percurso exigente, tanto a nível pessoal como familiar e profissional. Foram dois anos de superação, de aprendizagem constante e de momentos desafiantes. Ter chegado até aqui só foi possível graças ao apoio e incentivo de muitas pessoas, às quais deixo o meu profundo agradecimento.

À minha família, em especial à minha querida filha, à minha mãe e ao meu pai (que se transformou numa estrelinha e está sempre presente no meu pensamento), que foram, são e serão sempre a minha maior fonte de inspiração e força.

Ao grupo de trabalho 4 (Inácio Gabriel, Joana Marejo, Sérgio França e Sílvia Ferreira) e a todos os colegas desta turma, que, com união, apoio e espírito de entreajuda, construíram um verdadeiro ambiente de colaboração. O lema “não deixar ninguém para trás” pode não ter sido sempre dito em voz alta, mas esteve presente em tudo o que fizemos uns pelos outros, nas entrelinhas de cada gesto, partilha ou palavra de incentivo. Foi o fio condutor do primeiro ano e prolongou-se até este último, ajudando-me a seguir em frente.

Aos professores Ana Pedro, Cássio Santos, Elisabete Cruz, Guilhermina Miranda, João Piedade e Nuno Doroteia, agradeço tudo o que me ensinaram e o contributo que deram ao meu crescimento, tanto a nível pessoal como profissional. Em especial, às minhas orientadoras, Professoras Doutoradas Hélia Jacinto e Neuza Pedro, deixo uma palavra de profundo reconhecimento pela orientação, disponibilidade e inspiração ao longo de todo este percurso.

Agradeço, de forma muito especial, à Direção do Agrupamento de Escolas de Sines, à Professora Bernadette de Almeida, Diretora do Agrupamento, e às minhas duas amigas, Anabela Reis e Sandra Pires, que me acompanharam de perto ao longo deste processo. Estrelinhas que nos guiam, amigas.

Embora o seu nome já tenha sido mencionado anteriormente, não posso deixar de expressar, uma vez mais, o meu sincero agradecimento à Professora Sandra Pires. Desde o primeiro momento, demonstrou total disponibilidade e entusiasmo ao aceitar

este desafio, tendo sido uma colaboradora essencial num verdadeiro trabalho em equipa, especialmente na fase de recolha de dados, etapa indispensável para a concretização deste estudo.

A todos os que, com pequenos gestos ou palavras, me apoiaram e motivaram, e fizeram este caminho comigo, deixo o meu mais sincero agradecimento. Este trabalho é meu, mas pertence também a cada um de vós.

Obrigada.

RESUMO

O ensino da geometria é fundamental para a formação matemática dos alunos, sendo que as tecnologias educativas, como o GeoGebra, podem facilitar significativamente a aprendizagem, sobretudo em disciplinas que envolvem representações visuais e a manipulação de figuras. O GeoGebra, enquanto software de matemática dinâmica, alia a interatividade à exploração visual, promovendo um ambiente de aprendizagem mais envolvente e eficaz. O presente estudo teve como objetivo investigar e avaliar o impacto da utilização de ambientes de geometria dinâmica (GeoGebra) na aprendizagem da Matemática por alunos do 5.º ano, com enfoque nos temas “Geometria e Medida” e “Figuras no plano”. Para aferir esse impacto, foram aplicados dois testes de avaliação: um inicial, realizado antes da implementação de um conjunto de tarefas com o GeoGebra, e um final, após a conclusão das atividades. O estudo envolveu dois grupos de alunos (um grupo experimental e um grupo de controlo), num total de 70 estudantes do 5.º ano do Agrupamento de Escolas de Sines, durante o ano letivo de 2024/2025. Procurou-se responder à seguinte questão: qual o impacto do uso do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos no tópico “Figuras no plano”? A hipótese considerada foi a seguinte: os alunos que utilizam o software GeoGebra obtêm melhores resultados, do que os que não o utilizam.

A análise demonstrou melhorias em ambos os grupos, com um progresso médio mais acentuado no grupo experimental. Embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa, a dimensão do efeito foi elevada (Cohen's $d = 1,32$). Conclui-se, que a utilização do GeoGebra contribuiu para um maior envolvimento e melhor desempenho dos alunos na aprendizagem da geometria. Observou-se também uma melhoria na autonomia e no envolvimento dos alunos do grupo experimental ao longo das atividades desenvolvidas com o GeoGebra.

Palavras-chave: Alunos/estudantes; Desempenho Escolar; Ambientes de Geometria Dinâmica; Tecnologia e ensino da Matemática; Impacto

ABSTRACT

Geometry teaching is fundamental to students' mathematical development, and educational technologies such as GeoGebra can significantly facilitate learning, especially in subjects involving visual representations and the manipulation of figures. GeoGebra, as a dynamic mathematics software, combines interactivity with visual exploration, promoting a more engaging and effective learning environment. This study aimed to investigate and evaluate the impact of using dynamic geometry environments (GeoGebra) on mathematics learning by 5th-grade students, focusing on the topics "Geometry and Measurement" and "Figures on the Plane." To assess this impact, two assessment tests were administered: an initial one, conducted before implementing a set of tasks with GeoGebra, and a final one, after the activities were completed. The study involved two groups of students (an experimental group and a control group), totaling 70 5th-grade students from the Sines School Group, during the 2024/2025 school year. We sought to answer the following question: What is the impact of using GeoGebra software on student learning in the topic "Figures on the Plane"? The hypothesis considered was: students who use GeoGebra software achieve better results than those who do not.

The analysis demonstrated improvements in both groups, with a greater average progress in the experimental group. Although the difference was not statistically significant, the effect size was large (Cohen's $d = 1.32$). We conclude that the use of GeoGebra contributed to greater student engagement and better performance in geometry learning. An improvement in the autonomy and engagement of students in the experimental group was also observed throughout the activities developed with GeoGebra.

Keywords: Pupils/students; School Performance; Dynamic Geometry Environments; Technology and Mathematics teaching; Impact

Índice Geral

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | |
| 1.1. Problemática | 1 |
| 1.2. Questão, Objetivo e Hipótese de Investigação | 5 |
| 1.3. Estrutura da Dissertação | 5 |
| 2. Enquadramento Teórico | 8 |
| 2.1. Tecnologias e o Currículo | 8 |
| 2.2. Aprendizagens Essenciais e Tecnologias no Ensino da Geometria | 10 |
| 2.3. GeoGebra – Software de Geometria Dinâmica | 11 |
| 2.4. Revisão Sistemática da Literatura – Ambientes de Geometria Dinâmica no Ensino da Matemática | 15 |
| 3. Experiência de Aprendizagem com o GeoGebra | 37 |
| 3.1. Contextualização da Experiência | 37 |
| 3.1.1. <i>O Programa de Matemática no Ensino Básico/Aprendizagens essenciais para o ensino da Geometria</i> | 38 |
| 3.1.2. <i>Tipos de Tarefas no Ensino da Matemática</i> | 39 |
| 3.2. Objetivos de aprendizagem, modo de trabalho previsto e tarefas propostas | 41 |
| 3.2.1. <i>Objetivos de aprendizagem</i> | 42 |
| 3.2.2. <i>Tarefas propostas</i> | 44 |
| 3.2.3. <i>Tarefas propostas Modo de trabalho previsto</i> | 45 |
| 3.2.4. <i>Recursos</i> | 48 |
| 3.2.5. <i>Planificação da Experiência de Ensino</i> | 48 |
| 3.3. Tarefas Propostas e a sua Realização | 57 |
| 3.3.1. <i>Breve descrição das atividades e observações registadas</i> | 59 |
| 3.4. Resumo | 78 |
| 4. Metodologia | 81 |

| | |
|---|-----|
| 4.1. Opções Metodológicas Gerais e Plano de Investigação | 82 |
| 4.1.1. <i>Paradigma - Pós-positivista</i> | 83 |
| 4.1.2. <i>Metodologia</i> | 83 |
| 4.1.3. <i>Instrumentos de recolha de dados</i> | 84 |
| 4.2. Fases do Estudo | 84 |
| 4.2.1. <i>Fase 1: Planificação e preparação</i> | 84 |
| 4.2.2. <i>Fase 2: 1º Teste de Avaliação das Aprendizagens (Teste</i> <i>Diagnóstico)</i> | 85 |
| 4.2.3. <i>Fase 3: Implementação</i> | 85 |
| 4.2.4. <i>Fase 4: Teste Final e Análise dos Dados</i> | 85 |
| 4.3. Contexto da Pesquisa: Instituição e Amostra | 86 |
| 4.3.1. <i>Caracterização da Instituição</i> | 86 |
| 4.3.2. <i>Caracterização da Amostra (Grupo de Controlo e Grupo</i> <i>Experimental)</i> | 87 |
| A) <i>Caracterização Geral do Grupo de Controlo</i> | 87 |
| B) <i>Caracterização Geral do Grupo de Experimental</i> | 90 |
| 4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados | 93 |
| 4.4.1 <i>Processo de Elaboração dos Testes de Avaliação das</i> <i>Aprendizagens</i> | 94 |
| 4.5. Procedimentos de Recolha de Dados | 96 |
| 4.6. Procedimentos de Análise dos Dados | 98 |
| 4.7. Estratégia de Investigação | 99 |
| 4.8. Cuidados Éticos | 100 |
| 5. Resultados | 103 |
| 5.1. Resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1) | 103 |
| 5.1.1 <i>Análise dos Resultados por Subtópicos (T1)</i> | 104 |
| 5.2. Resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2) | 108 |
| 5.2.1 <i>Análise dos Resultados por Subtópicos (T2)</i> | 110 |
| 5.3. Análise Comparativa entre o Teste 1 e o Teste 2 | 111 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.1. <i>Análise dos Resultados por Subtópicos (T1 e T2)</i> | 113 |
| 5.4. <i>Comparação entre grupos</i> | 114 |
| 5.4.1. <i>Evolução dos Resultados no Grupo Experimental</i> | 114 |
| 5.4.2. <i>Evolução dos Resultados no Grupo de Controlo</i> | 117 |
| 5.5. <i>Análise Comparativa das Melhorias entre o Grupo Experimental e o Grupo de Controlo</i> | 119 |
| 5.6. <i>Conclusão</i> | 121 |
| 6. Discussão e análise dos Resultados | 122 |
| 6.1 Desempenho dos Alunos Antes e Depois da Experiência de Ensino ... | 123 |
| 6.2 Discussão dos Resultados das Aplicações dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 1 e 2 | 124 |
| 6.3 Resposta à Questão de Investigação | 126 |
| 6.4 Implicações para a Prática Pedagógica | 127 |
| 6.5 Limitações do Estudo e Condicionantes dos Resultados | 128 |
| 6.6 Perspectivas para Investigações Futuras no Ensino da Geometria com Tecnologias | 129 |
| 7. Conclusões | 131 |
| 8. Referências | 133 |
| 9. Apêndices | 139 |
| Apêndice A – Documento de Autorização da Direção | 140 |
| Apêndice B – Documento de Autorização dos Encarregados de Educação . | 142 |
| Apêndice C – Convite e informação sobre projeto de investigação | 144 |
| Apêndice D – Matriz de Construção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens | 146 |
| Apêndice E – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | 149 |
| Apêndice F – Testes de Avaliação das Aprendizagens 1 | 150 |
| Apêndice G – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | 153 |

| | |
|--|-----|
| Apêndice H – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 1 | 155 |
| Apêndice I – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | 161 |
| Apêndice J – Testes de Avaliação das Aprendizagens 2 | 162 |
| Apêndice L – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | 166 |
| Apêndice M – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 2 | 168 |
| Apêndice N – Registo da Verificação dos Testes por Especialista | 174 |
| Apêndice O – Tarefas | 181 |

10. Anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo I – Parecer da Comissão de Ética do IE | 184 |
| Anexo II – Documento de resposta do MIME | 185 |
| Anexo III – Documento de resposta da Direção do AES | 186 |

I - Lista de Abreviaturas

| Abreviatura | Designação Completa |
|--------------------|---|
| ACS | Adaptações Curriculares Significativas |
| AE5 | Aprendizagens essenciais de Matemática 5º ano |
| AEMB | Aprendizagens essenciais de Matemática do ensino Básico |
| AES | Agrupamento de Escolas de Sines |
| AGD | Ambiente de Geometria Dinâmica |
| ASE | Apoio Social Escolar |
| AVA | Ambiente Virtual de Aprendizagem |
| Padlet | Plataforma digital colaborativa |
| DGE | Direção Geral da Educação |
| EBESCO | EBSCOhost (Elton B. Stephens Company Host) |
| ERIC | Education Resources Information Center |
| GGB | GeoGebra |
| WoS | Web of Science |
| LMS | Learning Management System |
| M1 | Missão 1 |
| M2 | Missão 2 |
| M3 | Missão 3 |
| M4 | Missão 4 |
| ME | Ministério da Educação |
| MIME (plataforma) | Monitorização, Intervenção, Melhoria e Eficiência |
| NCTM | National Council of Teachers of Mathematics |
| NEE | Necessidades Educativas especiais |
| OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico |
| PALOP | Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa |
| PASEO | Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória |

| | |
|------|--|
| PISA | Programme for International Student Assessment |
| RSL | Revisão Sistemática da Literatura |
| T1 | Teste 1 (Teste de avaliação das aprendizagens 1) |
| T2 | Teste 2 (Teste de avaliação das aprendizagens 2) |

II – Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Janela do GeogGebra Classic | 12 |
| Figura 2. Exemplos do que é disponibilizado pela plataforma online | 13 |
| Figura 3. Exemplos de recursos dinâmicos disponíveis na plataforma online para trabalhar/criar recursos | 13 |
| Figura 4. Recursos construídos pela comunidade de utilizadores da plataforma online, organizados por temas | 14 |
| Figura 5. Organização da informação para análise (exemplo do preenchimento de uma das folhas Tabela) | 23 |
| Figura 6. Etapas seguidas, de acordo com o protocolo PRISMA | 24 |
| Figura 7. Conteúdos de aprendizagem em Matemática no Ensino Básico | 41 |
| Figura 8. Resolução do módulo 1 | 60 |
| Figura 9. Exemplo da resolução da Tarefa 1 | 62 |
| Figura 10. Exemplo da resolução da Tarefa 1 | 63 |
| Figura 11. Exemplo da resolução da Tarefa 2 | 63 |
| Figura 12. Exemplo da resolução da Tarefa 2 | 64 |
| Figura 13. Exemplo da resolução da Tarefa do Módulo | 65 |
| Figura 14. Exemplo da resolução da Tarefa do Módulo 3 | 66 |
| Figura 15. Exemplo da resolução da Missão 1 do Módulo 4 | 67 |
| Figura 16. Exemplo da resolução da Missão 2 do Módulo 4 | 67 |
| Figura 17. Exemplo de trabalho em pares: análise do guião, registo no caderno e elaboração da legenda da construção geométrica no GeoGebra | 68 |
| Figura 18. Tabelas a preencher pelo aluno | 69 |
| Figura 19. Resolução da Tarefa do Módulo 4 – Missão 3, com recurso ao GeoGebra e análise da relação entre os lados de um triângulo | 70 |

| | |
|--|-----|
| Figura 20. Exemplo do procedimento indicado no guião para a verificação dos resultados | 71 |
| Figura 21. Registo, no caderno, dos cálculos da área do retângulo construído | 73 |
| Figura 22. Validação dos resultados com o recurso ao GeoGebra | 73 |
| Figura 23. <i>Divisão da figura em dois triângulos, com identificação da altura a cor distinta e indicação das medidas da altura e da base do polígono</i> | 74 |
| Figura 24. Exemplo da resolução das Tarefas 1 e 2 no caderno diário pelos alunos | 75 |
| Figura 25. Exemplo do registo das conclusões de um dos grupos de trabalho no guião da Missão 5 | 75 |
| Figura 26. Exemplo dos registos de um aluno no caderno diário, com identificação da base e da altura, e utilização de ferramentas do GeoGebra para confirmar os resultados do cálculo da área e do perímetro | 76 |
| Figura 27. Conclusões de um grupo de trabalho registadas no guião da Missão 5 (A) e no caderno diário (B) | 77 |
| Figura 28. Gráfico de barras com as características gerais da amostra | 93 |
| Figura 29. Design do estudo a realizar (cronograma) | 99 |
| Figura 30. Cronograma da estratégia de investigação desenvolvida entre setembro de 2024 e outubro de 2025 | 100 |
| Figura 31. Distribuição das pontuações dos alunos no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | 107 |
| Figura 32. Distribuição das pontuações dos alunos no Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | 109 |
| Figura 33. Evolução das médias dos alunos em diferentes subtópicos após a intervenção pedagógica | 113 |

| | |
|---|-----|
| Figura 34. Comparação das pontuações dos Testes T1 e T2 do grupo experimental | 116 |
| Figura 35. Comparação gráfica das médias das pontuações nos Testes 1 e 2 para o grupo de controlo | 119 |

III – Índice de Tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabelas 1. Critérios de inclusão e exclusão de artigos na RSL | 19 |
| Tabelas 2. Palavras-chave | 20 |
| Tabelas 3. String / Equação e Pesquisa | 21 |
| Tabelas 4. Artigos que foram selecionados para a RSL | 25 |
| Tabelas 5. Instrumentos e abordagem metodológica utilizados pelos artigos selecionados para a RSL | 29 |
| Tabelas 6. Conceitos de base e perspectiva teórica/quadro conceptual | 31 |
| Tabelas 7. Planificação da experiência de ensino | 49 |
| Tabelas 8. Cronograma | 58 |
| Tabelas 9. Caraterização do grupo de controlo, com base nos dados retirados da listagem dos alunos das turmas A e B | 89 |
| Tabelas 10. Caraterização do grupo experimental, com base nos dados retirados da listagem dos alunos das turmas C e D | 91 |
| Tabelas 11. Estatística descritiva - Pontuações no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | 104 |
| Tabelas 12. Frequência das pontuações por questão e subtópico no T1 | 105 |
| Tabelas 13. Estatística descritiva - Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 ... | 108 |
| Tabelas 14. Estatística Descritiva – Diferença entre o Teste T1 e T2 | 111 |
| Tabelas 15. Comparação das pontuações nos Testes T1 e T2 | 112 |
| Tabelas 16. Resultados do teste de Levene | 112 |
| Tabelas 17. Estatística descritiva - T1 e T2 aplicados ao Grupo Experimental . | 115 |
| Tabelas 18. Resultados do teste t para grupos emparelhados realizado para o Grupo Experimental | 116 |
| Tabelas 19. Estatística descritiva - T1 e T2 aplicados ao Grupo de Controlo | 117 |

| | |
|--|-----|
| Tabelas 20. Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e testes t de Student e de Wilcoxon para os dados dos Testes 1 e 2 | 117 |
| Tabelas 21. Comparação da evolução das médias dos testes e respetiva média de melhoria dos respetivos grupos | 119 |
| Tabelas 22. Resultados do teste t independente para a comparação da melhoria entre os grupos | 120 |

1. Introdução

Neste capítulo, apresenta-se o enquadramento geral do estudo, partindo da contextualização curricular até à importância do uso da tecnologia, especificamente o GeoGebra, no ensino da geometria. Este capítulo inclui a definição da problemática, os objetivos e as questões de investigação, bem como a estrutura geral imposta à dissertação.

1.1. Problemática

Em Portugal, o documento resumo do Currículo Nacional do Ensino Básico e Secundário, sustentado pela Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE), estabelece as seguintes metas para o ensino básico e secundário:

“assegurar uma formação geral comum a todos os portugueses, que lhes garanta a descoberta e o desenvolvimento dos seus interesses e aptidões, a capacidade de raciocínio, memória, espírito crítico, criatividade, sentido moral e sensibilidade estética, promovendo a realização individual em harmonia com os valores da solidariedade social; assegurar que nesta formação sejam equilibradamente inter-relacionados o saber e o saber fazer, a teoria e a prática, a cultura escolar e a cultura do quotidiano” (Lei nº 46/86, de 14 de outubro, art. 7º).

Este quadro normativo sublinha a importância da Geometria, recomendando uma abordagem prática e interativa que permita aos alunos construir conhecimentos significativos desde cedo. No entanto, as práticas pedagógicas tradicionais nem sempre garantem a compreensão efetiva ou o envolvimento necessário no processo de aprendizagem, especialmente em tópicos mais abstratos e visuais, como os conceitos geométricos.

No 5º ano, o estudo da geometria possibilita aos alunos adquirir competências para resolver problemas do dia a dia. Quando utilizada de forma intencional, a tecnologia torna-se uma aliada essencial neste processo. Ela fornece apoio às investigações dos alunos em várias áreas, melhorando significativamente o ensino e a

aprendizagem da matemática. Conforme destacado pelo *Principles and Standards for School Mathematics* (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000), a tecnologia desempenha um papel crucial na educação matemática, transformando as formas de ensinar e aprender, e potenciando o sucesso dos alunos.

Historicamente, o ensino da geometria tem enfatizado o desenvolvimento da capacidade dos alunos para demonstrar teoremas geométricos. Contudo, os documentos orientadores do 2º ciclo, como o *Programa de Matemática para o Ensino Básico* (Direção-Geral da Educação, 2013) e as Aprendizagens Essenciais para o 5º e 6º anos, promovem uma abordagem mais abrangente. Esta abordagem incentiva os alunos a analisar as características das formas geométricas e a elaborar argumentos matemáticos sobre relações geométricas. Inclui também o uso de visualização, raciocínio espacial e modelagem geométrica para resolver problemas. Neste contexto, a geometria afirma-se como uma área central para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de justificação matemática. A introdução do novo referencial curricular (Aprendizagens Essenciais, 2021) reforça, por sua vez, a necessidade de integrar ferramentas tecnológicas no ensino, com destaque para os ambientes de geometria dinâmica.

É, neste contexto, que a utilização de tecnologias digitais, como o GeoGebra, tem vindo a ganhar relevância no ensino da geometria em Portugal. Este software de matemática dinâmica permite o estudo da Geometria de forma interativa e visual, na medida em que possibilita aos alunos explorar conceitos geométricos, manipular objetos, observar transformações e desenvolver uma compreensão intuitiva das suas propriedades.

Ao promover uma aprendizagem ativa e experimental, o GeoGebra contribui para uma pedagogia mais inclusiva e motivadora. Nesse sentido, tem-se afirmado como uma ferramenta pedagógica de grande relevância no ensino da Matemática, particularmente no domínio da Geometria. A literatura tem vindo a evidenciar o seu contributo para práticas pedagógicas mais inclusivas, dinâmicas e centradas no aluno.

Estudos recentes demonstram que o GeoGebra facilita a visualização de conceitos abstratos, promovendo maior compreensão e envolvimento dos alunos (Mogane et al., 2023). A utilização de Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD), como o GeoGebra, permite ainda que os alunos manipulem dinamicamente construções geométricas e explorem relações de invariância entre os elementos das figuras. Estas possibilidades reforçam a compreensão das propriedades geométricas fundamentais e contribuem para a construção de conhecimento matemático significativo (Baccaglini-Frank & Mariotti, 2011, como citado em Santos & Santos, 2019).

Esse tipo de interação favorece o desenvolvimento do raciocínio abduativo, levando os alunos a observar padrões e formular hipóteses explicativas que contribuem para a descoberta de novas propriedades geométricas (Baccaglini-Frank & Antonini, 2016, como citado em Santos & Santos, 2019). Além disso, os AGD constituem uma verdadeira “janela para o raciocínio dos alunos”, permitindo ao professor acompanhar de forma mais próxima o pensamento dos estudantes e fornecer feedback significativo (NCTM, 2007, como citado em Santos & Santos, 2019).

Para além desses benefícios cognitivos, a utilização do GeoGebra contribui também para o desenvolvimento de competências transversais, como a resolução de problemas e o raciocínio matemático (Jacinto & Carreira, 2017). Outro aspeto particularmente relevante é a motivação: diversos estudos têm demonstrado que as tecnologias digitais, como o GeoGebra, são eficazes em aumentar o interesse dos alunos pela matemática (Almeida et al., 2025; Zhou et al., 2024), fator essencial para criar experiências de aprendizagem mais ricas e significativas.

O estudo de Santos e Santos (2019), realizado com alunos do 5º ano de escolaridade, destaca o papel do GeoGebra na regulação do ensino e na promoção da autonomia dos alunos no estudo da área do paralelogramo, através da visualização e da exploração ativa de propriedades geométricas. As autoras referem que a utilização desta ferramenta digital permitiu ao professor recolher evidências em tempo real, interpretar o raciocínio dos alunos e ajustar a sua prática de forma mais eficaz. Por

sua vez, a investigação de Simões (2024) reforça o valor pedagógico das tecnologias digitais na resolução de problemas matemáticos, apontando ganhos significativos no desenvolvimento de competências como a seleção de estratégias, o uso adequado de representações e a fluência tecno-matemática. Além disso, para resolver alguns dos problemas matemáticos propostos no seu estudo, Simões (2024) recorreu ao GeoGebra como uma das tecnologias de suporte à aprendizagem, explorando o seu potencial enquanto ambiente de geometria dinâmica promotor da compreensão de conceitos.

No entanto, apesar das orientações curriculares e dos contributos já identificados pela investigação, continua a verificar-se uma escassez de estudos centrados na utilização do GeoGebra no ensino e aprendizagem da Geometria no 2º ciclo, particularmente no tópico “Figuras no plano”. Embora o potencial pedagógico do GeoGebra seja amplamente reconhecido, faltam ainda investigações sistemáticas que avaliem o impacto da sua integração na aprendizagem da Geometria no 2º ciclo do ensino básico. Persistem incertezas quanto aos benefícios concretos que os alunos retiram da utilização deste software, tanto ao nível da aprendizagem efetiva como no desenvolvimento de competências geométricas específicas. Esta ausência de evidência empírica é particularmente relevante, considerando que a Geometria constitui uma área estruturante do currículo, essencial para o desenvolvimento do raciocínio espacial e da compreensão conceptual em Matemática.

Neste contexto, justifica-se a pertinência do presente estudo, que procura analisar o impacto da integração do GeoGebra na aprendizagem da Geometria por alunos do 5º ano de escolaridade, contribuindo para colmatar esta lacuna na investigação e aprofundar o conhecimento sobre o potencial didático da ferramenta em contextos reais de sala de aula.

Mais concretamente, este estudo tem como objetivo analisar o impacto da utilização do GeoGebra na aprendizagem da Geometria por alunos do 5º ano de escolaridade. Pretende-se explorar o seu contributo para facilitar a compreensão e a

aquisição de conceitos geométricos, estimular o interesse dos alunos e promover atitudes mais positivas face à matemática. Assim, pretende-se promover a melhoria da qualidade das aprendizagens, com especial incidência no domínio da Geometria do Plano.

1.2. Questão, Objetivo e Hipótese de Investigação

O ensino da Geometria no 5º ano de escolaridade representa uma etapa crucial no desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos, especialmente no que diz respeito à visualização e compreensão de propriedades espaciais. A literatura tem evidenciado o potencial do GeoGebra como ferramenta didática para promover aprendizagens mais ativas, visuais e significativas. No entanto, persistem lacunas relativamente à sua aplicação sistemática em contextos reais de sala de aula neste nível de ensino, nomeadamente no tópico “Figuras no plano”. O presente estudo investiga de que forma a utilização do GeoGebra pode apoiar a aprendizagem da Geometria no 5º ano de escolaridade, promovendo a compreensão conceptual, o raciocínio espacial e a motivação dos alunos.

A questão de investigação que orienta este trabalho é a seguinte: Qual é o impacto da utilização de ambientes de geometria dinâmica (GeoGebra) na aprendizagem da Matemática por alunos do 5º ano de escolaridade?

Esta investigação tem como principal objetivo avaliar o impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos no âmbito do tema “Geometria e Medida”, com especial incidência no tópico “Figuras no plano”.

Para além disso, procura-se testar a seguinte hipótese de investigação: Existe um aumento, representado na percentagem obtida nos testes de avaliação, nos alunos que utilizam o software GeoGebra para o estudo do tema “Geometria e Medida”, no tópico “Figuras no plano”, em comparação com aqueles que não utilizam.

1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos que discorrem sobre as diversas etapas do estudo realizado, sendo as mesmas apresentadas seguidamente:

Capítulo 1 – Introdução: Este capítulo elabora o esboço do design e salienta o interesse e a pertinência do tema. Faz uma referência geral ao objetivo do trabalho, apresentando uma indicação dos objetivos e das hipóteses de trabalho, bem como das questões empíricas a que se pretende responder.

Capítulo 2 – Enquadramento teórico: Este capítulo descreve a informação científica relevante encontrada em torno da temática central no estudo. Inclui a utilização da tecnologia no ensino e aprendizagem da Matemática, em particular do GeoGebra, bem como aspetos relacionados com a atitude dos alunos face à Matemática e à tecnologia, e a aprendizagem da "Geometria no plano".

Capítulo 3 – Contextualização da experiência de ensino realizada: Apresenta os objetivos e a estrutura do projeto de intervenção pedagógica, bem como as tarefas aplicadas.

Capítulo 4 – Metodologia: Apresenta os procedimentos gerais utilizados na dimensão empírica da investigação, especificando os instrumentos aplicados e a forma como os dados foram recolhidos. Este capítulo inclui uma explicação detalhada sobre os grupos de participantes, o tratamento de dados e os cuidados éticos adotados.

Capítulo 5 – Resultados: Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos a partir dos testes de avaliação das aprendizagens, tanto no grupo experimental quanto no grupo de controlo. Inclui os testes estatísticos apropriados para avaliar a evolução do desempenho dos alunos e a eficácia da intervenção com o software GeoGebra.

Capítulo 6 – Discussão dos resultados: Este capítulo procede à interpretação crítica dos dados obtidos, confrontando-os com a literatura científica existente e com os objetivos e hipóteses inicialmente estabelecidos. Discute-se o impacto da utilização do GeoGebra nas aprendizagens dos alunos, analisando a relevância dos resultados à luz da investigação educacional na área da Matemática.

Capítulo 7 – Conclusões: Este capítulo sintetiza os principais resultados obtidos ao longo do estudo, refletindo sobre o impacto da utilização do GeoGebra na aprendizagem da Geometria pelos alunos do 5º ano. Inclui uma apreciação crítica dos

contributos da investigação, das suas limitações e das implicações pedagógicas. Além disso, são apresentadas sugestões para investigações futuras que possam aprofundar o estudo do uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática.

2. Enquadramento teórico

Neste capítulo, apresenta-se o referencial teórico que enquadra a presente investigação. São abordadas as orientações curriculares e as Aprendizagens Essenciais relativas ao ensino da Geometria no 5º ano, bem como o papel das tecnologias no ensino da Matemática. Dá-se especial destaque ao GeoGebra, explorando-se o seu contributo para a promoção de aprendizagens significativas no domínio da Geometria.

2.1. Tecnologias e o Currículo

O ensino e a aprendizagem em Matemática, o seu currículo e a introdução das tecnologias no ensino, têm sido alvo de vários estudos. Em 2011, Costa, no seu livro *Digital e o Currículo no início do século XXI*, refere que uma das fragilidades encontradas no ensino é a de que “os alunos não apreciam os conteúdos que na escola lhe são oferecidos nem o modo como habitualmente esses conteúdos são trabalhados” (Costa, 2011, p. 133), o que leva à desmotivação e ao abandono escolar precoce.

Numa reflexão mais recente, o autor salienta que a simples presença das tecnologias digitais nas escolas não garante, por si só, a inovação pedagógica, sendo essencial repensar práticas e metodologias de ensino que promovam aprendizagens mais significativas e centradas nos alunos (Costa, 2019).

Ao se introduzir as tecnologias digitais, nomeadamente as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e de outras ferramentas digitais, no currículo, as metodologias e estratégias de ensino para exploração dos diversos conteúdos programáticos, começam a diversificar-se, sendo possível a criação de um ambiente educacional diversificado, onde é possível a personalização da aprendizagem, a adaptação do conteúdo às necessidades individuais dos alunos, permitindo que avancem ao seu próprio ritmo, envolvendo-os de forma positiva e motivadora no processo de ensino aprendizagem.

A disciplina de Matemática é uma área onde os alunos continuam a manifestar dificuldades e onde persistem elevados níveis de insucesso. É considerada essencial nos currículos de vários países, incluindo Portugal, pois desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de competências indispensáveis aos indivíduos do século XXI, “onde é essencial que sejam participativos, empenhados e reflexivos” (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE], *s.d.*, secção *O que é a literacia matemática*). Neste âmbito, e no quadro conceptual do PISA 2022, a OCDE (2022) justifica a sua importância referindo que a Matemática procura desenvolver a literacia matemática, isto é, a “capacidade de um indivíduo raciocinar matematicamente e de formular e interpretar a Matemática e para resolver problemas” (OCDE, 2022, secção *O que é a literacia matemática*), numa variedade de contextos. Para tal, os alunos têm de mobilizar conceitos, procedimentos, factos e ferramentas para descrever, explicar e prever fenómenos.

Tendo tudo isto em conta, em Portugal, a disciplina de Matemática tem sido alvo de diversos estudos e reformas curriculares que procuram promover e implementar mudanças nas práticas letivas, nomeadamente com a introdução das tecnologias digitais. Estas visam reforçar a compreensão e o interesse dos alunos pela disciplina, bem como desenvolver as aprendizagens e competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). O documento relativo às aprendizagens essenciais de matemática, do Ministério da Educação (2018 e revistas em 2021), previstas para o nível de ensino deste estudo (2º ciclo que compreende os alunos entre os 10 e 12 anos), no tema “Geometria e Medida”, tópico, “Figuras no Plano” propõe, como práticas de aprendizagem o seguinte:

Utilizar modelos geométricos e outros materiais manipuláveis, e instrumentos variados, incluindo os de tecnologia digital, nomeadamente aplicações interativas, programas computacionais específicos e calculadora, na exploração de propriedades de figuras planas e de sólidos geométricos.

(Canavarro et al., 2021, p. 9)

É neste domínio da tecnologia digital que se inserem os Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD). Estes ambientes, bem como outros softwares interativos, como o Cinderella, o GeoGebra, o Cabri-Geometry ou o The Geometer's Sketchpad, permitem aos alunos explorar e manipular interativamente figuras geométricas e conceitos matemáticos de forma dinâmica. O GeoGebra, em particular, destaca-se pela sua versatilidade, pois integra num único ambiente de trabalho a Geometria, a Álgebra, as Funções e a Estatística.

2.2. Aprendizagens Essenciais e Tecnologias no Ensino da Geometria

O documento relativo às aprendizagens essenciais de matemática no 2º Ciclo refere que

É no 2º Ciclo que se introduz a medida de amplitude de ângulos e alarga-se a investigação sobre as propriedades de polígonos, a realização de construções geométricas e a análise da simetria e se promove o desenvolvimento do raciocínio espacial. No estudo dos triângulos é dada especial atenção à sua classificação, ao estudo dos casos de congruência, e construção. Ainda no plano, aprofunda-se o estudo da área com a inclusão da área do triângulo, paralelogramo e círculo (Canavarro et al., 2021, p. 10).

Ainda neste âmbito propõe, para que se realizem as aprendizagens essenciais nas áreas acima referidas a criação de “experiências com recurso a ambientes de geometria dinâmica, como o GeoGebra, favorece a compreensão das propriedades e relações” (Canavarro et al., 2021, p. 10). Santos (2023) reforça o que acima foi referido, e salienta a importância da introdução da tecnologia nos processo de ensino aprendizagem para o desenvolvimento das Capacidades Transversais, a desenvolver ao longo do ensino Básico, e descritas nas AEMEB. Refere-se como exemplo a referência à necessidade de: “Aplicar e adaptar estratégias diversas de resolução de problemas, em diversos contextos, nomeadamente com recurso à tecnologia”, no tópico estratégia; “Formular e testar conjeturas/generalizações, a partir da identificação de regularidades comuns a objetos em estudo, nomeadamente recorrendo à

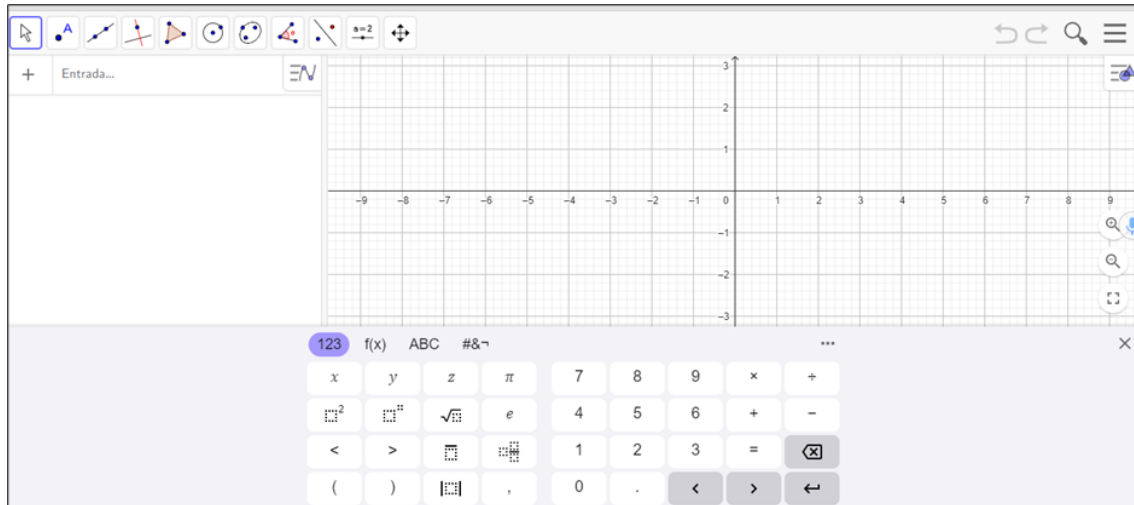
tecnologia” (Canavarro et al., 2021, p. 6). O desenvolvimento destas capacidades, estão relacionados com todos os temas do currículo e articuladas com o perfil dos alunos no final da escolaridade obrigatória. No caso das Aprendizagens Essenciais de Matemática do Ensino Secundário (AEMES), o uso sistemático da tecnologia é referido nas Ideias-Chave, das Aprendizagens Essenciais, os AGD, em particular o GeoGebra são apresentados como referência nos temas relacionados com a Geometria no Plano e no Espaço. Os materiais de apoio ao currículo de Matemática, como os manuais escolares, também dão relevo ao uso do GeoGebra, disponibilizando guiões, ou simuladores criados com o recurso ao GeoGebra, que auxiliam alunos e docentes na introdução e resolução de atividades com o recurso a este software de geometria dinâmica.

2.3. GeoGebra - Software de Geometria Dinâmica

De acordo com o site oficial do Software GeoGebra (aglutinação das palavras geometria e álgebra), o GeoGebra foi criado por Markus Hohenwarter para ser utilizado em sala de aula. O projeto iniciou-se em 2001, na Universität Salzburg, e mantém-se atualmente na Florida Atlantic University. A distribuição deste programa é livre, de acordo com os termos da licença *GNU General Public License*. Como já foi referido, é um software de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne geometria, álgebra, folhas de cálculo, gráficos, estatística e cálculo, numa única plataforma, interligados entre si e de forma dinâmica. A *interface* é fácil de usar, como se pode observar na Figura 1.

Figura 1

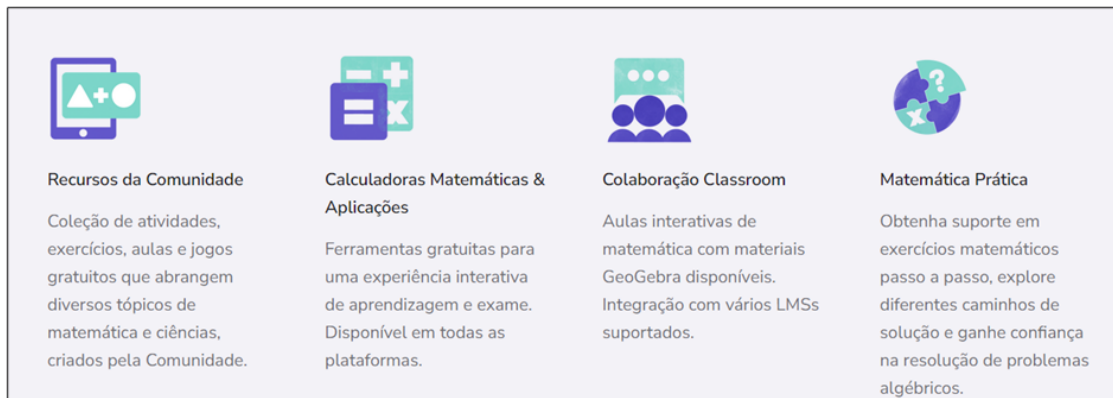
Janela do GeoGebra Classic



A Figura 2 apresenta uma visão geral da plataforma online do GeoGebra, onde é possível aceder a milhares de recursos partilhados por utilizadores de todo o mundo. O software pode ser descarregado para um computador ou ser acedido online. GeoGebra oferece uma plataforma online, com mais de 1 milhão de recursos gratuitos que podem ser facilmente partilhados. Mais recentemente, uma nova funcionalidade, o GeoGebra Classroom, veio permitir que os docentes partilhem recursos através da plataforma, solicitem a realização de tarefas, podendo deste modo monitorizar em tempo real o progresso dos alunos, orientando-os e ajudando-os caso surja alguma dificuldade. As aplicações do GeoGebra, recursos de sala de aula, GeoGebra Classroom e outros recursos, referenciados na Figura 2, estão disponíveis de forma gratuita.

Figura 2

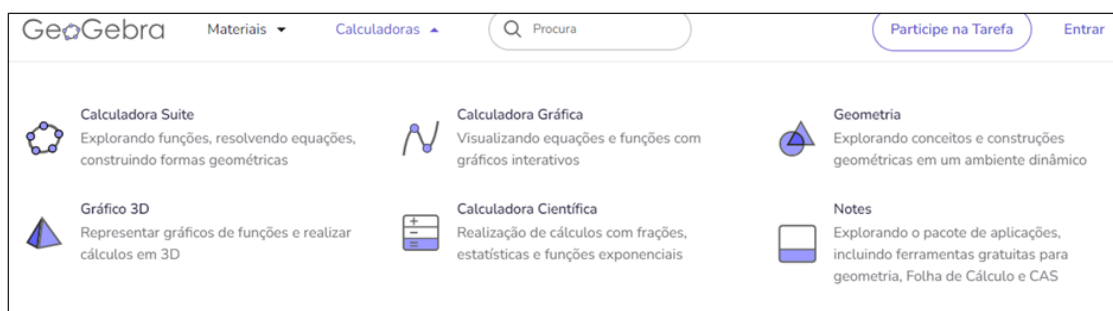
Exemplos do que é disponibilizado pela plataforma online (<https://www.geogebra.org/>)



Na Figura 3 estão representados exemplos de recursos dinâmicos interativos disponíveis na plataforma, utilizados para criar, editar ou aplicar atividades no ensino da Matemática.

Figura 3

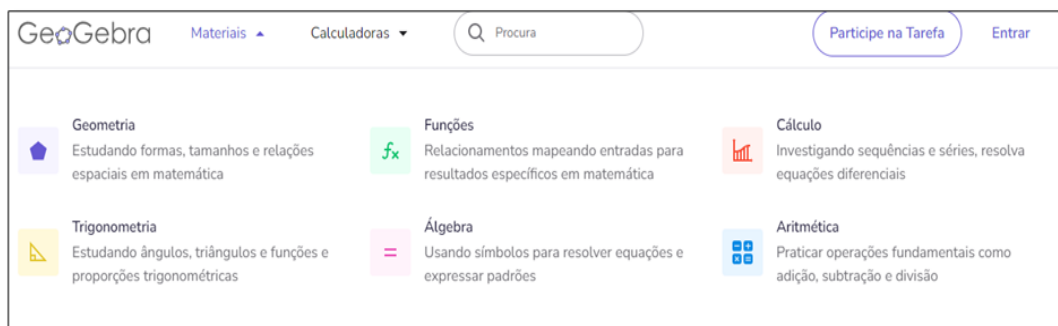
Exemplos de recursos dinâmicos disponíveis na plataforma online para trabalhar/criar recursos (<https://www.geogebra.org/?lang=pt-PT>)



A Figura 4 mostra como os recursos construídos pela comunidade de utilizadores estão organizados por temas, facilitando a sua pesquisa e utilização em diferentes conteúdos curriculares.

Figura 4

Recursos construídos pela comunidade de utilizadores da plataforma online, organizados por temas.



Moraes (2024) refere, no seu artigo, as seguintes características do GeoGebra que o destacam em relação a outros softwares para o estudo da Matemática,

O programa reúne as ferramentas tradicionais de geometria com outras mais adequadas à álgebra e ao cálculo. Isto tem a vantagem didática de representar, ao mesmo tempo e em um único ambiente visual, as características geométricas e algébricas de um mesmo objeto. A partir da versão 5.0 também é possível trabalhar com geometria em três dimensões. O programa permite realizar construções geométricas com a utilização de pontos, retas, segmentos de reta, polígonos etc., assim como permite inserir funções e alterar todos esses objetos dinamicamente, após a construção estar finalizada (Moraes, 2024, p.2).

Embora o estudo de Santos e Rodrigues (2019) tenha sido realizado com alunos do 8º ano do ensino fundamental brasileiro (equivalente ao 7º ano de escolaridade em Portugal, já no 3º ciclo), os resultados apresentados são igualmente relevantes para o 2º ciclo, uma vez que incidem sobre competências transversais como a visualização, a exploração ativa e o uso de tecnologia no ensino da matemática. Os autores concluíram que o GeoGebra contribuiu positivamente para a aprendizagem da função do 1º grau, ao permitir uma representação dinâmica dos conceitos e ao promover o envolvimento e a autonomia dos alunos. Apesar de o conteúdo abordado não ser diretamente lecionado no 2º ciclo, os princípios pedagógicos subjacentes, como a

manipulação visual, a interatividade e a mediação tecnológica, sustentam o valor do GeoGebra também no ensino da geometria em anos anteriores, nomeadamente no 5º e 6º anos.

Neste sentido, a investigação de Notare e Basso (2012) reforça essa perspetiva, ao considerar o GeoGebra como um

ambiente propício para que os estudantes explorem e manipulem objetos e construções, pois, valoriza a ação do discente, tanto no processo de construção, quanto no processo de exploração. Neste sentido, sua utilização nas aulas de Matemática pode levar os estudantes ao processo de tomada de consciência de conceitos matemáticos ao internalizarem as ações e consequências observadas nesse ambiente de geometria dinâmica. (Notare & Basso, 2012, p. 13).

O GeoGebra permite ainda realizar construções geométricas no plano que podem ser manipuladas dinamicamente, promovendo um tipo de exploração visual que favorece a aprendizagem ativa. Através do arrastamento de pontos, os alunos podem investigar propriedades geométricas, observar regularidades e formular conjecturas. Segundo Notare e Basso (2012), esta possibilidade de interação contribui para que os alunos estabeleçam relações entre elementos das figuras e desenvolvam uma compreensão mais profunda das propriedades envolvidas. Este tipo de atividade facilita a generalização de padrões e conceitos, tornando o GeoGebra uma ferramenta valiosa no ensino da Geometria do Plano.

2.4. Revisão sistemática da literatura: Integração de ambientes de geometria dinâmica no ensino da matemática

Pelo que anteriormente foi referido, e pela importância da temática na área da matemática, considerou-se importante realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL), dos artigos editados entre 1 de janeiro de 2014 e 1 de maio 2024, de forma a identificar estudos feitos em torno do impacto, da utilização de ambientes de geometria

dinâmica, na aprendizagem e nas atitudes dos alunos do 2º ciclo, em relação à disciplina de Matemática.

Para a realização da revisão sistemática da literatura, foram consultadas cinco bases de dados académicas amplamente reconhecidas: Scopus, EBSCO, ERIC, Google Scholar e ResearchGate. Esta pesquisa visou identificar estudos relevantes relacionados com a integração de ambientes de geometria dinâmica no ensino da Matemática.

Seguidamente, no ponto 2.4.1 e no ponto 2.4.2, apresenta-se a metodologia seguida nesta RSL, bem como os principais resultados alcançados da análise da literatura recolhida.

2.4.1. Método

De forma a identificar estudos/projetos feitos em torno do impacto, da utilização de ambientes de geometria dinâmica, na aprendizagem e nas atitudes dos alunos do 2º ciclo, em relação à disciplina de Matemática, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A RSL visa a identificação, seleção e análise crítica de estudos relevantes sobre um determinado tema, contribuindo para o enquadramento teórico e a fundamentação de investigações empíricas (Coutinho, 2023). Este tipo de revisão segue procedimentos sistemáticos e bem definidos, promovendo a fiabilidade das conclusões obtidas e a replicabilidade do processo de análise (Gomes & Caminha, 2014).

Iniciou-se este trabalho com a pesquisa de artigos científicos centrados na temática em questão. Para assegurar um relato claro e estruturado do processo de revisão, recorreu-se ao PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), um protocolo destinado a orientar a forma como as revisões sistemáticas são reportadas (Page et al., 2021).

O fluxograma PRISMA, utilizado para representar visualmente as fases do processo, foi adaptado à estrutura desta revisão, respeitando as boas práticas de transparência e rigor metodológico. Embora o modelo convencional inclua quatro

etapas principais (identificação, seleção, elegibilidade e inclusão), este pode ser ajustado conforme a especificidade de cada estudo.

A primeira fase da revisão consistiu na definição de critérios e elementos orientadores, que se apresentam de seguida.

A) Objetivos/questões de pesquisa

Como já foi referido anteriormente, o objetivo desta revisão sistemática da literatura (RSL) é identificar e analisar estudos científicos que abordam a utilização de ambientes de geometria dinâmica no ensino da Matemática, particularmente no 2º ciclo, com vista a compreender o seu impacto na aprendizagem e nas atitudes dos alunos. Importa salientar que esta RSL não se constitui como um estudo independente, mas como um trabalho prévio cuja função é enquadrar teoricamente a investigação empírica a desenvolver, apoiar a definição das opções metodológicas e clarificar o quadro conceptual do presente estudo.

Para facilitar e orientar a seleção e análise dos artigos, foram formuladas as seguintes questões:

Q1) Que formas de utilização da tecnologia, nomeadamente de ambientes de geometria dinâmica, têm sido identificadas no processo de ensino e aprendizagem da matemática, e de que modo estas evidências podem fundamentar o presente estudo?

Q2) Que impactos da utilização de software de geometria dinâmica no desempenho e na aprendizagem dos alunos têm sido reportados na literatura e como sustentam a pertinência desta investigação?

Q3) Que impactos da utilização de software de geometria dinâmica na motivação e atitude dos alunos perante a matemática têm sido reportados, e que implicações apresentam para enquadrar a presente investigação?

Q4) Que instrumentos de recolha de dados têm sido utilizados em estudos semelhantes e como podem estes exemplos orientar a definição das ferramentas de recolha neste trabalho?

Q5) Que abordagens metodológicas têm sido privilegiadas nos estudos analisados e de que modo estas opções apoiam as escolhas metodológicas da presente investigação?

Q6) Que conceitos-chave emergem na literatura e como podem contribuir para clarificar a estrutura conceptual desta investigação?

B) Estratégia de busca

Após a definição da questão de investigação, construiu-se uma lista de critérios de inclusão e de exclusão de artigos (Tabela 1), e definiram-se as palavras-chave (Tabela 2) que levaram à construção da equação de pesquisa (Tabela 3). Para garantir a qualidade dos artigos incluídos, a pesquisa foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science (WoS), Education Resources Information Center (ERIC) e EBSCOhost (EBSCO).

Procurou-se abarcar artigos publicados em revistas científicas, com revisão por pares, em Inglês e Português, considerando os últimos dez anos (entre 1 de janeiro de 2014 e 1 de maio de 2024) data em que foi iniciada esta RSL.

C) Critérios de inclusão e exclusão

Tendo em conta o objetivo desta RSL foram definidos critérios de inclusão e exclusão de artigos, que se encontram descritos na Tabela 1.

Tabela 1*Critérios de inclusão e exclusão de artigos na RSL*

| Critérios de inclusão | Critérios de exclusão |
|--|---|
| a) Tipo de documento: Artigos Artigo/Anais da Conferência. (Conference Paper/Proceedings) | a) Artigo elaborados exclusivamente com recolhas de outras publicações. (ex: RSL) |
| b) Artigos cuja língua seja o português ou inglês. | b) Artigos centrados na formação de professores. |
| c) Artigos centrados na aprendizagem dos alunos. | c) Artigos cujo texto integral de acesso esteja condicionado. |
| d) Artigos que analisam a temática da “Geometria e Medida” em Matemática. | d) artigos que não se referem a estudos/pesquisas na área da educação / educação matemática |
| e) Artigos cujos estudos envolvam alunos com idades entre os 9 e os 12 anos, ou do 2º ciclo. | artigos não diretamente relacionados com o objetivo da RSL. |
| f) Estudos relacionados com o objetivo da RSL. | e) artigos anteriores a 2014. |
| g) Artigos cuja data esteja entre 2000 e 2024 (numa 1ª fase) e 2014 a 2024 (numa 2ª fase). | f) artigos de um nível de ensino diferente do 2º ciclo, nacional ou equivalente. |

Embora tenham sido considerados estes critérios, como base, foi elaborada uma ressalva, para o caso de não se conseguir encontrar artigos suficientes para se efetuar a RSL: “caso se encontre limitada a investigação com foco no 2º ciclo, i) pode aceitar-se estudos no 1º ciclo e ainda no 3º ciclo.” Esta ressalva veio a ser útil, na fase final de triagem, uma vez que o número de artigos encontrados para a análise, onde o estudo tenha sido realizado com a participação de alunos do 2º ciclo, foi reduzido.

D) Palavras-chave e equação de pesquisa.

Para ajudar a construir um conjunto de palavras-chave que auxiliem a pesquisa, foi utilizado o *thesaurus de descritores do ERIC (Educational Resources Information Center)*, seguindo as indicações de Coutinho (2023), que refere que uma forma útil de obter uma lista de descritores é consultando os chamados thesaurus que são instrumentos de controlo das terminologias que se utilizam para traduzir a linguagem natural numa linguagem precisa e surgem associados a uma base de dados, para localizar referências (Coutinho 2023, p. 62).

As palavras-chaves consideradas encontram-se descritas na Tabela 2, que seguidamente se apresenta em português e em inglês, uma vez que a pesquisa irá realizar-se nestes dois idiomas.

Tabela 2

Palavras-chave

| Alunos /estudantes | Desempenho escolar | Ambientes de Geometria Dinâmica | Tecnologia e ensino da matemática | Impacto |
|--|---------------------------|--|--|----------------|
| <u>Palavras-chave em Inglês</u> | | | | |
| Students | Academic achievement | Dynamic geometry environment | Educational technology | Impact |
| Students middle school (10–12 anos) | Academic performance | interactive geometry | Geometry | Influence |
| | Achievement | geometry tools | Mathematics Instruction | |
| | Cognitive outcomes | GeoGebra | Geometric Concepts | |
| | learning outcomes | Cabri Geometry | Technology use in education | |
| | Learning outcomes | Geometer`S Sketchpad | Technologies in mathematics teaching | |
| | Student behavior | Desmos geometry | | |
| | Students attitudes | Cinderella | | |
| | Motivation | | | |
| | Attention/concentration | | | |

| Palavras-chave em Português | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------|
| Alunos | Resultados de aprendizagem | Geometria interativa | Tecnologia educacional | Impacto |
| Alunos 2º ciclo | Performance académica | Ferramentas de geometria | Geometria | Influência |
| | Resultados cognitivos | GeoGebra | Instrução de Matemática | |
| | Aprendizagem | Cabri Geometry | Conceitos Geométricos | |
| | Comportamento do aluno | Geometer`S Sketchpad | Uso de tecnologia na educação | |
| | Desempenho académico | Desmos geometry | Tecnologias no ensino de matemática | |
| | Motivação | Cinderella | | |

Estas palavras-chave foram a base para a construção de *String* de pesquisa, para posteriormente serem utilizadas numa base de dados, para procurar artigos para esta RSL. Na tabela 3, encontram-se descritas as *String* de pesquisa, utilizadas para realizar as pesquisas e as respetivas bases de dados.

Tabela 3

String / Equação e Pesquisa

| Bases | Equações de pesquisa |
|-----------------------------|---|
| Scopus | TITLE-ABS-KEY (teaching AND geometry AND geogebra) AND PUBYEAR > 2011 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "GeoGebra") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Geometry") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Teaching") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Students") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dynamic Geometry") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Computational Geometry") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Geometry Software") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dynamic Geometry Softwares")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Portuguese")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (OA , "all") OR LIMIT-TO (OA , "publisherfullgold") OR LIMIT-TO (OA , "publisherfree2read")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) |
| Biblioteca UL EBESCO | geometria AND geometria dinâmica AND ambientes de geometria dinâmica |

| | |
|---------------------------|--|
| Scopus | ABS ("Tecnologia na educação matemática" AND estudantes) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Educação Matemática") OR LIMIT- TO (EXACTKEYWORD , "Alunos") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Matemática") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Tecnologia") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Tecnologias Digitais") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Ensino e Aprendizagem") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Aprendizagem de Matemática") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "GeoGebra") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Motivação Matemática") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Realização em Matemática") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Espaços de Aprendizagem") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Interativo Ambientes de Aprendizagem") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Ambiente de Aprendizagem Interativo") OR LIMIT -TO (EXACTKEYWORD , "Ambiente GeoGebra") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Geometria Dinâmica") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dinâmico Ambientes") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dynamic Geometry Environment (DGE)") OR LIMIT -TO (EXACTKEYWORD , "Dynamic Geometry Environments") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Dynamic Environment System (DGS)") OR LIMIT -PARA (EXATAPALAVRA -CHAVE , "Tecnologia Digital") OU LIMITE A (EXACTKEYWORD , "Ferramenta Digital") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Ferramentas Digitais") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Tecnologia de sala de aula") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Atitudes") OU LIMITE-TO (EXACTKEYWORD , "Atitude ")) |
| ERIC | Using GeoGebra in Teaching Geometry to Enhance Students Academic Achievement and Motivation Computer Assisted Instruction X Teaching Methods X Geometry X Computer Software X Since 2015 X |
| Google Académico*1 | Impacto da utilização de ambientes de geometria dinâmica na aprendizagem da matemática por alunos do 2.º ciclo |
| ReserchGate*1 | Impacto do uso do GeoGebra na sala de aula, 5º ano, matemática |

Nota. O número de resultados considerados para análise foi registado no fluxograma da página 41, em "outras fontes".

E) Seleção dos artigos obtidos através da pesquisa na base de dados.

Após a colocação da string de pesquisa nas bases de dados selecionadas, procedeu-se a um refinamento dos resultados através da utilização da pesquisa avançada e da filtragem automática de artigos. Foram obtidos, no total, 45 artigos, provenientes das diferentes bases de dados analisadas.

Para organizar e facilitar a análise da informação recolhida, os artigos selecionados foram registados numa folha de cálculo (Excel), conforme ilustrado na Figura 5. Esta tabela permitiu sistematizar dados essenciais de cada estudo, como o título, autores, ano de publicação, objetivo, metodologia, instrumentos utilizados e principais conclusões, facilitando a posterior comparação entre os estudos.

Figura 5

Organização da informação para análise (exemplo do preenchimento de uma das folhas Tabela).

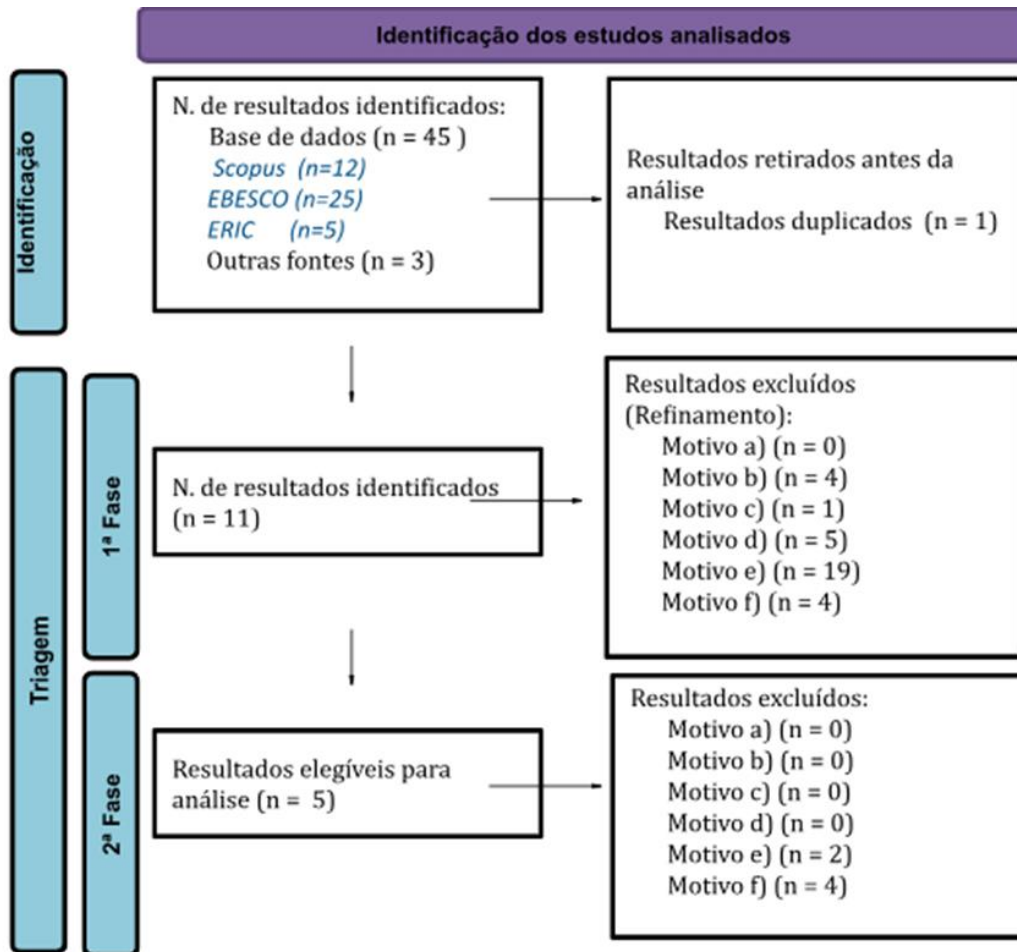
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|---------------------------|---|-------------------------|------|------------|------------|----------------------------|-----------------|------------|---|----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|
| 1 | | Authors | Title | Year | I/E | Full Text? | Nível de I | Source tit | DOI | Link | Abstract | Author Keywor | Documen | Sourc |
| 2 | *1 | String - | | | | | | | | | | | | |
| 3 | aborda impacto nos alunos | Marange, IV, Tatira, B. | Ensinando geometria eu | 2023 | Excluir f) | SIM | Formaçã o Prof. | Jornal Eurásia | 10.29333/ | https://www | O ensino da geomet | Geometria euclidiana | Artigo | Scopus |
| 4 | | Chivai, CH, Soares, A. A., Catarini | Aplicação do GeoGebra | 2022 | Excluir e) | SIM | 3º ciclo e secundár | Matemática 1 | 10.3390/n | https://www | As tecnologias vieram | geometria Descritiva | Artigo | Scopus |
| 5 | | Paulo, JB, Lucas, CO | Potencialidades e Desaf | 2022 | Excluir e) | SIM | Ensino Superior/ Universit | Bolema - Bolet | 10.1590/1 | https://www | Este artigo resulta d | Cálculo diferencial ; G | Artigo | Scopus |
| 6 | | Mollakuqe, V., Rexepi, S., Iseni, | Incorporação do Geoget | 2021 | Incluir | SIM | n/a | Revista Eletrôn | 10.29333/ | https://www | Os livros mais influen | círculo ; geometria ; a | Artigo | Scopus |
| 7 | | Khalil, M., Farooq, RA, Çakiroglu | O desenvolvimento do d | 2018 | Incluir | SIM | n/a | Jornal Eurásia | 10.29333/ | https://www | Esta pesquisa fornec | Realizadores diversos | Artigo | Scopus |
| 8 | | Bhagat, KK, Chang, C.-Y. | Incorporando o GeoGeb | 2015 | Excluir e) | SIM | 3º ciclo e secundár | Jornal Eurásia | 10.12973/ | https://www | s alunos muitas veze | GeoGebra ; Geometrí | Artigo | Scopus |
| 9 | | Yağmur, S., Çağiltay, K. | Um estudo de usabilidad | 2013 | Excluir d) | SIM | n/a | Comunicações | 10.1007/9 | https://link | O uso de tecnologia | Rastreamento ocular | Artigo | Scopus |
| 10 | | Zakaria, E., Lee, L.S. | Percepções de professor | 2012 | Excluir d) | SIM | n/a | Jornal de Mate | 10.3844/jr | https://the | Declaração do probl | Coordenadas ; Equaç | Artigo | Scopus |
| 11 | *2 | String - geometria AND geometria dinâmica AND ambientes de geometria dinâmica | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Atenção/conc | Farias Medeiros, Margarete; Vá | A Atenção Voluntária na | 2017 | Incluir | SIM | n/a | Revista Brasile | 10.5753/R | https://sea | This article presents the | Geometria e medida: Ensino da | Artigo | EBESCO |
| 13 | | Vincenzo Bongiovanni | A INSERÇÃO DA GEOME | 2016 | Incluir | SIM | n/a | Revista de Hist | edsdoj.25 | https://sea | As tecnologias são ferramentas a | EDUCATION / General | Book/ Ebook | EBESCO |
| 14 | | Castillo, Luis Andrés; Sánchez, | A Proposição XXXIV do L | 2024 | Incluir | SIM | n/a | Paradigma | 10.37618/ | https://sea | This paper describes a | Geogebra; Ambiente dinâmico | Artigo | EBESCO |

A partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, foram analisados todos os artigos recolhidos à luz dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Nesta etapa, procedeu-se também à verificação da relevância dos artigos face ao objetivo do presente estudo. A pesquisa resultou na identificação de 45 artigos, dos quais 11 foram inicialmente selecionados. No entanto, após aplicação dos critérios de exclusão, apenas 5 artigos foram considerados elegíveis. A leitura integral destes permitiu confirmar a sua adequação, tendo sido incluídos nesta RSL por apresentarem potencial para responder ao objetivo da investigação.

A Figura 6 esquematiza e sintetiza o processo seguido.

Figura 6

Etapas seguidas, de acordo com o protocolo PRISMA (Page et al., 2021)



Como referido anteriormente, concluímos o processo de seleção, de acordo com os critérios de exclusão definidos, com 5 artigos selecionados. Estes artigos constituem o “corpo de literatura” para a análise nesta RSL e encontram-se descritos na Tabela 4. Após a respetiva leitura e análise, os resultados foram sistematizados e apresentados e apresentados na secção seguinte desta RSL.

Tabela 4

Artigos que foram selecionados para esta RSL.

| | Autor(es) | Título do artigo | Nome da Revista | DOI |
|----------|---|---|---|---|
| 1 | Farias Medeiros, Margarete; Valletta, Débora; Bitencourt Magagnin, Evandro; Possamai Ribeiro, Elizete Maria; Daboit, Katelyn Luzia dos S. | A atenção voluntária na construção de conceitos trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica. | Revista Brasileira de Informática na Educação | 10.5753/RBIE.2017.25.01.77 |
| 2 | Vincenzo Bongiovanni | A inserção da Geometria Dinâmica no ensino da Geometria. | Revista de História da Educação Matemática | edsdoj.251ad70c9c134b41927bb4a30c66ead5 |
| 3 | Castillo, Luis Andrés; Sánchez, Ivonne C. | A Proposição XXXIV do Livro I dos Elementos de Oliver Byrne no GeoGebra. | Paradigma | 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024.e2024016.id1528 |
| 4 | Cardoso, Tatiana Alves | A utilização do software GeoGebra no ensino e aprendizagem da matemática | Revista Ideias & Inovação - Lato Sensu | 10.34117/bjdv7n8-057 |
| 5 | Filho, Antonio; Elias, Ana; Oening, Ana; Marcílio, D.C. | O uso do GeoGebra na sala de apoio à aprendizagem de matemática | Revista Intersaberes 14(32) | 10.22169/revint.v14i32.1610 |

2.4.2. Resultados

Após a leitura integral e a análise crítica dos artigos selecionados, foi possível sintetizar a informação obtida e, assim, responder de forma fundamentada aos objetivos e questões definidos nesta Revisão Sistemática da Literatura.

Q1) Como é feita a utilização da tecnologia no processo de ensino aprendizagem da Matemática nomeadamente, em relação a ambientes de Geometria Dinâmica?

Os artigos referem-se ao uso da tecnologia fazendo referência aos Ambientes de Geometria Dinâmica e outros softwares interativos, como o Cinderela, o GeoGebra, ou o Cabri-Geometry, Sketchpad para aprender Matemática. Estes ambientes de Geometria Dinâmica permitem a manipulação e visualização interativa de figuras geométricas. Oferecendo aos alunos a oportunidade de explorar conceitos matemáticos de maneira prática e visual, facilitando a compreensão e a construção de conhecimento. Os artigos de Cardoso (2019) e Filho et al. (2019) evidenciam o uso do GeoGebra como ferramenta que permite aos alunos construir e manipular dinamicamente figuras geométricas, o que contribui para uma compreensão mais profunda de conceitos matemáticos. Cardoso (2019) analisa o impacto do software no ensino formal da Matemática, realçando o seu potencial na exploração visual e no desenvolvimento do raciocínio geométrico. Já o estudo de Filho et al. (2019) foca-se em contextos de apoio à aprendizagem, mostrando como o GeoGebra pode ser um recurso eficaz para alunos com maiores dificuldades, promovendo o envolvimento ativo e o reforço dos conteúdos.

Q2 - Existem referências sobre o impacto da utilização de software de geometria dinâmica no desempenho e aprendizagem dos alunos?

Dos artigos selecionados, quatro apresentam evidências claras do impacto positivo do uso de software de geometria dinâmica no desempenho e aprendizagem dos alunos:

- Cardoso (2019) explora a forma como o uso do GeoGebra melhora a compreensão de conceitos matemáticos e facilita a aprendizagem através da visualização e manipulação de figuras geométricas.
- Filho et al. (2019) realizaram um estudo quantitativo sobre a utilização do GeoGebra numa sala de apoio a alunos com dificuldades na aprendizagem da

Matemática. Através da aplicação de questionários e da observação direta, os autores analisaram o impacto do software no envolvimento dos alunos e na compreensão de conteúdos geométricos, destacando as melhorias significativas no desempenho dos alunos, devido à interatividade proporcionada pelo software.

- Farias Medeiros et al. (2017) demonstram como a atenção voluntária dos alunos é aumentada em ambientes de Geometria Dinâmica, contribuindo para a construção de conceitos trigonométricos.

Estes resultados são corroborados pelo estudo de Bongiovanni, (2016) que apresenta evidências sobre o impacto da utilização de software de geometria dinâmica, na compreensão de conceitos geométricos, onde os alunos manifestam melhorias significativas decorrentes da sua utilização.

Q3) Existem referências sobre o impacto da utilização de software de geometria dinâmica na atitude dos alunos (motivação e interesse) pela disciplina de matemática?

No que diz respeito ao impacto da utilização de software de geometria dinâmica na atitude dos alunos, nomeadamente na motivação e no interesse pela disciplina de Matemática, os artigos referem que esse tipo de recurso influencia positivamente esses dois aspetos. Farias Medeiros et al. (2017) destacam que a atenção voluntária e o interesse dos alunos aumentam com a utilização de ambientes de geometria dinâmica, o que contribui para a construção de conceitos trigonométricos. Castillo e Sánchez (2024) demonstram como pode ser feita, através da utilização de um ambiente de Geometria dinâmica, o GeoGebra, a exploração das proposições dos Elementos de Oliver Byrne e como é que a utilização deste recurso, torna as aulas mais envolventes e interessantes para os alunos.

Os artigos referem ainda que o uso das tecnologias que permitem uma abordagem interativa e visual, dos conteúdos/temas em Matemática, torna o ensino e aprendizagem da matemática mais atraente aos olhos dos alunos e aumentando o envolvimento dos mesmos no processo de ensino aprendizagem. Destacam a

utilização de ambientes de geometria dinâmica, nomeadamente o GeoGebra, como um fator importante, para aumentar o interesse dos alunos pela disciplina.

Q4) Que tipologia e instrumentos de recolha de dados são utilizados?

Os artigos incluídos nesta RSL recorreram a diversas metodologias e instrumentos de recolha de dados, nomeadamente:

- Estudos de caso, nos quais se realiza uma análise detalhada de turmas ou grupos de alunos durante a utilização de software de Geometria Dinâmica, como em Cardoso (2019) e Castillo e Sánchez (2024);
- Questionários e entrevistas, utilizados para recolher dados qualitativos sobre as perceções de alunos e professores relativamente ao uso do referido software, como Filho et al. (2019) e Gonçalves (2021);
- Observação direta, centrada na monitorização das atividades desenvolvidas pelos alunos durante a utilização do software, com o objetivo de avaliar a compreensão dos conceitos e o grau de envolvimento nas tarefas propostas, como em Farias Medeiros et al. (2017) e Costa et al. (2019);
- Análise do desempenho académico, efetuada através da comparação dos resultados obtidos antes e depois da utilização do software de Geometria Dinâmica, como em Rodrigues & Martins (2019) e Silva & Almeida (2018).

Q5) Que tipologia de abordagem metodológica é utilizada nos artigos?

Relativamente à abordagem metodológica, os artigos analisados adotaram diferentes tipologias: abordagens quantitativas, qualitativas e mistas. Os instrumentos e métodos utilizados em cada estudo são apresentados de forma mais detalhada na Tabela 5.

Tabela 5

Instrumentos e abordagem metodológica utilizados pelos artigos selecionados para a RSL

| | Autor(es) | Título do artigo | Tipologia de abordagem metodológica | Técnica / instrumento de recolha de dados |
|----------|---|---|--|---|
| 1 | Farias Medeiros, Margarete; Valletta, Débora; Bitencourt Magagnin, Evandro; Possamai Ribeiro, Elizete Maria; Daboit, Katelyn Luzia dos S. | A atenção voluntária na construção de conceitos trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica. | Abordagem qualitativa | Técnica de pesquisa - Estudo de caso. Para recolha dos dados foram utilizados questionários on-line e observações não estruturadas (ou seja, foram registados os relatos dos acontecimentos, sem previsão das ocorrências). |
| 2 | Vincenzo Bongiovanni | A inserção da Geometria Dinâmica no ensino da Geometria. | Abordagem qualitativa | Técnica de pesquisa - Estudo de caso. Para recolha dos dados por observação direta dos resultados (os autores exploram a forma de como é que a Proposição XXXIV de Byrne pode ser visualizada e manipulada a partir da utilização do GeoGebra, descrevendo os processos e resultados observados.) |
| 3 | Castillo, Luis Andrés; Sánchez, Ivonne C. | A Proposição XXXIV do Livro I dos Elementos de Oliver Byrne no GeoGebra. | Abordagem qualitativa | Técnica de pesquisa - Pesquisa bibliográfica, com base em livros e artigos científicos. Experimentação com recurso ao software GeoGebra. A recolha de dados foi efetuada a partir de uma revisão detalhada da obra de Byrne e de pesquisa bibliográfica abrangente. Seguidamente foi feita uma reinterpretação da Proposição XXXIV do |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | | | | Livro I, utilizando o software GeoGebra. Observação direta dos resultados da reconstrução /construção geométrica e a elaboração de uma demonstração dinâmica com base na Proposição XXXIV do Livro I |
| 4 | Cardoso, Tatiana Alves | A utilização do software GeoGebra no ensino e aprendizagem da matemática | Abordagem qualitativa (no artigo não específica/ não se encontram referências sobre este tópico) | A recolha de dados - observação direta. (no artigo não específica/ não se encontram referências sobre este tópico) |
| 5 | Filho, Antonio & Elias, Ana & Oening, Ana & Marcilio, D.C. | O uso do GeoGebra na sala de apoio à aprendizagem de matemática. | Abordagem mista | Técnica de pesquisa - Estudo de caso. A recolha de dados: observação direta, e entrevistas e questionários para análise da compreensão e desempenho académico - pré-teste (sobre os conhecimentos prévios) e pós-teste (conhecimentos adquiridos). |

Q6) Que conceitos de base são abordados nos artigos?

De forma resumida encontram-se representados na tabela 6, os conceitos de base e a perspetiva teórica, em que assentam os artigos a que se refere esta RSL.

Tabela 6*Conceitos de base e perspectiva teórica/quadro conceptual*

| | Autor(es) | Título do artigo | Conceitos de base e perspectiva teórica/quadro conceptual |
|----------|---|---|---|
| 1 | Farias Medeiros, Margarete; Valletta, Débora; Bitencourt Magagnin, Evandro; Possamai Ribeiro, Elizete Maria; Daboit, Katelyn Luzia dos S. | A atenção voluntária na construção de conceitos trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica. | <p>Atenção Voluntária: a capacidade dos alunos manterem a atenção e foco na realização das tarefas propostas e que se considera crucial para a aprendizagem;</p> <p>Ambientes de Geometria Dinâmica: Plataformas digitais interativas (como GeoGebra) que permitem aos alunos explorar e manipular figuras geométricas e conceitos matemáticos de maneira dinâmica.</p> <p>Construção de Conceitos Trigonométricos: Perspetiva Teórica / Quadro Conceptual</p> <p>Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (de Richard Mayer): as pessoas aprendem melhor quando os recursos educacionais disponibilizados utilizam palavras e imagens juntas.</p> <p>Teoria da Carga Cognitiva (de John Sweller): a organização da informação pode afetar a capacidade dos alunos de processar e compreender novos conceitos.</p> <p>Aprendizagem ativa-os alunos participam do processo de aprendizagem construindo conhecimento.</p> <p>Este estudo relaciona a utilização da Tecnologia Digital, nomeadamente os ambientes virtuais de aprendizagem (geometria dinâmica/ GeoGebra), como um facilitador da aprendizagem e da atenção voluntária. Para investigar o</p> |

| | | | |
|---|----------------------|--|---|
| | | | <p>processo cognitivo de atenção voluntária foram utilizadas referências da teoria Sócio-histórica de Vygotsky(2011): ressalta a importância da interação social no desenvolvimento cognitivo e a Teoria de Duval (2011): explica como é que diferentes representações (visual, simbólica, etc.) afetam a aprendizagem matemática.</p> |
| 2 | Vincenzo Bongiovanni | A inserção da Geometria Dinâmica no ensino da Geometria. | <p>Tecnologia Educacional: uso de ferramentas tecnológicas/ digitais para potencializar o processo de ensino e aprendizagem.</p> <p>Geometria Dinâmica: Refere-se ao uso de softwares e ferramentas digitais que permitem a manipulação interativa de figuras geométricas (exe. GeoGebra, Cabri Geometry)</p> <p>Ambientes de Geometria Dinâmica: Plataformas digitais interativas (como GeoGebra) que permitem aos alunos explorar e manipular figuras geométricas e conceitos matemáticos de maneira dinâmica.</p> <p>Geometria Tradicional vs. Geometria Dinâmica:</p> <p>Geometria tradicional utiliza métodos estáticos de ensino, como o uso de régua e compasso em papel. Em contraste, a geometria dinâmica utiliza tecnologias que permitem uma abordagem mais exploratória e visual.</p> <p>Objetos de Aprendizagem (OA): recurso virtual passível de ser utilizado e reaproveitado para apoiar a aprendizagem, por meio de atividades interativas na forma</p> |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | | <p>de simulações ou animações (Kalinke et al., 2015)</p> <p>Perspetiva Teórica / Quadro Conceptual</p> <p>Construtivismo: teoria da aprendizagem, que defende que o conhecimento é construído pelo aluno através da interação ativa com o ambiente.</p> <p>Aprendizagem ativa: os alunos envolvem-se e participam no processo de aprendizagem, explorando e manipulando objetos geométricos. Compreendem e aprendem através da exploração interativa.</p> <p>Aprendizagem significativa: a aprendizagem é mais eficaz quando novas informações são integradas de forma significativa ao conhecimento prévio do aluno.</p> <p>Visualização, representação e manipulação: importantes na compreensão de conceitos matemáticos e aprendizagem da geometria.</p> <p>Mediação Tecnológica na Educação: refere-se ao uso das tecnologias digitais para mediar e facilitar o processo de ensino e aprendizagem.</p> <p>Interatividade e feedback imediato: permite a correção de erros e a compreensão dos conceitos.</p> |
| 3 | Castillo, Luis Andrés; Sánchez, Ivonne C. | A Proposição XXXIV do Livro I dos Elementos de Oliver Byrne no GeoGebra. | Proposição XXXIV dos "Elementos" de Oliver Byrne: Esta proposição faz parte do primeiro livro dos "Elementos" de Euclides, adaptado por Oliver Byrne, que utilizou cores e gráficos para tornar os teoremas mais acessíveis e visualmente intuitivos. |

| | | | |
|---|-------------------------|--|--|
| | | | GeoGebra: software de matemática dinâmica que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatísticas e cálculo em uma única plataforma. |
| 4 | Cardoso, Tatiana. Alves | A utilização do software GeoGebra no ensino e aprendizagem da matemática | <p>Inovação Pedagógica: A integração de ferramentas digitais como o GeoGebra representa uma inovação no ensino da matemática, uma vez que promove uma aprendizagem mais interativa e visual.</p> <p>Competências digitais: tanto professores como alunos devem possuir competências digitais para poderem utilizar eficazmente as tecnologias digitais na aprendizagem.</p> <p>Tecnologia Educacional: uso de ferramentas tecnológicas/ digitais para potenciar o processo de ensino e aprendizagem.</p> <p>Ambientes de Geometria Dinâmica: Plataformas digitais interativas (como GeoGebra) que permitem aos alunos explorar e manipular figuras geométricas e conceitos matemáticos de maneira dinâmica.</p> <p>Objetos de Aprendizagem (OA): segundo Wiley (2001), é qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte à aprendizagem.</p> <p>Visualização Matemática: O GeoGebra permite a visualização dinâmica de conceitos matemáticos e a sua manipulação.</p> <p>Perspetiva Teórica / Quadro Conceptual</p> <p>Teoria das Inteligências Múltiplas:</p> |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | | <p>Howard Gardner (1983), descreve sete tipos de inteligência, entre elas a Inteligência lógico-matemática e a inteligência espacial.</p> <p>Aprendizagem significativa: a aprendizagem é mais eficaz quando novas informações são integradas de forma significativa ao conhecimento prévio do aluno.</p> |
| 5 | Filho, Antonio & Elias, Ana & Oening, Ana & Marcilio, D.C. | O uso do GeoGebra na sala de apoio à aprendizagem de matemática | <p>Tecnologia Educacional aplicada à Matemática: a utilização de ferramentas tecnológicas interativas na educação matemática.</p> <p>GeoGebra: Software de matemática que facilita a visualização e compreensão de conceitos geométricos.</p> <p>Aprendizagem Significativa: importância da integração do novo conhecimento com o que já é conhecido pelos alunos.</p> <p>Pensamento Geométrico: Desenvolvimento das competências ao nível da capacidade de visualização, manipulação e compreensão das figuras geométricas planas e do espaço.</p> <p>Perspetiva Teórica / Quadro Conceptual</p> <p>Teoria de construtivismo: que enfatiza o papel ativo dos alunos na construção do conhecimento.</p> <p>Aprendizagens essenciais em Matemática: orientações Curriculares Nacionais que referem a importância da integração das tecnologias digitais no ensino de matemática.</p> <p>Aprendizagem Ativa: Alinhada com o construtivismo, a aprendizagem ativa envolve os alunos diretamente</p> |

| | |
|--|---|
| | no processo de aprendizagem, promovendo a exploração, experimentação e descoberta. Trabalho colaborativo. |
|--|---|

Para concluir, destaca-se que a maioria dos artigos analisados reforça o impacto positivo da utilização de Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD) na aprendizagem da Geometria. Os estudos demonstram que o uso de ferramentas como o GeoGebra promove o envolvimento ativo dos alunos, facilita a visualização e compreensão de conceitos geométricos e estimula o raciocínio matemático. Estes resultados evidenciam o contributo dos AGD como recursos tecnológicos específicos, integrados em metodologias ativas que potenciam o processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Quanto ao estudo da Matemática referem o uso de ambientes de Geometria dinâmica e softwares e ferramentas digitais, pois, permitem a manipulação interativa de figuras geométricas (exemplo: GeoGebra, Cabri Geometry), e promovendo-se um maior envolvimento dos alunos nas atividades/ na aprendizagem e na construção do conhecimento, levando a aprendizagens significativas. A geometria dinâmica utiliza as tecnologias para permitir uma abordagem mais exploratória e visual, e permite dar um feedback imediato, o que os autores consideram um fator positivo, para o estudo da Geometria no Plano.

Esta revisão sistemática de literatura, revela que os ambientes de geometria dinâmica têm um impacto positivo na aprendizagem e nas atitudes dos alunos do 2º ciclo, em relação à disciplina de Matemática. No entanto, uma vez que os artigos encontrados nesta RSL, que eram, na maioria, de formação de professores (n=4) ou referentes ao 3º ciclo, secundário ou universitário (n=2) considera-se importante aprofundar o estudo desta temática com alunos do 2º ciclo.

3. Experiência de Ensino com o GeoGebra

Neste capítulo, é apresentada a experiência de ensino construída pela autora e as tarefas correspondentes, desenvolvidas com recurso ao software GeoGebra.

As tarefas foram elaboradas com base nas conclusões extraídas dos estudos analisados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e nos documentos orientadores para o ensino da matemática no 2º ciclo, nomeadamente o documento relativo às aprendizagens essenciais para o 5º ano de escolaridade. É importante salientar que a experiência de ensino foi estruturada com recurso a tarefas de natureza exploratória, isto é, atividades que convidam os alunos a investigar situações matemáticas, formular e testar conjecturas, identificar padrões e construir significados, em vez de apenas aplicar procedimentos previamente ensinados.

Embora essas tarefas tenham sido fundamentais para o desenvolvimento do estudo, não foram consideradas para efeitos de recolha de dados.

3.1. Contextualização da experiência

O ensino da geometria é essencial para a formação matemática dos alunos e as tecnologias educacionais podem facilitar significativamente o processo de aprendizagem, especialmente em disciplinas que envolvem representações visuais e manipulação de figuras, como a Matemática.

A integração de tecnologias digitais, em particular ferramentas colaborativas e ambientes de geometria dinâmica, tem revolucionado o ensino e a aprendizagem da matemática. Esta abordagem contextualiza o conhecimento e possibilita novas formas de aprendizagem, tendo um impacto significativo no domínio da geometria. Conforme destacado por Borba (2014, citado por Emanuel de Oliveira Maia et al., 2023), a integração das tecnologias digitais proporciona uma experiência educacional mais rica e interativa, maximizando o desenvolvimento de competências matemáticas e explorando novas possibilidades pedagógicas. No contexto destas tecnologias, o GeoGebra destaca-se como um software que potencia o ensino e a aprendizagem da geometria.

A investigação realizada na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e a análise documental evidenciam que a utilização do GeoGebra motiva os alunos a aprender geometria, contribuindo para o desenvolvimento da sua capacidade de visualização e compreensão das propriedades das figuras geométricas.

Estudos apontam que o desenvolvimento do pensamento crítico, da compreensão e do interesse é maior quando o GeoGebra é utilizado, em comparação com metodologias que não recorrem à tecnologia (Mollakuqe et al., 2021). A utilização do GeoGebra no ensino da matemática torna a geometria mais acessível, facilita e acelera o processo de aprendizagem e promove "um aumento do interesse e da participação ativa dos alunos na sala de aula por meio de perguntas e discussões" (Mollakuqe et al., 2021, p. 9). Segundo o mesmo autor, "quando a geometria é explicada com o GeoGebra, as lições tornam-se muito concretas, permitindo aos alunos compreender cada figura" (Mollakuqe et al., 2021, p. 9).

Embora as ferramentas geométricas tradicionais sejam úteis no ensino e na aprendizagem, aumentam a probabilidade de erros. Em atividades que exigem a utilização dessas ferramentas, problemas como incertezas, atrasos e desistências no processo de construção, bem como a percepção de que a matemática é difícil, afetam principalmente os alunos com um desempenho abaixo da média ou intermédio (Mollakuqe et al., 2021, p. 11).

Estas observações estão alinhadas com as conclusões apresentadas na revisão da literatura descrita no capítulo anterior.

3.1.1. O Programa de Matemática no Ensino Básico/Aprendizagens essenciais para o ensino da Geometria

No segundo ciclo do Ensino Básico, em particular no 5.º ano de escolaridade, o ensino da Geometria visa o aprofundamento do raciocínio geométrico e o desenvolvimento da visualização espacial, promovendo a análise, a construção e a representação de figuras geométricas.

De acordo com as Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 5.º ano, os alunos devem mobilizar conceitos e procedimentos geométricos na resolução de problemas, recorrendo à observação, à experimentação e à utilização de diferentes representações, bem como à realização de construções geométricas com rigor (Canavarro et al., 2021a).

Nesse sentido, Bivar et al. (2013) defendem que o estudo da Geometria deve assentar em tarefas que proporcionem oportunidades para os alunos observarem, analisarem, relacionarem e construírem figuras geométricas, bem como para operarem com elas.

É igualmente realçada a importância da utilização de instrumentos de medida e de desenho, como a régua, o esquadro, o transferidor e o compasso, bem como de materiais manipuláveis, tais como o geoplano, o tangram ou puzzles geométricos, enquanto recursos facilitadores da exploração, da análise e da resolução de problemas geométricos, contribuindo para a realização de construções com rigor técnico (Bivar et al., 2013, p. 14; Canavarro et al., 2021a, p. 6).

Do mesmo modo, salientam que a utilização de programas computacionais de geometria dinâmica favorece a compreensão dos conceitos abordados e das relações geométricas, pelo que estes recursos devem também ser integrados no processo de ensino e aprendizagem (Bivar et al., 2013, p. 14; Canavarro et al., 2021a, p. 11).

3.1.2. Tipos de Tarefas no Ensino da Matemática

Segundo Ponte (2005, citado por Ponte, 2014), o professor considera diversos tipos de tarefas no seu trabalho de planificação. A diversificação dessas tarefas é fundamental, pois cada tipo desempenha um papel específico na aprendizagem (Ponte, 2014, p. 21). É possível identificar duas dimensões principais nas tarefas: o grau de desafio matemático (reduzido ou elevado) e o grau de estrutura (aberto ou fechado).

No livro "Práticas Profissionais dos Professores de Matemática", Ponte (2024) classifica as tarefas em quatro categorias:

- Exercício: tarefa fechada e com desafio reduzido.
- Problema: tarefa fechada, mas com desafio elevado.
- Investigação: tarefa aberta com desafio elevado.
- Exploração: tarefa aberta e acessível à maioria dos alunos (Ponte, 2005, citado por Ponte, 2014, p. 21). Segundo Ponte (2005, citado por Ponte, 2014), uma exploração corresponde a uma tarefa aberta e acessível à maioria dos alunos, permitindo que todos possam iniciar o trabalho e encontrar diferentes caminhos de resolução. Este caráter acessível não significa ausência de desafio, mas antes uma oportunidade para que os alunos, a partir de um ponto de partida comum, possam avançar para níveis distintos de complexidade, consoante as suas capacidades.

Ponte (2014) destaca que a linha entre os diferentes tipos de tarefa é frequentemente ténue e que os alunos podem realizá-las sem ensino ou aprendizagem prévios, pois muitos aprendem fora da sala de aula. No caso da abordagem exploratória, os alunos valorizam a (re)descoberta ao utilizarem os seus próprios métodos e recursos disponíveis para resolver uma questão, sendo esta considerada uma das formas mais eficazes de aprendizagem (Ponte, 2014, p. 21). O autor também observa que tarefas de natureza mais fechada (exercícios e problemas) são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio matemático, na medida em que promovem a relação entre dados e resultados. Por outro lado, tarefas mais acessíveis (explorações e exercícios) permitem que todos os alunos alcancem um elevado grau de sucesso, contribuindo para a construção da confiança. Simultaneamente, tarefas mais desafiantes (investigações e problemas) são indispensáveis para proporcionar uma "experiência matemática efetiva".

Com base nessas premissas, para a experiência de ensino foram elaboradas tarefas de exploração que incentivam o uso do software GeoGebra, bem como dois testes de avaliação das aprendizagens. O primeiro teste foi aplicado antes do início da experiência de ensino e o segundo, no final desta.

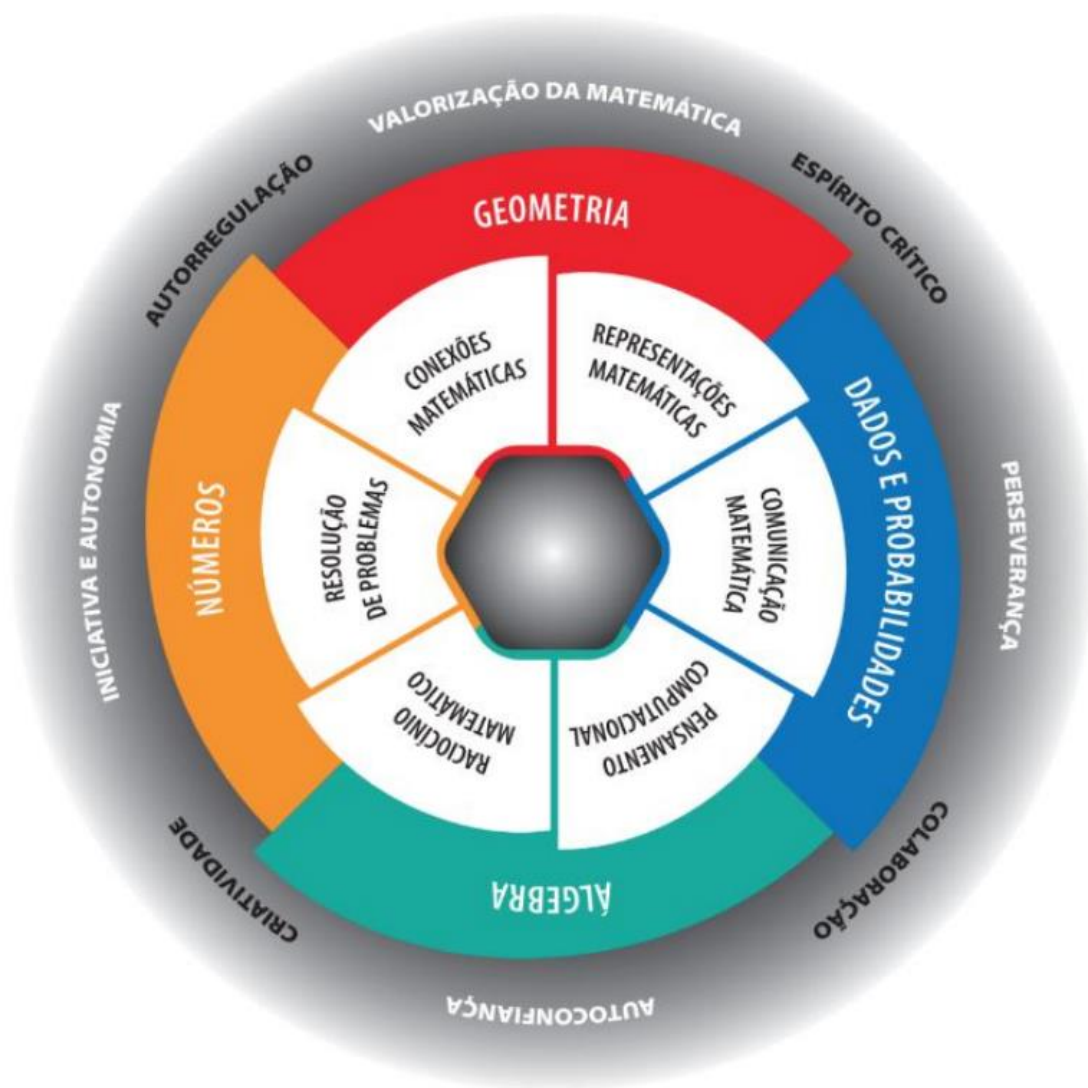
Esta experiência de ensino visava contribuir para o seguinte objetivo da investigação: avaliar o impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos no tema "Geometria e medida", mais concretamente no tópico "Figuras no plano". Além disso, pretendia-se testar a seguinte hipótese: Há um aumento na percentagem obtida nos testes pelos alunos que utilizam o software GeoGebra para estudar "Geometria e medida", no tópico "Figuras no plano", em comparação com aqueles que não utilizam. Por outras palavras, os alunos que utilizam o software GeoGebra para estudar "Geometria e medida" (no tópico "Figuras no plano") obtêm uma percentagem de respostas corretas superior à obtida pelos alunos que não utilizam o software.

3.2. Objetivos de aprendizagem, modo de trabalho previsto, tarefas propostas

No documento relativo às Aprendizagens Essenciais para o 5º ano e de modo a explicar o que se pretende com o estudo da matemática, os autores criaram um esquema (Figura 7), de forma a explicar que os diversos conteúdos a serem contemplados nas aprendizagens dos alunos, englobam capacidades matemáticas transversais, e conhecimentos matemáticos.

Figura 7

Conteúdos de aprendizagem em Matemática no Ensino Básico



https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf

Foi com base nesta premissa que se traçaram os objetivos de aprendizagem e todo o trabalho a desenvolver durante a experiência de ensino.

3.2.1. Objetivos de aprendizagem

De acordo com os documentos orientadores para o ensino e a aprendizagem da Matemática emanados pelo Ministério da Educação, nomeadamente as Metas Curriculares de Matemática para o Ensino Básico (Bivar et al., 2013) e as Aprendizagens Essenciais de Matemática (Canavarro et al., 2021), no âmbito do tema Geometria e Medida, é esperado que, ao longo do 1.º ciclo do ensino básico, os alunos desenvolvam competências que lhes permitam reconhecer, identificar, nomear, representar e construir figuras geométricas no plano e no espaço, explorando as propriedades que as caracterizam; localizar e descrever posições e movimentos no

espaço, interpretando relações espaciais e utilizando vocabulário geométrico adequado; compreender e utilizar grandezas como comprimento, área, massa, capacidade, volume, tempo e dinheiro, em situações do cotidiano; compreender o conceito de unidade de medida e o processo de medir, recorrendo a unidades padronizadas e instrumentos adequados; realizar estimativas, medições e comparações de grandezas, bem como estabelecer relações entre diferentes unidades de medida. Para além disso, espera-se que os alunos sejam capazes de resolver problemas em contextos de Geometria e Medida, mobilizando estratégias adequadas, raciocínio matemático e uma comunicação clara dos procedimentos e resultados.

Dando continuidade a estas aprendizagens, no 2.º ciclo do ensino básico estas são consolidadas e aprofundadas, com particular ênfase na compreensão das propriedades das figuras geométricas no plano e no espaço, no desenvolvimento da visualização e do raciocínio geométrico, bem como na sua aplicação em diferentes situações, em consonância com as Aprendizagens Essenciais (Canavarro et al., 2021a). As orientações curriculares valorizam a identificação e a análise de propriedades geométricas, a exploração de relações espaciais, incluindo situações de simetria, e a utilização destes conhecimentos na resolução de problemas, reforçando simultaneamente o papel do raciocínio matemático e da comunicação matemática como dimensões transversais ao trabalho desenvolvido no domínio da Geometria e Medida.

A planificação da experiência de ensino teve por base as orientações constantes nas Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 5º ano, particularmente no Tópico “Figuras no Plano”.

Foram consideradas as competências aí descritas, como: distinguir reta de semirreta e de segmento de reta; identificar a posição relativa de retas paralelas e retas concorrentes, perpendiculares ou oblíquas, e representá-las utilizando recursos diversificados; compreender que a amplitude de um ângulo pode ser medida e conhecer a unidade de medida grau; medir a amplitude de ângulos usando

transferidor, com aproximação ao grau, e classificá-los; fazer estimativas de medida da amplitude de um dado ângulo, por comparação com ângulos de referência (45° , 90° e 180°); construir ângulos com uma dada medida; classificar triângulos quanto aos lados e quanto aos ângulos; descrever relações entre os lados e os ângulos de um triângulo e usá-las na resolução de problemas; construir triângulos e compreender os casos em que é possível a sua construção, apresentando e explicando ideias e raciocínios; reconhecer critérios de congruência de triângulos e usá-los na construção e resolução de problemas; compreender o significado de figuras equivalentes e resolver problemas em diferentes contextos; generalizar e justificar expressões para o cálculo da área de paralelogramos e triângulos com recurso a material manipulável e/ou tecnológico; identificar alturas em figuras planas (Canavarro et al., 2021a).

3.2.2. Tarefas propostas

Conforme mencionado anteriormente, foram desenvolvidas tarefas de exploração que visam incentivar a utilização do *software* GeoGebra. Além disso, foram previstos dois testes para avaliar as aprendizagens: o primeiro foi aplicado antes do início da experiência de ensino e o segundo, no final desta.

As tarefas e os testes de avaliação das aprendizagens foram elaborados em conformidade com as diretrizes apresentadas no ponto anterior, com destaque para as Aprendizagens Essenciais do 5º ano de escolaridade. As atividades foram elaboradas pela investigadora para serem aplicadas em sala de aula em blocos de 50 minutos, em conformidade com a organização curricular, que contempla quatro blocos de 50 minutos. No entanto, tendo em conta as aprendizagens dos alunos e seguindo a estratégia traçada, enquadrada no modelo exploratório, sempre que necessário, a análise em grande grupo (turma) dos trabalhos e o registo das conclusões obtidas por cada grupo foram prolongados para a aula seguinte. Esta abordagem permitirá o registo das conclusões finais e a autorregulação dos alunos em relação às aprendizagens.

Considera-se que a aprendizagem da Matemática exige que os alunos

trabalhem de diferentes formas na sala de aula, sendo o trabalho individual uma componente essencial. Este tipo de trabalho permite que os alunos desenvolvam a capacidade de ler, interpretar e resolver tarefas matemáticas de forma autónoma, bem como redigir textos matemáticos (Canavarro et al., 2021^a, p. 10). Contudo, embora as tarefas possam ser realizadas individualmente, nesta experiência de ensino, a investigadora optou pelo trabalho de pares. Esta decisão tem em conta os recursos informáticos disponíveis na sala de aula, os objetivos das atividades e o entendimento de que "é um modo de organização particularmente adequado à resolução de pequenas tarefas, permitindo que os alunos troquem impressões entre si, esclareçam dúvidas e partilhem informações" (Canavarro et al., 2021^a, p. 10). Além disso, espera-se que esta abordagem promova a aprendizagem.

Para facilitar a organização das tarefas e tendo em conta os objetivos de aprendizagem pretendidos, a professora/investigadora agrupou-as em módulos. Estas são identificadas como "Missões", com o intuito de envolver e motivar os alunos para o estudo deste tema. Para desenvolver a autonomia dos alunos, cada aluno teve acesso a um guião explicativo de cada tarefa a realizar. Os guiões foram disponibilizados em papel e/ou na plataforma Google Classroom da disciplina, uma vez que todos os alunos têm acesso à disciplina de Matemática por e-mail institucional, criado e entregue a cada aluno da instituição onde decorrerá o estudo/experiência de ensino. Também foram previstos vídeos informativos e explicativos sobre a utilização do GeoGebra (para desenvolver as tarefas propostas) e do Padlet (para publicar os trabalhos realizados).

3.2.3. Tarefas propostas Modo de trabalho previsto

A metodologia prevista para a realização das tarefas foi orientada pela aprendizagem baseada em problemas e por tarefas de carácter exploratório, com recurso ao ambiente de Geometria Dinâmica do programa informático GeoGebra.

As atividades pedagógicas decorreram em contexto de sala de aula e, como mencionado anteriormente, cada aluno terá acesso a um guião explicativo para cada

tarefa, bem como a vídeos instrutivos, que poderão ser disponibilizados conforme necessário.

Antes de iniciar a unidade didática sobre Geometria e Medida, mais especificamente no tópico "Figuras no Plano", os alunos realizaram o primeiro teste de avaliação das aprendizagens (teste diagnóstico). Ao longo da unidade, foram realizadas as tarefas planeadas para a experiência de ensino.

A experiência teve início com o "Módulo de Ambientação", que visava familiarizar os alunos com o GeoGebra e o Padlet. A professora introduziu cada tarefa num diálogo coletivo, no qual foram sintetizados conteúdos prévios, esclarecidas dúvidas e estabelecida a ligação entre as tarefas anteriores e as novas.

Os alunos deverão resolver as tarefas em três etapas:

1.º Leitura do guião e visualização dos vídeos explicativos (opcional). Após a introdução da tarefa pela professora, os alunos acederam ao programa informático GeoGebra para realizar as atividades propostas. Os guiões incluirão imagens e objetivos de aprendizagem que ajudarão os alunos a executar a tarefa. No final, os alunos exportaram o trabalho realizado, em formato de imagem.

2º Partilha: Os alunos publicaram os trabalhos realizados (plataforma Padlet e/ou na disciplina da turma na plataforma *Google Classroom*). Em todos os trabalhos publicados foi incluída a descrição do trabalho e a identificação do grupo.

O Padlet é uma ferramenta digital gratuita e acessível online que permite a criação de murais colaborativos (Padlet, s.d.). Esta ferramenta oferece ao docente a possibilidade de fornecer feedback imediato ou avaliar os trabalhos realizados, por exemplo, através de votação ou comentários construtivos realizados pelos pares e/ou pelo próprio docente. Os alunos têm ainda a oportunidade de visualizar e comentar, de forma construtiva, os trabalhos dos colegas. O feedback fornecido pelo professor visava promover a autorregulação dos alunos e a melhoria contínua das produções e das aprendizagens.

3º Reflexão e debate: após a realização da tarefa, ou o término do tempo

previsto para a mesma, foi promovida uma discussão em grupo (com os pares e com a turma), com o objetivo de partilhar aprendizagens, sistematizar conclusões e desenvolver competências transversais, como o raciocínio e a comunicação matemática. As conclusões finais foram registadas no caderno diário do aluno.

A partilha e debate sobre os trabalhos realizados no Padlet são importantes, pois permitem que os alunos pensem, partilhem e discutam entre si as produções matemáticas que realizaram durante a exploração da tarefa, contribuindo para a sistematização das aprendizagens. Deste modo, contribuem para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento de capacidades matemáticas transversais, como o raciocínio ou a comunicação matemática, bem como de capacidades e atitudes gerais transversais presentes na exploração da tarefa.

A formação dos grupos de trabalho (pares) foi feita previamente pela professora, que também acompanhou o desenvolvimento das tarefas, esclarecendo dúvidas, orientando os alunos e fornecendo feedback. Durante esse processo, a professora assumirá o papel de moderadora e facilitadora. Circula pelos diferentes grupos de trabalho, ajudando e esclarecendo dúvidas que possam surgir, colocando questões e orientando os alunos para que estes obtenham as conclusões/construções geométricas previstas.

Além das tarefas principais, foram previstos exercícios interativos e atividades da plataforma Khan Academy, já utilizada pelos alunos das turmas envolvidas no estudo. Estas atividades foram propostas como trabalho autónomo, visando consolidar conhecimentos e contribuir para a avaliação formativa ou autoavaliação.

Está também previsto um trabalho individual que incentive os alunos a estabelecerem conexões entre a Matemática, o quotidiano e outras disciplinas. O objetivo é despertar a curiosidade, promover o espírito de investigação e melhorar a relação dos alunos com a Matemática.

Após a conclusão da experiência de ensino e no final da unidade didática, foi aplicado o segundo Teste de Avaliação das Aprendizagens (Teste Final), precedido

por uma aula de revisão dos conteúdos abordados.

3.2.4. Recursos

Para a realização das tarefas propostas no âmbito da experiência de ensino, foi necessário garantir o acesso a um conjunto de recursos tecnológicos e pedagógicos, fundamentais para o desenvolvimento das atividades em ambiente de Geometria Dinâmica. Assim, os alunos recorreram aos seguintes meios:

- Computadores com ligação à Internet;
- Acesso ao GeoGebra online ou, em alternativa, à versão instalada previamente nos computadores;
- Guiões explicativos das tarefas, disponibilizados em suporte de papel ou em formato digital;
- Plataforma Padlet, utilizada para partilhar conteúdos, promover o trabalho colaborativo e facilitar o feedback entre alunos e professor;
- Acesso à disciplina de Matemática através do Google Classroom institucional;
- Quadro Interativo ou Projetor Multimédia, utilizados para partilhar, analisar e discutir em grupo as produções dos alunos, promovendo a reflexão e o debate coletivo.

3.2.5. Planificação da Experiência de Ensino

A Tabela 7, que se segue, apresenta a planificação geral da experiência de ensino, contemplando as 11 tarefas previstas para a utilização do Ambiente de Geometria Dinâmica (AGD) GeoGebra. O número de aulas, correspondente a 10 blocos de 50 minutos, foi definido de forma flexível, permitindo ajustes consoante o ritmo de trabalho e de aprendizagem dos alunos e das turmas envolvidas.

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|--|---|--|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas* ¹ | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | | Diagnosticar o conhecimento dos alunos sobre o tópico “Figuras planas” | | Individual | 50 | 1 |
| <p>Módulo 1</p> <p>Módulo de ambientação</p> <p>Este módulo é constituído por duas missões:</p> <p>M1- Missão 1 - Apresentação (Tarefa 1 + Tarefa 2)</p> <p>M1- Missão 2 - O que é o Geogebra?</p> | <p>- Criação de um Avatar.</p> <p>- <i>Padlet</i></p> <p>- Geogebra</p> | <p>No final deste módulo deverá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criar um Avatar. - <i>Aceder ao Padlet.</i> - Editar e publicar informação/recursos no <i>Padlet.</i> - Fazer a apresentação no <i>Padlett.</i> - Conhecer o ambiente de trabalho do GeoGebra. | A, C, D, E, F, I | Individual | 50 | 1 |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|---|---|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*1 | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| <p>Módulo 2</p> <p>Este <u>módulo</u> é constituído por <u>três missões</u>:</p> <p>M2 - Missão 1</p> <p>Construção de retas, semirretas e segmentos de reta.</p> | Reta, semirreta e segmento de reta | - Distinguir reta de semirreta e de segmento de reta. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 | 1 |
| <p>M2 - Missão 2</p> <p>Construção de retas concorrentes e retas paralelas.</p> | Retas paralelas e retas concorrentes, perpendiculares ou oblíquas | - Identificar a posição relativa de retas paralelas e retas concorrentes, perpendiculares ou oblíquas, e representá-las utilizando recursos diversificados; | A, C, A, C, D, E, F, I | Pares | 50 | 1 |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|---|---|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*1 | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| Missão 3 Verifica o que sabes M2. | | Trabalho autónomo: aplicação e consolidação de conhecimentos/autoavaliação. | | Individual | 30 | |
| Módulo 3 Este módulo é constituído por duas missões: M3 - Missão 1 Construção de ângulos | Amplitude de um ângulo Construção de ângulos | <ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a amplitude de um ângulo pode ser medida. - Medir a amplitude do ângulo e classificá-lo. - Fazer estimativas de medida de amplitude de um dado ângulo, por comparação com amplitudes de ângulos de referência (45°, 90° e 180°). - Construir ângulos com uma dada medida de amplitude. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 | 1 |
| M3 - Missão 2 Verifica o que sabes M3 | | Trabalho autónomo: aplicação e consolidação de conhecimentos/autoavaliação. | | Individual | 30 | |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*1 | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| <p>Módulo 4</p> <p>Este <u>módulo</u> é constituído por <u>cinco missões</u>:</p> <p>M4-Missão 1 Construção de polígonos e classificação.</p> | <p>Classificação de polígonos.</p> <p>Polígonos regulares de polígonos irregulares.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Construir e classificar polígonos quanto ao número de lados. - Utilizar linguagem matemática para identificar o polígono construído e cada um dos seus lados. - Distinguir polígonos regulares de polígonos irregulares. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 | 1 |
| <p>M4 - Missão 2</p> <p>1- Construção de triângulos e classificação quanto aos lados e quanto aos ângulos.</p> | <p>Classificação de triângulos</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Classificar triângulos quanto aos lados e quanto aos ângulos. - Descrever relações entre os lados e os ângulos de um triângulo. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 + 50 | 2 |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|--|--------------------------|---|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*¹ | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| 2 - Pesquisar as relações entre os lados e os ângulos de um triângulo. Pesquisar as relações entre ângulos internos de um triângulo. | | - Compreender que o valor da soma dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° (correspondente a um ângulo raso). | | | | |
| M4 - <u>Missão 3</u> Pesquisar a possibilidade de construir triângulos dados os comprimentos dos três lados - Desigualdade triangular. | Construção de triângulos | - Construir triângulos e compreender os casos em que é possível a sua construção, apresentando e explicando ideias e raciocínios. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 | 1 |
| M4 - <u>Missão 4</u> Verifica o que sabes M4 | | - Trabalho autónomo: aplicação e consolidação de conhecimentos/autoavaliação - Resolução das tarefas atribuídas na Khan Academy. | | Individual | 30 | |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|-----------------------|---|---|------------------|--------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*¹ | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| <p>Módulo 5</p> <p>Este módulo é constituído por duas missões:</p> <p>M5 - <u>Missão 1</u></p> <p>Construção de retângulos e paralelogramos que, de um para o outro, mantêm a igualdade entre as medidas das bases e alturas. Investigação da relação entre as áreas. Obtenção da expressão para a medida da área do paralelogramo.</p> | Área do paralelogramo | <ul style="list-style-type: none"> - Generalizar e justificar a expressão para o cálculo da medida da área do paralelogramo a partir do retângulo, com recurso a material manipulável e/ou tecnológico. - Identificar as alturas de um paralelogramo. | A, C, D, E, F, I | Pares | 50 + 50 | 1 |

Tabela 7

Planificação da experiência de ensino

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---------------------|--------------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*1 | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| M5 - <u>Missão 2</u> Verifica o que sabes M5 | | <ul style="list-style-type: none"> Trabalho autónomo: aplicação e consolidação de conhecimentos/autoavaliação. Resolução das tarefas atribuídas na Khan Academy. | | Individual | 30 | |
| <u>Missão especial</u> A Geometria e a Arte | | <p>Trabalho de pesquisa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conhecer e identificar em obras de arte de pintores (exemplo Kandinsky) que usem a geometria como base dos seus trabalhos. - Identificar nas pinturas escolhidas, os elementos geométricos abordados durante esta unidade didática. - Construir em uma “pintura” com o recurso do Geogebra usando figuras geométricas. | | Individual | 100 | 2 |

Tabela 7*Planificação da experiência de ensino*

| <u>PLANIFICAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO</u> | | | | | | |
|---|------------------------|--|---|---------------------|--------------------------|--------|
| Tema: Geometria e Medida | | | | | | |
| Tópico: Figuras no Plano | | | | | | |
| Tarefas previstas com recurso do Software de Geometria Dinâmica - GeoGebra: 12 10 blocos de 50 minutos | | | | | | |
| Tarefas*¹ | Subtópicos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Áreas de Competência do Perfil dos Alunos | Modo de trabalho | Duração em minutos | Blocos |
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | Tópico: Figuras Planas | Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o tópico “Figuras planas” | | Individual | 50 | 1 |

Nota*¹: Nos guiões entregues aos alunos, foi utilizada a designação "Missão", que corresponde a atividades pedagógicas que o aluno deve realizar com recurso ao GeoGebra. Por conseguinte, essa nomenclatura foi introduzida nesta planificação.

As tarefas fazem parte das denominadas "Missões". Uma "Missão" pode conter uma ou mais tarefas, que visam alcançar os objetivos de aprendizagem propostos. Tendo em conta os objetivos de aprendizagem, as mesmas foram organizadas em módulos.

Total - (sem contar com o Módulo de Ambientação): 5 Módulos, 7 missões e 12 tarefas.

Ambiente de Geometria Dinâmica - Software GeoGebra

3.3. Tarefas propostas e sua realização

Antes de iniciar todo o processo de investigação e de dar início à experiência de aprendizagem, foi necessário aferir e rever todos os procedimentos previstos para esta fase do estudo com a professora das turmas do grupo de controlo.

No dia 6 de janeiro, foi realizada uma reunião com a docente responsável pelas turmas do grupo de controlo. O objetivo desta reunião foi definir a data de início do estudo, a data de aplicação do primeiro teste de avaliação das aprendizagens e a data para implementar a experiência de aprendizagem no grupo experimental.

Foi reforçada junto da docente a ideia de que o grupo de controlo deveria ter acesso a estratégias de ensino e a atividades de aprendizagem que lhes permitisse adquirir os mesmos conhecimentos, apenas não deveria utilizar nenhum Ambiente de Geometria Dinâmica até à realização do segundo teste de avaliação das aprendizagens.

Após a realização do segundo teste de avaliação das aprendizagens, a investigadora, que também é professora do grupo experimental, assumiu a responsabilidade de partilhar com a docente todos os recursos e materiais utilizados ao longo do processo pedagógico, incluindo as tarefas desenvolvidas com o apoio do GeoGebra. Esta partilha teve como objetivo fomentar uma reflexão colaborativa sobre as metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem adotadas, promovendo a melhoria contínua das práticas pedagógicas das professoras envolvidas.

Ficou também definido que o primeiro teste de avaliação das aprendizagens seria realizado entre 17 e 22 de janeiro e o segundo teste de avaliação das aprendizagens seria realizado entre 6 e 11 de março, sendo o mesmo teste aplicado a ambas as turmas. A experiência de aprendizagem decorreria entre 20 de janeiro e 28 de fevereiro.

A seguir, apresenta-se o cronograma detalhado das atividades previstas, conforme ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8

Cronograma

| EXPERIÊNCIA DE ENSINO | |
|---|--|
| Tema: Geometria e Medida | Tópico: Figuras no Plano |
| Atividades | Data prevista |
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | 17 a 20 de janeiro |
| Tarefas com o GeoGebra | |
| Módulo 1 Módulo de ambientação | 15 janeiro |
| Módulo 2 M 1 - Construção de retas, semirretas e segmentos de reta; M 2 - Construção de retas concorrentes e retas paralelas. | 21 e 22 de janeiro |
| Módulo 3 M 1 - Construção e classificação de ângulos. | 28 de janeiro |
| Módulo 4 M 1 - Construção de polígonos e classificação quanto ao número de lados. Distinguir polígonos regulares de polígonos irregulares. M 2 - Construção de triângulos e classificação quanto aos lados e quanto aos ângulos. <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar as relações entre os lados e os ângulos de um triângulo. - Pesquisar as relações entre ângulos internos de um triângulo. M 3 - Pesquisar a possibilidade de construir triângulos dados os comprimentos dos três lados - Desigualdade triangular. | 4 de fevereiro 11 e 12 de fevereiro 18 e 19 de fevereiro |

| | |
|---|--------------------------------|
| <p>Módulo 5</p> <p>M 1 - Construção de retângulos e paralelogramos que, de um para o outro, mantêm a igualdade entre as medidas das bases e alturas.</p> <p>- Investigação da relação entre as áreas. Obtenção da expressão para a medida da área do paralelogramo.</p> | <p>25 e 26 de fevereiro</p> |
| <p>Teste de Avaliação das Aprendizagens 2</p> | <p>12 a 14 de março</p> |

3.3.1. Breve descrição das atividades e observações registadas.

Apresenta-se de seguida uma breve descrição das tarefas realizadas, acompanhada de observações registadas durante a sua implementação em sala de aula.

Tarefa 1 - Módulo de ambientação

O objetivo desta tarefa era proporcionar aos alunos a oportunidade de se familiarizarem com as plataformas digitais e com a metodologia de trabalho que seria adotada nas semanas seguintes. No final da atividade, esperava-se que os alunos tivessem adquirido as seguintes competências: aceder ao mail institucional e à plataforma da disciplina de Matemática no *Google Classroom*; aceder ao *Padlet* e utilizar as suas funcionalidades básicas; editar e publicar informações e recursos no *Padlet*, partilhando materiais e conteúdos relevantes para a turma; realizar uma apresentação no *Padlet*, fazendo uma publicação com uma imagem e com um texto; familiarizar-se com o ambiente de trabalho do GeoGebra, explorando as suas ferramentas para apoiar a aprendizagem da matemática.

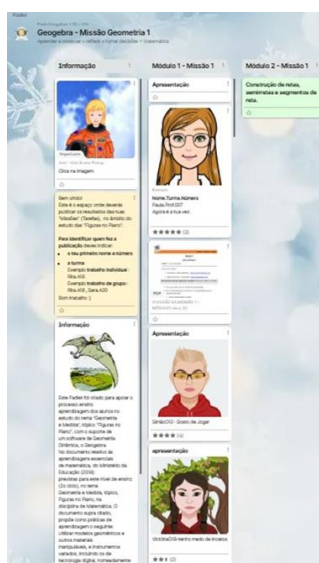
A atividade decorreu conforme o planeado e todos os alunos conseguiram concluir a atividade no tempo previsto. No entanto, alguns alunos manifestaram dificuldades de acesso ao email e na transição entre plataformas, nomeadamente entre o Google Classroom, Padlet e GeoGebra. Alguns, encerraram a sessão do seu mail pessoal, mas não terminaram a sessão no Padlet. Tendo a docente, no final da aula, encerrado todas as contas abertas.

Na aula seguinte, foi realizado um balanço das atividades, no qual se discutiram os desafios enfrentados pelos alunos. Foi também reforçada a importância de terminar as sessões nas plataformas/ferramentas, após a sua utilização, por motivos de segurança.

Com o objetivo de minimizar obstáculos que poderiam comprometer o sucesso da investigação. A docente ponderou a utilização apenas da plataforma Google Classroom (já utilizada pelos alunos), eliminando a necessidade de alternar entre diferentes plataformas.

Figura 8

Resolução do módulo 1



Nota. Publicado no Padlet da disciplina de Matemática.

Para garantir a adaptação dos alunos ao novo procedimento, foi-lhes explicado como publicar os trabalhos diretamente no *Stream* da disciplina de matemática no Google Classroom, em substituição do Padlet.

Posteriormente, foi realizada uma experiência prática em ambas as turmas do grupo experimental. Após um momento de reflexão em pequenos grupos (pares) e coletiva (grupo turma), os alunos concluíram, que este método era mais simples que o anterior para publicarem o seu trabalho. De realçar que alguns os alunos já se encontravam familiarizados com o Google Classroom e tinham submetido os seus trabalhos por via da referida plataforma. Ainda que não tivessem utilizado o *Stream* para tal efeito, a adaptação foi rápida.

Tendo em conta as dificuldades identificadas, a perceção dos alunos e a integração de novos estudantes nas turmas, a docente decidiu abolir a utilização do Padlet, passando a adotar

exclusivamente o Google Classroom (disciplina de Matemática) para a publicação e reflexão das tarefas, recorrendo ao GeoGebra. Esta decisão visa garantir maior acessibilidade, organização e fluidez na realização e partilha das tarefas propostas.

Módulo 2

Na semana seguinte, os alunos realizaram as tarefas do Módulo 2.

Este módulo é constituído por duas tarefas com recurso ao GeoGebra. As tarefas tinham como objetivo a construção de retas, semirretas e segmentos de reta; construção de retas concorrentes e retas paralelas. Bem como, a utilização da notação matemática correta para as identificar.

Foram entregues aos alunos de cada grupo os guiões das tarefas. Os alunos foram organizados em grupos de dois, mas, cada aluno teve de realizar a tarefa individualmente e publicá-la na Classroom da disciplina. O trabalho foi realizado em duas aulas como previsto e os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos.

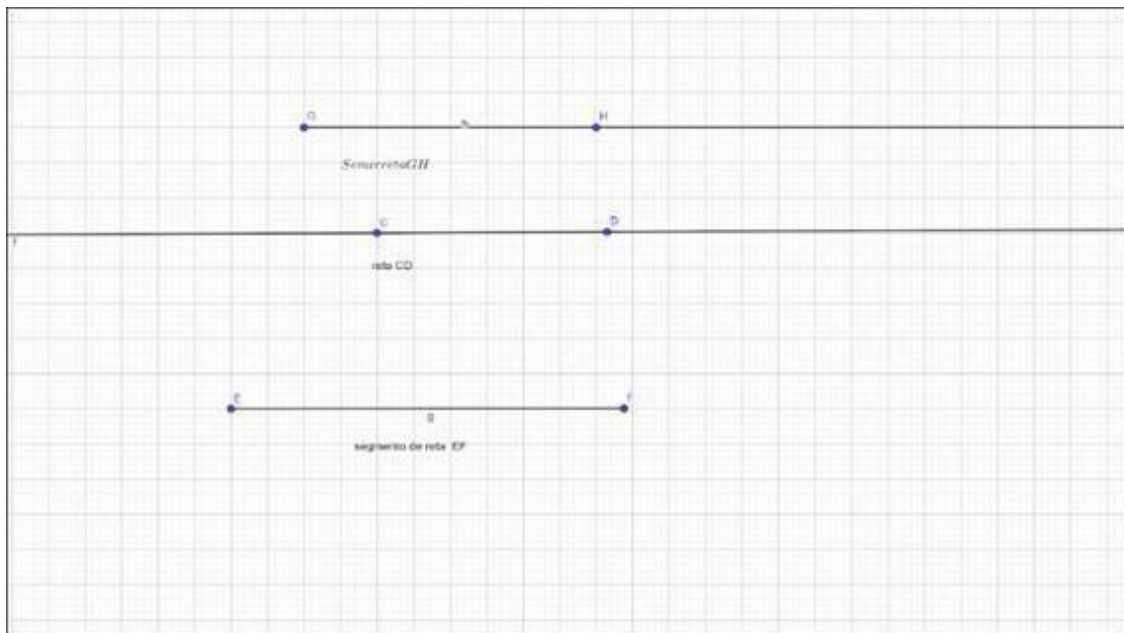
Ao longo da tarefa, foram colocadas questões para que os alunos observassem a diferença entre cada um dos elementos construídos e a relacionassem com a notação matemática. As construções foram publicadas na Classroom da disciplina e analisadas pela docente e pelos alunos (em pequeno grupo e no grupo turma).

Na primeira tarefa (Missão 1), alguns alunos tiveram dificuldades em elaborar a legenda e em descarregar a tarefa como imagem para publicação posterior. Mas superaram essas dificuldades, através do trabalho colaborativo e do apoio/orientação da docente.

A Figura 9 apresenta um exemplo da resolução da Tarefa 1, evidenciando o resultado final após a superação das dificuldades iniciais.

Figura 9

Exemplo da resolução da Tarefa 1



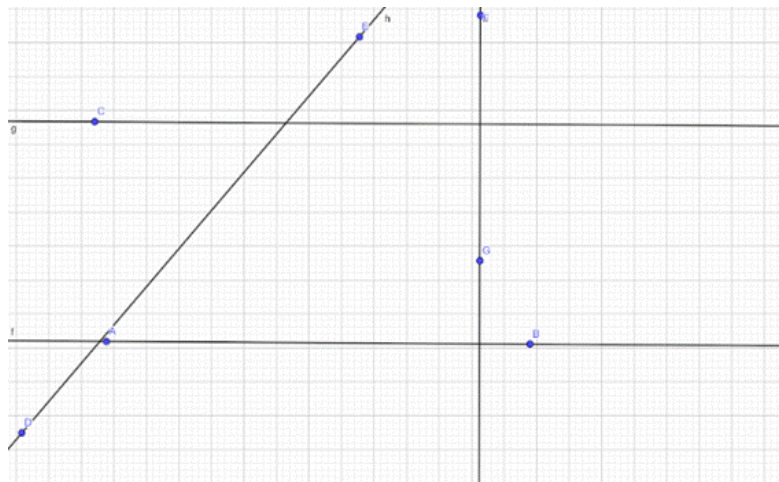
Nota. Publicado por D11 na Classroom da disciplina de Matemática.

Na segunda aula, após o ponto de situação das atividades do dia anterior, os alunos realizaram a segunda tarefa (Missão 2), tendo o trabalho sido mais fluido.

Após concluírem as construções, a professora solicitou aos alunos que as testassem, de forma a verificar se estas obedeciam ao enunciado e ao conceito de retas concorrentes. Alguns alunos constataram que não tinham realizado corretamente a construção, uma vez que colocaram apenas uma reta sobre a outra, sem que existisse um ponto de interseção comum, como se pode observar na Figura 10.

Figura 10

Exemplo da resolução da Tarefa 1

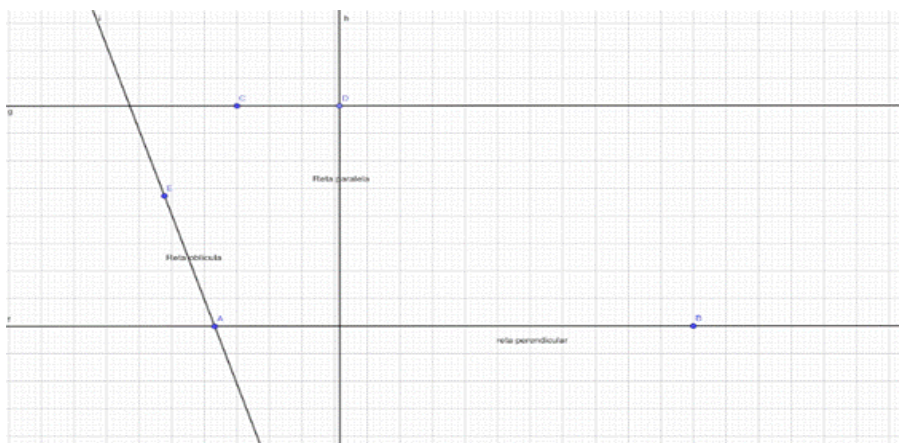


Nota. Publicado por D11 na Classroom da disciplina de Matemática.

O trabalho foi reformulado e publicado. Desta forma, a docente procurou consolidar o conceito de retas concorrentes. No que diz respeito à legenda da construção, esta foi elaborada, mas a maioria dos alunos apresentou-a de forma incompleta ou incorreta. Por exemplo, alguns alunos identificaram corretamente que se tratava de retas perpendiculares, mas não as nomearam de forma adequada, como se observa na Figura 11, ou recorreram a notações incorretas, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 11

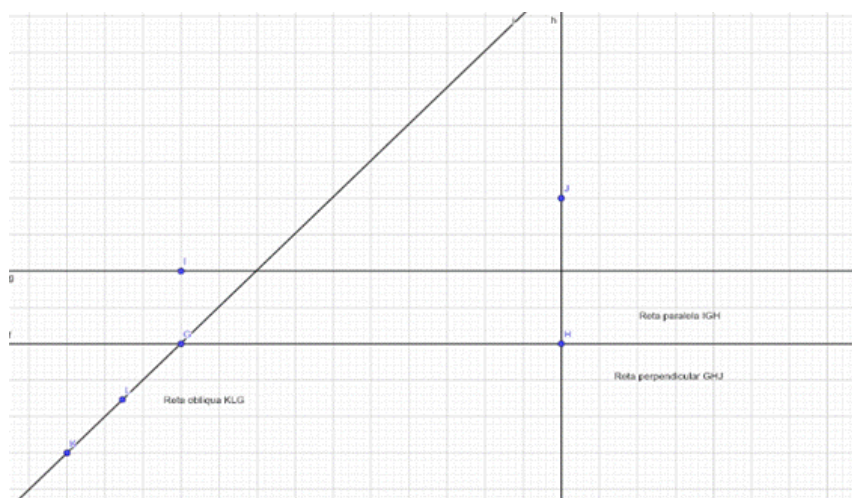
Exemplo da resolução da Tarefa 2



Nota. Publicado por D10 na Classroom da disciplina de Matemática.

Figura 12

Exemplo da resolução da Tarefa 2



Nota. Publicado por D10 na Classroom da disciplina de Matemática.

Todos os alunos concluíram a Tarefa 2 (Missão 2 do Módulo 2) dentro do tempo previsto (50 minutos). No final desta aula, foi feito o balanço e entregue a cada aluno um resumo sobre a classificação das retas, para que o colocassem no caderno. Além disso, foi solicitado que realizassem, de forma autónoma, os exercícios do caderno de atividades adotado, com o objetivo de aplicar e consolidar as aprendizagens.

Na aula seguinte, a docente partiu de uma das publicações cuja legenda estava incorreta ou incompleta, como na figura 12, para recordar os conceitos estudados e fazer a respetiva correção no grupo turma. Os alunos fizeram os registos da respetiva correção no caderno diário.

Módulo 3

O Módulo 3 tinha apenas uma tarefa com recurso ao GeoGebra. O seu objetivo era a construção e classificação de ângulos.

A docente iniciou a aula, com a projeção no quadro interativo da explicação do que é um ângulo, partindo da construção do mesmo no GeoGebra. Registou os dados que pretendia que os alunos colocassem na respetiva legenda da figura construída, alertando os mesmos para a notação matemática a utilizar. Seguidamente entregou a cada aluno dos respetivos grupos de trabalho um guião explicativo da tarefa.

Os alunos realizaram a tarefa de forma autônoma e a pares. Nesta atividade, a professora solicitou que o primeiro ângulo fosse construído no caderno diário primeiro, acompanhado da respectiva legenda, depois de verificada a construção no caderno, iniciaram a construção do ângulo com a mesma amplitude no GeoGebra.

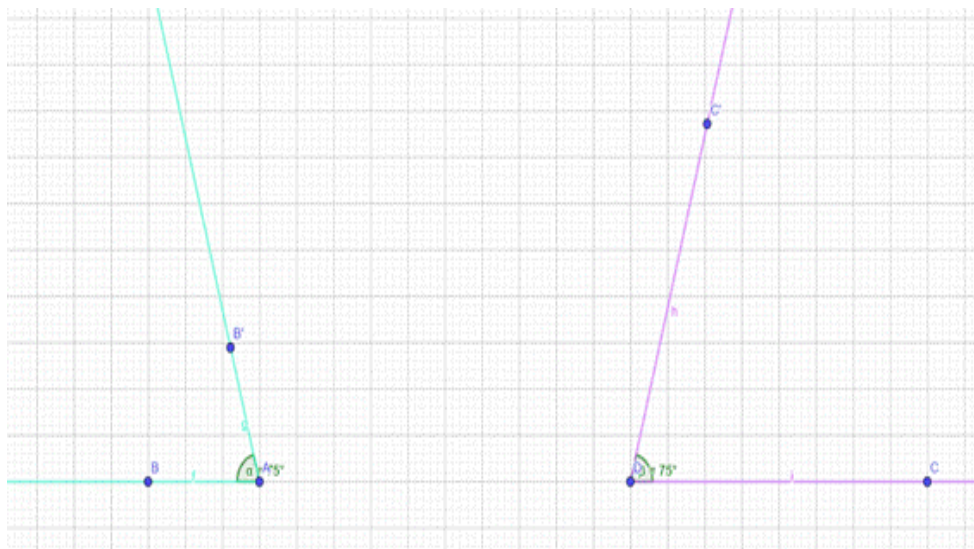
Durante a execução da tarefa, a professora circulou pela sala, prestando esclarecimentos, verificando as construções e orientando os alunos quanto às correções necessárias, tanto na representação dos ângulos como na elaboração das legendas. Paralelamente, foi colocando questões que promoviam a reflexão e conduziam os alunos à construção das conclusões pretendidas.

A maioria dos alunos revelou dificuldades na utilização do transferidor para construir um ângulo no caderno diário. Além disso, muitos não dispunham do material necessário, o que levou a docente a ter de o disponibilizar.

No GeoGebra, mesmo sem orientação explícita da docente, os alunos foram além do solicitado no guião, explorando autonomamente algumas funcionalidades da plataforma, como a alteração das cores das semirretas (construções), conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13

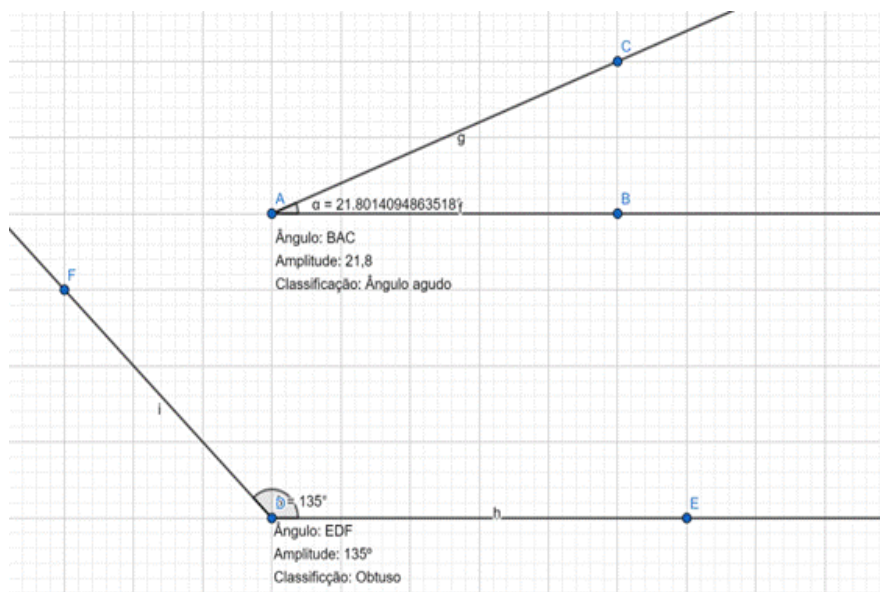
Exemplo da resolução da Tarefa do Módulo 3



Nota. Publicado por D7 e D8 na Classroom da disciplina de Matemática.

Figura 14

Exemplo da resolução da Tarefa do Módulo 3



Nota. Publicado por D4 e D15 na Classroom da disciplina de Matemática.

Módulo 4

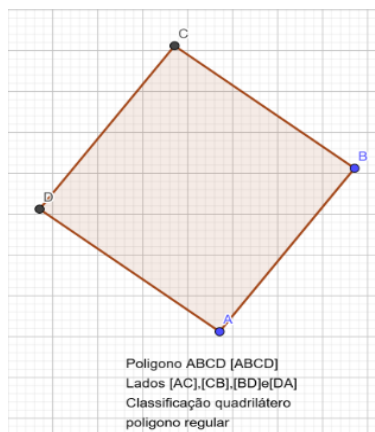
A execução das tarefas do Módulo 4 não ocorreu conforme o calendário inicial, devido a fatores externos, tanto aos alunos como à docente. Entre esses fatores, destacam-se uma falha elétrica e de internet em toda a escola, e a necessidade de ceder a sala a outras turmas face à necessidade dos alunos se adaptarem à avaliação em suporte digital das provas externas emanadas pelo Ministério da Educação (ModA para o 6º ano e as Provas Finais de Ciclo para o 9º ano). A docente ainda ponderou usar outra sala ou equipamentos portáteis, mas, optou manter a sala para o trabalho investigativo.

A ausência de alguns alunos por motivos de saúde foi outro fator que afetou o progresso do trabalho em grupo, resultando num ritmo de execução das tarefas inferior ao esperado. Em particular, na Missão 2, na qual os alunos deveriam estabelecer a relação entre o comprimento dos lados e a amplitude dos ângulos de um triângulo, bem como investigar e chegar a conclusões sobre a soma dos ângulos internos dessa figura geométrica, em grupo (pares). A docente optou por não interferir diretamente no processo de pesquisa, permitindo que os alunos realizassem as construções de forma autônoma e debatesses entre si as respectivas observações e conclusões. Como resultado, a atividade teve de ser prolongada para além das duas aulas inicialmente

previstas, sendo necessárias mais uma aula extra. Esta adaptação revelou-se essencial para que os alunos tivessem tempo suficiente para ajustar as suas pesquisas e aprofundar as suas conclusões.

Figura 15

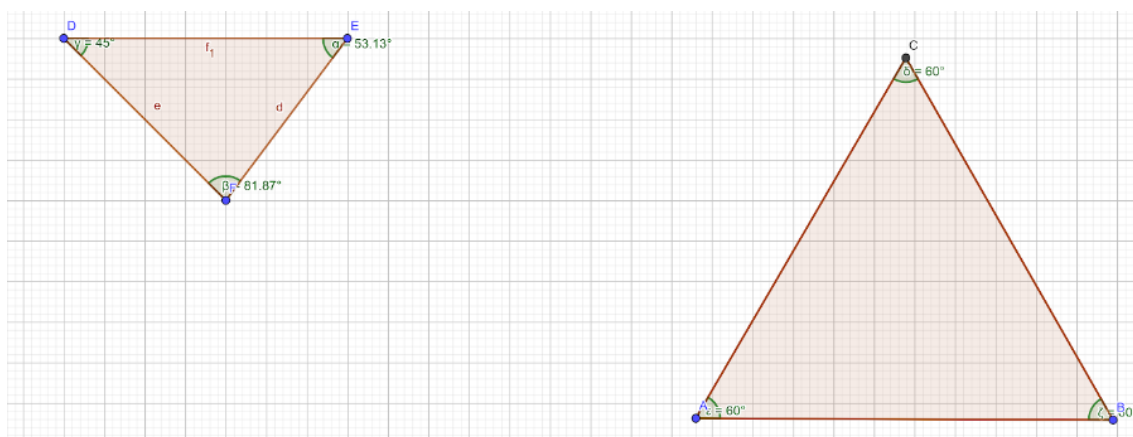
Exemplo da resolução da Missão 1 do Módulo 4



Nota. Publicado por C4 e C3, na Classroom da disciplina de Matemática.

Figura 16

Exemplo da resolução da Missão 2 do Módulo 4



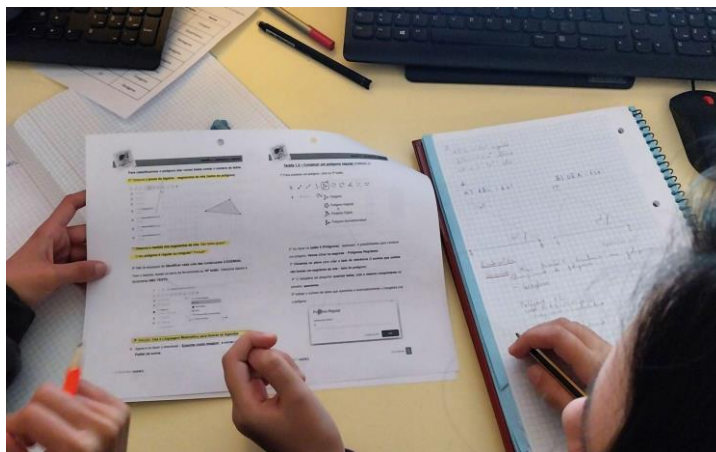
Nota. Publicado por D8 e D9, na Classroom da disciplina de Matemática.

Os alunos manifestaram grande entusiasmo ao perceberem, por meio da manipulação dos triângulos, que o aumento do comprimento de um lado resultava na ampliação do ângulo oposto. Outro momento significativo foi a descoberta de que a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre 180° . Ao testarem esta propriedade em diferentes triângulos e verificarem a sua constância, os alunos questionaram a professora: "É sempre 180° , já viu isto?". Em resposta, a

docente incentivou-os a continuar a investigar, “Será? E se tivermos outros triângulos, será que dá o mesmo valor? Ou será só nestes dois casos?”, despertando a curiosidade e o pensamento crítico.

Figura 17

Exemplo de trabalho em pares: análise do guião, registo no caderno e elaboração da legenda da construção geométrica no GeoGebra



No final da atividade foram debatidas as observações e conclusões de cada grupo, através da projeção das construções de cada grupo (partilhadas na Classroom da disciplina) e registada a conclusão final no caderno diário do aluno.

Desta forma, apesar das necessidades de ajustes na calendarização terem representado um desafio, também proporcionaram uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa.

No dia 19 de fevereiro, foi realizada a última tarefa do Módulo 4, correspondente à Missão 3, que tinha como foco a desigualdade triangular. O objetivo desta atividade era permitir que os alunos investigassem, recorrendo ao software GeoGebra, a possibilidade de construção de triângulos a partir de três segmentos de reta com diferentes comprimentos.

A proposta inicial, presente na página 47 do caderno de atividades do aluno, foi adaptada pela docente, que elaborou um guião de pesquisa orientada para facilitar a investigação. Para além do guião da tarefa para cada grupo de trabalho, a docente disponibilizou uma cópia das duas tabelas presentes no guião. As mesmas foram coladas no caderno diário dos alunos e os registos das observações e conclusões ficaram registados no caderno.

Figura 18

Tabelas a preencher pelo aluno

| | Soma 1 (a + b) | c | Soma 2 (a + c) | b | Soma 3 (b + c) | a |
|----------------------------------|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|
| Triângulo 1 a = b = c = | | | | | | |
| Triângulo 2 a = b = c = | | | | | | |

Tabela 1

| Pesquisa | Soma 1 (a + b) | c | Soma 2 (a + c) | b | Soma 3 (b + c) | a |
|--|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| Triângulo 1 a = 6 b = 5 c = 1 | | | | | | |
| Triângulo 2 a = 7 b = 5 c = 1 | | | | | | |
| Triângulo 3 a = 6 b = 5 c = 2 | | | | | | |
| Triângulo 4 a = 6 b = 5 c = 9 | | | | | | |

Tabela 2

Os alunos trabalharam a pares e a atividade decorreu conforme o planeado. Os diferentes grupos de trabalho partilharam ideias com os colegas mais próximos, o que permitiu chegar a uma conclusão final. Esta foi registada no caderno diário e partilhada com a turma.

Nesta Tarefa a tabela que foi apresentada para ser preenchida continha letras para serem substituídas por números/valores. O preenchimento da tabela foi previamente exemplificado pela docente.

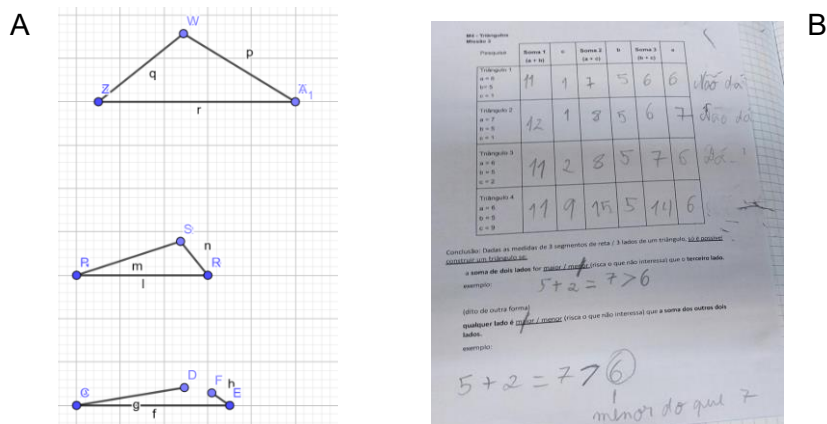
Num dos grupos de alunos, verificou-se a persistência de dificuldades na compreensão da substituição das letras pelos valores do comprimento dos lados, de modo a preencher a tabela com os dados, com os alunos a expressar: "Esta situação é muito confusa, misturar letras e números". A docente optou, por fazer novamente, a explicação para todo o grupo turma, recorrendo a um exemplo prático no GeoGebra para ilustrar a substituição das letras por números. O preenchimento da tabela, embora aparentemente simples, revelou-se desafiante para alguns alunos. No entanto, após a explicação, todos conseguiram concluir os registos.

Durante o procedimento de comparação de valores, foi necessário relembrar conceitos previamente trabalhados, como a comparação de frações, destacando os símbolos de maior, menor e igual. Após este momento de revisão, cada grupo alcançou, de forma autónoma, a conclusão pretendida.

A professora, deslocou-se pela sala de aula, esclarecendo eventuais dúvidas e fornecendo um feedback imediato sobre o trabalho realizado. Sempre que necessário, os alunos procederam aos ajustes adequados para concluir a atividade e elaborar as respetivas observações e conclusões.

Figura 19

Resolução da Tarefa do Módulo 4 – Missão 3, com recurso ao GeoGebra e análise da relação entre os lados de um triângulo



Nota. Publicado por C2 e C1, na Classroom da disciplina de Matemática.

Na aula seguinte foi feito o balanço da atividade. Foi feita uma revisão dos conteúdos abordados nas tarefas anteriores e reforçadas as conclusões da última tarefa.

Em média, 4 alunos por turma do grupo experimental, continuam a manifestar dificuldades em seguir o guião, em selecionar e deslocar um elemento construído como um segmento de reta por exemplo, e falta de autonomia, necessitando do apoio do docente ou colegas para prosseguir a investigação. Mas, no geral, os alunos progrediram na forma de trabalhar e na utilização do GeoGebra para a realização das tarefas pretendidas.

Na aula seguinte ao término das atividades do Módulo 4, foi elaborado um pequeno resumo e feito o seu registo no caderno diário, como forma de revisão e consolidação dos conteúdos abordados desde o início das atividades com o GeoGebra

Foram também realizados exercícios de aplicação e consolidação das aprendizagens. No dia 21 de fevereiro, o docente aplicou uma questão em aula (avaliação formativa), que foi resolvida e corrigida pelos próprios alunos, permitindo-lhes identificar as suas fragilidades e promover a autorregulação.

Esta questão da aula e a ficha de trabalho de aplicação dos conteúdos trabalhados até ao momento, foram feitas por todos os alunos do grupo experimental e de controlo. No grupo experimental, é de salientar que, a turma D, revelou falta de material (régua, compasso e

transferidor) indispensável para a realização das construções/tarefas em suporte de papel e que serviam de aplicação e consolidação das aprendizagens. No dia da realização da “Questão aula” (avaliação formativa sobre a construção e classificação de ângulos), mais de 50% dos alunos da turma D, não tinham o transferidor tendo a docente que o emprestar. Mais de 50% (10 alunos), dos alunos, da referida turma, revelou compreender o que é um ângulo e que necessita para o construir (duas semirretas com a mesma origem), mas manifestou dificuldades em realizar medições utilizando o transferidor e de utilizar a linguagem matemática para o designar.

Foram destinadas, mais três aulas para realização de atividades de consolidação e aplicação de conhecimentos dos conteúdos abordados desde o início da experiência de ensino, antes de avançar para o estudo da área e do perímetro.

Módulo 5

O Módulo 5 era composto por uma Missão. A Missão 5 consistiu em quatro tarefas sequenciais, quatro tarefas, com o objetivo de promover a generalização e a compreensão das fórmulas de cálculo da área do triângulo e do paralelogramo, a partir do conceito de área do retângulo.

As tarefas foram realizadas com recurso ao GeoGebra. Os cálculos, das áreas de cada uma das figuras envolvidas nas tarefas, foram feitos no caderno diário dos alunos, sendo posteriormente verificados por meio dos comandos do GeoGebra, como mostra a figura 20

Figura 20

Exemplo do procedimento indicado no guião para a verificação dos resultados

d) Verifica se os teus cálculos estão corretos no GeoGebra.

Para isso, terás de seleccionar a opção pretendida no **oitavo (8) botão** da barra de ferramentas.



Nas aulas anteriores à realização das tarefas, foi realizada uma revisão sobre retas concorrentes, com foco nas retas perpendiculares. Em seguida, introduziu-se o conceito de altura, definida como o segmento de reta que une a base (ou seu prolongamento) ao lado oposto (no caso do paralelogramo) ou ao vértice oposto (no caso do triângulo), formando um ângulo de 90° . Foram apresentados vários exemplos, por meio do software GeoGebra, com o intuito de facilitar a visualização e compreensão do conceito pelos alunos.

Posteriormente, os alunos resolveram os exercícios 3 e 4 do manual adotado, que foram fotocopiados e colados nos cadernos, permitindo que registassem as alturas dos polígonos (paralelogramos e triângulos) e construíssem as perpendiculares correspondentes, utilizando materiais de medição.

Foi também trabalhada a noção de área e de como calcular a área de um retângulo.

Por conseguinte, quando iniciaram as tarefas propostas neste módulo, os alunos já possuíam conhecimentos prévios sobre os conceitos de altura e de área de um polígono. Contudo, ao longo do módulo, foi possível identificar que alguns alunos ainda apresentavam dúvidas em relação à identificação da altura. No entanto, à medida que avançavam na execução das tarefas no GeoGebra, essas dúvidas foram sendo gradualmente esclarecidas.

Os alunos trabalharam em pares para desenvolver construções geométricas e explorar conceitos matemáticos com recurso ao software GeoGebra. As tarefas foram estruturadas de modo a estimular a autonomia e a capacidade de reflexão crítica sobre os processos de construção e cálculo.

Vou seguidamente, descrever cada uma das tarefas e a sua resolução.

Tarefa 1

A primeira tarefa incidiu sobre o cálculo da área de um retângulo. Era solicitado ao aluno que construísse um retângulo, identificasse a altura do mesmo, com um segmento de reta de cor azul. Após a identificação das medidas de cada um dos lados e da altura, foi solicitado que calculassem a área do polígono no caderno diário.

Após realizarem os cálculos manualmente no caderno, os alunos foram orientados para utilizar o GeoGebra (ferramenta de medição do GeoGebra) para verificar e validar e comparar os resultados obtidos.

Importa salientar que, com o objetivo de facilitar o processo de descoberta e aplicação das fórmulas, os alunos foram autorizados a utilizar a calculadora disponível no computador em todas as atividades desta missão. Este recurso permitiu que se concentrassem mais no raciocínio conceptual, em vez de se focarem nos cálculos aritméticos.

Os alunos concluíram esta tarefa sem dificuldades. As figuras 21 e 22 são exemplos da resolução da tarefa.

Figura 21

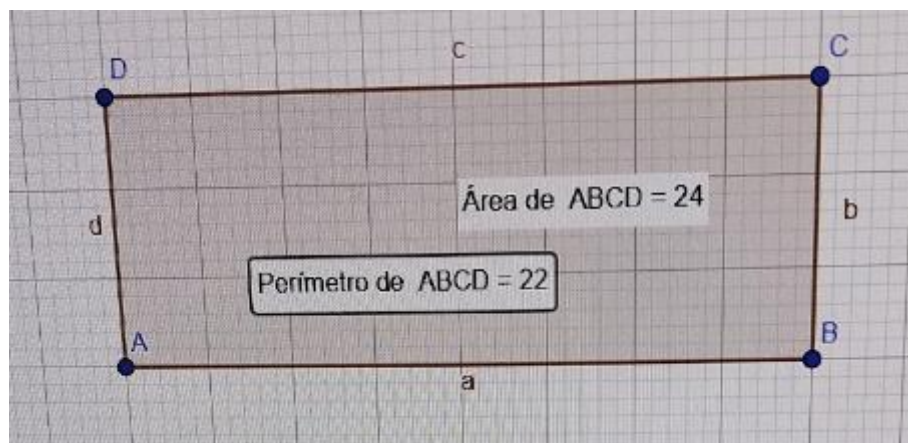
Registo, no caderno, dos cálculos da área do retângulo construído

Handwritten calculations on grid paper showing the formula for the area of a rectangle and its application to a specific example:

$$A_{\square} = b \times a$$
$$A_{\square} = 8 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$$
$$A_{\square} = 24 \text{ cm}^2$$

Figura 22

Validação dos resultados com o recurso ao GeoGebra



Nota. Publicado por C11 e C19, na *Classroom* da disciplina de Matemática.

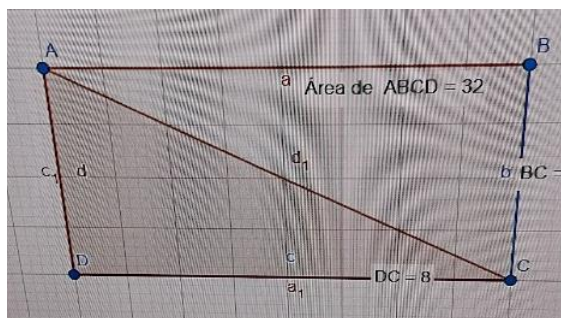
A professora acompanhou as construções e resoluções realizadas, fornecendo um feedback atempado aos alunos sobre a execução da tarefa.

Tarefa 2

A segunda tarefa solicitava que os alunos dividissem o retângulo anteriormente construído em 2 triângulos. Seguidamente, os alunos analisaram a relação entre a área do retângulo e a do triângulo. Através da visualização da construção, com facilidade concluíram que a área do triângulo era metade da área do retângulo construído.

Figura 23

Divisão da figura em dois triângulos, com identificação da altura a cor distinta e indicação das medidas da altura e da base do polígono.



Nota. Publicado por C16, na *Classroom* da disciplina de Matemática.

Para verificarem as suas conclusões, foi solicitado aos alunos que escrevessem uma fórmula para o cálculo da área do triângulo e a aplicassem, de modo a confirmar a correção das suas respostas.

O processo de realização da tarefa, nomeadamente o momento em que os alunos tentam identificar a altura do polígono, pode ser visualizado no vídeo disponível no seguinte link: [Vídeo dos alunos a realizar a tarefa](#)

A maioria dos alunos conseguiu chegar à fórmula do cálculo da área do triângulo. No entanto, alguns grupos de trabalho evidenciaram dificuldades na identificação e marcação da altura do polígono com uma cor distinta, bem como na determinação da respetiva medida.

Embora a noção de altura já tivesse sido introduzida em aulas anteriores, alguns alunos continuaram a demonstrar dificuldades em identificá-la. Como docente, percebi a necessidade de reforçar a explicação deste conceito e, para tal, recorri ao GeoGebra como ferramenta de apoio, apresentando um novo exemplo à turma.

Posteriormente, os alunos conseguiram concluir a tarefa, realizar todos os cálculos necessários no respetivo caderno diário e validar, no GeoGebra, os resultados obtidos.

Figura 24

Exemplo da resolução das Tarefas 1 e 2 no caderno diário pelos alunos

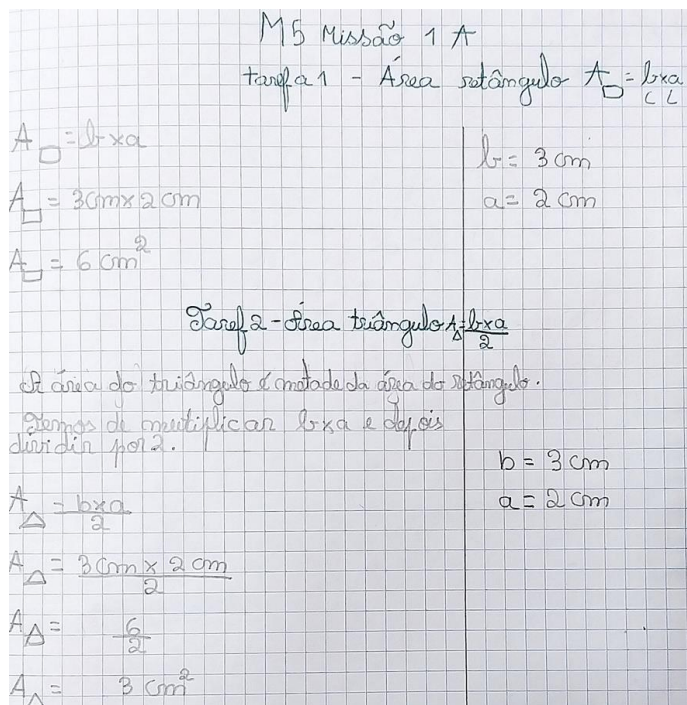


Figura 25

Exemplo do registo das conclusões de um dos grupos de trabalho no guião da Missão 5.

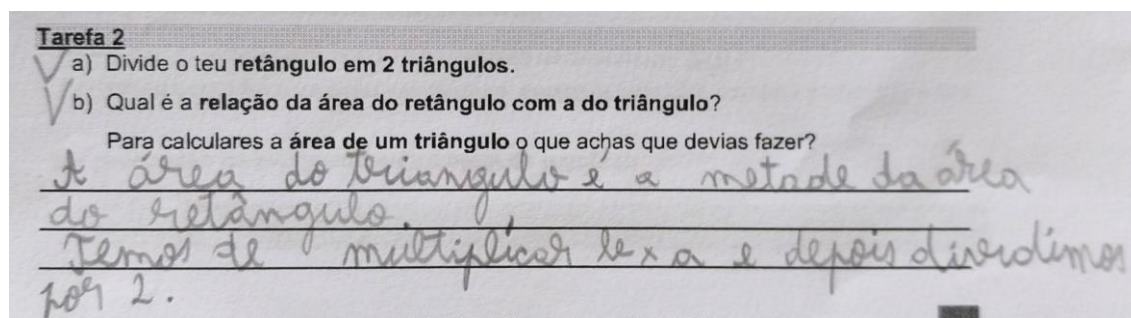
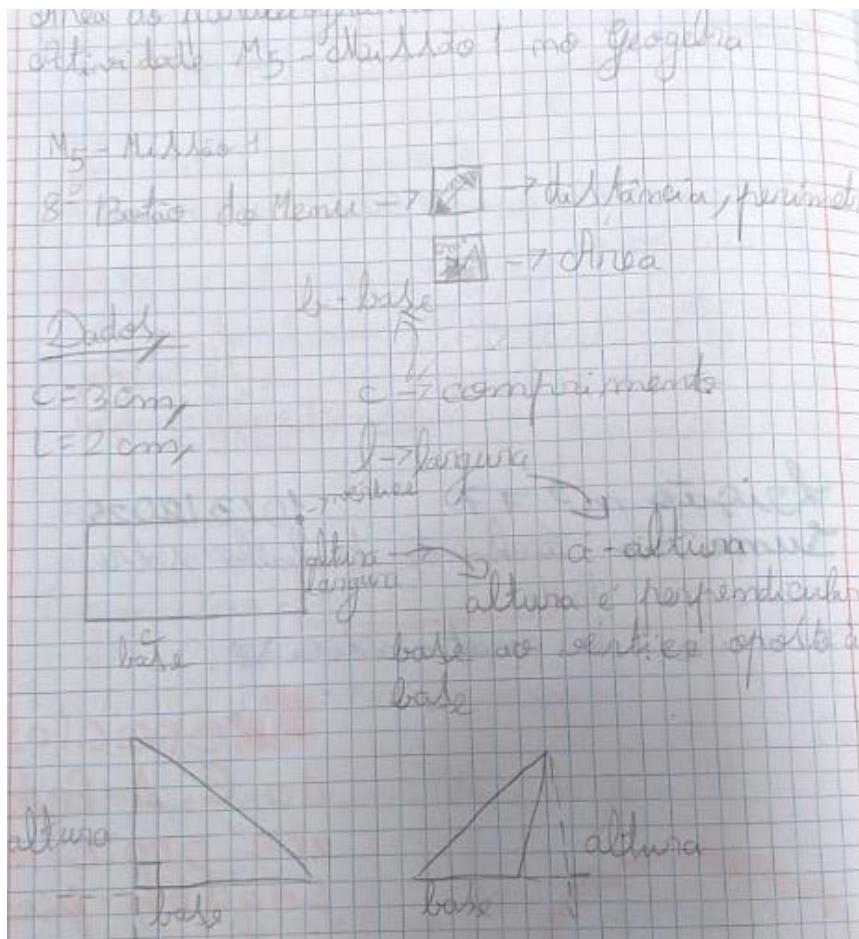


Figura 26

Exemplo dos registos de um aluno no caderno diário, com identificação da base e da altura, e utilização de ferramentas do GeoGebra para confirmar os resultados do cálculo da área e do perímetro



Os alunos que revelam mais fragilidades na matemática, tiveram um apoio mais direto na realização da atividade, para que as mesmas fossem concluídas. Os restantes trabalharam de forma autónoma e trocaram ideias entre si, concluindo a atividade no tempo previsto.

Após validação, da minha parte, de que a atividade estava concluída segundo as indicações presentes no Guião da Missão 5, os alunos passaram para a tarefa 3.

Tarefa 3

A terceira tarefa consistiu na análise de uma simulação no GeoGebra, com o objetivo de os alunos inferirem a fórmula para o cálculo da área do paralelogramo.

A atividade decorreu conforme o previsto, tendo os alunos registado as suas conclusões após a exploração da simulação disponibilizada pela docente na plataforma Classroom. A simulação utilizada está acessível em <https://www.geogebra.org/classic/fsukwmtg>.

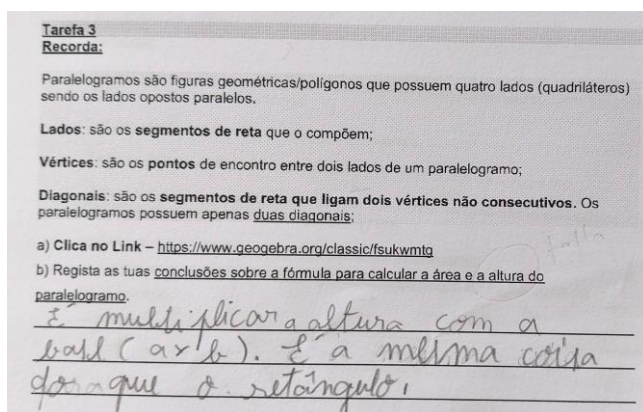
A maioria dos alunos dos diferentes grupos de trabalho das duas turmas do grupo experimental, (tendo como base as fórmulas de cálculo das áreas retângulo e a do triângulo), conseguiram chegar à fórmula de cálculo da área do paralelogramo. Marcaram a altura do mesmo a uma cor diferente, registaram a sua medida e realizaram os cálculos da área do paralelogramo. Posteriormente validaram o resultado obtido, com o auxílio da ferramenta de medição do GeoGebra, seguindo os mesmos passos das tarefas anteriores.

A professora orientou os alunos e verificou as respetivas construções e resoluções do um feedback atempado aos alunos. Os alunos ao verificarem os resultados, nem sempre os mesmos correspondiam ao que tinham calculado. O que permitiu aos mesmos, antes de chamar e solicitar ajuda da docente discutirem entre si os resultados e alterarem a resolução do mesmo. Foi notória a evolução dos alunos em termos de autonomia, quer no seguimento das indicações do guião quer na resolução das tarefas.

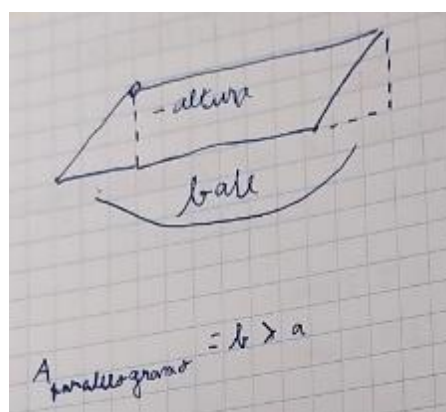
Figura 27

Conclusões de um grupo de trabalho registadas no guião da Missão 5 (A) e no caderno diário (B).

A



B



Tarefa 4

Nem todos os alunos conseguiram concluir a Tarefa 4 durante o tempo previsto em aula. Para que a Missão 5 pudesse ser realizada com sucesso, a professora solicitou que a tarefa anterior fosse finalizada em casa e apresentada na aula seguinte. Na aula seguinte, os grupos de trabalho apresentaram as suas conclusões à turma. Foram esclarecidas as dúvidas e realizados exercícios de aplicação e consolidação do cálculo de áreas de triângulos e paralelogramos.

Durante a realização desta missão, os alunos demonstraram mais autonomia, seguindo o guião, solicitando só a presença do docente para validação após a conclusão de cada uma das tarefas. O trabalho em pares decorreu de forma fluida e colaborativa, com partilha ativa de ideias tanto entre os elementos do mesmo grupo como entre grupos distintos. Os alunos mantiveram-se focados nas atividades, não houve espaço para conversas paralelas fora do âmbito da atividade.

Concluídas todas as tarefas dos diferentes módulos no GeoGebra, foi promovido um momento de balanço sobre as atividades desenvolvidas. Esta reflexão decorreu em dois momentos: numa primeira fase, em pares, e posteriormente em grande grupo. Com o objetivo de aprofundar esta reflexão, foi ainda solicitado aos alunos que respondessem ao questionário “Balanço da utilização do GeoGebra no estudo da Geometria no Plano”, com vista a estimular uma análise crítica das aulas e das atividades desenvolvidas com recurso ao GeoGebra.

Na aula seguinte, os resultados do questionário foram partilhados e analisados em grupo, promovendo uma discussão coletiva sobre a experiência de aprendizagem vivida.

Embora os dados provenientes do questionário não tenham sido utilizados formalmente nesta investigação, permitiram obter uma perceção mais clara sobre a opinião dos alunos relativamente às aulas de Geometria, em particular no que respeita ao uso do GeoGebra como ferramenta de apoio ao ensino. Estes dados revelaram-se igualmente úteis, enquanto instrumento de reflexão profissional, para ajustar e aprimorar a prática pedagógica.

3.4. Resumo

A experiência de ensino decorreu entre os dias 15 de janeiro e 26 de fevereiro, na sala de informática, com as duas turmas do grupo experimental.

As missões e respetivas tarefas foram desenvolvidas em contexto de sala de aula, com o apoio de guiões explicativos disponibilizados aos alunos. O trabalho foi realizado de forma

individual e/ou em pares, e os produtos criados com recurso ao software GeoGebra foram partilhados na plataforma Google Classroom da disciplina. As observações e conclusões dos alunos foram inicialmente registadas nos guiões e, posteriormente, discutidas em contexto coletivo, em sala de aula.

A construção de ângulos e triângulos foi efetuada com o apoio do GeoGebra e reforçada nas aulas seguintes através do registo no caderno diário, utilizando régua, compasso e transferidor. Os cálculos associados ao Módulo 5 foram igualmente realizados nos respetivos cadernos.

Foi notória a evolução dos alunos ao nível da autonomia, tanto na realização das tarefas como na interpretação e seguimento das orientações presentes nos guiões. Verificou-se uma progressiva capacidade dos alunos em gerir o seu trabalho de forma mais independente, demonstrando maior responsabilidade e iniciativa na resolução das atividades propostas.

Ao longo de todo o processo, a docente assumiu um papel ativo na mediação da aprendizagem, oferecendo feedback imediato e oportuno, o que promoveu a autorregulação dos alunos e a consecução das tarefas propostas.

Embora estas tarefas não tenham sido utilizadas como instrumentos formais de recolha de dados, foram essenciais para a concretização do presente estudo, o qual se baseia numa experiência de ensino estruturada em cinco missões. Cada missão integrou tarefas de natureza exploratória, desenvolvidas com recurso ao software GeoGebra, em consonância com uma abordagem pedagógica de carácter ativo.

Nesta experiência, a docente assumiu duas funções complementares: a de professora e a de investigadora.

A experiência de ensino está alinhada com os princípios do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins et al., 2017), bem como com as orientações curriculares em vigor, nomeadamente as Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 5.º ano, na versão revista a 29 de dezembro de 2021 (Canavarro et al., 2021a). Todas as tarefas desenvolvidas decorreram no âmbito das atividades letivas.

Após a conclusão da experiência de ensino, foi aplicado o Teste 2, com o objetivo de recolher dados sobre as aprendizagens adquiridas pelos alunos. Todas as tarefas desenvolvidas estiveram inseridas no contexto das atividades letivas.

4. Metodologia

Neste capítulo, é apresentada a contextualização da escola onde o estudo será realizado, bem como a caracterização dos alunos que constituirão o grupo de controlo (duas turmas) e o grupo experimental (duas turmas). São igualmente descritos a metodologia de investigação, o processo de recolha e tratamento de dados e os cuidados éticos adotados. Este capítulo está estruturado em sete subcapítulos, nos quais são detalhadas as diferentes etapas e procedimentos metodológicos adotados no estudo.

No primeiro subcapítulo, são apresentadas as opções metodológicas gerais, incluindo o enquadramento teórico e a abordagem adotada para o desenvolvimento da investigação. A metodologia de investigação será predominantemente quantitativa, com a aplicação de testes de desempenho para avaliar a aprendizagem dos alunos.

O segundo subcapítulo detalha as fases do estudo, especificando as etapas previstas para a implementação da experiência de ensino. As fases incluem a preparação dos materiais didáticos, a aplicação de testes iniciais, a implementação de intervenções/estratégias pedagógicas e a aplicação de testes finais.

O terceiro subcapítulo caracteriza o contexto da pesquisa. É feita uma breve descrição do contexto educativo do agrupamento de escolas onde o estudo será realizado, descrevendo detalhadamente a escola onde decorrerá a experiência de ensino e a recolha de dados. É também feita uma caracterização sumária da amostra, composta pelos alunos dos grupos experimental e de controlo. O grupo experimental será composto por duas turmas onde se realizará a *experiência de ensino* com recurso ao software GeoGebra, enquanto o grupo de controlo será composto por duas turmas que seguirão o currículo tradicional.

O quarto subcapítulo descreve os métodos de recolha de dados, incluindo as técnicas e instrumentos utilizados. Serão utilizados testes de desempenho para avaliar as aprendizagens dos alunos. Este subcapítulo detalha também o processo de elaboração dos testes de avaliação das aprendizagens, incluindo a definição dos objetivos de aprendizagem, a construção dos itens de teste, os critérios de correção e cotação e a validação dos instrumentos.

O quinto subcapítulo descreve os procedimentos de recolha de dados, incluindo a aplicação dos testes de desempenho, bem como a organização e o armazenamento dos dados recolhidos.

O sexto subcapítulo detalha os procedimentos de análise de dados, nomeadamente as técnicas estatísticas que serão utilizadas para analisar os resultados dos testes de desempenho e dos questionários.

O sétimo subcapítulo aborda os cuidados éticos adotados no estudo, nomeadamente a obtenção de consentimento informado dos participantes, a garantia de confidencialidade dos dados e o respeito pelos seus direitos.

4.1. Opções metodológicas gerais e plano de investigação

A investigação tem evidenciado o impacto positivo nas aprendizagens e no envolvimento dos alunos quando são adotadas metodologias ativas, com recurso a tecnologias educativas, no ensino da matemática. Vários estudos têm demonstrado que a utilização de ambientes de Geometria Dinâmica, como o GeoGebra e o Cabri Geometry, promove um maior envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem, favorecendo a construção do conhecimento e resultando em aprendizagens mais significativas (Coutinho, 2014; Silva & Pereira, 2020). A incorporação dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem tem sido associada a uma maior interação dos estudantes com os conceitos matemáticos, permitindo-lhes explorar, visualizar e compreender os conteúdos de forma mais aprofundada, como evidenciado por estudos recentes (Oliveira, 2018).

Além disso, o interesse inicial manifestado pela investigadora foi corroborado pela Revisão Sistemática da Literatura (RSL) realizada a qual indicou escassez de estudos focados no uso de tecnologias no ensino da Matemática, especificamente para alunos do 2º ciclo do ensino básico.

A lacuna identificada no âmbito da investigação justifica a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o impacto da utilização do software GeoGebra no contexto educativo. O intuito deste estudo é responder à seguinte questão de investigação: Que impacto tem a utilização de ambientes de geometria dinâmica (GeoGebra) na aprendizagem da matemática por alunos do 5º ano? A investigação tem como objetivo avaliar o impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos no estudo do tema "Geometria e medida", mais concretamente no

tópico "Figuras no plano". E testar a seguinte hipótese: existe um aumento da percentagem obtida nos testes nos alunos que utilizam o software GeoGebra para estudar o tema "Geometria e medida", mais concretamente o tópico "Figuras no plano", em comparação com os que não utilizam.

4.1.1. Paradigma - Pós-positivista

Segundo Coutinho (2014, p.11), "o paradigma positivista é caracterizado pela procura de relações de causa e efeito, utilizando métodos quantitativos para testar hipóteses e teorias". Por sua vez, o pós-positivismo representa uma evolução do positivismo, incorporando as suas características fundamentais, mas reconhecendo as limitações inerentes às nossas observações e interpretações. O pós-positivismo parte da premissa de que a realidade pode ser observada e medida de forma objetiva, mas reconhece que as medições e interpretações estão sujeitas a influências externas, contextuais e até mesmo subjetivas, que podem distorcer ou limitar os resultados (Creswell, 2014, p. 6).

Este estudo será baseado no paradigma pós-positivista, que se caracteriza pela procura de explicações causais e pela aplicação de métodos quantitativos rigorosos para testar hipóteses e teorias. A utilização de dados numéricos e análises estatísticas permitirá identificar padrões e relações entre variáveis. No entanto, o pós-positivismo também reconhece que os dados recolhidos estão sempre sujeitos a limitações, como a precisão dos instrumentos de medição, as condições do ambiente de investigação e as características dos participantes, tornando as conclusões provisórias e suscetíveis de revisão à medida que surgem novas evidências.

A opção por este paradigma justifica-se pela necessidade de obter resultados mensuráveis e comparáveis, essenciais para avaliar de forma objetiva o impacto do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos. A abordagem quantitativa permitirá, assim, analisar as diferenças de desempenho entre os grupos experimental e de controlo, reconhecendo simultaneamente a influência de variáveis externas que possam afetar os resultados. Isso permitirá uma avaliação mais precisa e crítica do impacto do GeoGebra na aprendizagem.

4.1.2. Metodologia

A metodologia adotada foi de natureza quantitativa e de cariz quase-experimental, utilizando instrumentos de recolha e análise de dados que permitiram medir as diferenças de

desempenho entre os grupos experimental e de controlo. A opção por um delineamento quase-experimental, deve-se ao facto de os alunos já estarem organizados em turmas no início do ano letivo, tornando impossível a sua atribuição aleatória aos grupos. Apesar dessa limitação, o delineamento quase-experimental foi adequado para comparar grupos semelhantes e identificar o impacto do GeoGebra na aprendizagem. A abordagem adotada foi hipotético-dedutiva, permitindo formular hipóteses que serão testadas com recurso a dados quantitativos.

Serão utilizados dois instrumentos de recolha de dados: dois testes de avaliação das aprendizagens (um a aplicar antes da experiência de ensino com o GeoGebra, e outro final, após essa utilização). Os mesmos instrumentos foram aplicados à totalidade das turmas (de controlo e experimentais), com o objetivo de comparar os resultados obtidos antes e depois da intervenção pedagógica. Segundo Coutinho (2014), "a metodologia quantitativa foi adequada para estudos que visam quantificar variáveis e analisar as relações entre elas, utilizando técnicas estatísticas para interpretar os dados". Os instrumentos foram elaborados com base nos testes fornecidos pela Texto Editora, tendo em conta as aprendizagens essenciais da disciplina de Matemática para o 5º ano.

4.1.3. Instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados foi realizada em sala de aula, recorrendo a instrumentos em suporte de papel. A investigadora desempenhou um duplo papel: foi a professora de duas das quatro turmas envolvidas no estudo e, simultaneamente, a responsável pela conceção e aplicação da experiência de ensino. Além disso, assumiu a responsabilidade pela avaliação e tratamento dos dados recolhidos. Esta dupla função permitiu uma observação direta e contínua do processo educativo.

4.2. Fases do estudo

4.2.1. Fase 1: Planificação e preparação

Inicialmente, foram definidos os objetivos específicos da pesquisa e elaborados os instrumentos de avaliação, incluindo as grelhas de recolha e registo de dados, bem como os critérios de correção e avaliação dos alunos. Serão delineadas as atividades pedagógicas e as metodologias a adotar, com base nos recursos disponibilizados pelo manual adotado e na planificação previamente estabelecida para o tema "Figuras no Plano". As adaptações à unidade

didática foram realizadas de modo a integrar tarefas que apelam ao uso do software GeoGebra no grupo experimental e que promovam um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo. O grupo de controlo seguirá a planificação tradicional, utilizando os métodos convencionais de ensino previstos no manual. Esta fase incluiu também reuniões com a professora das turmas do grupo de controlo, com o intuito de fornecer orientações detalhadas sobre as estratégias pedagógicas a aplicar no grupo de controlo, de modo a garantir a eficácia da intervenção.

4.2.2. Fase 2: 1º Teste de Avaliação das Aprendizagens (Teste Diagnóstico)

Antes de iniciar o estudo do tema "Geometria e Medida", mais concretamente o tópico "Figuras no plano", foi aplicado um teste diagnóstico a ambos os grupos, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Este teste servirá de referência para comparar os resultados iniciais e finais de cada grupo. A aplicação deste teste foi importante para ajustar as estratégias pedagógicas conforme necessário. Segundo Coutinho (2014), "os testes diagnósticos foram fundamentais para identificar o nível inicial de conhecimentos dos alunos e orientar a intervenção pedagógica.

4.2.3. Fase 3: Implementação

Durante um período de sete semanas, o grupo experimental realizou atividades interativas com base nos guiões de aprendizagem, que foram adaptados para promover o raciocínio geométrico e a visualização espacial, utilizando o GeoGebra. O grupo de controlo, por sua vez, abordou o mesmo conteúdo com recurso a métodos tradicionais de ensino, e as tarefas propostas aos alunos foram resolvidas em papel, com recurso aos materiais de desenho (esquadro, régua, compasso e transferidor). As aulas decorreram em blocos de 50 minutos, com tarefas estruturadas para incentivar a exploração e a construção do conhecimento. No final de cada sessão, os alunos do grupo experimental, utilizaram o Padlet para partilhar as suas construções/conclusões das tarefas atribuídas, facilitando a reflexão e o feedback colaborativo. Embora o uso do Padlet seja uma ferramenta complementar importante, as suas interações não foram consideradas para a recolha de dados do estudo.

4.2.4. Fase 4: Teste Final e Análise dos Dados

Após a conclusão da intervenção pedagógica, foi aplicado um segundo teste a ambos os grupos, com o objetivo de avaliar o progresso da aprendizagem dos dois grupos no tema

"Geometria e Medida", no tópico "Figuras no plano". Os resultados obtidos serão analisados recorrendo a testes estatísticos apropriados. A análise estatística permitiu determinar a eficácia da utilização do GeoGebra no processo de aprendizagem dos alunos. Conforme referido por Coutinho (2014), a análise estatística é crucial para validar os resultados de estudos quantitativos e identificar relações significativas entre variáveis.

4.3. Contexto da pesquisa: Instituição e Amostra

4.3.1. Caracterização da instituição

A instituição onde foi realizado o estudo, faz parte do Agrupamento de Escolas de Sines. O Agrupamento de Escolas de Sines (AES) estava localizado no concelho de Sines, no distrito de Setúbal, e abrange as freguesias de Sines e Porto Covo.

Segundo o Plano Plurianual de Melhoria 2022-2025 do Agrupamento de Escolas de Sines (2022),

“a população da freguesia de Sines, ainda com um passado recente dedicado à pesca, reflete agora o complexo industrial onde está inserida, com famílias de operários com menor escolarização e famílias escolarizadas que desempenham funções técnicas nas empresas da zona. A freguesia de Porto Covo vive maioritariamente da atividade piscatória e do turismo sazonal, e uma ínfima parte da agricultura, sendo a sua população escolarizada” (p. 3).

De acordo com o Plano Plurianual de Melhoria 2022-2025, a população escolar do Agrupamento de Escolas de Sines é multicultural, integrando alunos de etnia cigana (4%) e oriundos de cerca de 28 países, em especial do Leste Europeu, dos PALOP e da América do Sul. Esta diversidade constitui um fator de enriquecimento, mas também um desafio para o contexto educativo (Agrupamento de Escolas de Sines, 2022).

A escola Vasco da Gama de Sines é a escola-sede, onde se lecionam os 2º e 3º ciclos. O seu patrono é Vasco da Gama.

A escola tem dois pisos, com 24 salas de aula, os serviços administrativos, a reprografia, *buffet* para os alunos e professores e o refeitório, um gabinete para os serviços de orientação e psicologia, gabinete da Direção, sala de atendimento aos encarregados de educação, 3 salas equipadas especificamente para os docentes trabalharem com alunos de necessidades

educativas especiais que têm um currículo específico individual, uma biblioteca escolar, uma sala de convívio, balneários e uma sala de professores. Possui ainda um pavilhão gimnodesportivo. As instalações são modernas e há acesso à internet. Todas as salas estão equipadas com um projetor, quadro interativo e um computador para o professor, bem como ilhas com 2 a 4 computadores para os alunos. Possui ainda uma sala de informática e uma biblioteca com um setor informático equipado com um projetor multimédia e computadores para uso dos alunos e/ou docentes.

Para este estudo foi requisitada a sala de informática.

Neste estabelecimento de ensino, no presente ano letivo, o 2.º ciclo encontra-se distribuído por 7 turmas do 5º e 8 turmas do 6º ano. O terceiro ciclo está distribuído por 4 turmas do 7º ano, 3 turmas do 8º ano e 2 turmas do 9º ano.

Neste estudo, será utilizada uma amostra constituída por 70 alunos de quatro turmas designadas ficticiamente por A, B, C e D, para proteger a identidade dos participantes.

4.3.2. Caracterização da amostra (grupo experimental e grupo de controlo)

Os participantes do estudo consistem em alunos de quatro turmas do 5.º ano de uma instituição pública de ensino básico. Para a condução do estudo, as turmas foram organizadas em dois grupos: o grupo de controlo, composto por duas turmas, e o grupo experimental, também formado por duas turmas. Para efeitos de identificação no estudo, as turmas foram designadas pelas letras A, B, C e D.

A) Caracterização geral do Grupo de controlo (Turma A e Turma B)

Turma A

A turma A é composta por 20 alunos, dos quais nove são do sexo masculino e onze do sexo feminino, com idades predominantemente entre os nove e os dez anos. A maioria dos estudantes nasceu em 2014, num total de dezasseis alunos, enquanto os quatro restantes, nasceram em 2013. Esta composição reflete um grupo maioritariamente em idade adequada para o 5º ano de escolaridade.

Em relação ao apoio socioeconómico, três alunos são beneficiários do Apoio Social Escolar (ASE), distribuídos pelos escalões B (dois alunos) e C (um aluno). Os outros 17 alunos não beneficiam deste apoio.

Nenhum estudante foi identificado com Necessidades Educativas Especiais (NEE).

Em relação ao desempenho escolar, 85% da turma, ou seja, 17 alunos, obtiveram sucesso pleno, na avaliação do primeiro período.

Em geral, a turma tem um comportamento adequado ao trabalho em sala de aula. No entanto, foi identificado que oito alunos têm dificuldade em manter a atenção e a concentração. Estes alunos também demonstram pouco empenho na realização das tarefas propostas.

Turma B

A turma B é composta por 19 alunos com idades entre os nove e os dez anos, dos quais oito são do sexo masculino e onze do sexo feminino. A maioria dos alunos, catorze no total, nasceu em 2014, ao passo que os restantes cinco, nasceram em 2013.

Em termos de contexto socioeconómico, apenas uma pequena parcela dos alunos beneficia de apoio social escolar: dois alunos estão no escalão A e um no escalão B. A maior parte da turma (dezasseis alunos), não está abrangida por nenhum dos escalões de apoio.

Três alunos foram identificados com Necessidades Educativas Especiais (NEE), sendo que um deles usufrui de Adaptações Curriculares Significativas (ACS). Não existem alunos repetentes.

No que diz respeito ao aproveitamento, durante o primeiro período, a turma obteve um sucesso pleno de 53%. De um total de 19 alunos, 10 não obtiveram qualquer nível inferior a três. Alguns alunos apresentam falta de autonomia e responsabilidade, além de dificuldades em manter a atenção e a concentração. Revelam também, ausência de hábitos e métodos de estudo. Foram observados também, casos de apatia em relação às tarefas propostas em sala de aula, bem como baixa assiduidade e pontualidade.

O comportamento global da turma foi considerado satisfatório, embora alguns alunos ainda apresentem dificuldades em cumprir regras básicas, como saber estar e saber ouvir. Destacam-se negativamente sete alunos.

A tabela 9 que seguidamente se apresenta, resumem as características gerais do Grupo de Controlo.

Tabela 9

Caraterização do grupo de controlo, com base nos dados retirados da listagem dos alunos das turmas A e B

| Categoria | Número de Alunos | Grupo de controlo Total | Turma A Total: 20 alunos | Turma B Total: 19 alunos |
|---|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Distribuição por género | | | | |
| Masculino | | 17 | 9 | 8 |
| Feminino | | 22 | 11 | 11 |
| Apoio Social Escolar (ASE) | | | | |
| Escalão A | | 2 | 0 | 2 |
| Escalão B | | 3 | 2 | 1 |
| Escalão C | | 1 | 1 | 0 |
| Não aplicável | | 33 | 17 | 16 |
| Aluno identificado com NEE | | 3 (1 ACS) | 0 | 3 |
| Repetências | | 0 | 0 | 0 |
| Repetente | | 0 | 0 | 0 |
| Não repetentes | | 39 | 20 | 19 |
| Estudantes por ano de nascimento | | | | |
| Nascidos em 2013 | | 9 | 4 | 5 |
| Nascidos em 2014 | | 30 | 16 | 14 |
| Nota: Embora o grupo controlo seja composto por 39 alunos, apenas os dados de 35 foram considerados para efeitos de análise, uma vez que apenas estes realizaram, em simultâneo, a Ficha de Avaliação das Aprendizagens 1 e a Ficha de Avaliação das Aprendizagens 2. Esta delimitação justifica o número total de alunos incluídos na apresentação dos resultados no capítulo 6. | | | | |

Em suma:

O grupo de controlo é composto por um total de 39 alunos. No entanto, apenas 38 participaram no estudo, uma vez que um dos alunos beneficia de Adequações Curriculares Significativas (ACS).

A distribuição por género mostra uma ligeira predominância do sexo feminino, com 22 alunas em comparação com 17 alunos do sexo masculino (43,6%). No que diz respeito ao apoio social escolar, 33 alunos (84,6%) não recebem apoio (ASE). Apenas seis alunos (15,4%) recebem algum tipo de apoio, distribuídos da seguinte forma: Escalão A: dois alunos (5,1%); Escalão B:

três alunos (7,7%); Escalão C: um aluno (2,6%). Apenas três alunos foram identificados com Necessidades Educativas Especiais (NEE) e não há alunos repetentes, e a idade média é de 10 anos.

B) Caracterização geral do Grupo Experimental (Turma C e Turma D)

Turma C

A turma C é formada por 19 alunos, dos quais treze são do sexo masculino e seis do sexo feminino. A faixa etária predominante é a dos nove aos dez anos. A maioria dos alunos, quinze no total, nasceu em 2014. Os restantes são três alunos nascidos em 2013 e um aluno nascido em 2012. Esta composição indica que a maioria dos estudantes está na idade apropriada para frequentar o 5.º ano de escolaridade.

Em relação ao apoio socioeconómico, dois alunos são beneficiários do Apoio Social Escolar (ASE), distribuídos pelos escalões A (um aluno) e B (um aluno). Os outros dezassete alunos não beneficiam deste apoio. Dois alunos estão identificados como alunos de Necessidades Educativas Especiais (NEE).

No que se refere ao desempenho escolar, 84% dos alunos da turma (17 estudantes) obtiveram sucesso pleno na avaliação do primeiro período. No geral, os alunos demonstraram empenho e interesse no desenvolvimento das aprendizagens, cumprindo a maioria das tarefas propostas, tanto em sala de aula quanto em casa. No entanto, três alunos apresentaram fragilidades significativas, nomeadamente dificuldades de atenção e concentração durante as atividades, baixa participação, ausência de hábitos e métodos de estudo, falta de organização, poucos hábitos de leitura e dificuldades na interpretação e compreensão de enunciados.

O comportamento da turma é satisfatório, contribuindo para um ambiente propício ao ensino e à aprendizagem. No entanto, foram identificados quatro alunos cujas atitudes afetam negativamente a dinâmica da sala de aula. Estes alunos envolvem-se frequentemente em conversas paralelas, demonstram desorganização ou mesmo falta de material escolar e dificuldades em trabalhar colaborativamente com os seus pares.

Turma D

A turma D é composta por 18 alunos com idades entre os nove e os catorze anos, dos quais nove são do sexo masculino e nove do sexo feminino. A maioria dos alunos, 13 no total,

nasceu em 2014, ao passo que os restantes cinco, nasceram em 2010 (1 aluno), 2011 (1 aluno) e 2013 (4 alunos).

Em termos de contexto socioeconómico, apenas uma pequena parcela dos alunos beneficia de apoio social escolar: cinco alunos estão no escalão A. A maior parte da turma (13 alunos), não está abrangida por nenhum dos escalões de apoio.

Três alunos foram identificados com Necessidades Educativas Especiais (NEE), sendo que um deles usufrui de Adaptações Curriculares Significativas (ACS) e um é repetente.

No que diz respeito ao aproveitamento, a turma obteve um sucesso pleno de 50% no primeiro período. De um total de 18 alunos, nove não obtiveram qualquer nível inferior a três. No entanto, alguns alunos revelam falta de autonomia, responsabilidade e atenção/concentração, além de falta de empenho e de hábitos e métodos de estudo e de trabalho. De um modo geral, verificam-se dificuldades na escrita, na interpretação de textos e na compreensão de enunciados. Além disso, há casos de falta de assiduidade e de pontualidade.

No entanto, o comportamento da turma é satisfatório, permitindo um clima propício à aprendizagem.

A Tabela 10, apresentados seguidamente, resumem as características gerais do Grupo Experimental

Tabela 10

Caraterização do grupo experimental, com base nos dados retirados da listagem dos alunos das turmas C e D

| Categoria | Número de Alunos | Grupo Experimental | Turma C | Turma D |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | | Total | Total: 19 alunos | Total: 18 alunos |
| Distribuição por género | | | | |
| Masculino | | 22 | 13 | 9 |
| Feminino | | 15 | 6 | 9 |
| Apoio Social Escolar (ASE) | | | | |
| Escalão A | | 6 | 1 | 5 |
| Escalão B | | 1 | 1 | 0 |
| Escalão C | | 0 | 0 | 0 |
| Não aplicável | | 30 | 17 | 13 |
| Aluno identificado com NEE | | | | |
| Repetências | | 5 | 2 | 3 |
| Repetente | | | | |
| Repetente | | 1 | 0 | 1 |

| | | | |
|---|----|----|----|
| Não repetentes | 37 | 19 | 17 |
| Estudantes por ano de nascimento | | | |
| Nascidos em 2010 | 1 | 0 | 1 |
| Nascidos em 2011 | 0 | 0 | 0 |
| Nascidos em 2013 | 8 | 4 | 4 |
| Nascidos em 2014 | 28 | 15 | 13 |
| Nota: Embora o grupo experimental seja composto por 37 alunos, apenas os dados de 35 foram considerados para efeitos de análise, uma vez que apenas estes realizaram, em simultâneo, a Ficha de Avaliação das Aprendizagens 1 e a Ficha de Avaliação das Aprendizagens 2. Esta delimitação justifica o número total de alunos incluídos na apresentação dos resultados no capítulo 6. | | | |

Em suma:

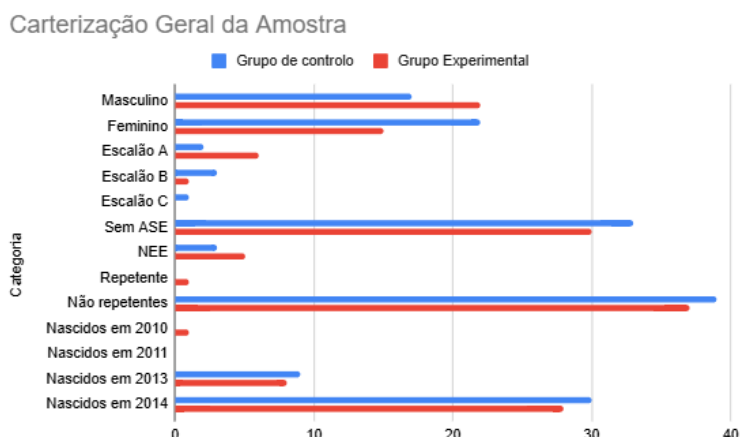
A amostra do grupo experimental é composta por 37 alunos, mas só 36 participam do estudo, uma vez que um dos alunos tem Adequações Curriculares Significativas (ACS).

Observa-se uma distribuição equilibrada entre alunos dos dois géneros, com uma ligeira predominância do género masculino, vinte e dois alunos (59,4%) em comparação com quinze do sexo feminino (40,5%). No que diz respeito ao apoio social escolar, a maioria dos alunos (trinta alunos - 81%) não está incluída em nenhum escalão, ao passo que seis alunos estão no escalão A, um no escalão B. Cinco alunos foram identificados com Necessidades Educativas Especiais (NEE), um dos quais com Adequações Curriculares Significativas. Um dos alunos é repetente, enquanto os outros trinta e seis (97,2%) não têm histórico de repetência. Quanto ao ano de nascimento, a maior parte dos alunos nasceu em 2014 (vinte e oito alunos - 75,6%), seguida de oito alunos nascidos em 2013 (21,6%) e apenas um aluno nasceu em 2010.

O gráfico seguinte apresenta uma caracterização geral da amostra, composta pelos grupos de Controlo (azul) e Experimental (vermelho), anteriormente referidos.

Figura 28

Gráfico de barras com as características gerais da amostra



A análise da caracterização da amostra evidencia uma grande proximidade entre os grupos de controlo e experimental. Ambos apresentam uma distribuição equilibrada quanto ao género, com ligeira predominância do masculino, e uma composição semelhante no que respeita ao apoio social escolar e à presença de Necessidades Educativas Especiais (NEE). Também no que diz respeito ao histórico de repetência e à distribuição etária, observa-se homogeneidade, sendo a maioria dos alunos nascida em 2014. Esta proximidade entre os grupos garante condições de comparabilidade e aumenta a robustez das conclusões alcançadas.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Para se desenvolver a investigação, adotou-se uma abordagem quantitativa. Com o objetivo de avaliar o impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem dos alunos no estudo do tema "Geometria e medida", e testar a hipótese de que há um aumento na percentagem obtida nos testes dos alunos que utilizam o software em comparação com os que não utilizam, foram criados instrumentos de recolha de dados. Estes instrumentos incluem dois testes de avaliação das aprendizagens, desenvolvidos para medir o desempenho dos alunos em dois grupos: utilizadores e não utilizadores do GeoGebra, correspondendo ao grupo experimental e ao grupo de controlo, respetivamente. Estes testes foram aplicados em dois momentos distintos: um teste de avaliação inicial, realizado no início do período de estudo, e um teste final, aplicado após a implementação de uma *experiência de ensino*, que envolvia atividades com recurso ao software GeoGebra.

O teste inicial (Diagnóstico) foi concebido para avaliar o nível de conhecimentos prévios dos alunos sobre os temas a abordar durante a experiência de ensino. Contém vários tipos de perguntas, como escolha múltipla, verdadeiro ou falso e questões abertas, permitindo uma avaliação abrangente das competências iniciais dos alunos. Os resultados deste teste forneceram uma base de comparação para avaliar o progresso dos alunos ao longo do estudo.

Embora essencial para o desenvolvimento deste estudo, a experiência de ensino não foi considerada para recolha de dados. Esta experiência foi desenvolvida com base em metodologias pedagógicas inovadoras, com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos e de os envolver ativamente no processo de ensino e aprendizagem. Foram elaboradas tarefas que requerem a utilização do software GeoGebra para a sua execução. Durante este período, foram implementadas estratégias de ensino diferenciadas, adaptadas às necessidades específicas de cada aluno, com vista a promover um ambiente de aprendizagem eficaz. Além disso, foram adotadas estratégias de trabalho colaborativo entre pares em algumas tarefas, com o intuito de promover o desenvolvimento de competências transversais e a aprendizagem.

O teste final foi aplicado no final da experiência de ensino, com o objetivo de medir o progresso dos alunos e avaliar a eficácia das estratégias de ensino implementadas (utilização do GeoGebra no estudo da Geometria no Plano). Este teste seguiu o mesmo formato do teste inicial, permitindo uma comparação dos resultados.

A análise dos resultados destes testes permitirá verificar a validade da hipótese.

4.4.1. Processo de elaboração dos testes de avaliação das aprendizagens

A elaboração dos testes de avaliação das aprendizagens seguiu um conjunto de etapas cuidadosamente planeadas para assegurar que os instrumentos estivessem alinhados com o contexto do estudo e com os objetivos de aprendizagem previamente definidos.

A investigadora elaborou dois testes: um teste inicial/diagnóstico (Apêndice F) e um teste final (Apêndice J). Ambos foram elaborados com base nos recursos disponibilizados pelas Edições Asa e Texto Editora, constantes no dossiê do professor dos manuais ClicMat 5 e Missão Mat 5.

Para organizar a elaboração dos testes e garantir a sua equivalência, foram desenvolvidas as seguintes matrizes:

A) Matriz de construção do Teste de Avaliação das Aprendizagens (Apêndice D), onde se encontram descritas as características da prova. Esta matriz é a mesma para os dois testes. Nesta matriz, encontram-se descritos os objetivos da avaliação, a caracterização da prova, o material necessário, a duração da prova e os critérios gerais e específicos de classificação da prova (para os itens de seleção e de construção).

B) Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (Apêndice E) e Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (Apêndice I): Estas matrizes descrevem o tema, o tópico e o subtópico abordados no teste, bem como a indicação dos itens e respetivas cotações, além do número de questões pertencentes a cada um dos domínios: conceitos, procedimentos e capacidades matemáticas. A mesma inclui uma nota de rodapé que esclarece que as questões que envolvem capacidades matemáticas incluem a possibilidade de avaliar diretamente a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática, as representações e conexões matemáticas, embora também incluam conceitos e procedimentos.

Estas matrizes foram criadas com o objetivo de garantir que os testes não apresentassem lacunas e que a avaliação fosse abrangente e coerente com os objetivos pedagógicos e os objetivos do estudo.

Com base na análise dos recursos disponibilizados, foram feitas adaptações para ajustar os instrumentos ao contexto do estudo. Os conteúdos das questões foram comparados com as aprendizagens essenciais, de modo a garantir que estas fossem representativas das competências e dos tópicos previstos. Procurou-se que as questões abrangessem vários formatos (escolha múltipla, respostas curtas e questões de desenvolvimento) para avaliar diferentes competências cognitivas.

Estes testes foram resolvidos (Apêndice G e Apêndice L) e construídos os respetivos critérios de correção (Apêndice H e Apêndice M), baseados nos critérios usados nas provas de aferição. Foram elaboradas também grelhas de correção dos respetivos testes.

Posteriormente, os testes foram submetidos a uma análise por uma especialista, docente da disciplina de Didática da Matemática, e pela professora colaboradora (Apêndice N). Foram sugeridas algumas alterações, registadas no documento de Registo da Verificação dos Testes por

Especialista, e todas as sugestões foram integradas. Neste processo, também foi analisada a qualidade gráfica das imagens.

A inclusão de uma revisão por um especialista teve como objetivo garantir que os instrumentos se mostravam rigorosos, alinhados com os objetivos pedagógicos e com os propósitos da investigação, contribuindo para a validade e fidedignidade dos resultados obtidos. Segundo Creswell (2014), a validação de instrumentos de pesquisa, como testes de avaliação, por especialistas, é uma estratégia essencial para melhorar a qualidade da pesquisa, assegurando que os resultados sejam consistentes e válidos para o contexto estudado.

4.5. Procedimentos de Recolha de dados

De acordo com Wierrsma (1995, citado por Coutinho, 2023), um plano de investigação eficaz deve atender a critérios rigorosos que garantam a sua validade. Segundo o autor, há ameaças que podem comprometer a validade dos resultados, o que, por sua vez, afeta o grau de generalização das conclusões obtidas.

Uma das ameaças que se procurou minimizar foi o "efeito teste", o qual, conforme Coutinho (2023), se refere à situação em que "os sujeitos são influenciados pela aplicação do pré-teste, aprendendo para o pós-teste, isto é, tornando-se mais sensibilizados para o estudo que está prestes a ser iniciado" (p. 82). Procurou-se também, reduzir o "efeito interação tempo/tratamento". Segundo a mesma autora, o momento de aplicação do pós-teste pode influenciar os resultados, afirmando que "a realização imediata, uma semana ou até um mês após o pré-teste, pode modificar significativamente os resultados obtidos" (Coutinho, 2023, p. 82).

Considerando estas observações, a investigadora optou por realizar o segundo teste em ambos os grupos (grupo de controlo e grupo experimental) 65 dias após o primeiro teste, com o objetivo de não comprometer a validade dos resultados.

Neste estudo, de cariz quase-experimental, os testes aplicados foram designados por "Teste de Avaliação das Aprendizagens 1" (Teste 1/Diagnóstico) e "Teste de Avaliação das Aprendizagens 2" (Teste 2).

O Teste de Avaliação das Aprendizagens 1, teve como propósito avaliar os conhecimentos dos alunos adquiridos ao longo do 1º ciclo no tema "Geometria e Medida", mais concretamente no que se refere às "Figuras no Plano".

Este teste foi realizado em dois dias diferentes, uma vez que as quatro turmas envolvidas no estudo não têm matemática no mesmo dia. Os alunos resolveram o teste em suporte de papel, em sala de aula, com uma duração máxima de 50 minutos, mais 10 minutos de tolerância.

O grupo experimental realizou o teste com a professora investigadora, ao passo que o grupo de controlo o realizou com a professora colaboradora. A professora investigadora esteve presente na aplicação do teste a uma das turmas do grupo de controlo. O teste decorreu sem recurso a tecnologias como o GeoGebra ou a calculadora, nos dias 17 e 20 de janeiro. Em ambos os grupos, a realização dos testes decorreu com normalidade.

A realização das tarefas com recurso ao GeoGebra, planificadas e descritas no capítulo 3, decorreu entre 20 e 26 de fevereiro, após a realização do Teste 1, com os alunos do Grupo Experimental. As tarefas foram realizadas em contexto de sala de aula, numa sala onde os alunos tiveram acesso aos recursos informáticos necessários para a sua execução.

Os alunos realizaram as tarefas e publicaram os respetivos resultados na Classroom de Matemática da Turma. A publicação das tarefas e respetivas conclusões, inicialmente prevista para o Padlet, foi alterada após o Módulo de Ambientação, durante o qual se observou a dificuldade de alguns alunos em trabalhar com a plataforma. Dado que os alunos já estavam familiarizados com o Google Classroom, optou-se por utilizar essa ferramenta, mais concretamente a funcionalidade Stream, que permite partilhar trabalhos e comentários, facilitando a posterior reflexão e debate sobre os conteúdos abordados e os trabalhos realizados.

As salas de aula do grupo de controlo e do grupo experimental possuem um quadro interativo e um projetor multimédia, que foi utilizado na apresentação e realização de atividades pedagógicas constantes do plano da unidade didática, bem como na reflexão sobre as construções elaboradas e as conclusões registadas por cada um dos grupos de trabalho.

Após o término da experiência de ensino, os dois grupos realizaram o Teste 2, que foi resolvido pelos alunos em suporte de papel, em sala de aula, com a duração de 50 minutos mais 10 minutos de tolerância. O grupo experimental realizou o teste com a professora investigadora e o grupo de controlo com a professora colaboradora. A professora investigadora acompanhou presencialmente a aplicação do teste a uma das turmas do grupo de controlo. A avaliação

decorreu sem a utilização de tecnologias, como o GeoGebra ou a calculadora, nos dias 12 e 14 de março. Em ambos os grupos, a realização dos testes ocorreu conforme o planeado.

4.6. Procedimentos de Análise dos dados

A análise dos dados recolhidos através dos testes de avaliação das aprendizagens foi realizada com o objetivo de avaliar o impacto da utilização do software GeoGebra no desempenho dos alunos, no âmbito do tema “Geometria e Medida”, mais especificamente no tópico “Figuras no Plano”.

Inicialmente, foi feita uma análise descritiva dos dados obtidos no Teste 1 (diagnóstico) e no Teste 2 (final), para os grupos experimental e de controlo. Foram calculadas estatísticas como a média, o desvio padrão, o valor mínimo e máximo, e a mediana, permitindo uma compreensão geral do desempenho dos alunos em cada grupo e momento de avaliação.

De seguida, foi testada a normalidade das distribuições das pontuações, recorrendo ao teste de Shapiro-Wilk, tendo em conta o número de participantes em cada grupo. Este teste permitiu verificar se era apropriado aplicar testes paramétricos para comparação das médias.

Para analisar a evolução do desempenho dentro de cada grupo entre os dois momentos de avaliação, foi utilizado o teste t de Student para amostras emparelhadas. Este teste permite verificar se existiriam diferenças estatisticamente significativas entre os resultados do Teste 1 e do Teste 2, no mesmo grupo.

Para a comparação entre os grupos experimental e de controlo no Teste 2, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes, com o objetivo de averiguar se a diferença observada nos desempenhos entre os grupos era estatisticamente significativa.

Além da significância estatística, foi também calculada a dimensão do efeito (Cohen's d), permitindo avaliar a magnitude da diferença observada entre os grupos. A dimensão do efeito é especialmente útil para interpretar o impacto real da intervenção, mesmo em casos em que não se observam diferenças estatisticamente significativas.

Todos os procedimentos de análise de dados foram realizados com o apoio do Excel e do software IBM SPSS Statistics, versão 30,0 e do software Jamovi, versão 2.6.44, assegurando o rigor, a fiabilidade e a replicabilidade dos resultados obtidos.

4.7. Estratégia de Investigação

Este estudo decorreu entre setembro de 2024 e outubro de 2025.

A estratégia de investigação definida para o efeito foi a seguinte: 1º Pré-estudo teórico inicial - RSL; 2º Design do estudo a realizar (cronograma); 3º Seleção da escola a analisar; 4º Contacto com o(s) professor(es); 5º Autorizações (elaboração e envio às respetivas entidades); 6º Pesquisa e aprofundamento da investigação teórica prévia sobre as temáticas em análise; 7º Definição do instrumento de recolha de dados; 8º Construção/seleção dos instrumentos de recolha de dados: teste de diagnóstico e teste final (matriz de construção, critérios de correção, resolução de teste, grelha para registo dos dados das fichas de avaliação de conhecimentos); 9º Adaptação/criação das tarefas com recurso ao GeoGebra; 10º Aplicação do instrumento de recolha de dados (Teste de Diagnóstico); 11º Organização e análise de dados (Momento 1); 12º Realização das tarefas com recurso ao GeoGebra; 13º Recolha e análise de dados (Momento 2); 14º Discussão e análise dos resultados recolhidos; 15º Elaboração das conclusões; 16º Produção e divulgação dos resultados.

A figura 29 ilustra a forma como o estudo foi organizado entre setembro de 2024 e outubro de 2025.

Figura 29

Design do estudo a realizar (cronograma)

| Atividades | setembro | outubro | novembro | dezembro | janeiro | fevereiro | março | abril | maio | junho - outubro |
|--|----------|---------|----------|----------|---------|-----------|-------|-------|------|-----------------|
| Identificação da problemática | | | | | | | | | | |
| Pré-estudo teórico inicial - RSL | | | | | | | | | | |
| Design do estudo a realizar (cronograma) | | | | | | | | | | |
| Seleção da Escola a analisar | | | | | | | | | | |
| Contato com o(s) professore(s) | | | | | | | | | | |
| Autorizações (elaboração e envio às respetivas entidades) | | | | | | | | | | |
| Pesquisa e aprofundamento da investigação teórica prévia sobre as temáticas em análise - RSL | | | | | | | | | | |
| Construção/ seleção dos testes a utilizar para a recolha de dados. | | | | | | | | | | |
| Adaptação/criação das tarefas com recurso ao GeoGebra | | | | | | | | | | |
| Recolha e Análise de dados Momento 1 | | | | | | | | | | |
| Realização das tarefas em sala de aula | | | | | | | | | | |
| Recolha e Análise de dados Momento 2 | | | | | | | | | | |
| Discussão e Análise dos resultados | | | | | | | | | | |
| Conclusão | | | | | | | | | | |
| Produção e divulgação | | | | | | | | | | |

Nesta investigação, a investigadora assume um duplo papel: o de professora de duas das turmas (identificadas como grupo experimental) e o de investigadora.

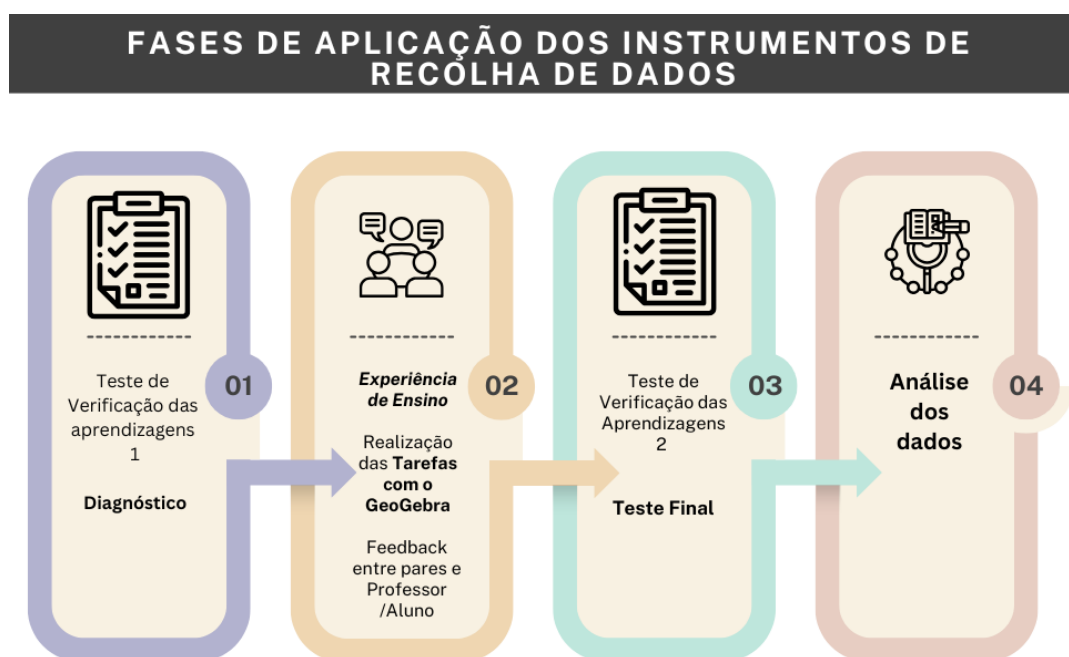
Enquanto docente aplicou tarefas que apelam ao uso do GeoGebra durante a experiência de ensino e recolheu informações sobre a sua execução. No entanto, não se utilizarão essas tarefas no âmbito desta investigação.

Os momentos de aplicação dos instrumentos de recolha de dados são dois, conforme acima referido. O primeiro momento de aplicação dos instrumentos de recolha de dados, é feito antes da experiência de aprendizagem e aplicação das tarefas com o GeoGebra. O segundo momento ocorre após a implementação das tarefas em sala de aula.

A Figura 30 apresenta o cronograma da estratégia de investigação delineada para o período entre setembro de 2024 e outubro de 2025.

Figura 30

Cronograma da estratégia de investigação desenvolvida entre setembro de 2024 e outubro de 2025.



4.8. Cuidados Éticos

O estudo seguiu rigorosamente as diretrizes éticas aplicáveis, tendo sido garantido o consentimento informado dos participantes e assegurada a confidencialidade dos dados. Foram obtidas autorizações formais da direção do Agrupamento de Escolas de Sines (AES) (Apêndice X), da professora colaboradora responsável pelas turmas de controlo (Apêndice X) bem como dos

encarregados de educação dos alunos participantes nos grupos de controlo e experimental (Apêndices A, B, etc.).

O estudo foi previamente alvo de análise por parte da Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo recebido parecer favorável no dia 4 de novembro de 2024. O referido parecer atesta que a investigação em causa cumpre os normativos legais e os princípios éticos que estruturam a Carta de Ética da instituição. Além disso, foi solicitada autorização à Direção-Geral de Educação (DGE) por meio da plataforma MIME, conforme solicitado pela direção do AES. A submissão ocorreu a 9 de dezembro de 2024 e a aprovação para a realização do estudo foi recebida a 11 de dezembro de 2024 (Apêndice X).

Importa salientar ainda que a investigação não envolveu a recolha de dados sensíveis, como convicções filosóficas ou políticas, filiação partidária ou sindical, religião, vida privada, origem racial ou étnica, saúde, vida sexual ou dados genéticos. Não foram recolhidos dados pessoais diretamente dos alunos, professores ou funcionários, por meios presenciais ou indiretos, (ex. internet). As atividades realizadas no âmbito do estudo não extrapolaram ou perturbaram o previsto nas atividades curriculares previamente estabelecidas pela escola.

Após a conclusão do processo de recolha de dados e para garantir a igualdade de oportunidades educativas, às turmas de controlo foi garantido o acesso aos guiões de trabalho no GeoGebra utilizados na experiência de ensino, o que lhes permitiu depois, com o apoio da professora, explorar o ambiente de geometria dinâmica online. Deste modo, assegura-se que os alunos do grupo de controlo não serão prejudicados no seu desenvolvimento educativo.

Os participantes foram devidamente informados sobre o processo de recolha de dados. Foram elaborados documentos em formato de "Termo de Consentimento Informado", que incluem todas as informações relevantes sobre o estudo e as condições de participação. Estes documentos foram adaptados para os diferentes grupos de participantes (direção da escola, alunos, encarregados de educação e professora) e entregues pela investigadora responsável pelo estudo. Atesta-se que só após a assinatura dos consentimentos pelos respetivos participantes e/ou seus representantes legais, a investigadora procedeu à recolha dos dados.

Como os participantes da investigação são alunos menores de idade, foi obtido o consentimento informado dos seus representantes legais. Apenas a investigadora e a professora

das turmas tiveram acesso às identidades dos participantes. Os dados recolhidos serão apenas utilizados para a referida investigação, sendo salvaguardada a identidade de todos os alunos. O anonimato e a privacidade dos participantes foram garantidos através da codificação dos dados recolhidos (um número ou código a cada participante), evitando que estes sejam identificados por terceiros. De igual modo, assegura-se que os dados permanecerão armazenados em locais seguros, sob a responsabilidade da investigadora/docente no sistema institucional da Universidade de Lisboa. Garante-se que, um ano após a conclusão do projeto, os dados foram destruídos. Concluída a descrição da metodologia adotada, procede-se à apresentação e análise dos resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos de recolha de dados.

Capítulo 5 – Resultados

O presente capítulo apresenta a análise dos dados recolhidos ao longo do estudo, com o objetivo de avaliar o impacto da utilização de um ambiente de geometria dinâmica, o GeoGebra, na aprendizagem da matemática no tópico "Figuras no plano" (Geometria e Medida) por alunos do 5º ano de escolaridade.

No primeiro momento da análise, procede-se à descrição estatística dos resultados dos testes de desempenho aplicados em dois momentos distintos do estudo: o Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1) e o Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2), considerados individualmente.

Após a análise individual dos testes, procedeu-se à comparação dos resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 com os do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2, de forma a examinar a evolução do desempenho dos alunos.

A análise dos resultados por subtópicos permitiu identificar áreas específicas de maior ou menor progresso.

Foi ainda analisada a diferença entre os resultados do grupo experimental, que utilizou o software GeoGebra, e os do grupo de controlo, com o objetivo de avaliar o impacto da intervenção no desenvolvimento das aprendizagens e testar a hipótese de que 'os alunos que utilizam o software GeoGebra no estudo do tema "Geometria e Medida", em particular no tópico "Figuras no plano", apresentam um aumento na percentagem de resultados obtidos nos testes, em comparação com aqueles que não o utilizam.

5.1. Resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1)

O Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1) foi aplicado a todos os alunos do grupo experimental e do grupo de controlo antes da implementação da intervenção pedagógica, com o objetivo de avaliar os conhecimentos iniciais relativamente aos conteúdos em estudo. O teste foi composto por 8 questões, com uma pontuação total máxima de 100 pontos.

A análise descritiva dos resultados mostra que, em média, os alunos obtiveram 28,3 pontos em 100 no Teste 1, sendo que a mediana foi de 26,5 pontos, indicando que metade dos alunos ficou abaixo desse valor, evidenciando um desempenho geral relativamente baixo.

O desvio-padrão de 16,9 pontos indica que as pontuações variaram entre os alunos, com alguns a registarem resultados substancialmente superiores ou inferiores à média. A variabilidade dos resultados, evidenciada pelo elevado desvio-padrão, sugere a existência de diferenças substanciais entre os alunos no domínio dos conhecimentos prévios.

A Tabela 11 apresenta a estatística descritiva do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1, incluindo os resultados por questão (T1Q1 à T1Q8) e o total.

Tabela 11

Estatística descritiva - Pontuações no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

| Variáveis | T1Q1 | T1Q2 | T1Q3 | T1Q4 | T1Q5 | T1Q6 | T1Q7 | T1Q8 | T1 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Pontuação | 12 | 12 | 10 | 12 | 12 | 12 | 15 | 15 | 100 |
| N | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Omisso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mínimo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Máximo | 4 | 12 | 10 | 12 | 12 | 12 | 15 | 15 | 83 |
| Média | 1.14 | 4.71 | 3.71 | 8.61 | 0.171 | 3.37 | 4.29 | 2.30 | 28.3 |
| Mediana | 0 | 3 | 0 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 26.5 |
| Moda | 0 | 3 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| Desvio-padrão | 1.82 | 4.35 | 4.87 | 4.19 | 1.43 | 5.11 | 5.94 | 4.31 | 16.9 |
| Curtose | -1.09 | -0.85 | -1.76 | -1.12 | 70.0 | -0.99 | -0.70 | 2.79 | 0.84 |
| Erro-padrão da Curtose | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |
| 25º percentil | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 50º percentil | 0 | 3 | 0 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 26.5 |
| 75º percentil | 4 | 6 | 10 | 12 | 0 | 6 | 8 | 5 | 37 |

Conforme o exposto, pode-se concluir que, de um modo geral, o desempenho dos alunos no Teste 1 foi baixo. Verificaram-se igualmente assimetrias nos resultados, com variações significativas entre os desempenhos individuais.

5.1.1. Análise dos resultados por subtópicos (T1)

De acordo com os dados da Tabela 11, a questão T1Q4, relativa à identificação e classificação de polígonos, obteve a média mais elevada (8,61) e a mediana mais alta (12), demonstrando um maior domínio deste conteúdo por parte dos alunos.

Em contrapartida, as questões T1Q1, T1Q5 e T1Q8, relacionadas com a posição relativa de retas, a classificação de triângulos e o cálculo de áreas (quadrado e retângulo),

respetivamente, obtiveram médias mais baixas ($\bar{x}=1,14$; 0,17 e 2,30, respetivamente), indicando uma elevada dificuldade nestes domínios.

A questão T1Q5 evidenciou-se de forma negativa, com uma média inferior a 0,2 e uma moda, mediana e percentis todos iguais a zero, indicando que a tendência de pontuação obtida nesta questão foi praticamente nula para a maioria dos alunos.

Para uma análise mais detalhada dos resultados por subtópicos, foi analisada a distribuição da frequência das pontuações obtidas pelos alunos. Esta análise foi feita em cada questão do T1. Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12

Frequência de Pontuações por Questão e Subtópicos no T1

T1Q1 Ângulos

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 50 | 71,4 | 71,4 | 71,4 |
| | 4 | 20 | 28,6 | 28,6 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q2 Ângulos Classificação

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 19 | 27,1 | 27,1 | 27,1 |
| | 3 | 22 | 31,4 | 31,4 | 58,6 |
| | 6 | 14 | 20,0 | 20,0 | 78,6 |
| | 12 | 15 | 21,4 | 21,4 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q3 Posição relativa de retas

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 44 | 62,9 | 62,9 | 62,9 |
| | 10 | 26 | 37,1 | 37,1 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q4 Identificação Classificação de polígonos

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 4 | 5,7 | 5,7 | 5,7 |
| | 3 | 11 | 15,7 | 15,7 | 21,4 |
| | 4 | 1 | 1,4 | 1,4 | 22,9 |
| | 6 | 13 | 18,6 | 18,6 | 41,4 |
| | 8 | 1 | 1,4 | 1,4 | 42,9 |
| | 12 | 40 | 57,1 | 57,1 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q5 Classificação de triângulos

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 69 | 98,6 | 98,6 | 98,6 |
| | 12 | 1 | 1,4 | 1,4 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q6 Classificação de quadriláteros

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 47 | 67,1 | 67,1 | 67,1 |
| | 4 | 1 | 1,4 | 1,4 | 68,6 |
| | 6 | 5 | 7,1 | 7,1 | 75,7 |
| | 10 | 1 | 1,4 | 1,4 | 77,1 |
| | 12 | 16 | 22,9 | 22,9 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q7 Perímetro

| | | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 33 | 47,1 | 47,1 | 47,1 |
| | 1 | 9 | 12,9 | 12,9 | 60,0 |
| | 2 | 2 | 2,9 | 2,9 | 62,9 |
| | 3 | 1 | 1,4 | 1,4 | 64,3 |
| | 4 | 1 | 1,4 | 1,4 | 65,7 |
| | 5 | 6 | 8,6 | 8,6 | 74,3 |
| | 9 | 1 | 1,4 | 1,4 | 75,7 |
| | 11 | 2 | 2,9 | 2,9 | 78,6 |
| | 12 | 1 | 1,4 | 1,4 | 80,0 |
| | 14 | 3 | 4,3 | 4,3 | 84,3 |
| | 15 | 11 | 15,7 | 15,7 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

T1Q8 Área do quadrado e do retângulo

| | | Frequência | Porcentagem | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|--------|-------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Válido | 0 | 49 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |
| | 1 | 1 | 1,4 | 1,4 | 71,4 |
| | 2 | 1 | 1,4 | 1,4 | 72,9 |
| | 5 | 10 | 14,3 | 14,3 | 87,1 |
| | 6 | 2 | 2,9 | 2,9 | 90,0 |
| | 12 | 2 | 2,9 | 2,9 | 92,9 |
| | 13 | 1 | 1,4 | 1,4 | 94,3 |
| | 14 | 1 | 1,4 | 1,4 | 95,7 |
| | 15 | 3 | 4,3 | 4,3 | 100,0 |
| | Total | 70 | 100,0 | 100,0 | |

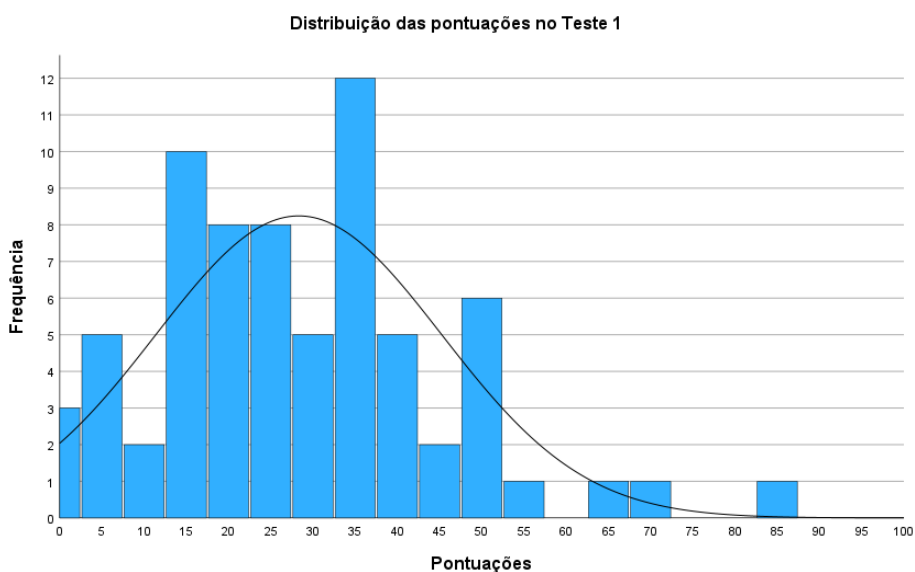
Observa-se uma elevada concentração de respostas com pontuação nula ou muito reduzida em várias questões, o que reforça os indícios de dificuldades significativas nestes temas antes da intervenção pedagógica, como detetado e referido anteriormente.

Com o objetivo de complementar a análise apresentada na Tabela 12 e facilitar a leitura visual dos dados, apresenta-se na Figura 31 um gráfico de barras com a distribuição das frequências por questão.

Esta figura ilustra a distribuição das pontuações obtidas no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1, permitindo observar a dispersão dos resultados e a presença de assimetrias.

Figura 31

Distribuição das pontuações dos alunos no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1



A partir da análise da Figura 33, verifica-se uma grande dispersão de resultados com pontuações que variam entre 0 e cerca de 85 pontos.

Observa-se uma concentração significativa de pontuações inferiores a 50 pontos refletindo aprendizagens não adquiridas ou parcialmente adquiridas na globalidade dos conteúdos. A distribuição apresenta assimetria à direita, com concentração de resultados nos valores mais baixos. Apenas quatro alunos obtiveram pontuações superiores a 50 pontos.

5.2 Resultados do Testes de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2)

O Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2) foi aplicado após a intervenção pedagógica, com o objetivo de aferir os conhecimentos adquiridos pelos alunos.

A Tabela 13 apresenta a análise estatística descritiva dos resultados obtidos neste segundo momento de avaliação.

Tabela 13

Estatística descritiva - Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

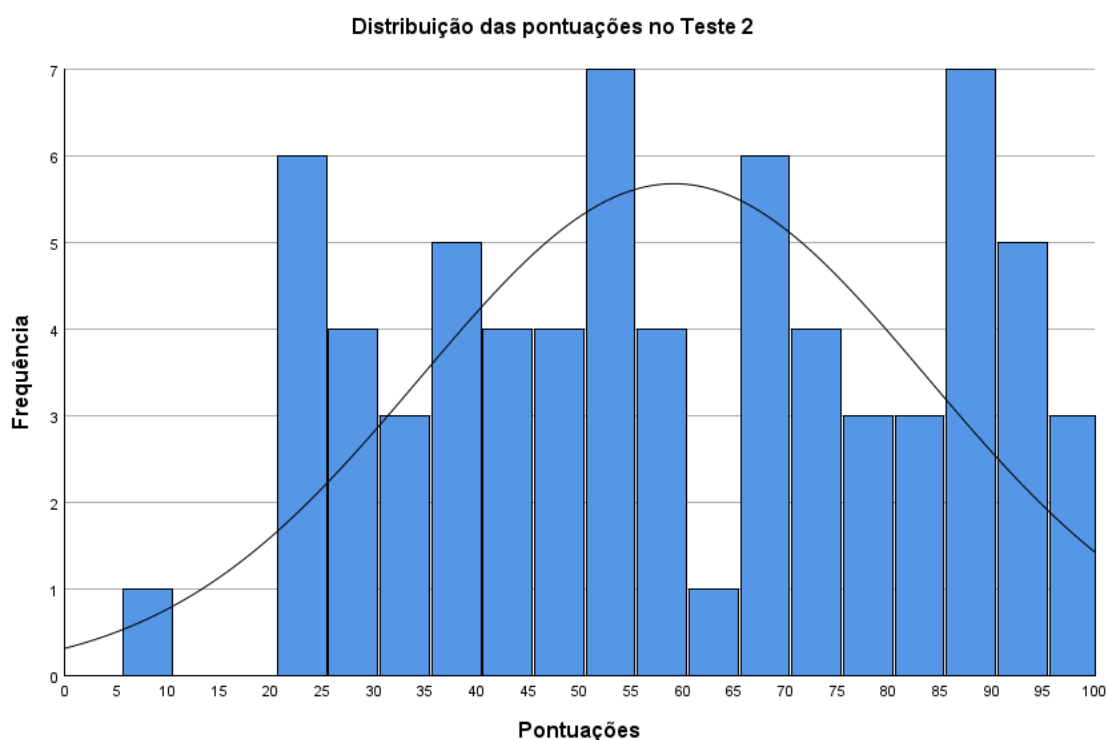
| Variáveis | N | | Pontuação | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | Moda | Desvio-padrão | Curtose | | Percentis | | |
|--|--------|--------|-----------|--------|--------|-------|---------|------|---------------|---------|-------------|-----------|------|-------|
| | Válido | Omisso | | | | | | | | Curtose | Erro-padrão | 25th | 50th | 75th |
| Teste2 | 70 | 0 | 100 | 8 | 100 | 59,13 | 59,00 | 40 | 24,59 | -1,14 | 0,57 | 40 | 59 | 80,75 |
| T2Q1 Ângulos | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 2,51 | 4 | 4 | 1,95 | -1,76 | 0,57 | 0 | 4 | 4 |
| T2Q2 Ângulos/Classificação | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1,89 | 0 | 0 | 2,01 | -2,05 | 0,57 | 0 | 0 | 4 |
| T2Q3 Triângulos | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 2,29 | 4 | 4 | 1,99 | -1,97 | 0,57 | 0 | 4 | 4 |
| T2Q4 Figuras equivalentes | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 2,46 | 4 | 4 | 1,96 | -1,82 | 0,57 | 0 | 4 | 4 |
| T2Q5 Classificação de quadriláteros | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 3,97 | 4 | 4 | 1,76 | -0,73 | 0,57 | 1 | 4 | 4 |
| T2Q6 Posição relativa de retas | 70 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1,19 | 2 | 2 | 0,98 | -1,89 | 0,57 | 0 | 2 | 2 |
| T2Q7 Posição relativa de retas | 70 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,93 | 0 | 0 | 1,00 | -2,02 | 0,57 | 0 | 0 | 2 |
| T2Q8 Posição relativa de retas | 70 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1,01 | 1,5 | 2 | 1,00 | -2,04 | 0,57 | 0 | 1,5 | 2 |
| T2Q9 Ângulos/Classificação | 70 | 0 | 7 | 0 | 7 | 2,59 | .0 | 0 | 3,29 | -1,68 | 0,57 | 0 | 0 | 7 |
| T2Q10 Identificação/Classificação de polígonos | 70 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | NaN | 0,57 | 2 | 2 | 2 |
| T2Q11 Identificação/Classificação de polígonos | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 2,74 | 2 | 2 | 1,23 | -0,62 | 0,57 | 2 | 2 | 4 |
| T2Q12 Identificação /Classificação de polígonos | 70 | 0 | 6 | 0 | 6 | 3,77 | 4 | 2 | 2,03 | -1,48 | 0,57 | 2 | 4 | 6 |
| T2Q13 Ângulos/Classificação | 70 | 0 | 10 | 0 | 10 | 6,16 | 7,5 | 10 | 3,82 | -1,34 | 0,57 | 2,25 | 7,5 | 10 |
| T2Q14 Triângulos | 70 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1,94 | 0 | 0 | 2,01 | -2,06 | 0,57 | 0 | 0 | 4 |
| T2Q15 Perímetro | 70 | 0 | 5 | 0 | 5 | 3,14 | 5 | 5 | 2,43 | -1,76 | 0,57 | 0 | 5 | 5 |
| T2Q16 Triângulos | 70 | 0 | 9 | 0 | 9 | 5,43 | 9 | 9 | 4,27 | -1,79 | 0,57 | 0 | 9 | 9 |
| T2Q17 Triângulos | 70 | 0 | 9 | 0 | 9 | 4,74 | 9 | 9 | 4,51 | -2,04 | 0,57 | 0 | 9 | 9 |
| T2Q18 Triângulos | 70 | 0 | 6 | 0 | 6 | 2,74 | 3 | 0 | 2,59 | -1,65 | 0,57 | 0 | 3 | 6 |
| T2Q19 Área | 70 | 0 | 6 | 0 | 6 | 4,97 | 6 | 6 | 2,21 | 1,26 | 0,57 | 6 | 6 | 6 |
| T2Q20 Área | 70 | 0 | 6 | | 6 | 3,66 | 5 | 6 | 2,64 | 1,70 | 0,57 | 1 | 5 | 6 |

A análise descritiva dos resultados do Teste 2 revela que as pontuações oscilaram entre os 8 e os 100 pontos, demonstrando que alguns alunos obtiveram o nível de desempenho máximo previsto. A média do grupo total de alunos foi de 59,13 pontos (num total de 100) e a mediana situou-se nos 59 pontos, o que sugere uma melhoria substancial em relação aos resultados obtidos pelos alunos no Teste 1. O desvio-padrão foi de 24,59 pontos, evidenciando uma dispersão considerável entre os resultados.

Estes dados são ilustrados na Figura 34, que apresenta o histograma das pontuações obtidas no T2, evidenciando uma maior concentração de pontuações elevadas se o compararmos com o T1, anteriormente apresentado na figura 32.

Figura 32

Distribuição das pontuações dos alunos no Teste de Avaliação das Aprendizagens 2



Observa-se uma distribuição e a dispersão moderada dos resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2), com maior concentração de pontuações na zona intermédia, entre os 45 e os 70 pontos. Apesar da existência de alguns valores inferiores a 45 pontos, verifica-se igualmente um número significativo de alunos com pontuações elevadas, particularmente entre os 85 e os 90 pontos, o que revela uma melhoria no desempenho.

Este padrão faz prever que a intervenção teve impacto positivo na aprendizagem.

5.2.1. Análise dos resultados por subtópicos (T2)

A análise detalhada por questão permitiu identificar os subtópicos que foram mais consolidados pelos alunos, bem como aqueles que continuaram a evidenciar dificuldades após a intervenção.

As questões com melhor desempenho médio foram:

- T2Q13 (Ângulos / Classificação), com uma média de 6,16 pontos, uma mediana de 7,5 e uma pontuação máxima de 10 pontos;
- T2Q16 (Triângulos), com uma média de 5,43 pontos, uma mediana de 9 e uma pontuação máxima de 9 pontos;
- T2Q19 (Área), com uma média de 4,97 pontos, uma mediana de 6 e uma pontuação máxima de 6 pontos;
- T2Q17 (Triângulos), com uma média de 4,74 pontos, uma mediana de 9 e uma pontuação máxima de 9 pontos.

Estes resultados sugerem que nos conteúdos relacionados com ângulos, triângulos e cálculo de áreas foram aqueles em que os alunos obtiveram melhores resultados.

Por outro lado, os desempenhos mais baixos foram registados nas seguintes questões:

- T2Q7 (Posição relativa de retas), com uma média de 0,93 pontos, uma mediana de 0 e uma pontuação máxima de 2 pontos;
- T2Q8 (Posição relativa de retas/retas paralelas e perpendiculares), com uma média de 1,01, uma mediana de 1,5 e uma pontuação máxima de 2 pontos;
- T2Q6 (Posição relativa de retas), com uma média de 1,19, uma mediana de 2 e uma pontuação máxima de 2 pontos;
- T2Q2 (Classificação de ângulos), com uma média de 1,89, uma mediana de 0 e uma pontuação máxima de 4 pontos;

Estes dados indicam que, apesar da evolução global, persistem dificuldades em conteúdos mais abstratos ou que exigem a aplicação de múltiplas propriedades geométricas por parte dos alunos.

5.3. Análise comparativa entre o Teste 1 e o Teste 2

Após a análise individual dos resultados obtidos no Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1) e no Teste 2 (T2), procedeu-se à comparação dos desempenhos dos alunos entre os dois momentos de avaliação. Para tal, foi calculada a diferença entre as pontuações obtidas no T2 e no T1 para cada aluno. Os resultados obtidos indicam uma média de melhoria de 30,8 pontos e uma mediana de 35 pontos, o que sugere uma evolução positiva no desempenho dos alunos após a intervenção educativa. A referida tendência pode ser observada na Tabela 14, onde se apresentam os principais indicadores estatísticos relativos à diferença entre os dois testes.

Tabela 14

Estatística Descritiva – Diferença entre o Teste T1 e T2

| Estatística Descritiva | |
|------------------------|----------------|
| | DiferençaT1_T2 |
| N | 70 |
| Omisso | 0 |
| Média | 30.8 |
| Mediana | 35.0 |
| Desvio-padrão | 23.3 |
| Mínimo | -15 |
| Máximo | 86 |

Para avaliar a significância estatística desta melhoria, foi aplicado o teste t de Student para amostras emparelhadas. Os resultados revelaram uma diferença estatisticamente significativa entre os dois momentos de avaliação $t(69) = 11$; $p < 0,001$, conforme apresentado na Tabela 15.

Antes da aplicação do teste t, foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias. A análise do pressuposto da normalidade, realizada através do teste de Shapiro-Wilk, indicou que a distribuição das classificações nos dois grupos revelou ser normal ($W = 0,982$; $p = 0,417$).

Adicionalmente, o teste de Levene (Tabela 16) confirmou a homogeneidade das variâncias ($F = 0,836$; $p = 0,364$), validando assim a aplicação dos testes paramétricos.

Tabela 15

Comparação das pontuações nos Testes T1 e T2

Teste t para amostras emparelhadas

| | estatística | gl | p | Diferença média | Erro-padrão da Diferença | Intervalo de Confiança a 95% | | Dimensão do Efeito | Intervalo de Confiança a 95% | | | |
|-----------------------|---------------------|------|------|-----------------|--------------------------|------------------------------|----------|--------------------|------------------------------|----------|-------|------|
| | | | | | | Lim. Inferior | Superior | | Lim. Inferior | Superior | | |
| T2 - T1 | t de Student | 11.1 | 69.0 | <.001 | 30.8 | 2.78 | 25.3 | 36.4 | d de Cohen | 1.32 | 0.999 | 1.64 |

Nota. $H_a: \mu_{Medida 1} - Medida 2 \neq 0$

Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|-----------------------|-------|-------|
| T2 - T1 | 0.982 | 0.417 |

Nota. Um p-value pequeno sugere a violação do pressuposto da normalidade

Tabela 16

Resultados do teste de Levene

Teste à Homogeneidade de Variâncias (Levene)

| | F | gl1 | gl2 | p |
|----------------|-------|-----|-----|-------|
| DiferençaT1_T2 | 0.836 | 1 | 68 | 0.364 |

A dimensão do efeito observado foi avaliada através do d de Cohen, tendo-se obtido um valor de 1,32 (IC 95%: 0,999 a 1,64). Este resultado indica que o desempenho dos alunos no Teste 2 foi, em média, superior em 1,32 desvios padrão relativamente ao desempenho no Teste 1, o que representa um efeito elevado segundo os critérios estabelecidos por Cohen (1988).

Este valor sugere um impacto substancial da intervenção educativa no desempenho dos alunos, reforçando a importância dos resultados obtidos.

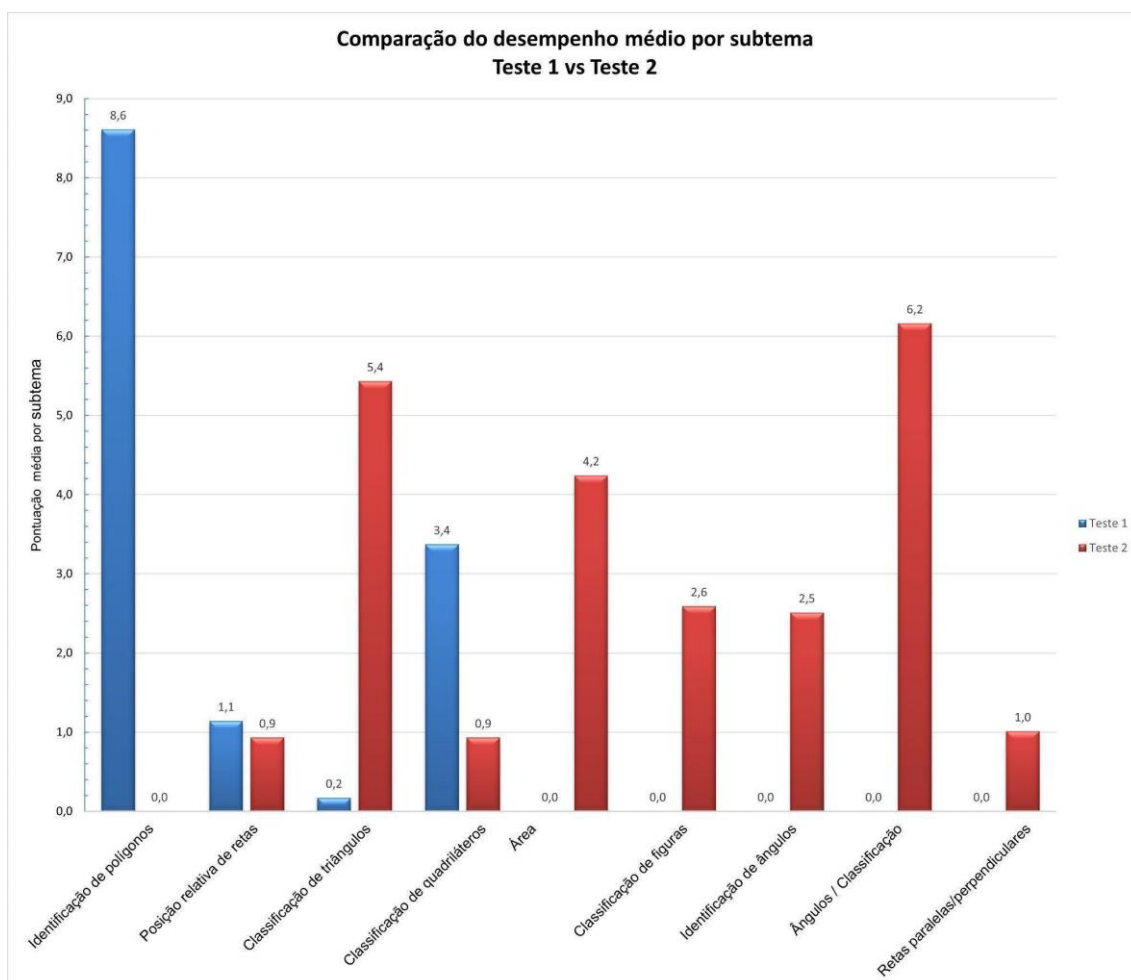
Complementarmente à análise geral dos resultados, foi realizada uma comparação por subtema, com o intuito de aprofundar a compreensão das áreas em que a intervenção pedagógica teve maior ou menor impacto, tal como se apresenta na subsecção seguinte.

5.3.1. Análise comparativa dos resultados por subtópicos (T1 e T2)

A Figura 33 apresenta um gráfico de barras que ilustra a evolução das pontuações médias por subtópicos, comparando os resultados médios obtidos no T1 e no T2. Esta representação gráfica permite uma visualização das diferenças de desempenho registadas entre os dois momentos avaliativos, facilitando a identificação das áreas em que se verificaram progressos significativos e daquelas em que os alunos continuam a apresentar dificuldades de aprendizagem.

Figura 33

Evolução das médias dos alunos em diferentes subtópicos após a intervenção pedagógica



Como é possível observar, verificou-se uma melhoria significativa nos conteúdos relacionados com triângulos, ângulos e cálculo de áreas, enquanto subtópicos como quadriláteros e posição relativa de retas apresentaram melhorias menos expressivas.

Síntese

A comparação gráfica das médias das pontuações no T1 e no T2, ilustradas na Tabela 14 e na Tabela 15, reforça visualmente a melhoria significativa que se encontrou no desempenho dos alunos após a intervenção. De uma forma geral, os resultados obtidos demonstram que houve um aumento das aprendizagens dos alunos, sendo possível concluir que houve uma melhoria real e significativa no seu desempenho.

5.4. Comparação entre grupos

Para aferir se as melhorias observadas ocorreram de forma generalizada ou se se concentraram essencialmente no grupo que beneficiou da intervenção pedagógica com recurso ao software de geometria dinâmica GeoGebra, foi realizada uma análise comparativa entre os grupos experimental e de controlo. Para o efeito, analisaram-se, assim, as diferenças registadas dentro de cada grupo e entre grupos, com o intuito de avaliar a eficácia da intervenção pedagógica aplicada.

Foi seguida a seguinte metodologia:

A) Comparação intragrupo, com o objetivo de verificar se os alunos do grupo experimental (com intervenção) e do grupo de controlo (sem intervenção) evidenciaram melhorias entre o T1 e o T2.

B) Comparação intergrupo, com o intuito de averiguar se a diferença de progresso (T2 - T1) se mostrava distinta entre estes, e em particular considerando a hipótese levantada, mais elevada no grupo experimental.

Nos capítulos seguintes, serão descritos os procedimentos analíticos e apresentados os principais resultados desta investigação.

5.4.1 Evolução dos resultados no grupo experimental

No grupo experimental foi realizada uma comparação entre os resultados do Teste 1 e do Teste 2 com o objetivo de avaliar o impacto da intervenção pedagógica, que consistiu na utilização do software GeoGebra como ferramenta de apoio à experiência de aprendizagem. Como se pode

observar na Tabela 17, a análise de normalidade, com base no teste de Shapiro-Wilk, indicou que os dados de ambos os testes podem ser considerados normalmente distribuídos (T1: $p = 0,456$; T2: $p = 0,059$).

Tabela 17

Estatística descritiva - T1 e T2 aplicados ao Grupo Experimental

| Estatística Descritiva | | |
|--------------------------|-------|-------|
| | T2 | T1 |
| N | 35 | 35 |
| Omisso | 0 | 0 |
| Média | 63.7 | 30.8 |
| Mediana | 69 | 32 |
| Desvio-padrão | 26.0 | 16.3 |
| Mínimo | 8 | 3 |
| Máximo | 100 | 72 |
| W de Shapiro-Wilk | 0.941 | 0.970 |
| p Shapiro-Wilk | 0.059 | 0.456 |

Foi aplicado o teste t para amostras emparelhadas (Tabela 18) o qual revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os dois momentos de avaliação ($t(34) = 9,03$; $p < 0,001$), com um aumento médio de 32,9 pontos no Teste 2.

Tabela 18

Resultados do teste t para grupos emparelhados realizado para o Grupo Experimental

Teste t - Grupo Experimental

Teste t para amostras emparelhadas

| | | | estatística | gl | p | Diferença média | Erro-padrão da Diferença | | Dimensão do Efeito |
|----|----|--------------|-------------|------|--------|-----------------|--------------------------|------------|--------------------|
| T1 | T2 | t de Student | -9.03 | 34.0 | < .001 | -32.9 | 3.65 | d de Cohen | -1.53 |

Nota. H₀: $\mu_{Medida 1} - Medida 2 = 0$

Estatística Descritiva

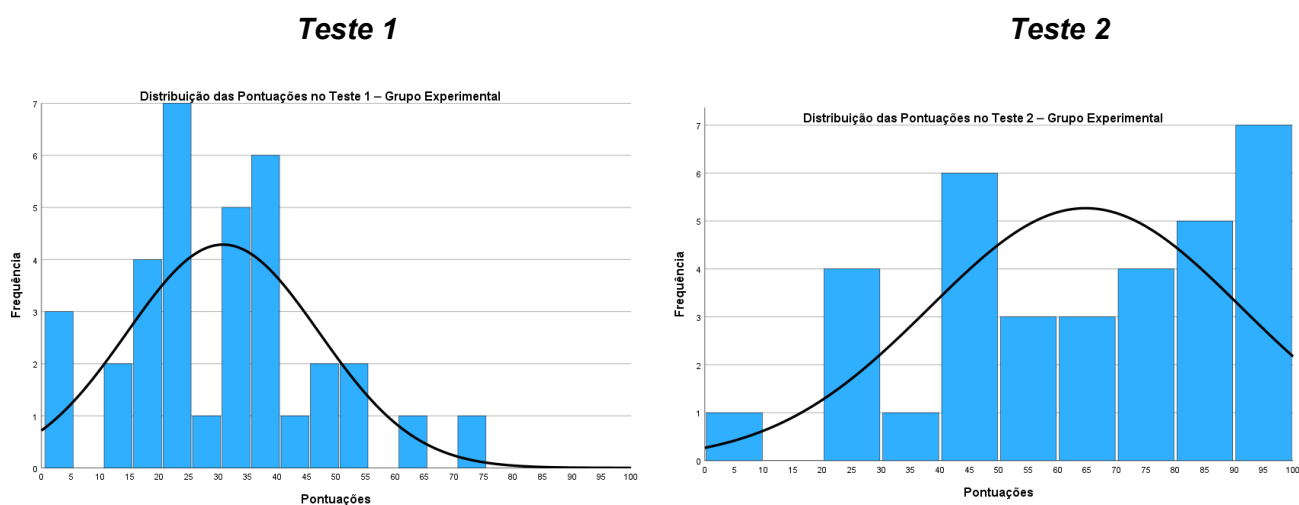
| | N | Média | Mediana | Desvio-padrão | Erro-padrão |
|----|----|-------|---------|---------------|-------------|
| T1 | 35 | 30.8 | 32 | 16.3 | 2.75 |
| T2 | 35 | 63.7 | 69 | 26.0 | 4.39 |

O tamanho do efeito, calculado através do d de Cohen, foi de 1,53, o que representa um efeito muito elevado, evidenciando que a intervenção teve um impacto substancial e significativo no desempenho dos participantes.

A Tabela 18 e a Figura 34 ilustram visualmente a diferença significativa nas pontuações obtidas. Neste grupo, os dados revelam uma melhoria clara entre o Teste 1 e o Teste 2, com a média das classificações a aumentar de aproximadamente 30,8 pontos no T1 para 63,7 pontos no T2. Esta melhoria sugere que a intervenção pedagógica baseada na utilização do GeoGebra contribuiu positivamente para o desempenho dos alunos no grupo experimental, confirmando-se a hipótese levantada.

Figura 34

Comparação das pontuações dos Testes T1 e T2 do grupo experimental



5.4.2 Evolução dos resultados no grupo de controlo

Com o objetivo de avaliar com o objetivo de avaliar a evolução dos alunos pertencentes ao grupo de controlo, que não teve acesso a ambientes de geometria dinâmica, foi realizada uma comparação entre os resultados obtidos no primeiro Teste de Avaliação das Aprendizagens (T1) e no segundo teste (T2).

Conforme apresentado na Tabela 19 a média das classificações passou de aproximadamente 25,8 pontos no Teste 1 para 54 pontos no Teste 2, traduzindo uma melhoria de 28,7 pontos.

Tabela 19

Estatística descritiva - T1 e T2 aplicados ao Grupo de Controlo

| Estatística Descritiva | | |
|--------------------------|-------|-------|
| | T2 | T1 |
| N | 35 | 35 |
| Omisso | 0 | 0 |
| Média | 54.5 | 25.8 |
| Mediana | 53 | 22 |
| Desvio-padrão | 22.5 | 17.4 |
| Mínimo | 21 | 0 |
| Máximo | 97 | 83 |
| W de Shapiro-Wilk | 0.953 | 0.936 |
| p Shapiro-Wilk | 0.144 | 0.042 |

Como se pode observar na Tabela 19, a análise de normalidade, com base no teste de Shapiro-Wilk, revelou que os dados do Teste 2 podem ser considerados normalmente distribuídos ($p = 0,144$), enquanto os dados do Teste 1 apresentam uma ligeira violação do pressuposto de

normalidade ($p = 0,042$). Por este motivo, foi aplicado o teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas.

Tabela 20

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e testes *t* de Student e de Wilcoxon para os dados dos Testes 1 e 2

Teste t para amostras emparelhadas

| T1 | T2 | Estatística | gl | p | Diferença média | Erro-padrão da Diferença | Intervalo de Confiança a 95% | | Dimensão do Efeito | |
|----|----|---------------|------|-------|-----------------|--------------------------|------------------------------|----------|-------------------------------|--------|
| | | | | | | | Lim. Inferior | Superior | | |
| | | t de Student | 34.0 | <.001 | -28.7 | 4.23 | -37.3 | -20.1 | d de Cohen | -1.15 |
| | | W de Wilcoxon | | <.001 | -28.4 | 4.23 | -38.0 | -19.0 | Correlação biserial de ordens | -0.895 |

Nota. $H_0: \mu_{Medida 1} - Medida 2 = 0$

Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk)

| T1 | T2 | W | p |
|----|----|-------|-------|
| - | | 0.976 | 0.618 |

Nota. Um p-value pequeno sugere a violação do pressuposto da normalidade

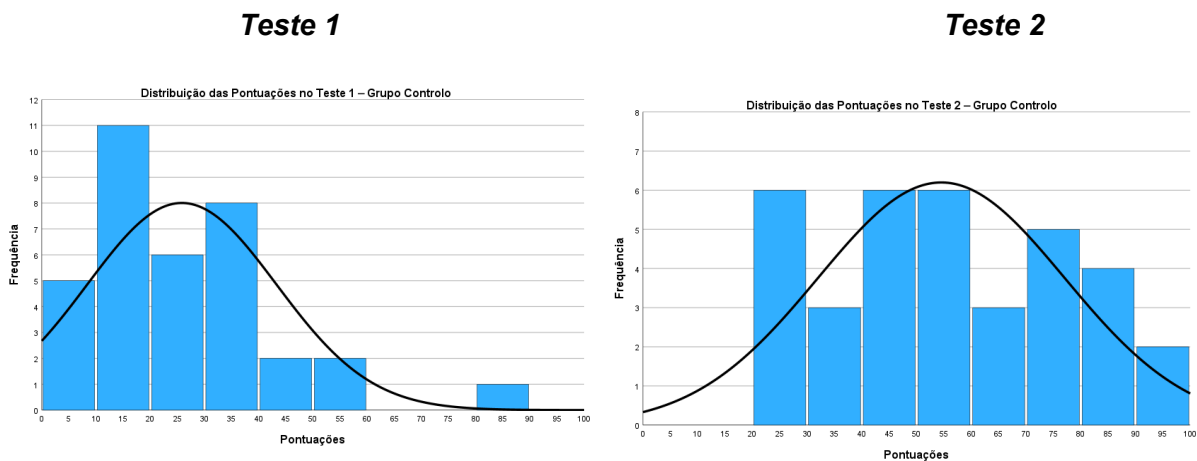
A aplicação do teste de Wilcoxon revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os dois momentos ($p < 0,001$). A dimensão do efeito, estimada através da correlação biserial de ordens ($r = 0,895$), o que corresponde a um efeito elevado, embora menos intenso do que o observado no grupo experimental.

Paralelamente, foi também utilizado o teste *t* de Student para amostras emparelhadas, o qual confirmou esta diferença significativa ($t(34) = -6,79$; $p < 0,001$), com um *d* de Cohen de 1,15, o que representa um efeito grande, indicando uma melhoria substancial entre os dois momentos avaliativos. De acordo com estes dados, o grupo de controlo também beneficiou do processo de ensino, mas de forma menos acentuada que o grupo experimental.

A comparação gráfica entre as médias das pontuações no T1 e no T2, ilustrada na Figura 35, reforça visualmente a melhoria significativa no desempenho dos alunos do grupo de controlo.

Figura 35

Comparação gráfica das médias das pontuações nos Testes 1 e 2 para o grupo de controlo



Em suma, os resultados evidenciam uma melhoria real e significativa no desempenho dos alunos do grupo de controlo.

5.5. Análise comparativa das melhorias entre o grupo experimental e o grupo de controlo

Após a análise da evolução dos resultados dentro de cada grupo, procedeu-se à comparação das melhorias registadas no desempenho entre o grupo experimental, que utilizou o GeoGebra como ferramenta de apoio ao ensino da Geometria, e o grupo de controlo, que manteve práticas de ensino sem recurso a ambientes de geometria dinâmica. Conforme se apresenta na Tabela 21, foram comparadas as médias dos dois testes em cada grupo, bem como a diferença média observada entre os dois momentos de avaliação.

Tabela 21

Comparação da evolução das médias dos testes e respetiva média de melhoria dos respetivos grupos

| Grupo | T1 | T2 | Diferença da Média (T2-T1) |
|--------------|------|------|----------------------------|
| Experimental | 30,8 | 63,7 | 32,9 |
| Controlo | 25,8 | 54,5 | 28,7 |

Os resultados obtidos indicaram que o grupo experimental demonstrou uma melhoria média de 32,9 pontos. Em contraste, o grupo de controlo exibiu uma melhoria média de 28,7 pontos. A melhoria média verificada no grupo experimental superou a do grupo de controlo em 4,26 pontos.

O grupo experimental registou uma melhoria média superior, o que pode indicar uma tendência positiva associada ao uso do GeoGebra. Para verificar se esta diferença foi estatisticamente relevante, recorreu-se ao teste t de Student para amostras independentes. A Tabela 22 apresenta os resultados do teste t independente para a comparação da melhoria entre os grupos.

Tabela 22

Resultados do teste t independente para a comparação da melhoria entre os grupos

Teste t para comparação da melhoria entre grupos

Teste t para amostras independentes

| | Estatística | gl | p | Diferença média | Erro-padrão da Diferença | Intervalo de Confiança a 95% | | |
|-----------------------|---------------------|-------|------|-----------------|--------------------------|------------------------------|----------|------|
| | | | | | | Lim. Inferior | Superior | |
| DiferençaT1_T2 | t de Student | 0.763 | 68.0 | 0.448 | 4.26 | 5.58 | -6.88 | 15.4 |

Nota. $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Descritivas de Grupo

| | Grupo | N | Média | Mediana | Desvio-padrão | Erro-padrão |
|-----------------------|----------|----|-------|---------|---------------|-------------|
| DiferençaT1_T2 | 1 | 35 | 32.9 | 36.0 | 21.6 | 3.65 |
| | 2 | 35 | 28.7 | 27.0 | 25.0 | 4.23 |

A comparação entre as médias das diferenças entre os grupos, ilustrada na Tabela 22 evidencia uma ligeira vantagem do grupo experimental. Contudo, de acordo com os dados, o teste t de Student para amostras independentes revelou que a diferença de melhoria entre os grupos, não é estatisticamente significativa (com $t(68) = 0,763$ e $p = 0,448$), uma vez que o valor de p é superior a 0,05. Ou seja, não é possível afirmar que a utilização do GeoGebra tenha produzido resultados melhores.

Apesar de a diferença entre os grupos não ter demonstrado ter significância estatística, os resultados obtidos indicam uma tendência favorável ao grupo que utilizou o GeoGebra. Esta tendência, embora não conclusiva, sugere que a integração do GeoGebra no ensino da geometria poderá contribuir positivamente para o desempenho dos alunos.

5.6. Conclusão

Os resultados obtidos ao longo deste capítulo permitem concluir que tanto o grupo experimental como o grupo de controlo registaram melhorias estatisticamente significativas entre o primeiro e o segundo momentos de avaliação. Estes progressos evidenciam que o processo de ensino implementado, em ambos os contextos, contribuiu positivamente para uma melhoria das aprendizagens.

Ao comparar as variações médias de desempenho entre os dois grupos, experimental e de controlo, verificou-se que o grupo experimental apresentou uma melhoria das aprendizagens ligeiramente superior à do grupo de controlo. No entanto, esta diferença não se revelou estatisticamente significativa.

Ainda assim, a melhoria média verificada no grupo experimental poderá indicar um contributo positivo da utilização do GeoGebra para o desenvolvimento das aprendizagens em Geometria, reforçando o potencial deste tipo de recurso como ferramenta de apoio ao ensino.

No capítulo seguinte, serão discutidos estes resultados, relacionando-os com a revisão da literatura efetuada e refletindo sobre as possíveis implicações pedagógicas da utilização de ambientes de geometria dinâmica no ensino da Matemática.

6 – Discussão e Análise dos Resultados

Neste capítulo, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos ao longo do estudo, com vista a compreender o impacto da utilização do GeoGebra na aprendizagem do tópico “Figuras no plano”, no 5º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Matemática.

A análise dos dados baseou-se na comparação do desempenho entre dois grupos de alunos: um grupo experimental, que recorreu ao GeoGebra durante a abordagem dos conteúdos, e um grupo de controlo, que trabalhou os mesmos conteúdos sem recorrer a nenhum ambiente de geometria dinâmica.

Procurou-se, assim, averiguar se a utilização do software GeoGebra contribuiu para uma melhoria significativa no desempenho dos alunos do 5.º ano no tema "Geometria e Medida", tópico "Figuras no plano". A análise dos dados recolhidos em dois momentos distintos — Teste 1 (inicial) e Teste 2 (final) — visa avaliar a validade da hipótese formulada: a de que os alunos que utilizaram o GeoGebra (grupo experimental) apresentam um desempenho superior, em termos de percentagem de respostas corretas, face aos que não recorreram a esta ferramenta (grupo de controlo).

Gallo et al. (2024) salientam que a integração de metodologias ativas com tecnologias digitais pode promover aprendizagens mais significativas, fomentando o pensamento crítico e desenvolvendo competências essenciais para o século XXI, quando devidamente alinhadas com os objetivos curriculares. No entanto, é importante referir que esta abordagem deve ser contextualizada no ensino da Matemática com recurso a ferramentas como o GeoGebra, cuja aplicabilidade específica tem vindo a ser documentada na literatura (Cardoso, 2019; Yohannes & Chen, 2021).

Esta perspetiva está alinhada com os resultados obtidos neste estudo, reforçando a relevância de práticas pedagógicas inovadoras centradas no aluno.

Diversos autores destacam que o uso do GeoGebra favorece significativamente o desenvolvimento do raciocínio geométrico, ao promover a visualização e manipulação de figuras, permitindo a exploração de propriedades e relações espaciais (Cardoso, 2019; Filho et al., 2019; Notare & Basso, 2012). Esta abordagem estimula a concentração ativa dos alunos e desperta o

seu interesse através de experiências interativas e visuais, criando condições para aprendizagens mais profundas, significativas e duradouras (Pelages et al., 2024; Farias Medeiros et al., 2017).

6.1 – Desempenho dos alunos antes e depois da experiência de ensino

Antes da intervenção pedagógica, os resultados do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 (T1) evidenciaram um desempenho global pouco satisfatório por parte dos alunos de ambos os grupos, com uma média de 28,3 pontos em 100 e um desvio-padrão de 16,9, o que revela uma elevada dispersão nos resultados e dificuldades generalizadas. Os erros mais frequentes surgiram nas questões relacionadas com a posição relativa de retas, a classificação de triângulos, e o cálculo de áreas, subtópicos fundamentais da geometria no 2.º ciclo ($\bar{x} = 1,14$; $\bar{x} = 1,17$; $\bar{x} = 2,30$ respetivamente).

Após a leção do tópico matemático (com recurso ao GeoGebra no grupo experimental e sem a utilização dessa ferramenta no grupo de controlo), os alunos realizaram o Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 (T2). Verificou-se uma melhoria substancial nos resultados obtidos em comparação com o Teste 1. A média do grupo total de alunos aumentou significativamente para 59,13 pontos, o que representa uma melhoria média de 30,8 pontos, praticamente duplicando o desempenho anterior. Para além da subida da média, observou-se uma dispersão moderada dos resultados, o que indica uma melhoria generalizada no desempenho e uma maior homogeneidade nos níveis de aprendizagem.

Este progresso foi observado em ambos os grupos (experimental e de controlo), mas com maior expressividade no grupo que utilizou o software GeoGebra, o que reforça a eficácia desta ferramenta como recurso de apoio ao ensino da geometria. A análise dos resultados permitiu identificar uma tendência de melhoria entre os alunos que utilizaram o GeoGebra, especialmente no que diz respeito ao tópico “Figuras no plano”.

Estes resultados estão em consonância com o que foi discutido na revisão da literatura. Cardoso (2019), numa revisão de estudos sobre a utilização do GeoGebra, destaca o seu potencial para promover aprendizagens mais significativas. Já Filho et al. (2019), num estudo empírico, identificaram melhorias no interesse, empenho e motivação dos alunos com a introdução de ferramentas de geometria dinâmica. Esta tendência parece confirmar-se no presente estudo, reforçando a pertinência da integração tecnológica no ensino da Matemática.

Além disso, a experiência de ensino desenvolvida neste estudo está alinhada com as Aprendizagens Essenciais (Canavarro et al., 2021), que recomendam o uso de tecnologias digitais para o desenvolvimento de competências de visualização, manipulação e raciocínio geométrico. Também refletem os princípios defendidos pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000), que valorizam a construção ativa do conhecimento através de recursos que estimulem a autonomia, a exploração e o pensamento crítico dos alunos. O NCTM, entidade de referência no ensino da Matemática nos Estados Unidos, publicou em 2000 o documento *Principles and Standards for School Mathematics*, que tem tido ampla repercussão internacional. Este documento defende princípios fundamentais como a aprendizagem ativa e centrada no aluno, a utilização de tecnologias digitais, a valorização do raciocínio e da comunicação matemática, e a promoção da equidade no acesso ao conhecimento. Embora se trate de um contexto educativo distinto, estas orientações estão em consonância com as diretrizes portuguesas atuais, nomeadamente as Aprendizagens Essenciais (Canavarro et al., 2021), reforçando a pertinência da integração de tecnologias como o GeoGebra na promoção de práticas pedagógicas inovadoras e eficazes.

6.2 – Discussão dos resultados das aplicações dos Testes de avaliação das aprendizagens

1 e 2

A análise comparativa dos resultados obtidos entre o Teste 1 (T1) e o Teste 2 (T2) revela uma evolução positiva na aprendizagem dos conteúdos geométricos, tanto no grupo de controlo como no grupo experimental. A média global passou de 28,3 para 59,1 pontos, o que representa um aumento significativo de 30,8 pontos. Esta melhoria foi acompanhada por uma diminuição da dispersão dos resultados, sugerindo uma maior homogeneidade no desempenho dos alunos.

Ao comparar os dois grupos, observa-se que o grupo experimental, que participou na intervenção com o GeoGebra, registou uma melhoria média superior ($\bar{x} = 32,9$ pontos), face ao grupo de controlo ($\bar{x} = 28,7$ pontos). Embora a diferença entre as médias não seja estatisticamente significativa, possivelmente devido à dimensão da amostra, o valor de Cohen's $d = 1,32$ indica um efeito elevado da intervenção. Segundo Cohen (1988), valores acima de 0,8 já representam um efeito grande, pelo que um valor superior a 1,0 sugere um impacto pedagógico bastante expressivo, com relevância prática na sala de aula.

Este resultado encontra-se em consonância com estudos apresentados na revisão da literatura. Cardoso (2019) e Medeiros et al. (2017) relatam melhorias substanciais no desempenho dos alunos com o uso do GeoGebra, evidenciando ganhos de aprendizagem compatíveis com efeitos elevados, ainda que nem todos os estudos apresentem este indicador estatístico de forma explícita. Notare e Basso (2012) reforçam também o potencial do GeoGebra em tornar os conceitos geométricos mais perceptíveis, promovendo a visualização, a manipulação e a exploração de propriedades geométricas, o que contribui para aprendizagens mais significativas.

Para além da melhoria global, a redução da dispersão dos resultados entre T1 e T2 sugere que a intervenção teve um efeito inclusivo, beneficiando não só os alunos com melhor desempenho, mas também aqueles que apresentavam maiores dificuldades iniciais, como se pode observar na figura 39. Esta tendência é corroborada por Gallo et al. (2024), que destacam o papel das tecnologias digitais como agentes de equidade no processo de ensino e aprendizagem. Os autores sublinham a relevância das ferramentas digitais para proporcionar uma aprendizagem personalizada e colaborativa, salientando o seu potencial para reduzir desigualdades no progresso dos alunos.

Por fim, importa salientar que, apesar dos progressos registados, determinados subtópicos poderão beneficiar de uma abordagem complementar, nomeadamente através da utilização de materiais manipuláveis físicos, como modelos em papel, sólidos geométricos ou construções simples. Estes materiais reforçam a dimensão visual, espacial e tátil da aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais concreta e significativa dos conceitos geométricos. Esta abordagem é sustentada por estudos de Donevska-Todorova e Lieban (2021) e Jacinto e Carreira (2021), que salientam que a articulação entre recursos digitais e materiais físicos amplia as possibilidades de expressão e representação matemática dos alunos, favorecendo estratégias de resolução de problemas mais ricas e flexíveis.

No 5º ano de escolaridade, as Aprendizagens Essenciais de Matemática (Canavarro et al., 2021a), salientam a importância do desenvolvimento da visualização geométrica, da identificação e descrição de propriedades de figuras planas, bem como da construção e análise de representações. Recomenda-se o uso de instrumentos de medição e de desenho (por exemplo, régua, esquadro e compasso), materiais manipuláveis e recursos digitais que favoreçam a

exploração ativa e a compreensão de conceitos espaciais. Estas orientações estão em consonância com os princípios propostos pelo National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), que valorizam a aprendizagem centrada no aluno, o uso de múltiplas representações, o desenvolvimento do raciocínio matemático e a integração de tecnologias digitais no ensino da Matemática. A articulação entre estes documentos reforça a pertinência de práticas pedagógicas que combinem recursos físicos e digitais na construção do conhecimento geométrico.

A combinação destes recursos físicos com ambientes digitais, como o GeoGebra, configura uma abordagem pedagógica rica e equilibrada, que promove simultaneamente o rigor matemático, a visualização dinâmica e a autonomia dos alunos.

6.3 – Resposta à questão de investigação

Este estudo centra-se na análise do impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem da Matemática por alunos do 5º ano de escolaridade. O problema de investigação que orienta este trabalho pode ser enunciado da seguinte forma: "Qual é o impacto do uso do GeoGebra na aprendizagem de conteúdos geométricos, especificamente no tópico 'Figuras no plano'?"

Tendo em vista a importância crescente das tecnologias digitais no contexto educativo, definiu-se como objetivo principal avaliar se a utilização do GeoGebra contribui para uma melhoria da aprendizagem dos alunos no domínio da Geometria e Medida. Para isso, foi formulada a seguinte hipótese de investigação: os alunos que utilizarem o GeoGebra (grupo experimental) apresentarão um desempenho superior, em termos percentuais de acerto nos testes, quando comparados com os alunos que não o utilizarem (grupo de controlo).

Com base na evolução observada nos resultados dos testes durante a intervenção, pode-se afirmar que a hipótese foi parcialmente confirmada.

Embora a diferença entre os grupos não tenha atingido significância estatística robusta ($p \geq 0,05$), os dados sugerem um impacto pedagógico relevante.

O grupo experimental apresentou uma melhoria quantitativa superior ao do grupo de controlo ($\bar{x} = 32,9$ pontos face à $\bar{x} = 28,7$ no grupo de controlo), e o valor de Cohen's $d = 1,32$ indica um efeito muito elevado.

Neste sentido, considera-se que a hipótese foi apoiada pelos resultados obtidos os quais sustentam o impacto pedagógico positivo da utilização do GeoGebra no ensino da Geometria.

O aumento da média, indica que o uso do GeoGebra teve um impacto positivo na aprendizagem, validando a questão de investigação e sustentando a sua relevância pedagógica.

A melhoria observada nos resultados do grupo experimental corrobora os resultados de Cardoso (2019), Medeiros et al. (2017) e Notare e Basso (2012), que destacam o papel das ferramentas de geometria dinâmica na promoção da compreensão de conceitos matemáticos abstratos, através da manipulação visual e interativa.

Os indicadores qualitativos, como maior autonomia na resolução de problemas e participação mais ativa nas aulas, embora não tenham sido incluídos formalmente na recolha e análise de dados, no âmbito desta investigação, encontram-se registados no capítulo 3.3. As observações registadas, mostram-se consistentes com os resultados e efeitos relatados por Pelages et al. (2024) e com as recomendações dos relatórios PISA (OCDE, 2022), que destacam o papel das tecnologias digitais na promoção da literacia matemática e do envolvimento dos alunos.

6.4 – Implicações para a Prática Pedagógica

Os dados obtidos neste estudo evidenciam que a utilização do GeoGebra contribui para o desenvolvimento de aprendizagens mais significativas, promovendo a participação ativa dos alunos e facilitando a compreensão de conceitos matemáticos. Estas conclusões estão em consonância com as Aprendizagens Essenciais de Matemática (Canavarro et al., 2021a), que destacam a integração das tecnologias digitais como componente fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

A manipulação dinâmica de figuras geométricas em software como o GeoGebra permite aos alunos compreenderem conceitos como paralelismo, perpendicularidade, classificação de polígonos de forma visual e experiencial, o que favorece aprendizagens mais concretas e duradouras. A representação visual e a interação direta com os objetos promovem uma abordagem mais acessível aos alunos, especialmente no 2º ciclo, onde a transição do pensamento concreto para o abstrato está em desenvolvimento.

Estes benefícios não se limitam ao contexto do 5º ano. Como referem Notare e Basso (2012), o GeoGebra tem aplicabilidade transversal ao longo de todo o 2º e 3º ciclos, podendo ser explorado em diversos domínios, como simetrias, funções e geometria analítica. A sua utilização favorece uma abordagem integrada e centrada no aluno, capaz de estimular o raciocínio geométrico, a autonomia e a motivação — aspetos também destacados por Medeiros et al. (2017).

No presente estudo, o GeoGebra mostrou-se eficaz não só na consolidação de conteúdos geométricos, mas também na promoção de atitudes positivas face à Matemática. Os alunos que trabalharam com esta ferramenta revelaram maior autonomia na resolução de tarefas, maior envolvimento nas aulas e uma atitude mais participativa, o que reforça o seu potencial como recurso didático.

Do ponto de vista do professor, os resultados obtidos evidenciam a importância da diversificação metodológica e da formação contínua em tecnologias educativas. O uso combinado de ambientes digitais com métodos tradicionais — como os materiais manipuláveis físicos — pode responder melhor à diversidade de estilos de aprendizagem existentes em sala de aula, promovendo uma abordagem mais inclusiva e eficaz.

6.5 – Limitações do Estudo e Condicionantes dos Resultados

É importante, contudo, reconhecer as limitações do presente estudo. O curto período da intervenção (cerca de dois meses), o tamanho reduzido da amostra, e a sua restrição a um único contexto escolar condicionam totalmente a generalização dos resultados. Como refere Creswell (2014), a validade externa é limitada em estudos quase-experimentais com estas características. Este estudo apresenta um conjunto de limitações que devem ser consideradas na interpretação e aplicação dos resultados. Em primeiro lugar, a investigação foi realizada num único agrupamento escolar, com uma amostra reduzida e não aleatorizada. Esta limitação metodológica, típica de estudos quase-experimentais, pode introduzir enviesamentos e comprometer a validade externa dos resultados, dificultando a sua generalização para outros contextos. Tal como salienta Coutinho (2014), a ausência de aleatorização representa um dos principais desafios à validade em investigações desta natureza.

A ausência de distribuição aleatória dos elementos das turmas no estudo e a não utilização de outro tipo de instrumentação, nomeadamente de natureza qualitativa, como entrevistas ou grelhas de observação estruturada, limita também a análise mais profunda do impacto do GeoGebra sobre atitudes e processos de aprendizagem.

Em segundo lugar, a duração da intervenção foi relativamente curta - cerca de sete semanas letivas -, o que pode não ter sido suficiente para consolidar aprendizagens mais profundas, especialmente em conteúdos mais complexos como a posição relativa de retas e a classificação de quadriláteros. Uma intervenção prolongada poderia ter permitido uma melhor maturação dos conceitos e uma avaliação mais robusta da eficácia da ferramenta utilizada.

Apesar das condicionantes associadas ao contexto escolar em que a investigação decorreu, os resultados obtidos revelam-se consistentes e pertinentes. Essas limitações não diminuem a relevância do estudo; pelo contrário, reforçam a necessidade de uma leitura crítica dos dados e evidenciam o seu valor como contributo para a reflexão pedagógica. Os resultados alcançados sugerem ainda caminhos promissores, oferecendo uma base sólida para futuras investigações que procurem aprofundar os efeitos do GeoGebra em contextos mais amplos. Clara Pereira Coutinho (2007, pp. 286–287) defende que, mesmo com limitações, um estudo pode contribuir significativamente para a compreensão dos fenómenos educativos, desde que os dados sejam analisados com critério. Assim, os resultados aqui apresentados evidenciam o potencial pedagógico do GeoGebra e podem inspirar investigações mais robustas e abrangentes.

6.6 – Perspectivas para Investigações Futuras no Ensino da Geometria com Tecnologias

Para investigações futuras, recomenda-se a realização de estudos longitudinais que acompanhem os alunos ao longo de vários anos letivos, de modo a avaliar a sustentabilidade das aprendizagens. Seria também relevante explorar o impacto do GeoGebra noutros domínios matemáticos no 2º ciclo, como no estudo das Isometrias no sexto ano (2º ciclo) e ou da álgebra ou das funções no 3º ciclo, promovendo a sua utilização como ferramenta transversal no currículo, como também é sugerido por Cabassut (2005). Além disso, a aplicação de metodologias mistas poderá permitir uma triangulação mais robusta entre dados quantitativos e qualitativos, como defendido por Creswell (2014).

Com base nos resultados e limitações deste estudo, considera-se pertinente o desenvolvimento de investigações futuras em contextos mais diversificados e com amostras mais amplas. A realização de estudos longitudinais permitiria acompanhar o impacto da utilização do GeoGebra ao longo de vários períodos letivos, contribuindo para aferir a sustentabilidade das aprendizagens adquiridas.

Para além disso, recomenda-se a adoção de metodologias mistas, que combinem dados quantitativos e qualitativos. A inclusão de entrevistas, grelhas de observação ou questionários reflexivos poderia proporcionar uma compreensão mais profunda dos processos cognitivos, das atitudes e das interações dos alunos durante a aprendizagem com tecnologias digitais, como sublinha Creswell (2014).

Seria igualmente relevante alargar o foco da investigação à aplicação do GeoGebra em outros domínios da Matemática. Esta abordagem permitiria avaliar o potencial do software como ferramenta transversal no currículo.

As Aprendizagens Essenciais de Matemática (ME, 2021) defendem a continuidade da integração das tecnologias digitais ao longo de todo o 2º ciclo, o que reforça a necessidade de investigações que explorem a eficácia pedagógica destas ferramentas em diferentes níveis de ensino e em contextos pedagógicos variados.

Por fim, destaca-se a importância de investigar o papel da formação contínua dos professores no uso pedagógico do GeoGebra, bem como o impacto da sua utilização em alunos com necessidades educativas específicas. Quando bem integrada nas práticas letivas, a tecnologia pode constituir um poderoso instrumento de promoção da inclusão, contribuindo para o sucesso de todos os alunos, incluindo aqueles com necessidades educativas específicas.

7. Conclusões

O presente estudo teve como objetivo investigar o impacto da utilização do software GeoGebra na aprendizagem da Geometria por alunos do 5.º ano de escolaridade, no âmbito do tópico “Figuras no plano”. Partindo da hipótese de que os alunos que utilizassem o GeoGebra apresentariam um desempenho superior em comparação àqueles que seguissem métodos tradicionais, foi desenvolvida uma intervenção pedagógica baseada em ambientes de geometria dinâmica.

Embora a diferença entre os grupos não tenha sido estatisticamente significativa, é importante ter em conta que a dimensão reduzida da amostra e a duração limitada da intervenção podem ter influenciado esse resultado. No entanto, o padrão de melhoria verificado no grupo experimental, aliado ao valor elevado de Cohen’s *d*, revela um efeito pedagógico significativo. Tal como refere Coutinho (2007, pp. 286–287), mesmo estudos com limitações metodológicas podem oferecer contributos relevantes desde que os dados sejam analisados com rigor e contextualização. Neste sentido, os resultados observados sustentam a hipótese formulada, que pode considerar-se confirmada em termos pedagógicos, ainda que sem robustez estatística plena.

Os dados confirmam o potencial do GeoGebra como ferramenta eficaz para o ensino da Geometria, promovendo compreensão visual, exploração ativa e maior equidade no processo de aprendizagem.

Do ponto de vista qualitativo, com base em observações informais registadas ao longo da experiência de ensino (descritas no capítulo 3.3), verificou-se um aumento do envolvimento, da motivação e da autonomia entre os alunos que utilizaram o GeoGebra. Embora estes dados não tenham sido recolhidos de forma sistemática nem com o propósito explícito de integrarem a metodologia formal do estudo, oferecem indícios relevantes que se encontram alinhados com os princípios das Aprendizagens Essenciais de Matemática (Canavarro et al., 2021a), bem como com as recomendações do NCTM (2000) e dos relatórios PISA (OCDE, 2022), que defendem a utilização de tecnologias digitais para o desenvolvimento da literacia matemática e do raciocínio visual e espacial.

Do ponto de vista pedagógico, este estudo reforça a importância de integrar, de forma estruturada e intencional, recursos como o GeoGebra nas práticas letivas, promovendo

aprendizagens significativas, diferenciadas e ajustadas aos diversos estilos de aprendizagem. A conjugação entre ferramentas digitais e metodologias exploratórias permite aos alunos construir ativamente o seu conhecimento e desenvolver competências transversais fundamentais para o século XXI.

Apesar dos contributos relevantes, o estudo apresenta algumas limitações que devem ser reconhecidas: a curta duração da intervenção (sete semanas), a ausência de dados qualitativos sistematizados (como entrevistas ou grelhas de observação), e a restrição da amostra a uma única escola. Tais limitações condicionam a generalização dos resultados e sugerem a necessidade de aprofundar esta linha de investigação.

Neste sentido, recomenda-se a realização de estudos longitudinais, com maior duração e amostras mais diversificadas, bem como a integração de metodologias mistas, combinando dados quantitativos com evidências qualitativas recolhidas através de entrevistas, observações e diários de aula. Será igualmente relevante investigar o impacto do GeoGebra em outros domínios da matemática, como a álgebra, a estatística ou as funções, reforçando o seu papel como ferramenta transversal no currículo.

Em suma, os resultados obtidos confirmam as evidências apresentadas na literatura analisada, indicando que o GeoGebra constitui um recurso pedagógico eficaz no ensino da Geometria, particularmente no 2º ciclo do ensino básico. Confirmam também que a sua utilização promove aprendizagens mais significativas, favorece o raciocínio espacial, estimula a formulação de conjeturas e potencia o envolvimento ativo dos alunos, refletindo-se em melhorias efetivas nas suas aprendizagens e maior interesse pela disciplina de Matemática. Estes benefícios estão alinhados com os desafios atuais da educação matemática e com as orientações nacionais e internacionais para a integração das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para uma escola mais digital, inclusiva e centrada no aluno.

8. Referências

- Agrupamento de Escolas de Sines. (2022). *Plano plurianual de melhoria do agrupamento de escolas de Sines 2022-2025*.
<https://sites.google.com/a/escolas-sines.edu.pt/agrupamento-escolas-de-sines/o-agrupamento/documentos-orientadores>
- Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., & Timóteo, M. C. (2013). Programa e metas curriculares de matemática do ensino básico. Direção-Geral da Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Documentos/programa_matematica_basico.pdf
- Bongiovanni, V. (2016). *A inserção da geometria dinâmica no ensino da geometria: um olhar didático*. *Revista de História da Educação Matemática*, 2(2), 264-297.
<https://www.histemat.com.br/index.php/HISTEMAT/article/view/90>
- Canavarro, A. P., Albuquerque, C., Mestre, C., Martins, H., Silva, J. C. e., Almiro, J., Santos, L., Gabriel, L., Seabra, O., & Correia, P. (2020). *Recomendações para a melhoria das aprendizagens dos alunos em Matemática: Grupo de Trabalho de Matemática [Despachos n.º 12 530/2018 e n.º 7269/2019] Relatório – versão final – 27 de março de 2020*.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Estudos_Relatorios/gtm_27_03_2020_relatorio_final.pdf
- Canavarro, A. P., Oliveira, H., Rocha, H., Menezes, L., Ponte, J. P., & Oliveira, S. (2021a). *Aprendizagens essenciais de Matemática: 5.º ano – Ensino básico*. Direção-Geral da Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf
- Canavarro, A. P., Oliveira, H., Rocha, H., Menezes, L., Ponte, J. P., & Oliveira, S. (2021b). *Aprendizagens essenciais de Matemática: 6.º ano – Ensino básico*. Direção-Geral da Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_6.o_ano.pdf

- Cardoso, T. A. (2019). *A utilização do software Geogebra no ensino e aprendizagem da matemática. Ideias E Inovação - Lato Sensu*, 5(1), 45- 52.
<https://periodicos.set.edu.br/ideiaseinovacao/article/view/7087>
- Castillo, L. A., & Sánchez, I. C. (2024). *A Proposição XXXIV do Livro I dos Elementos de Oliver Byrne no GeoGebra. PARADIGMA*, 45(1), e2024016.
<https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024.e2024016.id1529>
- Castillo, L. A., & Sánchez, I. C. (2024). Explorando a proposição XXXIV do Livro I dos Elementos de Oliver Byrne no GeoGebra. *Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, 11(32), 1–29.
<https://doi.org/10.30938/bocehm.v11i32.12421>
- Costa, F. (2011). *Digital e currículo no início do Século XXI*. In P. Dias & A. Osório (Eds.), *Digital e currículo no início do Século XXI* (pp. 119–142).
- Costa, F. A. (2019). Reflexões sobre a integração de tecnologias digitais na escola. In L. Alves, A. Martins & J. Faria (Eds.), *Língua e literacia(s) no século XXI* (pp. 14–39). Porto Editora.
https://www.researchgate.net/publication/332058510_Reflexoes_sobre_a_integracao_de_tecnologias_digitais_na_escola
- Coutinho, C. P. (2007). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática*. Almedina.
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas* (2ª ed.). Leya.
- Coutinho, C. P. (2023). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. S. A. Edições Almedina.
- Coutat, S. (2014). Quel espace de travail géométrique pour l'apprentissage des propriétés au primaire ? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(1), 121–148.
<https://doi.org/10.12802/relime.13.1746>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

- Dahal, N., Pant, B. P., Shrestha, I. M., & Manandhar, N. K. (2022). Use of GeoGebra in teaching and learning geometric transformation in school mathematics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 16(8), 65–78.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v16i08.29575>
- Despacho n.º 8209/2021, de 19 de agosto. (2021). *As Aprendizagens Essenciais (AE) referentes ao Ensino Básico*. Diário da República, 2.ª série, n.º 161.
<https://files.diariodarepublica.pt/2s/2021/08/161000000/0011500116.pdf>
- Dogan, M., & Icel, M. (2013). The impact of dynamic geometry software on students' understanding of transformation geometry. *Educational Research and Reviews*, 8(21), 2001–2010.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1008875.pdf>
- Donevska-Todorova, A., & Lieban, D. (2021). Connecting digital and physical resources for enriching heuristic strategies in geometry problem solving. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 28(3), 194–199.
- Fang, X., Ng, D. T. K., & Yuen, M. (2024). Effects of GeoGebra-enhanced Scratch computational thinking instruction on fifth-grade students' motivation, anxiety, and cognitive load. *Education and Information Technologies*, 30, 377–402.
<https://doi.org/10.1007/s10639-024-13052-9>
- Filho, A. P. dos S., Elias, A. P. de A. J., Oening, A. P., & Marcilio, D. C. (2019). O uso do GeoGebra na sala de apoio à aprendizagem de matemática. *Revista Intersaberes*, 14(32), 491–506.
- Gallo, S. A., Barros, A. M. R., Carvalho, I. E. de, Laet, L. E. F., & Silva, T. P. A. da. (2024). Metodologias ativas e tecnologia na educação. *Revista Ilustração*, 5(1), 27–36.
<https://doi.org/10.46550/ilustracao.v5i1.245>
- Gomes, I. S., & Caminha, I. de O. (2013). Guia para estudos de revisão sistemática: Uma opção metodológica para as ciências do movimento humano. *Movimento*, 20(1), 395–411.
<https://doi.org/10.22456/1982-8918.41542>

- Jacinto, H., & Carreira, S. (2021). *Digital tools and paper-and-pencil in solving-and-expressing: How technology expands a student's conceptual model of a covariation problem*. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 113–132.
<https://doi.org/10.22342/jme.12.1.12940.113-132>
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2017). Mathematical problem solving with technology: The techno-mathematical fluency of a student-with-GeoGebra. *BOLEMA: Mathematics Education Bulletin*, 31(57), 255–278.
<https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a13>
- Martins, G. d'O. (Coord.), Santos, M. E. B., Azevedo, J., Costa, J., Vasconcelos, T., Alçada, I., Nóvoa, A., Mendes, F. J., Pacheco, J., & Roldão, M. C. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Medeiros, M. F., Valletta, D., Ribeiro, E. M. P., Daboit, K. L. S., & Magagnin, E. B. (2017). A atenção voluntária na construção de conceitos trigonométricos em ambientes de geometria dinâmica. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 25(1), 77–93.
<https://doi.org/10.5753/rbie.2017.25.01.77>
- Moraes, L. C. de. (2024). O ensino da matemática associada à aplicabilidade do software GeoGebra (software de Matemática). *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, 1(9), 1-11.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
<https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards>
- Notare, M. R., & Basso, M. V. de A. (2012). Tecnologia na educação matemática: Trilhando o caminho do fazer ao compreender. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, 10(3).
<https://doi.org/10.22456/1679-1916.36459>
- Oliveira, E. R. de, & Cunha, D. da S. (2021, setembro 28). *O uso da tecnologia no ensino da Matemática: contribuições do software GeoGebra no ensino da função do 1º grau*. *Revista Educação Pública*, 21(36).

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/36/o-uso-da-tecnologia-no-ensino-da-matematica-contribuicoes-do-isoftwarei-geogebra-no-ensino-da-funcao-do-1-grau>

Oliveira, M. (2018). A utilização de tecnologias no ensino da matemática: O caso do GeoGebra. Editora Acadêmica. <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/af54e2a0-e319-46ac-8496-7625df6c1caa/content>

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD). *PISA 2022: Quadro conceptual de matemática*.

<https://pisa2022-maths.oecd.org/pt>

Ponte, J. P. (Org.). (2014). *Práticas profissionais dos professores de matemática* (Coleção Encontros de Educação). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

<https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/15310/1/P3M.pdf>

Ruíz, E. F., & Lupiáñez, J. L. (2010). Use of dynamic geometry as a support to paper and pencil activities for comprehension of ratio and proportion topics. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(1), 207–234.

https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/798/Art_20_398_eng.pdf

Santos, E., & Santos, L. (2019). *O papel do GeoGebra nas práticas de regulação do ensino da área do paralelogramo*. *Quadrante*, 28 (1), 6–26.

Santos Filho, A. P., Elias, A. P. A. J., Oening, A. P., & Marcilio, D. C. (2019). *O uso do GeoGebra na sala de apoio à aprendizagem de matemática*. *Revista Intersaberes*, 14(32), 491–506.

<https://doi.org/10.22169/revint.v14i32.1610>

Silva, G. H. G. (2012). Ambientes de geometria dinâmica: Potencialidades e imprevistos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 5(1), 16–38. <https://doi.org/10.3895/S1982-873X2012000100002>

Solano-Flores, G., & Wang, C. (2021). Students' digital competencies in early grades: An assessment using simulation-based tasks. *Mathematics*, 9(8), 832.

<https://doi.org/10.3390/math9080832>

Soeharto, S., Fakhri, M. M., Naufal, M. A., Machmud, M. T., Fadhilatunisa, D., & Arifiyanti, F.

(2025). *From games to gains using GeoGebra: Investigating microgames and augmented*

reality to affect students' motivation, confidence, and problem-solving strategies in mathematics learning. Education and Information Technologies, 30, 21371–21402.
<https://doi.org/10.1007/s10639-025-13620-7>

9. Apêndices

Apêndice A – Documento de Autorização da Direção

Apêndice B – Documento de Autorização dos Encarregados de Educação

Apêndice C – Convite e informação sobre projeto de investigação

Apêndice D – Matriz de Construção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens

Apêndice E – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

Apêndice F – Testes de Avaliação das Aprendizagens 1

Apêndice G – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

Apêndice H – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 1

Apêndice I – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

Apêndice J – Testes de Avaliação das Aprendizagens 2

Apêndice L – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

Apêndice M – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 2

Apêndice N – Registo da Verificação dos Testes por Especialista

Apêndice O – Tarefas

Apêndice A – Documento de Autorização da Direção



Autorização para realização de projeto de investigação e Consentimento Informado

Exma. Senhora

Professora Bernardette de Almeida

Diretora do Agrupamento de Escolas de Sines

Sines, 20 de setembro de 2024

No âmbito do Mestrado em Educação e Tecnologias Digitais do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio solicitar autorização para o desenvolvimento da minha dissertação com o tema **“O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no Plano no 5.º ano de escolaridade.”** Este projeto será realizado para a obtenção do grau de mestre em Educação, na especialidade de Educação e Tecnologias Digitais, pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Com este projeto pretendo estudar o impacto do software GeoGebra na aprendizagem da matemática.

Informo que os conteúdos a serem abordados em sala de aula, no âmbito da investigação, estão plenamente alinhados com os documentos curriculares em vigor. Estes conteúdos fazem parte das Aprendizagens Essenciais em Matemática e a metodologia de trabalho proposta é sugerida como forma eficaz de desenvolver as competências descritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. É importante realçar que, nas Aprendizagens Essenciais da disciplina de Matemática, está explicitamente incluída a utilização do GeoGebra.

A investigação prevê envolver quatro turmas do quinto ano, na disciplina de Matemática, no ano letivo de 2024/2025. As turmas escolhidas para o estudo são o 5º C, 5º D, 5º F e o 5º G.

O estudo basear-se-á num processo de recolha de dados quantitativos, em sala de aula, materializado apenas na aplicação de fichas de avaliação já previstas para a disciplina (dois testes de avaliação das aprendizagens (um inicial, para diagnóstico, e outro final), sendo a requerente a professora de duas das turmas e a professora coadjuvante de outra das turmas (quinto G). O projeto contém já a anuência da Professora Sandra Pires, docente das turmas 5º F e 5º G.

O estudo foi já alvo de análise por parte da Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo recebido parecer favorável no dia 4 de Novembro de 2024, o qual atesta que a investigação em causa cumpre com os normativos legais e os princípios éticos que estruturam a Carta de Ética da instituição.

Caso me seja concedida autorização para o desenvolvimento desta investigação na nossa instituição, solicito também acesso à totalidade dos recursos necessários para a realização do presente estudo, nomeadamente material informático que a escola já possui.

Garanto desde já que os dados recolhidos serão apenas utilizados para a referida investigação e para eventuais publicações de natureza científica e que, neste processo, a identidade de qualquer participante será sempre salvaguardada.

De igual forma, solicito indicação explícita da vontade da ESJD em ser identificada, ou não, no âmbito do presente estudo e de suas futuras publicações.

Aproveito ainda para indicar que toda a informação a recolher e que todos os contactos estabelecidos serão pautados pelo máximo rigor, lealdade e sigilo, assegurando a proteção dos participantes.

Antecipadamente apresento os meus agradecimentos, aguardando em expectativa uma resposta favorável ao pedido apresentado.

Autorizo que o presente estudo decorra na Escola Vasco da Gama de Sines e com as turmas supra indicadas.

Não autorizo que o presente estudo decorra na Escola Vasco da Gama de Sines e com as turmas supra indicadas.

Autorizo que a Escola Vasco da Gama de Sines seja identificada no presente estudo e estudo e suas futuras publicações.

Não autorizo que a Escola Vasco da Gama de Sines seja identificada no presente estudo nem em quaisquer publicações futuras.

Assinatura,

Apêndice B – Documento de Autorização dos Encarregados de Educação



Autorização do projeto e Consentimento Informado

Pais/Encarregados de Educação

Caro, Pais/Encarregados de Educação

A turma do seu educando foi convidada a integrar um projeto **“O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no 5.º ano de escolaridade.”** que a Docente e Investigadora Paula Cristina Cangalhas se encontra a desenvolver no âmbito do seu mestrado no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

O estudo requer a participação de quatro turmas do 5.º ano, permanecendo as turmas envolvidas no projeto neste ano letivo. No âmbito deste projeto, todos os alunos serão envolvidos em atividades letivas que estão totalmente enquadradas pelas recomendações que constam das Aprendizagens Essenciais de Matemática do 5.º ano de escolaridade, e o processo de recolha de dados decorrerá de forma normal, durante as aulas.

Neste estudo, garante-se que os dados recolhidos serão apenas utilizados para a referida investigação e que, neste processo, a identidade do seu educando bem como de todos os alunos será sempre salvaguardada. Todos os dados a recolher serão alvo de processos de codificação que assegura o total anonimato e privacidade. De igual modo, atesta-se que os dados permanecerão armazenados em locais seguros, sob responsabilidade da investigadora/docente.

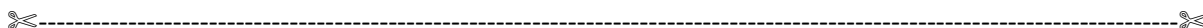
Assegura-se ainda que este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, estando, pois, em conformidade com as disposições legais e éticas vigentes.

O estudo será conduzido presencialmente em sala de aula, sob a orientação da professora de matemática. Algumas tarefas, e respetiva recolha de dados, preveem a utilização de tecnologias, como o computador. Não haverá nenhuma despesa nem benefício monetário, direto ou indireto, relacionado com a participação neste estudo.

Agradece-se a atenção e disponibiliza-se o contacto com a Docente e Investigadora, caso pretenda obter qualquer esclarecimento adicional.

Assinatura,

(email: paulacangalhas@edu.ulisboa.pt, paulacangalhas.213@aescolas-sines.edu.pt)



Formulário de Consentimento Informado para Encarregados de educação

Para os devidos efeitos, confirmo que autorizo o meu educando (colocar nome e turma) _____ do 5º ____ a participar no projeto **“O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no Plano no 5.º ano de escolaridade.”**, a ser implementado no ano letivo 2024/2025, autorizando conseqüentemente a recolha, armazenamento, tratamento e análise dos dados necessários para o efeito.

Atesto que a finalidade deste processo de recolha de dados me foi claramente indicada, que me foi garantido que os dados pessoais a recolher seriam alvo de processos de codificação e que, na totalidade, o projeto se apresentava em conformidade com a Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Data: __/__/____

Assinatura do encarregado de educação,

Apêndice C – Convite e informação sobre projeto de investigação

Convite e informação sobre projeto de investigação

Exma. Senhora

Professora Sandra Pires

Docente de Matemática no Agrupamento de Escolas de Sines

Sines, 06 de novembro de 2024

No âmbito do Mestrado em Educação e Tecnologias Digitais do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio informar e convidá-la a participar no desenvolvimento da minha dissertação, intitulada **“O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no Plano no 5.º ano de escolaridade”**. Este projeto visa a obtenção do grau de Mestre em Educação, na especialidade de Educação e Tecnologias Digitais, pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

O objetivo deste projeto é estudar o impacto do software **GeoGebra** na aprendizagem de Matemática. Os conteúdos a serem abordados em sala de aula, no âmbito da investigação, estão alinhados com os **documentos curriculares em vigor**, sendo parte integrante das **Aprendizagens Essenciais de Matemática**. Além disso, a metodologia proposta está em conformidade com o desenvolvimento das competências descritas no **Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória**. No decorrer desta investigação, será explorado o uso do software GeoGebra para o ensino de Geometria no Plano, em quatro turmas do 5.º ano durante o ano letivo de 2024/2025. Venho por este meio, convidá-la a colaborar neste estudo, enquanto docente das turmas **5.º F e 5.º G**.

Descrição do Estudo

O estudo prevê as seguintes atividades:

- Aplicação de **fichas de avaliação** (uma inicial, de diagnóstico, e outra final, para avaliação das aprendizagens).
- Utilização do **software GeoGebra** como recurso didático para apoiar as aulas de Geometria no Plano.
- **Recolha de dados** exclusivamente baseada nas atividades de sala de aula, sem interferir nas práticas regulares da disciplina ou causar sobrecarga de trabalho para os alunos.

Este projeto foi analisado e aprovado pela **Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa** no dia 4 de novembro de 2024, cumprindo os normativos legais e os princípios éticos estabelecidos na **Carta de Ética** da instituição.

Garantias de Ética e Privacidade

Gostaria de garantir que:

- **Os dados recolhidos** serão utilizados apenas para fins de investigação e publicações científicas.
- **A identidade de todos os participantes** será integralmente salvaguardada.
- Toda a recolha de informação e os contactos serão realizados com o máximo rigor, lealdade e sigilo, assegurando a proteção dos participantes.

A sua colaboração será fundamental para o sucesso deste estudo, e desde já agradeço a sua disponibilidade e apoio. Caso tenha alguma dúvida, estou inteiramente à disposição.

Com os melhores cumprimentos,

Assinatura,

Confirmação de Receção e Participação

Eu, **Sandra Pires**, docente de Matemática das turmas **do 5º F e 5º G**, confirmo que estou informada sobre o projeto de investigação intitulado **“O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no Plano no 5.º ano de escolaridade”**, e concordo com a participação das minhas turmas neste estudo.

Declaro também que estou ciente de que:

- O estudo respeita as normas éticas aprovadas pela Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Os dados recolhidos serão tratados de forma confidencial e utilizados exclusivamente para fins de investigação e publicações científicas.
- A identidade dos participantes será integralmente protegida.

Assinatura,

Data: _____

Nota: Ficam entregues **duas vias deste documento**, sendo uma arquivada pela investigadora e outra pela docente, como comprovativo da sua participação.

Apêndice D – Matriz de Construção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens

Matriz de construção do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 e Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 - Características da Prova

| MATEMÁTICA | 2024/2025 |
|---|-----------|
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 e Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | |
| 5º Ano de Escolaridade | |
| Introdução <p>O presente documento divulga informação relativa ao Teste de Avaliação das Aprendizagens 1-Diagnóstico, no ensino básico da disciplina de Matemática, a realizar em 2025, particularmente:</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Objeto de avaliação<input type="checkbox"/> Caracterização da prova<input type="checkbox"/> Material<input type="checkbox"/> Duração<input type="checkbox"/> Critérios Gerais | |
| Objetivo da avaliação <p>A prova tem por referência o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória e as Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 2º ciclo e o 5.º ano de escolaridade e permite avaliar a aprendizagem passível de avaliação numa prova escrita de duração limitada, incidindo no tema seguinte: “Geometria no Plano”.</p> | |
| Caraterização da Prova <p>A prova apresenta uma única versão e é constituída por um único caderno.</p> <p>As respostas são registadas no enunciado da prova.</p> <p>A prova inclui itens de seleção (por exemplo, escolha múltipla) e itens de construção (por exemplo, resposta restrita).</p> <p>Os itens podem ter como suporte um ou mais documentos, como textos, tabelas e figuras.</p> <p>A prova pode mobilizar aprendizagens de anos de escolaridade anteriores.</p> <p>As respostas aos itens podem requerer a mobilização articulada das aprendizagens relativas a mais do que um dos temas das Aprendizagens Essenciais.</p> <p>A sequência dos itens pode não corresponder à sequência do tema ou do respetivo conteúdo nos documentos curriculares.</p> <p>A prova é cotada para 100 pontos.</p> | |
| Material <p>As respostas são registadas no enunciado.</p> | |

Como material de escrita, apenas pode ser usada caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta. O uso de lápis só é permitido nas construções que envolvam a utilização de material de desenho, devendo o resultado final ser apresentado a tinta.

O examinando deve ser portador de material de desenho e de medição (lápis, borracha, régua, transferidor):

Não é permitido o uso de corretor.

Não é permitido o uso de Máquina de calcular.

Duração

A prova tem a duração de 50 minutos, a que acresce a tolerância de 10 minutos.

Critérios Gerais de Classificação da Prova

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos de classificação apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro, previsto na grelha de classificação.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

No entanto, em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se o aluno responder a um mesmo item mais do que uma vez, não eliminando inequivocamente a(s) resposta(s) que não deseja que seja(m) classificada(s), deve ser considerada apenas a resposta que surgir em primeiro lugar.

Itens de Seleção

Nos itens de associação, a resposta requer o estabelecimento de uma correspondência entre os elementos de dois conjuntos, de acordo com as instruções dadas. Nestes itens, a cada associação correta é atribuída uma cotação. A cotação total do item corresponde ao total de respostas, que apresentem de forma inequívoca, as associações corretas.

Nos itens de escolha múltipla a cotação total do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a única opção correta. São classificadas com zero pontos as respostas em que seja assinalada: uma opção incorreta; mais do que uma opção. Não há lugar a classificações intermédias.

As respostas aos itens de escolha múltipla que não respeitem a instrução (por exemplo, o aluno rodeia ou sublinha a opção, em vez de a assinalar com **X**) são consideradas em igualdade de circunstâncias com aquelas em que a instrução é respeitada, desde que seja possível identificar inequivocamente a resposta dada.

Itens de Construção

1. A classificação a atribuir a cada resposta é expressa por um número inteiro.

2. Os critérios de classificação das respostas aos itens de construção apresentam-se organizados por etapas e / ou por níveis de desempenho. A cada etapa, a cada nível de desempenho corresponde uma dada pontuação.
3. Os enganos ocasionais de cálculos, corresponderão a um desconto de pontos que não podem exceder os 10% da cotação máxima da alínea.
4. A classificação não deve ser prejudicada pela utilização de dados incorretos, obtidos em cálculos anteriores, desde que o grau de dificuldade se mantenha.
5. Há itens que podem ser corretamente resolvidos por mais do que um processo. Sempre que o aluno utilizar um processo de resolução não contemplado nos critérios específicos, caberá ao professor adotar um critério de distribuição da cotação que julgue adequado e utilizá-lo em situações idênticas
6. O aluno deve respeitar sempre qualquer instrução relativa ao método a utilizar na resolução de um item (por exemplo, “constrói um triângulo”, “calcula a área em cm^2 ”, etc.).

Na resolução apresentada pelo examinando, deve ser inequívoco, pela apresentação de todos os cálculos e de todas as justificações, o cumprimento da instrução. Se tal não acontecer, são classificadas com zero pontos as etapas em que a instrução não foi respeitada e todas as etapas subsequentes que delas dependam.
7. Num item em que a respetiva resolução exija cálculos e/ou justificações, a classificação, deve ser a da etapa final/ à da indicação da resposta, se o aluno se limitar a apresentar o resultado final.


Apêndice E – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

| MATEMÁTICA | | 2024/2025 | |
|---|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | | | |
| 5º Ano de Escolaridade | | | |
| Tema: Geometria e Medida | | | |
| Tópico: Figuras no plano | | | |
| Subtópicos/Conteúdos: Posição relativa de retas; Classificação de ângulos; Identificação de polígonos; Classificação de triângulos; Classificação de quadriláteros; Perímetro; Área do quadrado e do retângulo. | | | |
| | | Domínios | |
| | Cotações | Conceitos e procedimentos | Capacidades matemáticas* |
| 1. | 12 | x | |
| 2. | 12 | x | |
| 3. | 10 | x | |
| 4. | 12 | x | |
| 5. | 12 | x | |
| 6. | 12 | x | |
| 7. | 15 | | x |
| 8. | 15 | | x |
| Total | 100 | 70 | 30 |
| * As questões que envolvem capacidades matemáticas incluem a possibilidade de avaliar diretamente a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática, as representações e conexões matemáticas, embora as mesmas também contenham conceitos e procedimentos. | | | |

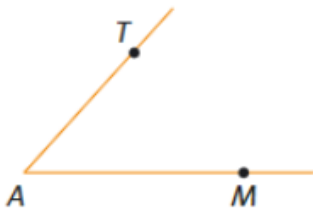
Nota: A Ficha de Avaliação de Aprendizagens 1, foi construída, com base numa proposta de ficha de avaliação diagnóstica das Edições ASA, de 2022, constantes do Dossiê do Professor do manual ClickMat 5.

Apêndice F – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

| | | |
|--|---|--|
|  REPÚBLICA PORTUGUESA EDUCAÇÃO Agrupamento de Escolas de Sines – 135628 | Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | Ano letivo: 2024/2025 5ºAno Matemática |
| Nome do Aluno: _____ | Turma: _____ V.º _____ | Data: ___/___/___ |
| • Competências/Aprendizagens adquiridas parcialmente (0 – 49 %) | • Competências/Aprendizagens globalmente adquiridas (70 – 89 %) | |
| • Competências/Aprendizagens adquiridas (50 – 69 %) | • Competências/Aprendizagens plenamente adquiridas (90 – 100 %) | |
| A Docente _____ | | Duração do teste: 50 minutos |

Antes de começares a responder, lê com atenção todas as perguntas.
 Mostra como chegaste à resposta final, apresentando todos os cálculos.
 Não é permitido o uso de calculadora, nem o uso de corretor.

1. Na figura está representado o ângulo MAT. Indica os **lados** e o **vértice** do ângulo MAT



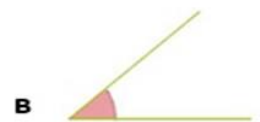
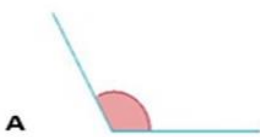
Lados : _____

Vértice: _____

2. Faz a correspondência entre cada um dos **ângulos (A,B,C e D)** à sua respetiva **classificação (I, II, III, e IV)**.

Coluna A

Coluna B



I - Ângulo reto

II - Ângulo obtuso

III - Ângulo raso

IV - Ângulo agudo

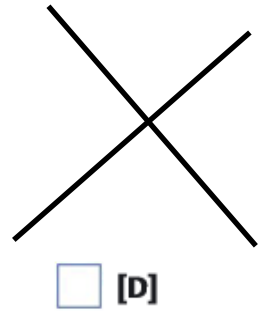
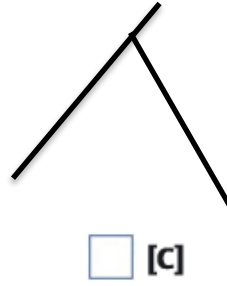
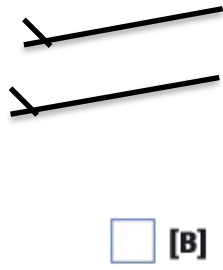
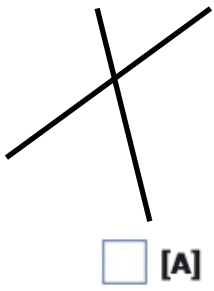
A - _____

B - _____

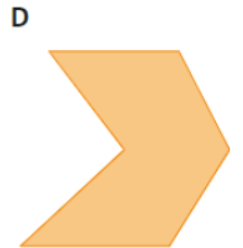
C - _____

D - _____

3. Qual das seguintes opções representa um par de **retas perpendiculares**? Assinala a opção correta com um **X**.



4. Faz a correspondência correta entre a letra de cada um dos os seguintes polígonos (A, B, C e D) e as designações que se encontram nas caixas.



Hexágono

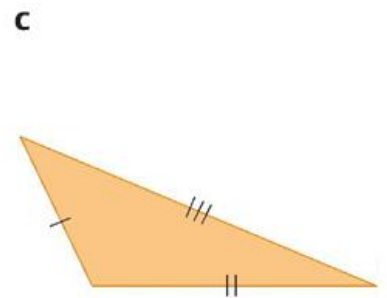
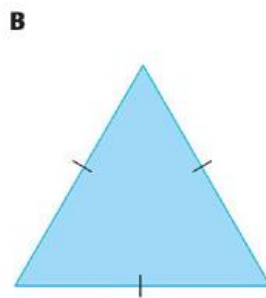
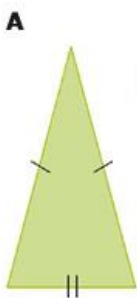
Pentágono

Triângulo

Quadrilátero

A - _____ B - _____ C - _____ D - _____

5. **Classifica** quanto ao comprimento dos seus lados cada um dos seguintes triângulos.



A - _____

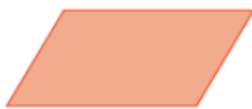
B - _____

C - _____

6. Indica, justificando, qual dos seguintes quadriláteros é um paralelogramo.



[A]



[B]



[C]

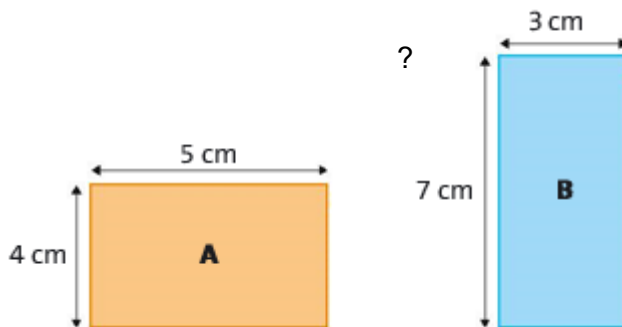


[D]

Justificação: _____

7. Observa os retângulos A e B.

Determina a largura do retângulo B, sabendo que a soma dos perímetros dos retângulos A e B é 38 cm.

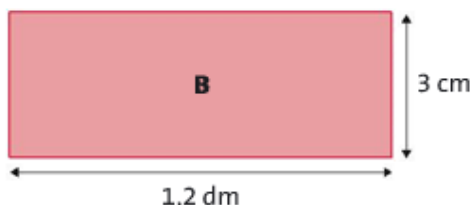
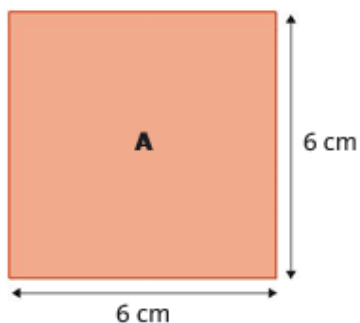


Resposta: _____

8. Observa os polígonos A e B.

Calcula a área, em cm^2 , de cada um dos polígonos.

Mostra como chegaste à tua resposta, apresentando todos os cálculos.



Área do Polígono A - _____ Área do Polígono B - _____

Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

| | |
|--|------------------|
| MATEMÁTICA | 2024/2025 |
| Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1 | |
| 5º Ano de Escolaridade | |
| Tema: Geometria e Medida | |
| Tópico: Figuras no plano | |
| Subtópicos/conteúdos: Posição relativa de retas; Classificação de ângulos; Identificação de polígonos; Classificação de triângulos; Classificação de quadriláteros; Perímetro; Área do quadrado e do retângulo. | |
| <p>1. Lados: $\hat{A}T$ e $\hat{A}M$</p> <p>Vértice: A</p> <p>2. A - II B - IV C - I D - III</p> <p>3. Opção: D</p> <p>4. A – Triângulo; B – Quadrilátero; C – Pentágono; D – Hexágono.</p> <p>5. A – Triângulo isósceles; B – Triângulo equilátero; C – Triângulo escaleno.</p> <p>6. O quadrilátero B, pois tem os lados paralelos dois a dois e/ou os ângulos internos, opostos, têm a mesma amplitude.</p> <p>7. (Sugestão de resolução)</p> <p>Perímetro do retângulo A = $5 + 5 + 4 + 4 = 18$.</p> <p>Perímetro do retângulo B = $7 + 7 + ? + ?$.</p> <p style="padding-left: 40px;">$14 + ? + ?$.</p> <p>Sei que a soma dos perímetros do retângulo A e B é igual a 38 cm, então vou descobrir o valor dos dois lados que faltam.</p> <p>$38 - (18 + 14) = 38 - 32 = 6$ $6 : 2 = 3$</p> <p>Resposta. A largura do retângulo B é 3 cm.</p> <p>8.</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Área do Polígono A</u></p> <p style="padding-left: 40px;">$A_A = l \times l$</p> <p style="padding-left: 40px;">$A_A = 6 \times 6 = 36 \text{ cm}^2$</p> | |

Área do Polígono B

$$1,2 \text{ dm} = 12 \text{ cm}$$

$$A_B = c \times l$$

$$A_B = 12 \times 3 = \mathbf{36 \text{ cm}^2}$$

Apêndice H – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens

Critérios de Correção do Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

MATEMÁTICA

2024/2025

Teste de Avaliação das Aprendizagens 1

Duração do teste: 50 minutos

5º Ano de Escolaridade

Janeiro 2025

COTAÇÕES

Questões

| | | |
|----|--------------|-------------------|
| 1. | ..... | 12 pontos |
| 2. | ..... | 12 pontos |
| 3. | ..... | 10 pontos |
| 4. | ..... | 12 pontos |
| 5. | ..... | 12 pontos |
| 6. | ..... | 12 pontos |
| 7. | ..... | 15 pontos |
| 8. | ..... | 15 pontos |
| | Total | 100 pontos |

A classificação do teste deve respeitar integralmente os critérios gerais e os critérios específicos a seguir apresentados

Critérios de Classificação

Critérios Gerais de Classificação da Prova

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos de classificação apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro, previsto na grelha de classificação.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos. No entanto, em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se o aluno responder a um mesmo item mais do que uma vez, não eliminando inequivocamente a(s) resposta(s) que não deseja que seja(m) classificada(s), deve ser considerada apenas a resposta que surgir em primeiro lugar.

Itens de Seleção e Associação

Nos itens de associação, a resposta requer o estabelecimento de uma correspondência entre os elementos de dois conjuntos, de acordo com as instruções dadas. Nestes itens, a cada associação correta é atribuída uma cotação. A cotação total do item corresponde ao total de respostas, que apresentem de forma inequívoca, as associações corretas.

Nos itens de escolha múltipla a cotação total do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a única opção correta. São classificadas com zero pontos as respostas em que seja assinalada: uma opção incorreta; mais do que uma opção. Não há lugar a classificações intermédias.

As respostas aos itens de escolha múltipla que não respeitem a instrução (por exemplo, o aluno rodeia ou sublinha a opção, em vez de a assinalar com **X**) são consideradas em igualdade de circunstâncias com aquelas em que a instrução é respeitada, desde que seja possível identificar inequivocamente a resposta dada.

Itens de Construção

1. Nos itens de construção, os critérios de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.
2. A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho resulta da pontuação do nível de desempenho em que forem enquadradas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.

3. A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.
4. As respostas que não apresentem exatamente os processos de resolução, os termos ou as expressões constantes nos critérios específicos são classificadas em igualdade de circunstâncias com aquelas que os apresentem, desde que o seu conteúdo seja cientificamente válido, adequado ao solicitado e enquadrado pelos documentos curriculares de referência.
5. Nas respostas aos itens que solicitam a apresentação de cálculos ou justificações necessárias à resolução, tem-se em conta a apresentação de todos os cálculos efetuados e de todas as justificações apresentadas. Num item em que a respetiva resolução exija cálculos e/ou justificações, a classificação deve ser a da etapa final/ à da indicação da resposta, se o aluno se limitar a apresentar o resultado final.
A apresentação apenas do resultado final, é classificada com a cotação da etapa final (à da indicação da resposta).
6. No caso da resolução apresentar um erro de transcrição de um dado do enunciado do item, se a dificuldade de resolução se mantiver, a pontuação a atribuir a cada etapa é a que consta nos critérios específicos de classificação. Se a dificuldade de resolução do item diminuir, o item é classificado do modo seguinte:
 - a. nas etapas em que a dificuldade da resolução diminuir, a pontuação máxima a atribuir é a parte inteira de metade da pontuação prevista;
 - b. nas etapas em que a dificuldade da resolução não diminuir, a pontuação é atribuída de acordo com os critérios específicos de classificação.
7. No caso da resolução apresentar erros de cálculo ou de transcrição numa das etapas, se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes não diminuir, estas são pontuadas de acordo com os critérios específicos de classificação; se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes diminuir, a pontuação máxima a atribuir a cada uma delas é a parte inteira de metade da pontuação prevista.
8. Se, na resposta, for omitida a unidade de medida, a pontuação a atribuir é a que consta nos critérios específicos de classificação, não havendo lugar a desvalorização alguma.
9. Se, na resposta, for utilizado o sinal de igual quando, em rigor, deveria ser usado o sinal de aproximadamente igual, a pontuação a atribuir é a que consta nos critérios específicos de classificação, não havendo lugar a desvalorização alguma.
10. No quadro seguinte, apresentam-se as situações específicas sujeitas a desvalorização, que podem ocorrer nas respostas aos itens de construção, cujos critérios específicos se apresentam organizados por níveis de desempenho ou por etapas.

SITUAÇÕES ESPECÍFICAS SUJEITAS A DESVALORIZAÇÃO

- a. Ocorrência de erros de cálculo.
- b. Apresentação do valor pedido numa forma diferente da solicitada.
- c. Utilização de simbologia ou de expressões incorretas do ponto de vista formal.

Verificando-se alguma destas situações específicas na resolução a um item, aplicam-se as desvalorizações seguintes:

- a) 1 ponto pela ocorrência de uma ou duas das situações descritas;
- b) 2 pontos pela ocorrência de três, quatro ou cinco das situações descritas.

11. Nos itens de construção cujos critérios se apresentem organizados por etapas, as desvalorizações são aplicadas à soma das pontuações atribuídas às etapas em que a resposta for enquadrada.

12. Nos itens de construção cujos critérios se apresentem organizados por níveis de desempenho, as desvalorizações são aplicadas no nível de desempenho em que a resolução for enquadrada.

Critérios Específicos de Classificação da Prova

| | | |
|-----------|---|------------------|
| 1. | Escreve utilizando corretamente a notação matemática. Lados: $\hat{A}T$ 4 pontos ou Lados: $\hat{A}M$ 4 pontos ou Lados: $\hat{A}T$ e $\hat{A}M$ 8 pontos Vértice: A 4 pontos | 12 pontos |
| 2. | Associa corretamente A - II 3 pontos B - IV 3 pontos C - I 3 pontos D - III 3 pontos | 12 pontos |

| | | |
|----|--|-----------|
| 3. | (D) | 10 pontos |
| 4. | Escreve A – Triângulo 3 pontos B – Quadrilátero 3 pontos C – Pentágono 3 pontos D – Hexágono 3 pontos | 12 pontos |
| 5. | Escreve A – Triângulo isósceles 4 pontos B – Triângulo equilátero 4 pontos C – Triângulo escaleno 4 pontos | 12 pontos |
| 6. | Seleciona B 6 pontos Seleciona B e justifica corretamente (tem os lados paralelos dois a dois e/ou os ângulos internos, opostos, têm a mesma amplitude) 12 pontos | 12 pontos |
| 7. | ..... . | 15 pontos |
| | A classificação é atribuída de acordo com as seguintes etapas: Escreve $P_A = 5 + 5 + 4 + 4$ 1 ponto Obtém o valor $P_A = 18$ cm 3 pontos Escreve $P_b = 7 + 7 + \cancel{7} + \cancel{7}$ Determina $7 + 7$ 2 pontos Determina o valor dos lados em falta $38 - (18 + 14) = 38 - 32 = 6$ cm 4 pontos Determina o valor de cada um dos lados em falta (6 : 2) 3 pontos Obtém o valor pedido 3 cm 1 ponto | |

| | | |
|-----------|---|------------------|
| | Escreve a resposta com a respetiva unidade de medida (3 cm) 1 ponto | |
| 8. | ..... . | 15 pontos |
| | <p>A classificação é atribuída de acordo com as seguintes etapas:</p> <p>Determina a A_A</p> <p>Escreve $A_A = \text{ / } \cdot \text{ / } \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$</p> <p>Escreve $A_A = 6 \cdot 6 \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$</p> <p>Obtém o valor $A_A = 36 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$</p> <p>Escreve a resposta com a respetiva unidade de medida (36 cm²) 1 ponto</p> <p>Determina A_B</p> <p>Reduz os valores à mesma unidade de medida 1 ponto</p> <p>Escreve $A_B = c \cdot \text{ / } \dots\dots\dots 1 \text{ ponto}$</p> <p>Escreve $A_B = 12 \cdot 3 \dots\dots\dots 2 \text{ pontos}$</p> <p>Determina A_B</p> <p>Obtém o valor $A_B = 36 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 4 \text{ pontos}$</p> <p>Escreve a resposta com a respetiva unidade de medida (36 cm²) 1 ponto</p> | |


Apêndice I – Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

Matriz para elaboração do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

| MATEMÁTICA | | 2024/2025 | |
|---|----------|---------------------------|--------------------------|
| Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | | | |
| 5º Ano de Escolaridade | | | |
| Tema: Geometria e Medida | | | |
| Tópico: Figuras no plano | | | |
| Subtópico/Conteúdos: Retas, semirretas e segmentos de reta; Posição relativa de retas; Ângulos; Classificação de ângulos; Identificação de polígonos; Construção de triângulos e desigualdade triangular; Relação entre os lados e os ângulos de um triângulo; Classificação de triângulos; Classificação de quadriláteros; Perímetro; Área do triângulo e do paralelogramo. | | | |
| | | Domínios | |
| | Cotações | Conceitos e procedimentos | Capacidades matemáticas* |
| Parte 1 | 20 | | |
| 1. | 4 | x | |
| 2. | 4 | x | |
| 3. | 4 | x | |
| 4. | 4 | x | |
| 5. | 4 | x | |
| Parte 2 | 80 | | |
| 1.1 | 2 | x | |
| 1.2 | 2 | x | |
| 1.3 | 2 | x | |
| 2. | 7 | | x |
| 3.1 | 2 | x | |
| 3.2 | 4 | x | |
| 3.3 | 6 | x | |
| 4. | 10 | x | |
| 5.1 | 4 | | x |
| 5.2 | 5 | | x |
| 6. | 9 | | x |
| 7.1 | 9 | x | |
| 7.2 | 6 | x | |
| 8. | 12 | x | |
| Total | 100 | 75 | 25 |
| * As questões que envolvem capacidades matemáticas incluem a possibilidade de avaliar diretamente a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática, as representações e conexões matemáticas, embora as mesmas também contenham conceitos e procedimentos. | | | |

Nota: A Ficha de Avaliação das Aprendizagens, foi construída, com base numa proposta, de fichas de avaliação da Texto Editora, de 2022, constantes do Dossiê do Professor do manual Missão Mat5.

Apêndice J – Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

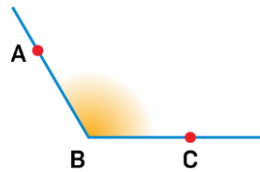
| | | |
|--|---|---|
|  REPÚBLICA PORTUGUESA EDUCAÇÃO Agrupamento de Escolas de Sines – 135628 | Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | Ano letivo: 2024/2025 5ºAno Matemática |
| Nome do Aluno: _____ | | Turma: _____ V.º _____ |
| • Competências/Aprendizagens adquiridas parcialmente (0 – 49 %) | | • Competências/Aprendizagens globalmente adquiridas (70 – 89 %) |
| • Competências/Aprendizagens adquiridas (50 – 69 %) | | • Competências/Aprendizagens plenamente adquiridas (90 – 100 %) |
| A Docente _____ | | Duração do teste: 50 minutos |

Antes de começares a responder, lê com atenção todas as perguntas.
 Mostra como chegaste à resposta final, apresentando todos os cálculos.
 Não é permitido o uso de calculadora, nem o uso de corretor.

1.ª Parte

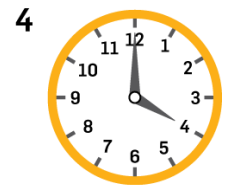
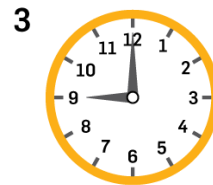
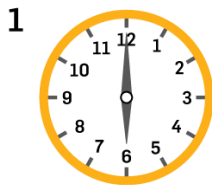
As cinco questões da 1.ª parte são de escolha múltipla. Em cada uma delas são indicadas quatro opções de resposta, das quais **só uma está correta**. Assinala, com **X**, a tua resposta.

1. O vértice do ângulo é:



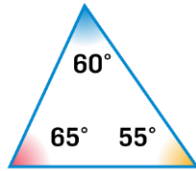
- A. A
 B. B
 C. BC
 D. \sphericalangle CBA

2. Em que relógio(s) os ponteiros formam um **ângulo agudo**?



- A. 1
 B. 2 e 4
 C. 3
 D. Nenhum

3. O triângulo é:



A.

isóscele
s e
acutângulo.

B.

equiláter
o e
acutângulo.

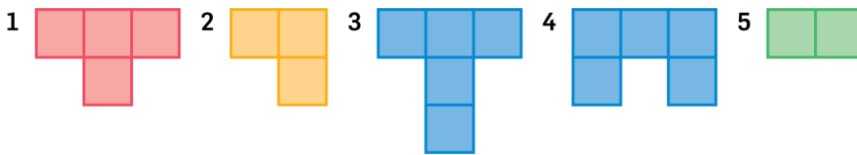
C.

escalen
o e retângulo.

D.

escalen
o e
acutângulo.

4. Quais são as **figuras equivalentes**?



A.

1 e 3

B.

3 e 4

C.

2 e 5

D.

2, 4 e 5

5. O polígono seguinte **não** é um:



A. retângulo.

B. losango.

C. paralelogramo.

D. quadrilátero.

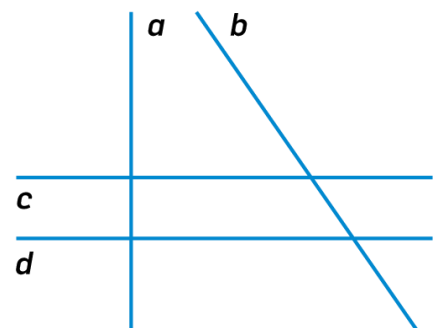
2.^a Parte

1. Observa a imagem com atenção e indica:

1.1 duas **retas paralelas**.

1.2 duas **retas concorrentes perpendiculares**.

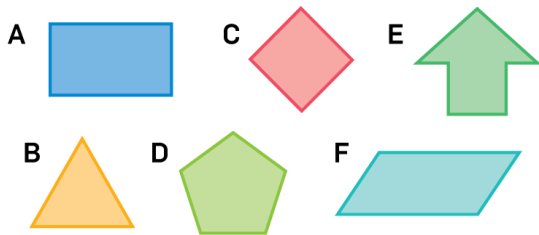
1.3 duas **retas concorrentes oblíquas**.



2. Mediu-se um **ângulo agudo** com o transferidor.
Indica a sua amplitude e justifica a tua resposta.



3. Observa os **polígonos** com atenção. Indica, usando as letras **A, B, C, D, E e F**, os que são:

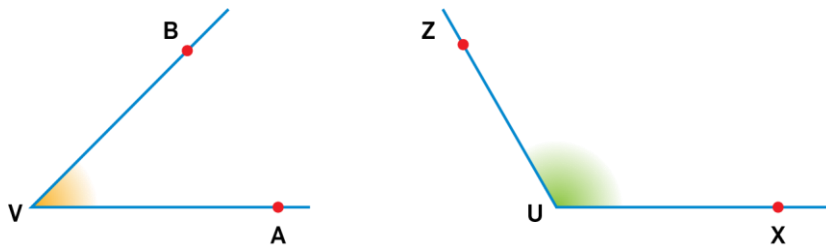


3.1 triângulos. _____

3.2 retângulos. _____

3.3 _____ paralelogramos.

4. Considera os **ângulos** seguintes.



Mede a **amplitude dos ângulos** e **classifica-os**.

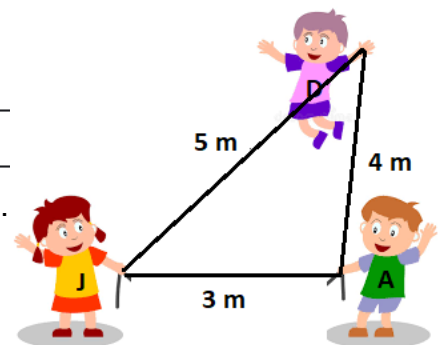
$A\hat{V}B =$ _____ \rightarrow _____

$X\hat{U}Z =$ _____ \rightarrow _____

5. A Joana (**J**), o Dinis (**D**) e o Alfredo (**A**) esticaram uma corda e formaram um triângulo.

5.1 Qual dos amigos ficou no **vértice** com o **ângulo menor**? **Justifica** a tua resposta.

5.2 Calcula o comprimento da corda que formou o triângulo. Mostra como chegaste à tua resposta apresentando todos os cálculos.



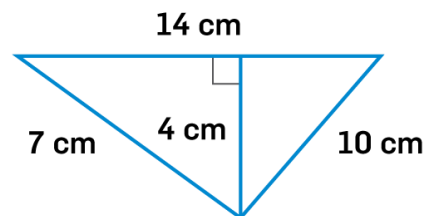
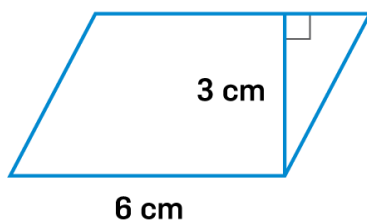
6. É possível construir um **triângulo isósceles** com os lados **3 dm, 3 dm e 50 cm**?
Justifica a tua resposta.
-

7. **Constrói o triângulo** seguinte:

7.1 $\underline{HI} = 4 \text{ cm}$, $\widehat{IHJ} = 70^\circ$ e $\widehat{J\hat{I}H} = 40^\circ$.

- 7.2 **Classifica o triângulo** quanto aos lados e quanto aos ângulos.
-

8. **Observa com atenção as figuras.**



- 8.1 **Calcula a área** do paralelogramo e do triângulo.

Resposta: Área do **paralelogramo** - _____

Área do **triângulo** - _____

Apêndice L – Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

| MATEMÁTICA | 2024/2025 |
|---|-----------|
| Resolução do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2 | |
| 5º Ano de Escolaridade | |
| Tema: Geometria e Medida | |
| Tópico: Figuras no plano | |
| Subtópico/Conteúdos: Retas, semirretas e segmentos de reta; Posição relativa de retas; Ângulos; Classificação de ângulos; Identificação de polígonos; Construção de triângulos e desigualdade triangular; Relação entre os lados e os ângulos de um triângulo; Classificação de triângulos; Classificação de quadriláteros; Perímetro; Área do triângulo e do paralelogramo. | |
| Teste 2 A | |
| 1ª Parte | |
| 1. B | |
| 2. D | |
| 3. D | |
| 4. B | |
| 5. B | |
| 2ª Parte | |
| 1. | |
| 1.1 $c e d$ | |
| 1.2 $c e a$ ou $d e a$ | |
| 1.3 $c e b$ ou $d e b$ ou $a e b$ | |
| 2. 55° . Para ser um ângulo agudo, a sua amplitude tem que ser inferior a 90° . | |
| 3. | |
| 3.1 B | |
| 3.2 A e C | |
| 3.3 A, C e F | |
| 4. | |
| $A\hat{V}B = 45^\circ$; ângulo agudo | |
| $X\hat{U}Z = 120^\circ$; ângulo obtuso | |
| 5. | |

5.1 Foi o Dinis (D), porque o ângulo menor é o ângulo oposto ao lado menor que mede 3 m.

5.2 (Sugestão de resolução)

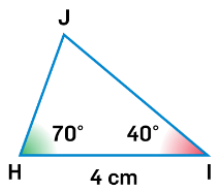
O comprimento da corda corresponde ao perímetro do triângulo, logo,

$$P = 5 + 4 + 3 = \mathbf{12 \text{ cm.}}$$

6. É possível, pois a soma dos comprimentos dos lados menores (ambos de 3 dm) é maior do que o comprimento do lado maior (50 cm = 5 dm).

7.

7.1



7.2 Quanto aos lados é isósceles ($\underline{HI} = \underline{JI}$) e quanto aos ângulos é acutângulo.

8.

Paralelogramo: $6 \times 3 = 18 \text{ cm}^2$

Triângulo: $\frac{14 \times 4}{2} = 28 \text{ cm}^2$

Apêndice M – Critérios de Correção dos Testes de Avaliação das Aprendizagens 2

Critérios de Correção do Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

MATEMÁTICA

2024/2025

Teste de Avaliação das Aprendizagens 2

Duração do teste: 50 minutos

5º Ano de Escolaridade

Janeiro 2025

COTAÇÕES

Questões

| | | |
|----------------|--------------|-------------------|
| Parte 1 | ..... | 20 pontos |
| 1. | ..... | 4 pontos |
| 2. | ..... | 4 pontos |
| 3. | ..... | 4 pontos |
| 4. | ..... | 4 pontos |
| 5. | ..... | 4 pontos |
| Parte 2 | ..... | 80 pontos |
| 1.1 | ..... | 2 pontos |
| 1.2 | ..... | 2 pontos |
| 1.3 | ..... | 2 pontos |
| 2. | ..... | 7 pontos |
| 3.1 | ..... | 2 pontos |
| 3.2 | ..... | 4 pontos |
| 3.3 | ..... | 6 pontos |
| 4. | ..... | 10 pontos |
| 5.1 | ..... | 4 pontos |
| 5.2 | ..... | 5 pontos |
| 6. | ..... | 9 pontos |
| 7.1 | ..... | 9 pontos |
| 7.2 | ..... | 6 pontos |
| 8. | ..... | 12 pontos |
| | Total | 100 pontos |

Critérios de Classificação

Critérios Gerais de Classificação da Prova

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos de classificação apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro, previsto na grelha de classificação.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos. No entanto, em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se o aluno responder a um mesmo item mais do que uma vez, não eliminando inequivocamente a(s) resposta(s) que não deseja que seja(m) classificada(s), deve ser considerada apenas a resposta que surgir em primeiro lugar.

Itens de Seleção

Nos itens de associação, a resposta requer o estabelecimento de uma correspondência entre os elementos de dois conjuntos, de acordo com as instruções dadas. Nestes itens, a cada associação correta é atribuída uma cotação. A cotação total do item corresponde ao total de respostas, que apresentem de forma inequívoca, as associações corretas.

Nos itens de escolha múltipla a cotação total do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a única opção correta. São classificadas com zero pontos as respostas em que seja assinalada: uma opção incorreta; mais do que uma opção. Não há lugar a classificações intermédias.

As respostas aos itens de escolha múltipla que não respeitem a instrução (por exemplo, o aluno rodeia ou sublinha a opção, em vez de a assinalar com **X**) são consideradas em igualdade de circunstâncias com aquelas em que a instrução é respeitada, desde que seja possível identificar inequivocamente a resposta dada.

Itens de Construção

1. Nos itens de construção, os critérios de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.
2. A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho resulta da pontuação do nível de desempenho em que forem enquadradas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.

3. A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.
4. As respostas que não apresentem exatamente os processos de resolução, os termos ou as expressões constantes nos critérios específicos são classificadas em igualdade de circunstâncias com aquelas que os apresentem, desde que o seu conteúdo seja cientificamente válido, adequado ao solicitado e enquadrado pelos documentos curriculares de referência.
5. Nas respostas aos itens que solicitam a apresentação de cálculos ou justificações necessárias à resolução, tem-se em conta a apresentação de todos os cálculos efetuados e de todas as justificações apresentadas. Num item em que a respetiva resolução exija cálculos e/ou justificações, a classificação deve ser a da etapa final/ à da indicação da resposta, se o aluno se limitar a apresentar o resultado final.
A apresentação apenas do resultado final, é classificada com a cotação da etapa final (à da indicação da resposta).
6. No caso da resolução apresentar um erro de transcrição de um dado do enunciado do item, se a dificuldade de resolução se mantiver, a pontuação a atribuir a cada etapa é a que consta nos critérios específicos de classificação. Se a dificuldade de resolução do item diminuir, o item é classificado do modo seguinte:
 - a. nas etapas em que a dificuldade da resolução diminuir, a pontuação máxima a atribuir é a parte inteira de metade da pontuação prevista;
 - b. nas etapas em que a dificuldade da resolução não diminuir, a pontuação é atribuída de acordo com os critérios específicos de classificação.
7. No caso da resolução apresentar erros de cálculo ou de transcrição numa das etapas, se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes não diminuir, estas são pontuadas de acordo com os critérios específicos de classificação; se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes diminuir, a pontuação máxima a atribuir a cada uma delas é a parte inteira de metade da pontuação prevista.
8. Se, na resposta, for omitida a unidade de medida, a pontuação a atribuir é a que consta nos critérios específicos de classificação, não havendo lugar a desvalorização alguma.
9. Se, na resposta, for utilizado o sinal de igual quando, em rigor, deveria ser usado o sinal de aproximadamente igual, a pontuação a atribuir é a que consta nos critérios específicos de classificação, não havendo lugar a desvalorização alguma.
10. No quadro seguinte, apresentam-se as situações específicas sujeitas a desvalorização, que podem ocorrer nas respostas aos itens de construção, cujos critérios específicos se apresentam organizados por níveis de desempenho ou por etapas.

SITUAÇÕES ESPECÍFICAS SUJEITAS A DESVALORIZAÇÃO

- a. Ocorrência de erros de cálculo.
- b. Apresentação do valor pedido numa forma diferente da solicitada.
- c. Utilização de simbologia ou de expressões incorretas do ponto de vista formal.

Verificando-se alguma destas situações específicas na resolução a um item, aplicam-se as desvalorizações seguintes:

- a) 1 ponto pela ocorrência de uma ou duas das situações descritas;
- b) 2 pontos pela ocorrência de três, quatro ou cinco das situações descritas.

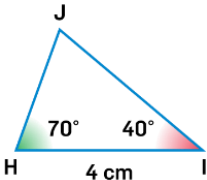
11. Nos itens de construção cujos critérios se apresentem organizados por etapas, as desvalorizações são aplicadas à soma das pontuações atribuídas às etapas em que a resposta for enquadrada.

12. Nos itens de construção cujos critérios se apresentem organizados por níveis de desempenho, as desvalorizações são aplicadas no nível de desempenho em que a resolução for enquadrada.

Critérios Específicos de Classificação da Prova

| | | |
|----------------|--|------------------|
| Parte 1 | ..... | 20 pontos |
| 1. | (B) | 4 pontos |
| 2. | (D) | 4 pontos |
| 3. | (D) | 4 pontos |
| 4. | (B) | 4 pontos |
| 5. | (B) | 4 pontos |
| Parte 2 | ..... | 80 pontos |
| 1.1 | Escreve c e d | 4 pontos |
| 1.2 | Escreve c e a ou Escreve d e a | 4 pontos |
| 1.3 | Escreve c e b ou Escreve d e b | 4 pontos |

| | | |
|------------|---|-----------|
| | ou Escreve a e b | |
| 2. | Escreve 55° 4 pontos Justifica - Para ser um ângulo agudo, a sua amplitude tem que ser inferior a 90° (ou equivalente) 3 pontos | 7 pontos |
| 3.1 | (B) | 2 pontos |
| 3.2 | (A) 2 pontos (C) 2 pontos (A) e (C) 4 pontos | 4 pontos |
| 3.3 | (A) 2 pontos (C) 2 pontos (F) 2 pontos ou (A) e (C) ou (A) e (F) ou (C) e (F) 4 pontos ou (A), (C) e (F) 6 pontos | 6 pontos |
| 4 | $A\hat{V}B$ Escreve amplitude (45°) 2 pontos Classifica (ângulo agudo)..... 3 pontos $X\hat{U}Z$ Escreve amplitude (120°) 2 pontos Classifica (ângulo obtuso) 3 pontos | 10 pontos |
| 5. | 5.1 Escreve (Dinis) ou (D)..... 4 pontos Escreve (Dinis) ou (D) e justifica - porque o ângulo menor é o ângulo oposto ao lado menor que mede 3 m (ou similar) 9 pontos 5.2 A classificação é atribuída de acordo com as seguintes etapas: | 9 pontos |

| | | |
|------|--|-----------|
| | Escreve $P = 5 + 4 + 3$ 3 pontos Obtém o valor $P = 12$ m 2 pontos | |
| 6. | Escreve (Sim ou é possível) 4 pontos Justifica - A soma dos comprimentos dos lados menores (ambos de 3 dm) é maior do que o comprimento do lado maior (50 cm = 5 dm). (ou equivalente) 5 pontos | 9 pontos |
| 7.1 | ..... | 9 pontos |
| 7.2. | Classifica quanto aos lados (isósceles) 3 pontos Classifica quanto aos ângulos (acutângulo) 3 pontos | 6 pontos |
| 8 | A classificação é atribuída de acordo com as seguintes etapas: Escreve $A_{\text{paralelogramo}} = b \times a$ 1 ponto Escreve $A_{\text{paralelogramo}} = 6 \times 3$ 2 pontos Obtém o valor $A_{\text{paralelogramo}} = 18 \text{ cm}^2$ 2 pontos Escreve $A_{\text{triângulo}} = \frac{b \times a}{2}$ 1 pontos Escreve $A_{\text{triângulo}} = \frac{14 \times 4}{2}$ 2 pontos Obtém o valor $A_{\text{triângulo}} = 28 \text{ cm}^2$ 3 pontos | 12 pontos |

Apêndice N – Registo da Verificação dos Testes por Especialista

Documento de Registo da Verificação dos Testes por Especialista

I. **Análise por Expert dos Teste de Avaliação das Aprendizagens (1 e 2)**

- Verificar se estes instrumentos testam os conhecimentos e aprendizagens patentes nas aprendizagens essenciais do 5º ano, associadas ao tema “Geometria no Plano”.
- Comparar os testes e analisar se são equivalentes.
- Analisar a formulação das questões e a sua correção científica.
- Comparar questão a questão (se os itens são comparáveis ou equivalentes quer no conteúdo quer no seu grau de dificuldade), bem como o grau de dificuldade dos dois testes.
- Analisar os critérios de correção das questões.

Foram elaboradas grelhas, de modo a facilitar a organização dos comentários e sugestões, que se apresentam no ponto 2 deste documento.

Posteriormente, o link da pasta da DRIVE, onde se encontram todos os documentos de recolhas de dados e este documento foi disponibilizado aos especialistas para análise.

Análise da Matriz e sua adequação com os testes

| | COMENTÁRIOS | SUGESTÕES |
|--------------------------------|---|------------------|
| CONTEÚDOS | Dentro das aprendizagens essenciais do 5º ano de escolaridade. | |
| CONCEITOS | Os conceitos principais são questionados. | |
| LINGUAGEM | Linguagem correta e adequada. | |
| ADEQUAÇÃO | Adequados à faixa etária e aos conteúdos abordados/trabalhados em sala de aula. | |
| PROPOSTAS DE REAJUSTES: | | |
| | | |

Ter em conta conteúdos, os conceitos, a linguagem/formulação e a adequação

| TESTE DE AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS 1 | | |
|---|---|---|
| Matemática | | 5º Ano de Escolaridade |
| QUESTÃO | COMENTÁRIOS | SUGESTÕES |
| 1 | | |
| 2 | Reformular - Identificar as imagens dos ângulos com letras e a classificação com os números Reformular o enunciado | Alterar enunciado para: Faz a correspondência entre os ângulos A, B,C e D com a sua respetiva classificação 1,2,3, e 4 |
| 3 | Alterar a localização das opções de escolha. | Colocar as opções por baixo das figuras. |
| 4 | Reformular o enunciado Retirar o sombreado (retângulo) da resposta | Enunciado - utilizando os termos que se encontram nas caixas, identifica os polígonos A,B,C e D. |
| 5 | Retirar o sombreado (retângulo) da resposta | |
| 6 | Retirar o sombreado (retângulo) da justificação /resposta | |
| 7 | Retirar o sombreado (retângulo) da resposta | |
| 8 | Retirar o sombreado (retângulo) da resposta | |
| PROPOSTAS DE REAJUSTES: | | |
| Acrescentar orientações para resolução da prova e a duração da mesma. Clarificar a nomenclatura de classificação do teste, utilizada pela escola, acrescentando a percentagem - exemplo: Competências/Aprendizagens adquiridas parcialmente (0 – 49 %) | | |

Ter em conta conteúdos, os conceitos, a linguagem/formulação e a adequação

| TESTE DE AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS 2 | | |
|---|--------------------|------------------------|
| Matemática | | 5º Ano de Escolaridade |
| QUESTÃO | COMENTÁRIOS | SUGESTÕES |
| Parte 1 | | |
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| Parte 2 | | |

| | | |
|--|------------------------------------|---|
| 1.1 | | |
| 1.2 | | |
| 1.3 | | |
| 2. | | |
| 3.1 | Reformular | “ usando as letras A, B, C, D, E e F” |
| 3.2 | | |
| 3.3 | | |
| 4. | | |
| 5. | Acrescentar uma questão/item (5.2) | 5.2 - item para avaliar o perímetro |
| 6. | | |
| 7.1 | | |
| 7.2 | | |
| 8. | | Acrescentar espaço para a resposta “Área do paralelogramo: ___” “Área do triângulo: ___” |
| PROPOSTAS DE REAJUSTES: | | |
| Acrescentar orientações para resolução da prova e a duração da mesma. | | |
| Clarificar a nomenclatura de classificação do teste, utilizada pela escola, acrescentando a percentagem - exemplo: Competências/Aprendizagens adquiridas parcialmente (0 – 49 %) | | |

Análise da equivalência entre o Testes de avaliação das aprendizagens 1 e 2

| | | | Teste 1 Diagnóstico | Teste 2 Final | Sugestão |
|----|---|---|---|---|---------------------|
| | Subtópicos/conteúdos | OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Conhecimentos, Capacidades e Atitudes | Teste 1 (indicação do nº do exercício) | Teste 2 (indicação do nº do exercício) | |
| | Retas, semirretas e segmentos de reta; | Distinguir reta de semirreta e de segmento de reta. | | | Acrescentar T1 e T2 |
| | Posição relativa de retas | Identificar a posição relativa de retas paralelas e retas concorrentes, perpendiculares ou oblíquas, e representá-las utilizando recursos diversificados. | 3 | 1 da parte 2 | |
| | Ângulos | Compreender que a amplitude de um ângulo pode ser medida e conhecer a unidade de medida grau. | 1 | 1 parte 1 2 da parte 2 | |
| | Classificação de ângulos | Medir a amplitude do ângulo usando transferidor, com aproximação ao grau, e classificá-lo. | 2 | 2 da parte 1 4 da parte 2 | |
| | Identificação de polígonos. | Identifica e nomeia os polígonos | 4 | 3 da parte 2 | |
| 6º | Construção de triângulos | Construir triângulos e compreender os casos em que é possível a sua construção, apresentando e explicando ideias e raciocínios. | | 7 da parte 2 | |
| 6º | Desigualdade triangular | | | 6 da parte 2 | |
| 6º | Relação entre os lados e os ângulos de um triângulo | | | 5 da parte 2 | |
| | Classificação de triângulos | Classificar triângulos quanto aos lados e quanto aos ângulos. | 5 | 3 da parte 1 7.2 da parte 2 | |

| | | | | | |
|----|----------------------------------|--|---|--------------|---|
| | Classificação de quadriláteros | Classificar hierarquicamente quadriláteros (quadrado, retângulo, losango e paralelogramo) com base nas suas propriedades (igualdade de lados, tipo de ângulos, paralelismo dos lados). | 6 | 5 da parte 1 | |
| | Perímetro | Resolver problemas que envolvam o perímetro, de retângulos, usando unidades de medida convencionais. | 7 | | Acrescentar T2 |
| | Área do quadrado e do retângulo. | Aplicar a expressão para o cálculo da medida da área do quadrado e do retângulo. | 8 | | |
| 6º | Área do paralelogramo | Aplicar a expressão para o cálculo da medida da área do paralelogramo. Identificar as alturas de um paralelogramo. | | 8 da parte 2 | Substituir, um dos exercícios por um que envolva o cálculo do perímetro |
| 6º | Área do triângulo | Aplicar a expressão para o cálculo da medida da área do triângulo. Identificar as alturas de um triângulo. | | 8 da parte 2 | |
| | Figuras equivalentes | Reconhecer figuras equivalentes. | | exercício 4 | |

Critérios de correção do **TESTE DE AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS**

1

| Ter em conta conteúdos, os conceitos, a linguagem/formulação e a adequação | | |
|---|---|--|
| Matemática | | 5º Ano de Escolaridade |
| QUESTÃO | COMENTÁRIOS | SUGESTÕES |
| Parte 1 | | |
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | Acrescentar outra proposta de resposta. | “e/ou os ângulos internos, opostos, têm a mesma amplitude” |
| 7. | | |
| 8. | Melhorar | Retirar as unidades de medida do cálculo. |
| | | |
| PROPOSTAS DE REAJUSTES: | | |
| <p>Verificar a formatação.</p> <p>Reformular o item 5 referente aos itens de Construção, no que diz respeito à cotação do exercício, caso o aluno apresente apenas o resultado final (sem cálculos/ justificações).</p> | | |

Critérios de correção do TESTE DE AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS 2

| Ter em conta conteúdos, os conceitos, a linguagem/formulação e a adequação | | |
|---|--------------------|---|
| Matemática | | 5º Ano de Escolaridade |
| QUESTÃO | COMENTÁRIOS | SUGESTÕES |
| Parte 1 | | |
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| Parte 2 | | |
| 1.1 | | |
| 1.2 | | |
| 1.3 | | |
| 2. | | |
| 3.1 | | |
| 3.2 | | |
| 3.3 | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |
| 7.1 | | |
| 7.2 | | |
| 8. | Melhorar | Retirar as unidades de medida do cálculo. |
| | | |
| PROPOSTAS DE REAJUSTES: | | |
| Reformular o item 5 referente aos itens de Construção, no que diz respeito à cotação do exercício, caso o aluno apresente apenas o resultado final (sem cálculos/ justificações). | | |

Apêndice O – Tarefas

| Tarefas com o Geogebra | |
|--|---|
| Tema: Geometria e Medida Tópico: Figuras no Plano | |
| LINK dos GUIÕES das TAREFAS em PDF | |
| 1 | Módulo de ambientação <u>01.CC Missão1.Missao2 MÓDULO1 (1).pdf - Google Drive</u> |
| 2 | M 1 - Construção de retas, semirretas e segmentos de reta <u>M2 Missão1 T1Geogebra.docx.pdf - Google Drive</u> M 2 - Construção de retas concorrentes e retas paralelas <u>M2 Missão2 T2.docx.pdf - Google Drive</u> |
| 3 | M 1 - Construção e classificação de ângulos <u>M3.MISSÃO1 MÓDULO3T1.docx (2).pdf - Google Drive</u> |
| 4 | M 1 - Construção de polígonos e classificação quanto ao número de lados. Distinguir polígonos regulares de polígonos irregulares. <u>M4.MISSÃO1 MÓDULO4T1.docx (1).pdf - Google Drive</u> M 2 - Construção de triângulos e classificação quanto aos lados e quanto aos ângulos. <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar as relações entre os lados e os ângulos de um triângulo. - Pesquisar as relações entre ângulos internos de um triângulo. <u>M4.MISSÃO2 Modulo4 T1eT2.docx (1).pdf - Google Drive</u> M 3 - Pesquisar a possibilidade de construir triângulos dados os comprimentos dos três lados - Desigualdade triangular. <u>M4A.MISSÃO3 Modulo4 A (1).docx.pdf - Google Drive</u> Folha de registo - <u>Somatriangulos tabela corta e cola 1.pdf - Google Drive</u> |
| 5 | M 1 - Construção de retângulos e paralelogramos que, de um para o outro, mantêm a igualdade entre as medidas das bases e alturas. - Investigação da relação entre as áreas. Obtenção da expressão para a medida da área do paralelogramo. <u>M5.MISSÃO1A Modulo5.docx (1).pdf - Google Drive</u> |

10. Anexos

Anexo I – Parecer da Comissão de Ética do IE

Anexo II – Documento de resposta do MIME

Anexo III – Documento de resposta da Direção do AES

Anexo I – Parecer da Comissão de Ética do IE



INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA COMISSÃO DE ÉTICA

PARECER

A Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo procedido à análise dos elementos relativos ao projeto de investigação da estudante do curso de Mestrado em Educação e Tecnologias Digitais, Paula Cristina Cangalhas, intitulado "O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no 5.º ano de escolaridade", considera que os princípios éticos, bem como as orientações éticas para a investigação, expressos na Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, são respeitados.

IE-ULisboa, 4 de novembro de 2024

O membro da Comissão de Ética

Assinado por: Joaquim António da Sousa
Pintassilgo
Núm. de identificação: 04672338
Data: 2024.11.03 09:39:11+0000



(Prof. Doutor Joaquim Pintassilgo)



Anexo II – Documento de resposta do MIME

21/06/25, 17:06

Agrupamento de Escolas de Sines Correio - Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar: Inquérito nº 1476800001



Paula Cangalhas <paulacangalhas.213@aescolas-sines.edu.pt>

Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar: Inquérito nº 1476800001

6 mensagens

mime.noreply@min-educ.pt <mime.noreply@min-educ.pt>

11 de dezembro de 2024 às 08:29

Para: paulacangalhas.213@aescolas-sines.edu.pt

Exmo(a)s. Sr(a)s.

O pedido de autorização do inquérito n.º 1476800001, com a designação "O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no 5.º ano de escolaridade.", registado em 09-12-2024, foi aprovado.

Avaliação do inquérito:

Exmo.(a) Senhor(a) Paula Cristina Cangalhas

Cumpre-nos informar que o pedido de realização de inquérito em meio escolar é aprovado uma vez que, submetido a análise, cumpre os requisitos, devendo atender-se às observações aduzidas.

Com os melhores cumprimentos

José Carlos Sousa

Diretor de Serviços

DGE


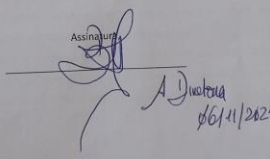
Observações:

a) A aplicação dos instrumentos de notação fica sujeita a autorização das Direções dos Agrupamentos de Escolas do ensino público a contactar para a realização do estudo. Merece especial atenção o modo, o momento e condições de aplicação dos instrumentos de recolha de dados em meio escolar, devendo fazer-se em estreita articulação com as Direções dos Agrupamentos e docentes a inquirir.

b) A Direção-Geral da Educação no âmbito do Despacho n.º 15847/2007, de 23 de julho de 2007 e conjugado com a atual legislação consolidada em matéria de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos públicos da educação pré-escolar e dos ensinos básico e secundário, não é competente para autorizar a realização de intervenções educativas / desenvolvimento de projetos e atividades / programas de intervenção / formação / sensibilização / capacitação / workshops, ateliers, em meio escolar, dadas a autonomia e competências da Escola não Agrupada/Agrupamentos de Escolas, nos domínios da orientação e organização pedagógica e planificação curricular, da gestão e planificação estratégica, entre outras. Os órgãos de gestão pedagógica e educativa, (a Direção, o Conselho Pedagógico, o Conselho Geral) melhor decidirão sobre estes casos de figura e subseqüentes ações, porque competentes, autorizando-as de forma integrada, estas e também as de inquirição/avaliação/registo referentes ao projeto e intervenções subseqüentes.

Pode consultar na Internet toda a informação referente a este pedido no endereço <http://mime.dgeec.mec.pt>. Para tal terá de se autenticar fornecendo os dados de acesso da entidade.

Anexo III – Documento de resposta da Direção do AES

| | |
|---|--|
| <p>INSTITUTO DE EDUCAÇÃO ULISBOA</p> <p>Autorização para realização de projeto de investigação e Consentimento Informado</p> <p>Exma. Senhora Professora Bernardette de Almeida Diretora do Agrupamento de Escolas de Sines</p> <p>Sines, 20 de setembro de 2024</p> <p>No âmbito do Mestrado em Educação e Tecnologias Digitais do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio solicitar autorização para o desenvolvimento da minha dissertação com o tema “O contributo do GeoGebra na aprendizagem da Geometria no Plano no 5.º ano de escolaridade.” Este projeto será realizado para a obtenção do grau de mestre em Educação, na especialidade de Educação e Tecnologias Digitais, pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.</p> <p>Com este projeto pretendo estudar o impacto do software GeoGebra na aprendizagem da matemática.</p> <p>Informo que os conteúdos a serem abordados em sala de aula, no âmbito da investigação, estão plenamente alinhados com os documentos curriculares em vigor. Estes conteúdos fazem parte da Aprendizagens Essenciais em Matemática e a metodologia de trabalho proposta é sugerida com forma eficaz de desenvolver as competências descritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. É importante realçar que, nas Aprendizagens Essenciais da disciplina de Matemática está explicitamente incluída a utilização do GeoGebra.</p> <p>A investigação prevê envolver quatro turmas do quinto ano, na disciplina de Matemática, no 1.º letivo de 2024/2025. As turmas escolhidas para o estudo são o 5.º C, 5.º D, 5.º F e o 5.º G.</p> <p>O estudo basear-se-á num processo de recolha de dados quantitativos, em sala de aula, materializado apenas na aplicação de fichas de avaliação já previstas para a disciplina (dois testes de avaliação das aprendizagens (um inicial, para diagnóstico, e outro final), sendo a requerente professora de duas das turmas e a professora coadjuvante de outra das turmas (quinto G). O projeto contém já a anuência da Professora Sandra Pires, docente das turmas 5.º F e 5.º G.</p> | <p>O estudo foi já alvo de análise por parte da Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo recebido parecer favorável no dia 4 de Novembro de 2024, o qual atesta que a investigação em causa cumpre com os normativos legais e os princípios éticos que estruturam a Carta de Ética da instituição.</p> <p>Caso me seja concedida autorização para o desenvolvimento desta investigação na nossa instituição, solicito também acesso à totalidade dos recursos necessários para a realização do presente estudo, nomeadamente material informático que a escola já possui.</p> <p>Garanto desde já que os dados recolhidos serão apenas utilizados para a referida investigação e para eventuais publicações de natureza científica e que, neste processo, a identidade de qualquer participante será sempre salvaguardada.</p> <p>De igual forma, solicito indicação explícita da vontade da ESJD em ser identificada, ou não, no âmbito do presente estudo e de suas futuras publicações.</p> <p>Aproveito ainda para indicar que toda a informação a recolher e que todos os contactos estabelecidos serão pautados pelo máximo rigor, lealdade e sigilo, assegurando a proteção dos participantes.</p> <p>Antecipadamente apresento os meus agradecimentos, aguardando em expectativa uma resposta favorável ao pedido apresentado.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Autorizo que o presente estudo decorra na Escola Vasco da Gama de Sines e com as turmas supra indicadas.</p> <p><input type="checkbox"/> Não autorizo que o presente estudo decorra na Escola Vasco da Gama de Sines e com as turmas supra indicadas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Autorizo que a Escola Vasco da Gama de Sines seja identificada no presente estudo e estudo e suas futuras publicações.</p> <p><input type="checkbox"/> Não autorizo que a Escola Vasco da Gama de Sines seja identificada no presente estudo nem em quaisquer publicações futuras.</p> <p>Assinatura:  A. Duarte 06/11/2024</p> |
|---|--|

Fotos dos documentos assinados