UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHAO – UEMA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMATICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

LINIMAR MOURA DE MELO FILHO

TECNOLOGIAS NO ENSINO DE GEOMETRIA PLANA: UM ESTUDO À LUZ DA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM O AUXILIO DO GEOGEBRA.

SÃO LUIS - MA
2024

LINIMAR MOURA DE MELO FILHO

TECNOLOGIAS NO ENSINO DE GEOMETRIA PLANA: UM ESTUDO À LUZ DA TEORI DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM O AUXILIO DO GEOGEBRA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional/PROFMAT para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador (a): Prof. Dr. Raimundo José Barbosa Brandão

SÃO LUÍS – MA

2024

Ficha Catalográfica

Melo Filho, Linimar Moura de.

Tecnologias no Ensino de Geometria Plana: um estudo à luz da teoria dos registros de representação semiótica com o auxílio do Geogebra./ Linimar Moura de Melo Filho. – São Luís(MA), 2024.

43p.

Dissertação (Mestrado em Matemática/PROFMAT) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo José Barbosa Brandão.

1. Geometria Plana. 2 Representação Semiótica. 3. Tecnologias Pedagógicas. 4. Geogebra. I.Título.

CDU: 514.112

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

"Aos desafios que moldaram meu percurso, aos fracassos que me ensinaram a perseverar e às pequenas vitórias que me mantiveram motivado, dedico este trabalho. Que ele seja um testemunho do meu compromisso com o aprendizado contínuo e uma expressão de gratidão àqueles que estiveram ao meu lado ao longo dessa jornada."

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração, por guiar meus passos ao longo desta jornada acadêmica.

À minha amada família, cujo amor incondicional e apoio constante foram meu porto seguro durante os desafios desta trajetória. Vocês foram minha força e minha motivação para nunca desistir.

Aos estimados professores, mentores e orientadores, cuja expertise, orientação e encorajamento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Suas palavras sábias e compromisso com a excelência moldaram não apenas esta dissertação, mas também meu caminho acadêmico.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista, meu mais sincero agradecimento.

Que este trabalho possa contribuir, ainda que modestamente, para o avanço do conhecimento em nossa área de estudo.

Gratidão eterna!

LINIMAR MOURA DE MELO FILHO

TECNOLOGIAS NO ENSINO DE GEOMETRIA PLANA: UM ESTUDO À LUZ DA TEORI DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM O AUXILIO DO GEOGEBRA

Aprovada em 28 de junho de /2024

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional/PROFMAT para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador (a): Prof. Dr. Raimundo José Barbosa Brandão

Prof. Dr. Raimundo José Barbosa Brandão
Universidade Estadual do Maranhão/Orientador

Prof. Dr. Welberth Santos Ferreira
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Sergio Turibus Noleto
Universidade Estadual do Maranhão

SÃO LUÍS – MA

2024

RESUMO

Esta dissertação investiga o ensino de Geometria à luz dos Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval. utilizando o Geogebra como ferramenta pedagógica com alunos do ensino médio de uma escola particular em Bacabal, Maranhão. A pesquisa adota uma abordagem mista, por combinar métodos qualitativos e quantitativos. Aplicou-se atividades de ensino a dois grupo de alunos, grupo A, com atividades mediadas por tecnologias, usando-se o Geogebra e, o grupo B, que seguiu o método tradicional. Os resultados demonstram que o uso de tecnologias digitais promoveu motivação e maior engajamento dos alunos na atividades em relação aos conceitos geométricos. O uso do Geogebra revelou um aumento significativo no entusiasmos e na autonomia dos alunos que utilizaram este aplicativo, sugerindo que a integração de múltiplos registros de representação facilita uma melhor apreensão no estudo dos objetos matemáticos. A pesquisa também destaca a necessidade de formação contínua para professores no uso eficaz dessas tecnologias, assim como as instuições formadoras de professores precisam focar mais e de forma mais eficiente o uso das tecnologias como ferramentas pedagógicas.

Palavras-chave: Geometria Plana. Representação Semiótica. Tecnologias pedagógicas. Geogebra

ABSTRACT

This dissertation investigates the teaching of Geometry in the light of Raymond Duval's Theory of Registers of Semiotic Representation. using Geogebra as a pedagogical tool with high school students from a private school in Bacabal, Maranhão. The research adopts a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods. Teaching activities were applied to two groups of students, group A, with activities mediated by technologies, using Geogebra, and group B, which followed the method traditional. The results show that the use of digital technologies promoted motivation and greater engagement of students in the activities in relation to geometric concepts. The use of Geogebra revealed a significant increase in the enthusiasm and autonomy of the students who used this application, suggesting that the integration of multiple representation registers facilitates a better apprehension in the study of mathematical objects. The survey also highlights the need for continuous training for Teachers in the effective use of these technologies, as well as teacher training institutions, need to focus more and more efficiently on the use of technologies as pedagogical tools.

Keywords: Plane geometry. Semiotic Representation. Pedagogical technologies. Geogebra

SUMÁRIO Pág.

1. INTRODUÇÃO

A Educação Matemática sempre representou um desafio significativo, especialmente no ensino de Geometria Plana. A compreensão dos conceitos geométricos exige não somente a assimilação teórica, mas também a aplicação prática desses conceitos em situações reais. Os desafios históricos enfrentados nesse campo vêm sendo transformados graças à era digital. Enquanto, tradicionalmente, os estudantes enfrentavam dificuldades para visualizar e aplicar os conceitos geométricos em contextos práticos, os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de aplicativos educacionais têm revolucionado a maneira como a matemática é ensinada.

A evolução das tecnologias aplicadas à educação permite melhorar a atuação do professor diante de diferentes públicos. Os docentes trabalham diariamente com essas mudanças tecnológicas e, diante disso, este estudo propõe investigar as contribuições dos aplicativos digitais no processo de ensino e aprendizagem, compreendendo a pesquisa como caminho para o desenvolvimento de novos paradigmas educacionais.

Neste sentido, Moran (2003) afirma que:

> A forma como organizamos em grupo, em salas, em outros espaços: isso também é tecnologia. O giz que escreve na lousa é tecnologia de comunicação, e uma boa organização de escrita facilita –muito –a aprendizagem. A forma de falar, gesticular, de falar com os outros: isso também é tecnologia. O livro, a revista, o jornal, o gravador, o retroprojetor, a televisão, o vídeo são tecnologias importantes e muito mal utilizadas em geral. (MORAN, 2003, p.153).

As ferramentas tecnológicas contemporâneas não apenas facilitam a compreensão de conceitos por meio de representações visuais interativas, como também oferecem aos estudantes oportunidades de explorar e solucionar problemas geométricos de maneira mais engajadora e eficaz. Diante disso, torna-se indispensável que os educadores não apenas estejam aptos a utilizar os recursos tecnológicos disponíveis, mas que os integrem efetivamente às práticas pedagógicas.

Em um contexto global de rápida evolução, no qual a tecnologia desempenha um papel central no cotidiano dos estudantes, é fundamental que ela também seja incorporada de forma intencional ao ambiente escolar. Assim, torna-se essencial que o docente adote estratégias que promovam o engajamento e a retenção do conhecimento. O uso de materiais concretos, como blocos de construção e modelos tridimensionais, pode auxiliar os alunos na visualização e manipulação de formas geométricas. Atividades colaborativas e o aprendizado baseado em projetos também favorecem o envolvimento dos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais.

A teoria dos registros de representação semiótica proposta por Raymond Duval destaca-se como uma abordagem poderosa no ensino de geometria. Esta teoria enfoca a importância de múltiplas representações semióticas (como figuras, linguagem verbal, notação matemática e modelos físicos) para a compreensão profunda dos conceitos geométricos. Ao explorar a interconexão entre essas representações, os alunos conseguem fazer transições entre diferentes formas de representação, facilitando a compreensão e aplicação dos conceitos geométricos em diversos contextos.

> A semiótica é a ciência dos sistemas e dos processos sígnicos na cultura e na natureza. Ela estuda as formas, os tipos, os sistemas de signos e os efeitos do uso dos signos, sinais, indícios, sintomas ou símbolos. Os processos em que os signos desenvolvem o seu potencial são processos de significação, comunicação e interpretação (SANTAELLA, 2017, p.7).

Além disso, a integração de tecnologias digitais, como o GeoGebra, enriquece o ensino da geometria ao oferecer uma maneira inovadora e interativa de explorar conceitos matemáticos complexos, promovendo a personalização do aprendizado e a colaboração. O GeoGebra permite a criação de ambientes de aprendizagem imersivos, que estimulam a curiosidade e a criatividade dos alunos.

Nesse contexto, o ensino da geometria prepara os estudantes para uma ampla gama de oportunidades educacionais e profissionais. Compreender os princípios geométricos é relevante em áreas como engenharia, arquitetura, design e tecnologia, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades matemáticas mais avançadas. A geometria também promove uma apreciação da beleza e da ordem no universo, despertando nos alunos a sensibilidade estética e a capacidade de reconhecer a matemática em seu cotidiano.

Considerando o cenário atual, no qual as ferramentas tecnológicas estão cada vez mais presentes na vida cotidiana e têm um papel determinante em diversos setores, surge a necessidade de investigar seu impacto e eficácia no campo educacional. Especificamente, este estudo busca entender como o uso do GeoGebra no ensino de geometria plana pode influenciar o processo de aprendizagem dos alunos. Para isso, apresenta-se uma análise crítica das vantagens e dos desafios associados ao uso desse aplicativo na educação. Além de avaliar o impacto dessa abordagem no desempenho e no interesse dos alunos, explora-se como as novas tecnologias podem enriquecer e transformar o processo educacional.

O problema de pesquisa surgiu a partir de um questionamento sobre o uso do aplicativo GeoGebra e como ele pode afetar o desempenho e o interesse dos alunos no ensino de Geometria Plana em uma sala de aula contemporânea. Para resolver esse problema, buscou-se investigar as contribuições do GeoGebra no ensino de matemática, bem como realizar atividades em sala de aula com o propósito de comparar a motivação e o desempenho dos sujeitos da pesquisa diante de situações de ensino com e sem o uso desse aplicativo.

A problemática envolve explorar as vantagens, como a melhoria na visualização e compreensão de conceitos geométricos, e os desafios, como a possível dependência de recursos tecnológicos e a eficácia do GeoGebra em diferentes contextos educacionais. Busca-se também avaliar se tal ferramenta incentiva uma maior participação e engajamento dos alunos, contribuindo assim para um aprendizado mais profundo e efetivo. O objetivo deste estudo é desenvolver um ambiente de aprendizagem enriquecedor e eficaz no ensino de geometria, aplicando a teoria de representação semiótica para promover uma compreensão aprofundada dos conceitos geométricos pelos alunos.

Para alcançarmos os objetivos, adotamos uma abordagem metodológica mista, incluindo questionários aplicados a alunos, entrevistas com professores e observações em sala de aula, a fim de explorar o impacto do uso de aplicativos interativos no ensino de Geometria Plana. A metodologia visa integrar análises quantitativas e qualitativas para oferecer uma compreensão detalhada das dinâmicas de aprendizagem. Os resultados da investigação indicaram que os alunos que participaram da pesquisa e realizaram as atividades com o uso do GeoGebra demonstraram maior motivação e participação durante as aulas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste estudo, procurou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, com o propósito de compreender as contribuições desta teoria no ensino da matemática. Também se buscou na literatura as dificuldades no ensino de geometria e o papel das tecnologias no ensino da matemática.

1.1 Teoria dos Registros de Representação Semiótica

Esta teoria foi desenvolvida pelo filosofo e Psicólogo Frances Raymod Duval que iniciou seus estudos (Duval (1993) na década de 1970 consolidando este estudo no ano de 1995.

A teoria dos registros de representação semiótica não é metodologia de ensino, mas um quadro teórico que permite ao professor verificar a apreensão de um objeto de estudo em matemática, por parte do aluno. Duval (1995, 2009) baseou seu estudo na Semiótica de Pearson e considera dois elementos fundamentais para a compreensão de sua teoria, signo e representações. Enquanto o signo é representado por uma palavra, letra, símbolo ou número (2, X, y, mão, etc.), as representações são constituídas por um conjunto de signos com regras bem definidas, exemplo temos: $2x + 3y$; $x^2 + y^2$; $1/3 + 4/5$; etc.

Os objetos matemáticos por serem abstraídos, a única forma que existe de compreendê-lo é por meio de suas representações.

> Contrariamente ao que sempre se postula no ensino da matemática, a discriminação das unidades de sentido pertinentes nas diferentes representações não é a consequência da aquisição de conceitos, mas condição preliminar dessa aquisição. Analogamente, a escolha de uma "boa" representação, ou mesmo a multiplicação de representações, são apenas ajudas enganosas. Pois as "boas" representações não podem ser associadas aos objetos matemáticos que elas representam, porque esses não são acessíveis direta ou empiricamente. A única via de acesso possível aos objetos empiricamente não acessíveis passa por colocar em correspondência representações semióticas diferentes. (DUVAL, 2011, p. 49)

Para Duval (1995, 2009, 2011, 2016), sua teoria designa vários tipos de representação do objeto matemático, e entre eles, discutimos os registros de língua natural, figural, algébrico e gráfico.

O termo representação às vezes é usado no sentido de representar. Desta maneira, representam objetos matemáticos a exemplo de um número, letras, gestos uma, equação, uma expressão, etc.

Encontra-se em Duval (2003, 2009), que um aluno terá sucesso nas atividades matemáticas, se ele foi capaz de mobilizar e coordenar diferentes representações semióticas na resolução de uma mesma tarefa matemática proposta.

Para Damm (2010, p. 107), "para que ocorra a apreensão de um objeto matemático, é necessário que a noésis (conceitualização) ocorra por meio de significativas semiósis (representações)". Isso significa que, quanto mais um aluno mobilizar os diferentes tipos de registros de representações, maior será a probabilidade de ele compreender o objeto em estudo.

Para Lima, Oliveira e Giordano (2023, p. 5), um sistema semiótico deve ser considerado um registro de representação semiótica quando admite três atividades cognitivas essenciais: a formação, o tratamento e a conversão. A primeira atividade, a formação, envolve a capacidade de expressar uma representação mental, que é fundamental para a comunicação e a compreensão. Isso não se refere apenas à maneira como as ideias são formuladas, mas também à forma como nos apropriamos de um objeto real, permitindo que a mente organize e interprete informações sensoriais. Essa habilidade de formação é crucial, pois fornece a base sobre a qual construímos significados e interagimos com o mundo ao nosso redor. Assim, a formação não é apenas um ato isolado; é um processo dinâmico que conecta nossa percepção com a representação que criamos, permitindo uma interação rica e significativa com o contexto em que estamos inseridos.

1.1.1 Conversão e tratamento

Conversão consiste na capacidade do aluno de realizar a mudança de um registro para outro. Um exemplo disso é quando o aprendiz sai do registro de língua natural e vai para o algébrico, do algébrico para o gráfico, e assim sucessivamente, transitando entre os registros.

> A conversão é um passo fundamental no trabalho com representações semióticas, pois a transformação de um registro em outro, conservando a totalidade ou uma parte do objeto matemático que está sendo representado, não pode ser confundida com o tratamento (DAMM, 1999, p.147).

Para Duval (2009, p.36) "converter as representações produzidas em um sistema em representações de um outro sistema, de tal maneira, que estas últimas permitam explicar outras significações relativas ao que é representado"

Do ponto de vista matemático, para Duval (2003, p. 16) a conversão "intervém somente para escolher o registro no qual os tratamentos a serem efetuados são mais econômicos, mais potentes, ou para obter um segundo registro que serve de suporte ou de guia aos tratamentos que se efetuam em um outro registro"

Enquanto na conversão se transita entre registros diferente, tratamento consiste na realização de operações matemática dentro de um mesmo registro.

> Os tratamentos são transformações de representações dentro de um mesmo registro, por exemplo: efetuar um cálculo ficando estritamente no mesmo sistema de escrita ou de representação. As conversões são transformações de representação que consistem em mudança de registro conservando os mesmos objetos denotados. (DUVAL, 2003, p.16).

Portanto, tratamento de uma representação semiótica consiste na transformação desta em outra representação no mesmo registro no qual foi formada. Logo, tratamento é, portanto, uma transformação interna num registro. A segui encontra-se as transformações de tratamento e conversão.

Segundo Duval (2009, p. 57), 'o cálculo é um tratamento interno ao registro de uma escritura simbólica de algarismos e de letras: ele substitui novas expressões em expressões dadas no mesmo registro de escrituras de números'. Dessa forma, o tratamento, realizado dentro de um mesmo registro, permite manipular e modificar as representações semióticas de forma precisa e consistente, mantendo a integridade do significado do objeto matemático representado.

1.1.2 Tipos de representação de uma figura plana

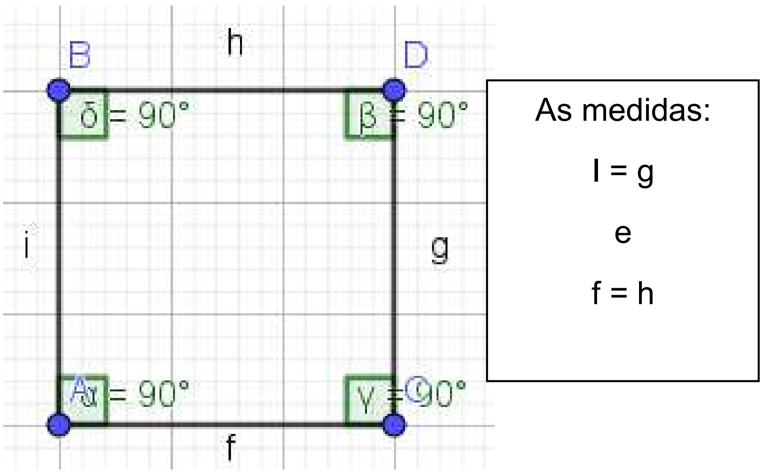
As representações de figuras planas podem variar significativamente de acordo com o contexto e a finalidade da representação. Entre os tipos comuns de representação estão as projeções ortogonais, que mostram a figura de diferentes perspectivas a partir de ângulos específicos, proporcionando uma visão clara das dimensões e proporções como seguem os itens a seguir:

a) Registro língua natural

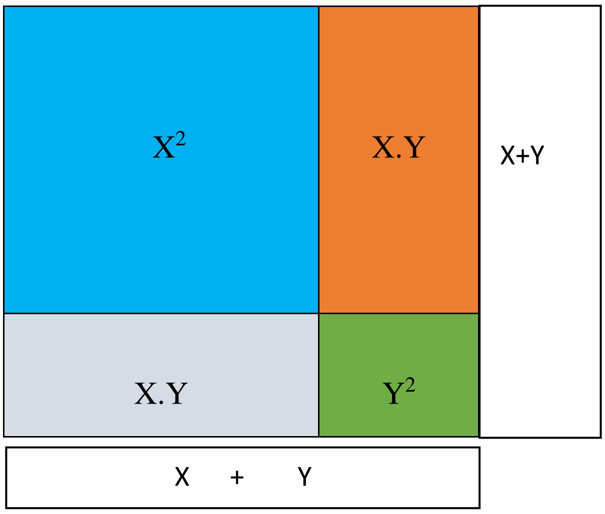
O registro língua natural, é o ponto de partida de uma atividade matemática. É o enunciado de uma atividade.

Exemplo: Um quadrado tem vértices designados por A = (1,1); B = (1,4); C = (4,1); D = (4,4), com lados paralelos e iguais dois a dois e os quatro ângulos retos.

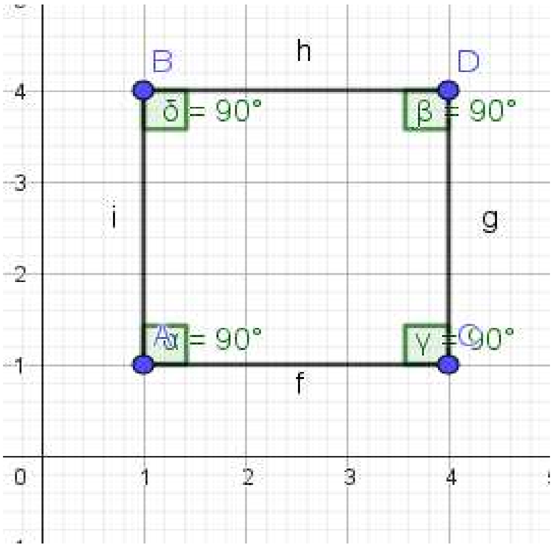
b) Registro figural



c) Registro algébrico: $X^2 + 2XY + Y^2$



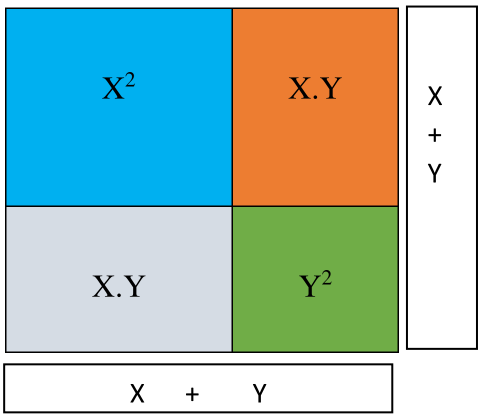
d) Registro gráfico:



Se o aluno a partir do registro língua natural, consegui mobilizar os demais, ele realiza conversão.

Do registro língua natural para registro figural, do figural para o algébrico do algébrico para o gráfico, ou de qualquer um deles para um outro.

Dentro do registro algébrico se o aluno realiza algumas operações, a atividade é de tratamento.



- Se X = 2 e Y = 1. O quadrado maior terá lado (L) igual a 3. Logo sua área será:

$A = L^2 \Rightarrow A = 3^2 \Rightarrow A = 9$ u.a ou $A = X^2 + 2XY + Y^2 = 2^2 + 2.2.1 + 1^2 \Rightarrow A = 9$ u.a

- Se X = 4 e Y = 3. O quadrado maior terá lado (L) igual a 7. Logo sua área será:

$A = L^2 \Rightarrow A = 7^2 \Rightarrow A = 49$ u.a ou $A = X^2 + 2.X.Y + Y^2 = 4^2 + 2.4.3 + 3^2$

$\Rightarrow A = 16 + 24 + 9 \Rightarrow A = 49$ u.a

1.2 Ensino de Geometria

Quando pensamos em geometria, logo nos lembramos de imagens. O conceito de objetos geométricos nos rodeia no cotidiano, como em campos de futebol, praças, salas de aula, quadras esportivas, dentre outros.

No entanto, quando pensamos em geometria enquanto parte da matemática, lembramos de métodos, lógica, compreensão, proposições, observação, controle, sistematização, interpretação e explicação dos fenômenos. Assim, nos reportamos às Ciências.

Corroborando com essa ideia, Ferreira (1999) considera a geometria como:

> Ciência que investiga as formas e as dimensões dos seres matemáticos" ou ainda "um ramo da matemática que estuda as formas, plana e espacial, com as suas propriedades, ou ainda, ramo da matemática que estuda a extensão e as propriedades das figuras (geometria Plana) e dos sólidos (geometria no espaço). Ferreira (1999, p.983).

A noção de geometria como lei ou regra se encontra registrado na história de civilizações antigas como Babilônia e Egito, sempre ligada à agricultura e engenharia.

> Esse nível mais elevado do desenvolvimento da natureza da geometria pode ser chamado "geometria cientifica" uma vez que indução, ensaio, erro e procedimentos empíricos eram instrumentos de descobertas. A geometria transformou-se num conjunto de receitas práticas e resultados de laboratório, alguns corretos e alguns apenas aproximados, referentes a áreas, volumes e relações entre figuras sugeridas por objetos físicos. (EVES, 1997, p. 3)

Apesar de suas origens na Babilônia e no Egito (EVES, 1977) as transformações políticas e econômicas ocorridas nessas sociedades por volta de 2000 anos de Cristo, de certa forma restringiu o progresso da geometria, momento em que a Grécia começou o seu desenvolvimento nesse campo do conhecimento.

De acordo com Boyer (1974, p. 53):

> Os diálogos de Platão mostram que a comunidade matemática grega fora assombrada por uma descoberta que praticamente demolia a base da fé pitagórica nos inteiros. Tratava-se da descoberta que na própria geometria os inteiros e suas razões eram insuficientes para descrever mesmo simples propriedades básicas.

Konzen, Bernardi e Cecco (2017, p. 2) afirma que "a Geometria contribuiu para o desenvolvimento do mundo como um todo, da partilha de terras férteis às margens dos rios até complexas construções nos dias atuais, muitas atividades humanas dependem de operações geométricas". Desde a antiguidade que a geometria recebe atenção especial na organização do sistema de ensino.

A geometria, enquanto ciência, é milenar. No entanto, no Brasil, seu ensino é relativamente recente quando comparado ao das antigas civilizações. Segundo Kozen, Bernardi e Cecco (2017, p. 2), seu desenvolvimento no país ocorreu "pelas necessidades da guerra, pois os soldados sentiam dificuldade em acertar os alvos por não ter conhecimento da área". Ainda de acordo com os autores:

> Em 1699, é criada a aula especial de fortificações, com objetivo de ensinar a desenhar e a trabalhar no forte. Na década de 1730 o ensino militar tornou-se obrigatório a todo o oficial, há o registro dos primeiros livros brasileiros sobre geometria - Exames de Artilheiros e Exames de Bombeiros. Foi a necessidade de ter noções geométricas que impulsionou estudos matemáticos, incorporados nos currículos oficiais (KONZEN, BERNARDI E CECCO, 2017, p. 2 apud SENA; DORNELES, 2013, p.139).

Sabemos que a geometria está presente no cotidiano das pessoas. Para Konzen, Bernardi e Cecco (2017, p. 2), na atualidade, a geometria "é ensinada desde a educação infantil até o ensino superior". Apesar de sua importância e obrigatoriedade no currículo de Matemática, esse campo do conhecimento vem perdendo espaço nas aulas e, quando é abordado, geralmente ocorre em um nível bastante elementar.

1.2.1 O ensino de Geometria na Base Nacional Comum Curricular/BNCC

Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é uma lei e portanto, ela tem caráter normativo, sendo considerada essencial nas orientações do objetos de estudo nas diversas componentes curriculares da Educação Básica.

No Brasil, o ensino da Matemática assume um papel importante no processo educacional, mas tem se constituído historicamente como um grande desafio para estudantes, professores, gestores e pais ou responsáveis, devido às dificuldades de ensino e aprendizagem. A Matemática é relevante porque pode ser aplicada a diversas questões sociais (D'AMBROSIO, 2012), voltada para a promoção da paz (D'AMBROSIO, 2011), às questões ambientais (LEÃO, 2021), e aos estudos transdisciplinares e interdisciplinares (PEREIRA, 2002; SCHILLING, 2007), além de contribuir para a formação cidadã e crítica (BORBA, 2001; DALLARI, 2004).

No ensino fundamental, o conhecimento matemático está organizado em cinco campos de aprendizagem: Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade. Essa organização busca desenvolver o raciocínio lógico e preparar os alunos para aplicar a matemática em diversas situações do cotidiano e em diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2017).

> A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do 19 conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. (BRASIL, 2017. p. 271)

Dessa maneira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) concebe a Geometria como um campo de estudo que envolve conceitos e procedimentos fundamentais para a resolução de problemas do mundo real, nas diversas áreas do conhecimento humano.

No Ensino Médio, a BNCC (BRASIL, 2018) para a área de Matemática e suas Tecnologias propõe a ampliação e o aprofundamento das atividades educacionais desenvolvidas no Ensino Fundamental, explorando com maior intensidade os conteúdos anteriormente trabalhados.

A BNCC (BRASIL, 2018) afirma que:

> Nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes (BRASIL, 2018, p. 271).

O fato de Geometria se inserir no quotidiano do indivíduo das mais variadas maneiras, estuda-las compreende uma relação da ciência com o fazer diário do cidadão. Esta relação estabelece o desenvolvimento de um pensamento que permite compreender e descrever os fenômenos naturais.

> A geometria está presente em nosso cotidiano nas mais diversas formas, e por esse motivo seu ensino é fundamental. Ao aprender geometria passamos a estabelecer relações entre os conceitos presentes em nosso dia-a-dia [sic]. Além disso, por meio dos conhecimentos geométricos o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. (HEINEN e BASSO, 2015, p. 01)

1.3 Tecnologias no ensino da Matemática

O uso de tecnologias digitais no ensino da matemática não apenas torna o aprendizado mais acessível, mas também mais envolvente e interativo. Segundo Mishra e Koehler (2006), a integração eficaz de tecnologia no ensino requer que os educadores considerem não apenas a tecnologia em si, mas também como ela pode ser usada para melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos pelos alunos. Por exemplo, ferramentas de visualização como o GeoGebra permitem aos estudantes explorar conceitos geométricos de maneira interativa, facilitando a compreensão através da manipulação de objetos matemáticos em um ambiente virtual.

Além disso, a utilização de tecnologias no ensino da Matemática pode contribuir para a personalização do aprendizado, atendendo às necessidades individuais dos alunos. De acordo com Hwang e Wu (2012), o uso de simuladores e ambientes virtuais permite que os estudantes experimentem diferentes cenários e apliquem conceitos matemáticos em contextos do mundo real, promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Contudo, é importante destacar que a simples incorporação de tecnologias no ensino da matemática não garante automaticamente uma melhoria no aprendizado dos alunos.

Conforme argumentado por Borba e Villarreal (2005), é essencial que os educadores sejam adequadamente treinados no uso dessas ferramentas e que saibam integrá-las de forma pedagogicamente eficaz ao currículo escolar. A tecnologia deve ser vista como um recurso complementar ao ensino tradicional, não como um substituto, e seu uso deve ser cuidadosamente planejado para maximizar seu potencial educacional.

Em suma, as tecnologias no ensino da Matemática representam uma oportunidade significativa para transformar a maneira como os alunos aprendem e interagem com os conceitos matemáticos. Ao integrar ferramentas digitais de forma estratégica e pedagogicamente fundamentada, os educadores podem não apenas aumentar o interesse dos estudantes pela disciplina, mas também melhorar sua compreensão e proficiência em Matemática, preparando-os melhor para os desafios do século XXI.

2.4 Uso do GeoGebra no Ensino de Geometria Plana

A integração de tecnologias digitais no ensino de matemática tem se mostrado cada vez mais relevante e eficaz, especialmente ao considerar a complexidade e abstração dos conceitos geométricos. Nesse contexto, o GeoGebra emerge como uma ferramenta poderosa, permitindo não apenas a visualização de figuras geométricas, mas também a exploração dinâmica de propriedades matemáticas, proporcionando uma aprendizagem mais interativa e significativa para os alunos.

O GeoGebra, desenvolvido por Markus Hohenwarter e colaboradores, combina geometria, álgebra e cálculo em um único ambiente de software livre. Ele permite que os estudantes manipulem objetos geométricos, alterando parâmetros e observando instantaneamente as consequências dessas mudanças. Essa capacidade de interação dinâmica facilita a compreensão dos conceitos abstratos da geometria e promove uma abordagem exploratória e investigativa no ensino.

Segundo Hohenwarter (2002), criador do GeoGebra, a ferramenta foi concebida para promover uma educação matemática mais dinâmica, onde os estudantes não apenas aprendem passivamente, mas são encorajados a explorar e descobrir relações matemáticas por meio da manipulação de objetos virtuais. Essa abordagem fundamenta-se no construtivismo, em que o aluno é um participante ativo na construção do próprio conhecimento matemático.

Um dos principais benefícios do GeoGebra no ensino de geometria plana é a capacidade de visualizar conceitos abstratos de maneira tangível e interativa. Por meio de gráficos dinâmicos, animações e simulações, os alunos podem explorar propriedades geométricas como ângulos, formas e transformações de forma mais concreta e intuitiva. Essa abordagem visual facilita a compreensão dos conceitos e estimula a curiosidade e a exploração, tornando o aprendizado mais acessível e significativo.

O GeoGebra oferece uma variedade de recursos interativos que permitem aos alunos praticar e aplicar conceitos geométricos de maneira ativa e autônoma. Jogos, quebra-cabeças e desafios matemáticos — disponíveis dentro ou por meio de extensões do software — fornecem oportunidades para desenvolver habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico e pensamento crítico, de forma divertida e motivadora. Além disso, o GeoGebra pode oferecer feedback imediato e recursos adaptativos, personalizando a experiência de aprendizagem conforme o desempenho e as necessidades individuais de cada estudante.

Estudos têm demonstrado os benefícios do GeoGebra no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e na melhoria da compreensão conceitual dos alunos em geometria. Hohenwarter e Jones (2007) afirmam que o GeoGebra não apenas facilita a visualização de conceitos geométricos complexos, mas também ajuda os estudantes a desenvolverem habilidades de modelagem matemática ao explorarem relações e padrões por meio da manipulação de objetos virtuais.

Outra vantagem é a flexibilidade e a acessibilidade que o GeoGebra proporciona a educadores e alunos. Com recursos disponíveis tanto na versão online quanto em dispositivos móveis, o software pode ser utilizado para atender objetivos de aprendizagem específicos e diferentes abordagens de ensino. Além disso, pode ser acessado em qualquer lugar e a qualquer momento, permitindo que os alunos explorem e pratiquem conceitos geométricos fora do ambiente tradicional de sala de aula, enriquecendo sua experiência de aprendizagem.

Além disso, o acesso gratuito e multiplataforma do GeoGebra democratiza o uso de ferramentas avançadas de aprendizagem, possibilitando também a colaboração global entre educadores para o desenvolvimento e compartilhamento de recursos educacionais baseados no software.

Em suma, o GeoGebra representa uma ferramenta valiosa e versátil para o ensino de geometria plana, oferecendo uma abordagem inovadora e envolvente para explorar conceitos matemáticos complexos. Com sua capacidade de visualização interativa, recursos adaptativos e acessibilidade flexível, o GeoGebra tem o potencial de transformar a forma como os alunos aprendem geometria, promovendo maior curiosidade, criatividade e sucesso acadêmico.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos em uma investigação são fundamentais para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos. Esta seção detalha as escolhas metodológicas adotadas, incluindo a abordagem geral da pesquisa, os sujeitos envolvidos, os instrumentos de coleta de dados utilizados, a população amostral e a descrição do local de estudo, entre outros aspectos relevantes.

2.1 Abordagem

Este estudo teve uma abordagem qualitativa com intervenção, com intervenção, pois focou a interpretação da realidade a partir da perspectiva do pesquisador como agente principal (BRANDÃO, 2020).

A abordagem qualitativa é valorizada por permitir uma compreensão profunda dos valores, crenças, hábitos, atitudes, representações e opiniões envolvidas. Um fenômeno é considerado em seu contexto natural, o que é essencial para uma análise integrada e abrangente (Godoy, 1995).

> Algumas características básicas identificam os estudos denominados “qualitativos". Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar" o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno. (GODOY,1995, p. 20).

Para realizarmos a pesquisa, trabalhamos com os estudantes da Primeira Série do Ensino Médio Regular de uma escola de regime particular localizada no Município de Bacabal, interior do Maranhão.

2.2 Sujeitos de pesquisa

Os sujeitos de pesquisa foram constituídos por 55 alunos, de duas turmas, sendo uma de 27 e outra de 28, as quais denominaremos de Grupo A e Grupo B, respectivamente. O professor das duas turmas trabalhou, durante um mês, os e mesmos assuntos em ambos os grupos.

2.3 Instrumentos de coletas de dados.

Para a coleta de dados, utilizou-se a observação durante a realização das atividades de ensino e a resolução de situações problemas durante as aulas.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do início das aulas, realizamos uma reunião com os estudantes para explicar os objetivos e a metodologia da pesquisa. Durante este encontro, esclarecemos as diferenças entre as abordagens pedagógicas que seriam adotadas nos dois grupos, garantindo que os alunos entendessem e concordassem com o processo. A aceitação foi unânime, e não houve objeções à participação no estudo.

Comparamos o desempenho e a motivação entre dois grupos: o Grupo A (ver Figura 1), que utilizou o GeoGebra em suas atividades de aprendizagem, e o Grupo B, que seguiu um método de ensino tradicional.

Figura 1 – Sujeitos de pesquisa assistindo aula.

Fonte: autor, 2024.

Para facilitar a implementação do GeoGebra, verificamos previamente que todos os alunos do Grupo A possuíam smartphones, tablets ou computadores. Em seguida, enviamos uma carta aos responsáveis (ver Apêndice A), solicitando permissão para que os estudantes utilizassem esses dispositivos em sala de aula como ferramenta pedagógica. A resposta foi positiva, com todos os responsáveis assinando o consentimento necessário.

Durante o período de um mês, os temas listados na Tabela 3.1 foram explorados. No Grupo A, a instrução foi reforçada com o uso do GeoGebra, permitindo uma interação mais dinâmica e visual com o conteúdo. O software foi selecionado por sua capacidade de ilustrar conceitos geométricos de maneira interativa, o que se previa aumentar o engajamento e a compreensão dos alunos.

No Grupo B, as aulas seguiram o formato tradicional, utilizando métodos convencionais como quadro negro, livros didáticos e papel. As diferenças nas experiências de aprendizado entre os dois grupos foram monitoradas por meio de observações diárias e feedback dos alunos, coletados por meio de questionários semanais e uma avaliação final.

Durante a ministração das aulas, empregamos os recursos pedagógicos tradicionais da escola, incluindo quadro branco, data-show e notebook. Para enriquecer as aulas de ambos os grupos, também utilizamos o Tangram.

Os resultados foram avaliados por meio de um teste objetivo aplicado ao final do mês a ambos os grupos, contendo questões alinhadas aos temas abordados durante o estudo (ver Apêndice B). Adicionalmente, realizamos um teste de autoavaliação com o Grupo A, que utilizou o GeoGebra. Os dados coletados dessas avaliações foram analisados para identificar tendências no desempenho e na motivação de ambos os grupos. Os resultados dessa análise são apresentados no Capítulo 4, que detalha os resultados desta pesquisa.

4.1 Resultados Comparativos do Uso do GeoGebra no Ensino de Geometria Plana

Apresentaremos os resultados comparativos relativos ao desempenho e ao interesse entre dois grupos distintos de alunos no estudo da geometria plana: o Grupo A, que integrou o GeoGebra em seu processo de aprendizagem, e o Grupo B, que não utilizou tais ferramentas tecnológicas, conforme explicado no capítulo anterior.

4.1.1 Análise Objetiva – Desempenho Acadêmico

O principal objetivo desta análise foi avaliar a eficácia do GeoGebra no ensino de conceitos geométricos, além de explorar as vantagens e enfrentar os desafios associados ao seu uso. Importa destacar que, embora o foco da investigação seja o GeoGebra, optamos por manter uma abordagem ampla para compreender a influência da tecnologia interativa na educação matemática.

Durante o mês de estudos, o Grupo A utilizou o GeoGebra para estudar geometria plana, enquanto o Grupo B seguiu um currículo tradicional, sem o uso de tecnologia digital.

Os resultados da avaliação mostraram uma diferença significativa no desempenho entre os dois grupos, conforme está demonstrado na Tabela 3.1:

Tabela1 – Médias dos Estudantes

Grupo	Média
Grupo A (com aplicativos):	7,8
Grupo B (sem aplicativos):	6,1

Fonte: autor, 2024

Segundo o teste t de Student, esses resultados representam uma diferença significativa, com uma variação percentual de 27,87 pontos percentuais entre os dois grupos, ressaltando a eficácia objetiva do GeoGebra em aprimorar significativamente a compreensão dos conceitos geométricos entre os alunos.

Cabe destacar que os alunos do Grupo B relataram dificuldades para visualizar e entender alguns conceitos geométricos. Esses feedbacks corroboram os resultados quantitativos, sugerindo que o uso do GeoGebra não apenas melhora o desempenho acadêmico, mas também enriquece a experiência de aprendizagem.

A seguir, apresentamos um exemplo de resposta ao questionário aplicado, de um aluno do Grupo A e de um aluno do Grupo B, nessa ordem, ambos escolhidos aleatoriamente entre os participantes da pesquisa. Essa seleção visa ilustrar, de forma clara e representativa, as diferenças nas percepções, no engajamento e no entendimento dos conteúdos abordados. Para proporcionar uma análise mais aprofundada, transcrevemos a questão proposta no questionário, seguida das respectivas respostas dos alunos, o que permite evidenciar o impacto do uso do GeoGebra na aprendizagem da geometria plana e as possíveis limitações do método tradicional.

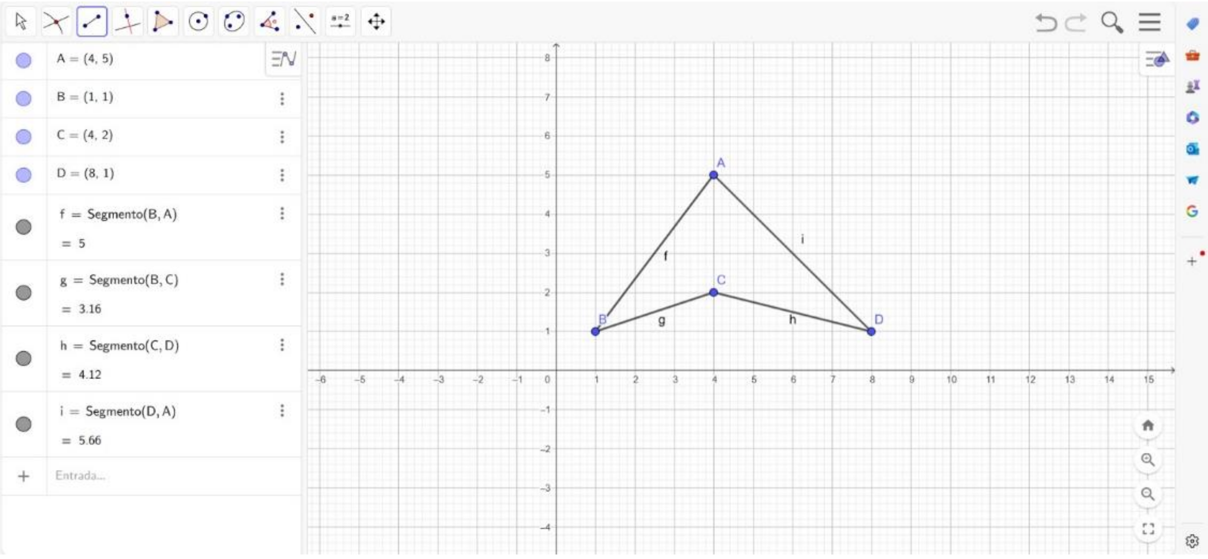
Problema 1: Dados os pontos A = (4,5); B = (1,1); C = (4,2) e D = (8,1), pede-se:

a) Representar no sistema ortogonal cartesiano
b) Determinar os pontos médios M do seguimento AB, N do segmento BC, P do segmento CD e Q do segmento DA.
c) Provar algebricamente e usando o Geogebra que MNPQ é um paralelogramo.

ALUNO DO GRUPO A

a) O aluno desenhou corretamente os pontos no plano cartesiano, conforme mostra a Figura 2, demonstrando certa habilidade no assunto estudado. O programa utilizado por ele chama-se GeoGebra.

Figura 2 - Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 01, item a

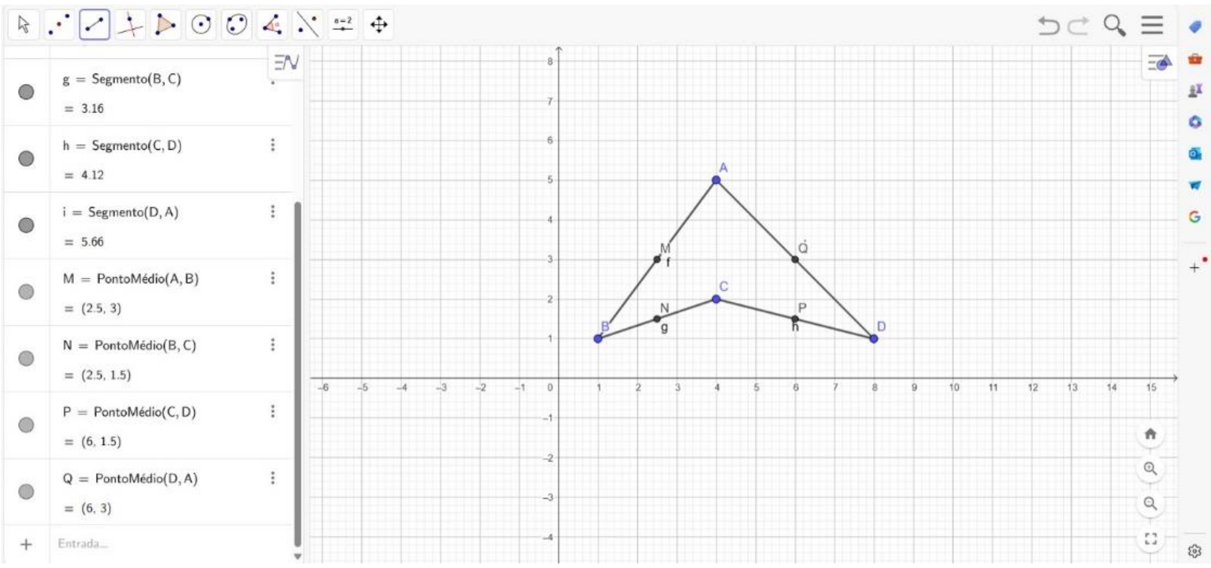


Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno transitou entre os registros língua natural, registro figural e registro gráfico, realizando uma transformação de conversão.

b) Encontrou os pontos médios corretamente, conforme mostra a Figura 3. Para isso, ele utilizou a função específica para este fim no programa.

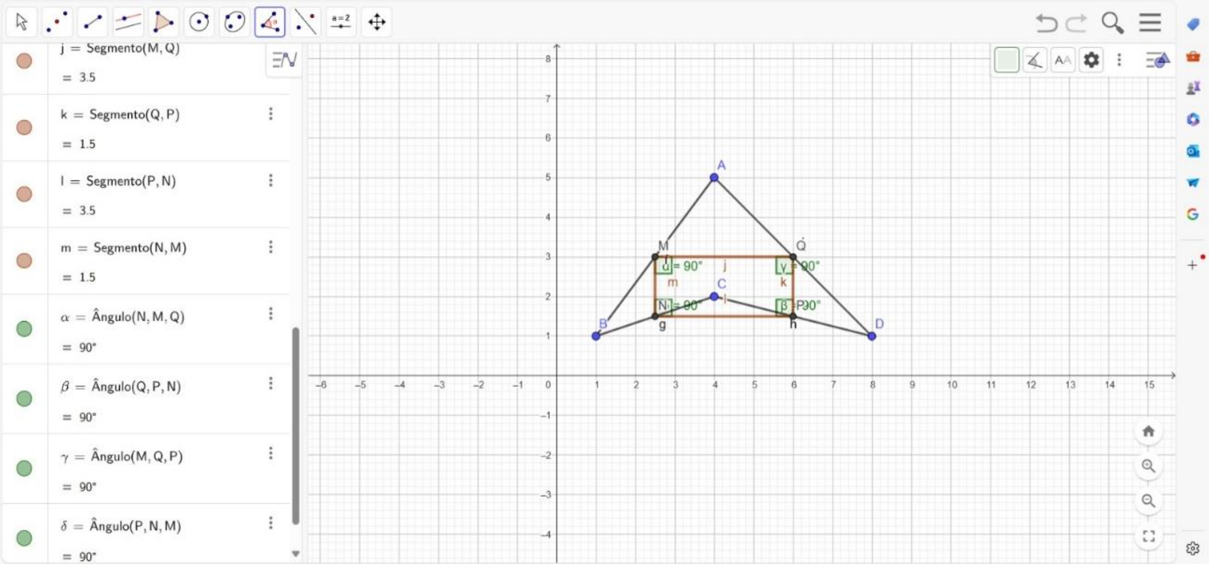
Figura 3 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 01, item b)



Fonte: autor, 2024

O aluno notou logo após responder ao item b que a figura formada pelos pontos MNPQ é um paralelogramo, pois todos os ângulos formados medem 90º. Para confirmar, o mesmo fez o desenho usando o GeoGebra, pelo aplicativo é possível saber qual ângulo é formado por duas retas conforme mostra a Figura 4 a seguir:

Figura 4 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 01, item c)



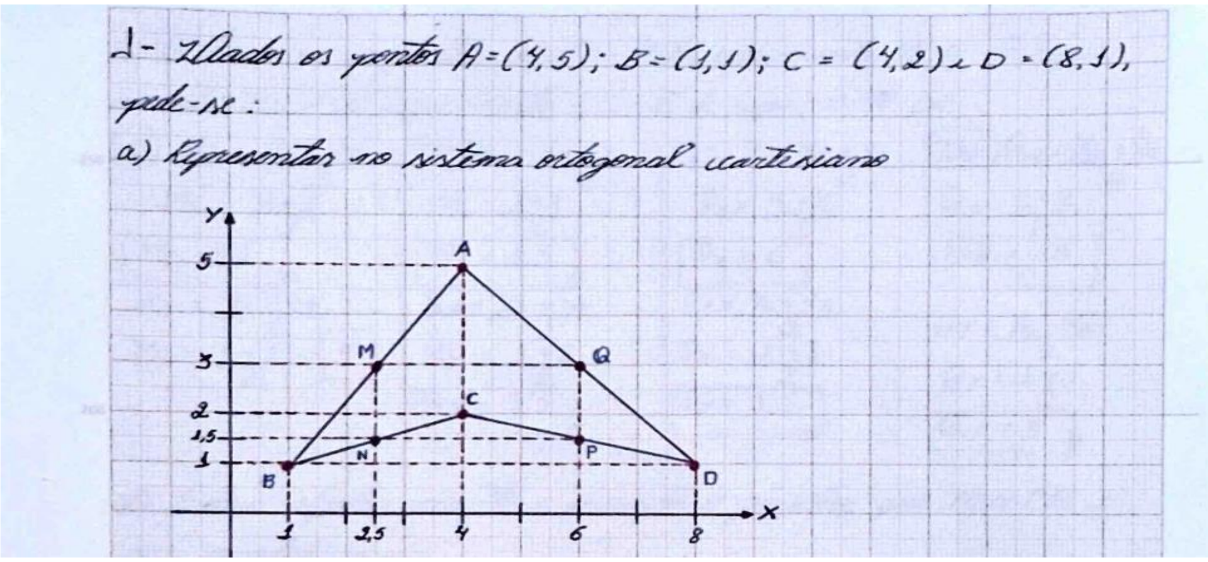
Fonte: autor, 2024

O aluno provou corretamente através da ferramenta necessária, onde a mesma determina o ângulo formado entre duas retas, facilitando assim a resolução do problema.

ALUNO DO GRUPO B

a) O aluno utilizou papel milimetrado e fez a representação corretamente, ver Figura 5, demonstrando que conseguiu assimilar o assunto abordado na questão, embora não tenha utilizado um aplicativo para tal fim.

Figura 5 - Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 01, item a

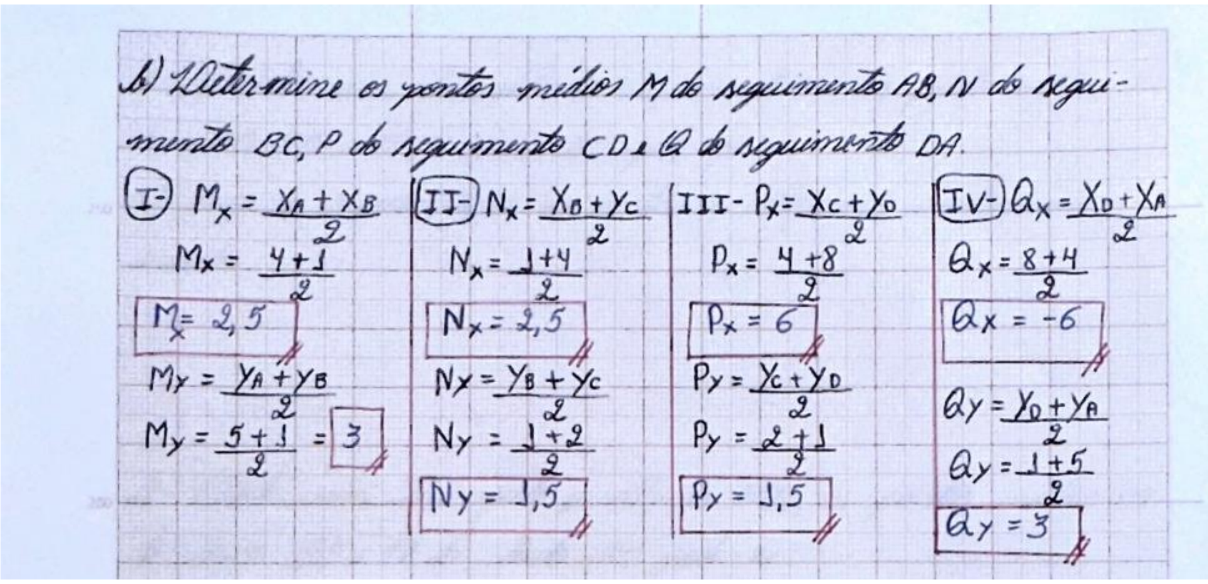


Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno realizou conversões pois fez transformações entre registros, saindo do registro língua natural para o figural e gráfico.

b) O Aluno conseguiu calcular corretamente, encontrando os valores solicitados, conforme apresentado na Imagem 6, a seguir.

Figura 6 – Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 01, item b)



b) Determine os pontos médios M do seguimento AB, N do seguimento BC, P do seguimento CD e Q do seguimento DA.

I- $M_x = \frac{X_A + X_B}{2}$; $M_x = \frac{4+1}{2}$; $\boxed{M_x = 2,5}$; $M_y = \frac{Y_A + Y_B}{2}$; $M_y = \frac{5+1}{2} = \boxed{3}$

II- $N_x = \frac{X_B + Y_C}{2}$; $N_x = \frac{1+4}{2}$; $\boxed{N_x = 2,5}$; $N_y = \frac{Y_B + Y_C}{2}$; $N_y = \frac{1+2}{2}$; $\boxed{N_y = 1,5}$

III- $P_x = \frac{X_C + Y_D}{2}$; $P_x = \frac{4+8}{2}$; $\boxed{P_x = 6}$; $P_y = \frac{Y_C + Y_D}{2}$; $P_y = \frac{2+1}{2}$; $\boxed{P_y = 1,5}$

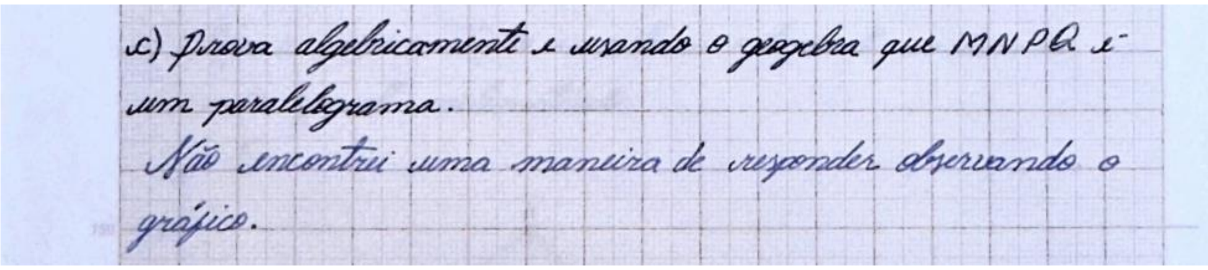
IV- $Q_x = \frac{X_D + X_A}{2}$; $Q_x = \frac{8+4}{2}$; $\boxed{Q_x = -6}$; $Q_y = \frac{Y_D + Y_A}{2}$; $Q_y = \frac{1+5}{2}$; $\boxed{Q_y = 3}$

Fonte: autor, 2024

Inicialmente o aluno saiu do registro língua natural e fez uma conversão, por foi para o registro algébrico. Dentro do registro algébrico, calculou o ponto médio realizando uma transformação de tratamento.

c) Segundo o aluno, não foi possível visualizar uma maneira de responder à essa questão, conforme está demonstrada na Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 01, item c)



c) Prova algebricamente e usando o geogebra que MNPQ é um paralelogramo.
Não encontrei uma maneira de responder observando o gráfico.

Fonte: autor, 2024

Observa-se que alguns problemas se tornam abstratos aos alunos, os mesmos não conseguem visualizar possíveis soluções, não conseguem trazer certos problemas que estão na forma de linguagem figural e realizar a conversão para a linguagem figural.

Problema 2: Dados um triângulo qualquer ABC, os pontos médios M do lado AB e N do lado AC. Pede-se:

a) Faça a representação no sistema ortogonal cartesiano usando papel milimetrado.

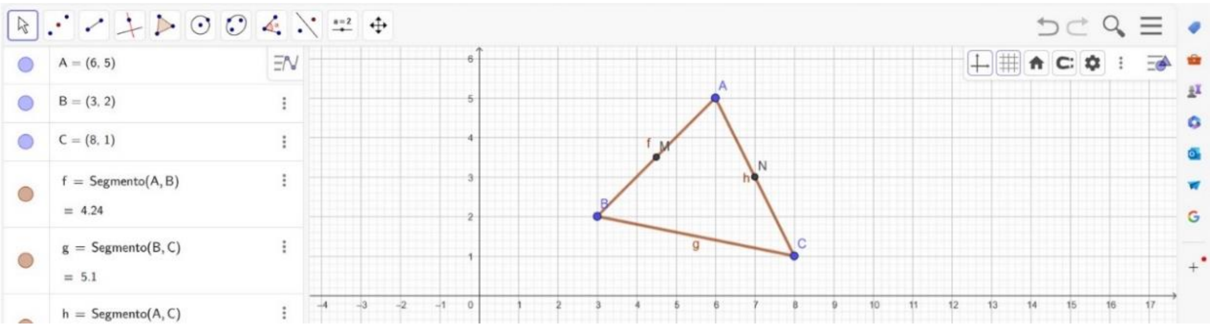
b) Faça a representação usando o Geogebra.

c) Mostre algebricamente que MN é paralelo a BC e que BC = 2. MN.

ALUNO DO GRUPO A

a) O Aluno usou o Geogebra para responder o item a) e b) simultaneamente, conforme mostra a Figura 8, já que é possível colocar um fundo milimetrado no programa utilizado pelo aluno.

Figura 8 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 02, itens a) e b)

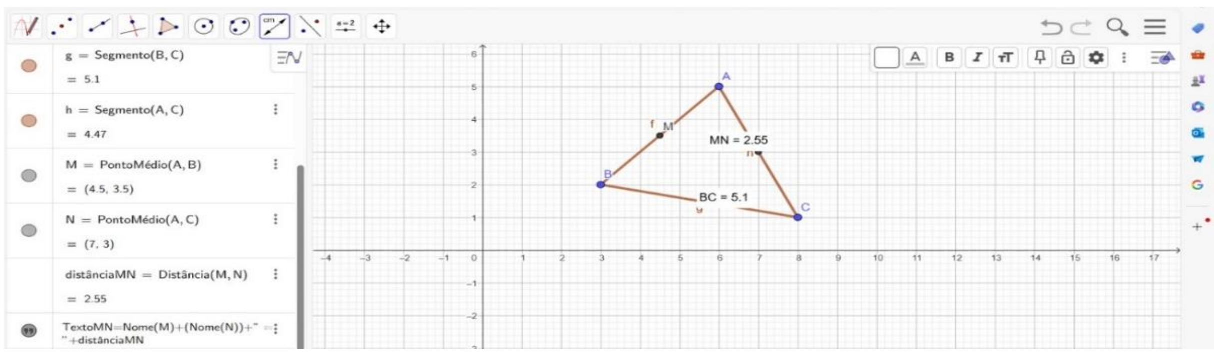


Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno transitou entre os registros lingua natural, registro figural e registro gráfico, realizando uma transformação de conversão.

b) Usando o aplicativo Geogebra, Figura 9, o aluno usou a ferramenta de traçar duas retas, *"i"* e *"j"* que passam pelos pontos *M e N* e *B e C*, respectivamente, e com isso concluiu que MN é paralelo a BC. Também observou que as retas *i* e *j* tem a seguinte lei de formação: *i (0,5x + 2,5y = 11)* e *j (x + 5y = 13)* que mostram que as constantes *(aj, bj) = 2(ai, bi)*, logo *BC = 2MN*. O próprio aplicativo também determinou a distâncias entre os pontos sendo *BC = 5,1* e *MN = 2,55*, também garantindo que *BC = 2MN*.

Figura 9 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 02, item c)



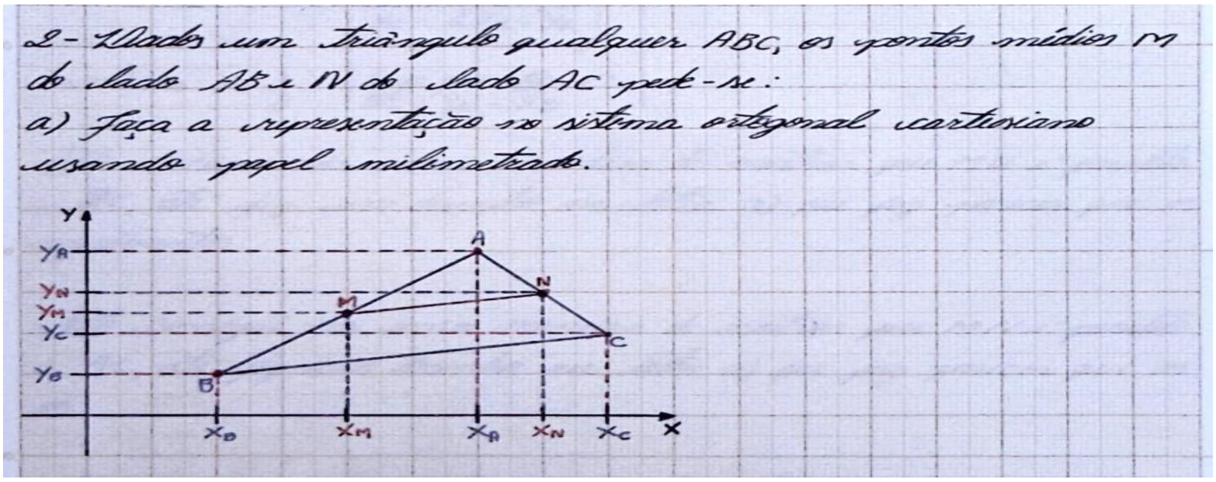
Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno transitou entre os registros língua natural, registro figural e registro gráfico, realizando uma transformação de conversão.

ALUNO DO GRUPO B

a) O aluno fez corretamente a representação, como pode ver na Figura 10, demonstrando que conseguiu aprender ao assunto explicado.

Figura 10 – Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 02, item a)

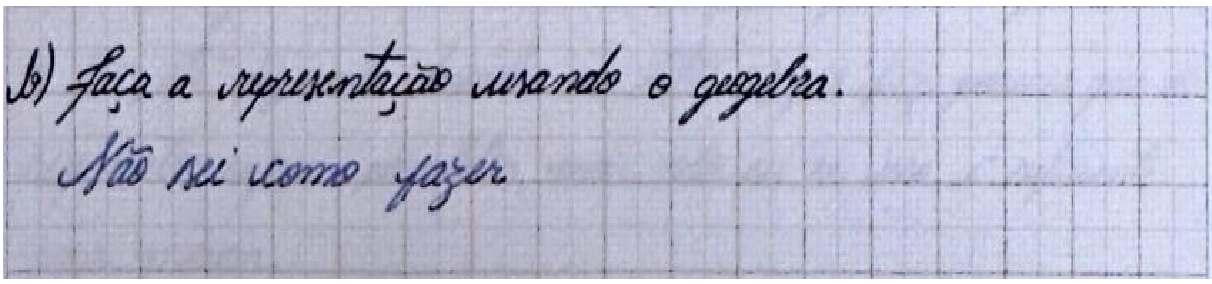


Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno transitou entre os registros língua natural, registro figural e registro gráfico, realizando uma transformação de conversão.

b) O aluno alegou não saber como realizar a tarefa, conforme ilustrado na Figura 11. Isso já era esperado, uma vez que ele não teve aulas de GeoGebra.

Figura 11 – Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 02, item b)

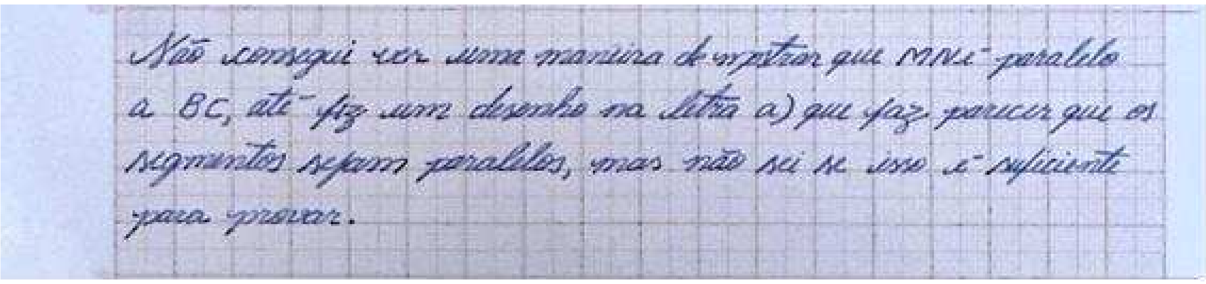


Fonte: autor, 2024

Problemas que podem ser resolvidos pelo uso de aplicativos não são uma realidade para muitos alunos, pois eles têm pouco ou nenhum conhecimento sobre essas ferramentas. Essa falta de familiaridade limita o aproveitamento dos recursos tecnológicos e pode prejudicar o processo de aprendizagem.

c) O Aluno demonstrou corretamente que BC = 2MN, no entanto, o aluno alegou não saber demonstrar que MN é paralelo a BC, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – Resposta do Aluno do Grupo B para a questão 02, item c)


Não consegui ver uma maneira de explicar que MN é paralelo a BC, até fiz um desenho na letra a) que faz parecer que os segmentos sejam paralelos, mas não sei se isso é suficiente para provar.

Fonte: autor, 2024

Pude notar que mesmo resolvendo problemas complexos como o respondido pelo aluno na alternativa a), a maioria dos alunos sentem muita dificuldade em visualizar problemas pela representação gráfica, o que torna o uso das ferramentas muitos úteis na solução desses tipos de problemas.

Problema 3: Em um paralelogramo ABCD, o ângulo Â mede 50◦. Determine os outros três ângulos desse paralelogramo. Pede-se:

a) Registro figural no papel milimetrado e no Geogebra,

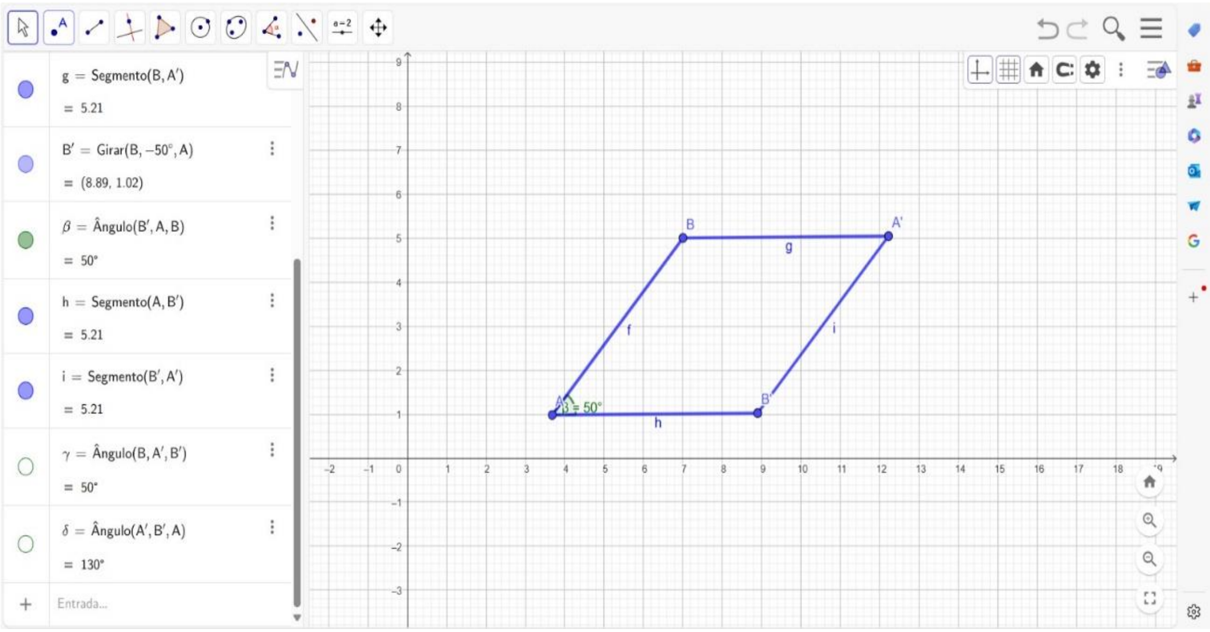
b) Registro algébrico que expressa o ângulo em função do ângulo A (B = f(A)

c) As medidas dos ângulos B, C e D

ALUNO DO GRUPO A

a) Ele realizou a tarefa apenas utilizando o GeoGebra, conforme mostra a Figura 13, a seguir:

Figura 13 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item a)

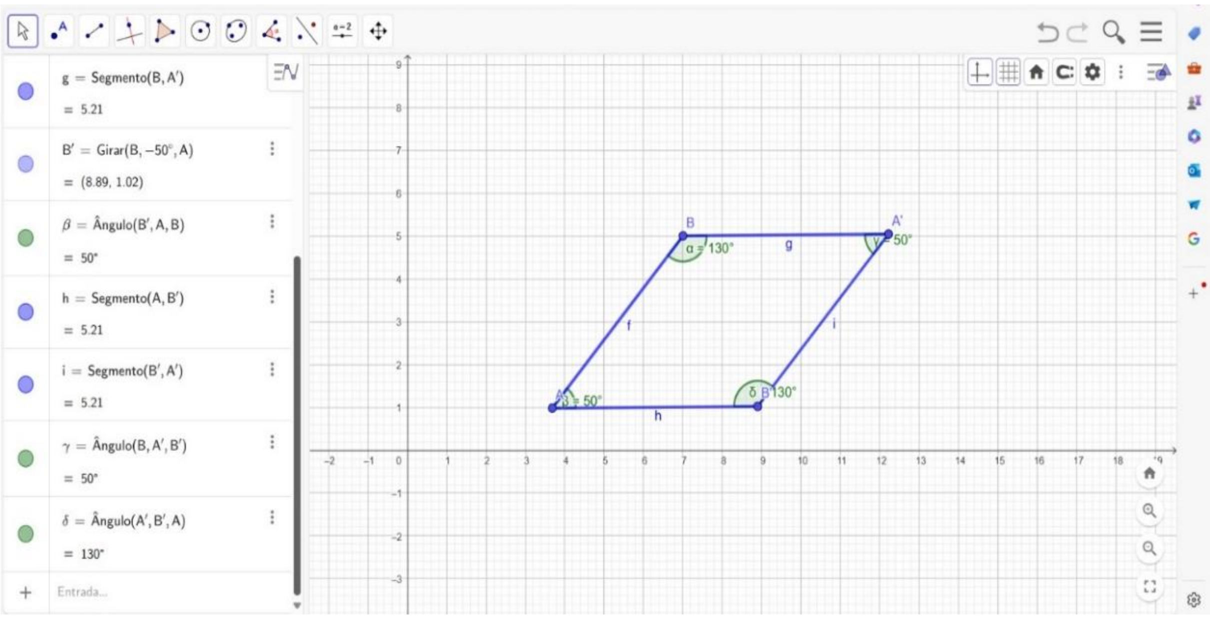


Fonte: autor, 2024

Utilizando o GeoGebra, o aluno afirmou que foi suficiente determinar um ângulo com a amplitude conhecida, conectar os pontos, e o paralelogramo estaria formado.

b) Pela Figura 14, podemos ver que o aluno explicou que, para que todos os ângulos estejam em função de A, basta observar que A = A', B = 180º - A, e como B = B', então B' = 180º - A.

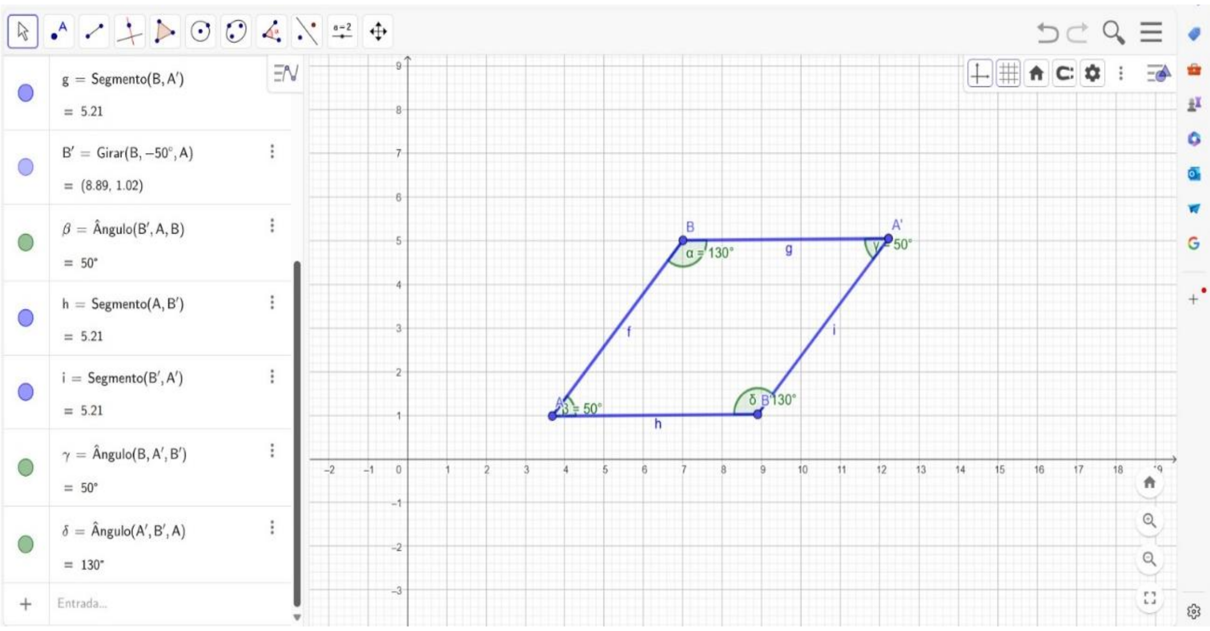
Figura 14 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item b)



Fonte: autor, 2024

c) Resposta do problema, conforme está na Figura 15 a seguir:

Figura 15 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item c)



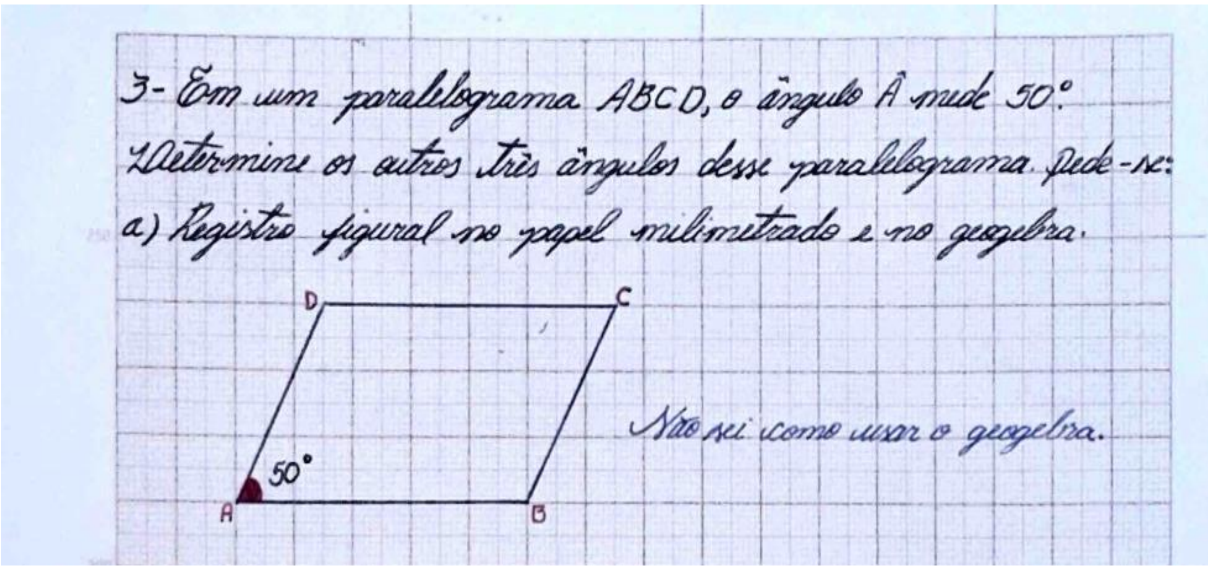
Fonte: autor, 2024

O aluno conseguiu encontrar facilmente, utilizando o GeoGebra, as medidas B, C e D.

ALUNO DO GRUPO B

a) O aluno representou corretamente no milimetrado, conforme mostra a Figura 16, porém alegou não saber fazer pelo GeoGebra.

Figura 16 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item a)

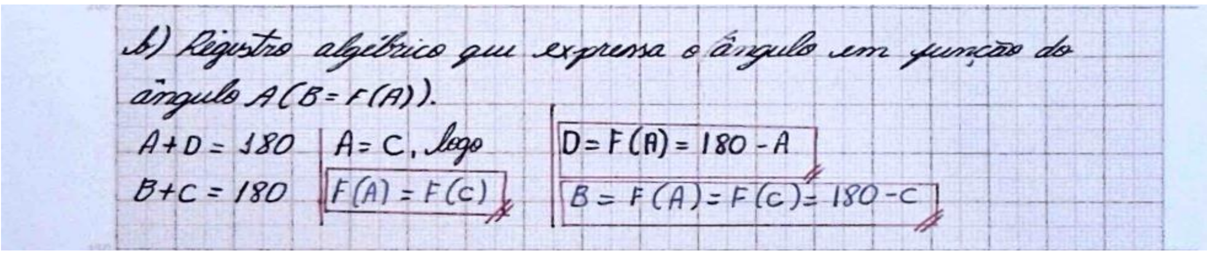


Fonte: autor, 2024

Como era de se esperar, o aluno não soube utilizar o Geogebra, já que o grupo ao qual o aluno pertence não recebeu aulas do aplicativo.

b) O aluno conseguiu expressar corretamente todos os demais ângulos em função de A, conforme está na Figura 17, demonstrando que aprendeu ao assunto em questão.

Figura 17 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item b)

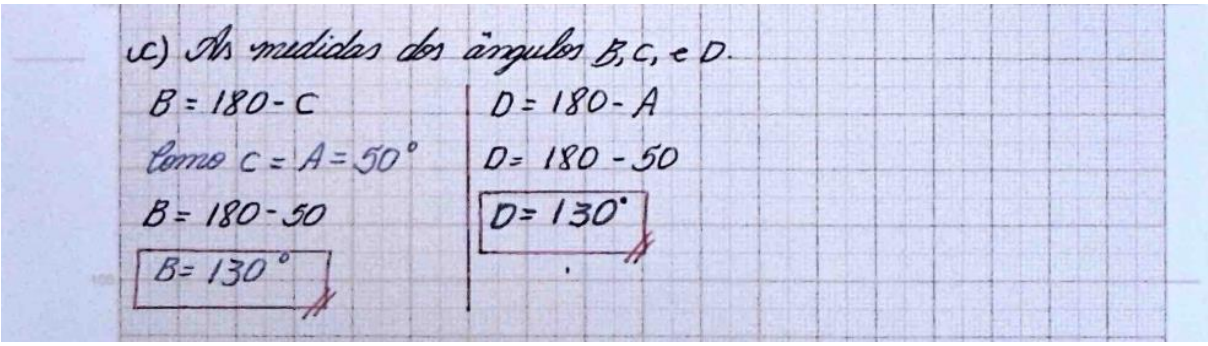


Fonte: autor, 2024

Nesta atividade o aluno transitou entre os registros língua natural, registro figural e registro gráfico, realizando uma transformação de conversão.

c) Determinou corretamente os ângulos B, C e D, conforme está na Figura 18, demonstrando que aprendeu ao assunto.

Figura 18 – Resposta do Aluno do Grupo A para a questão 03, item c)



Fonte: autor, 2024

Observou-se que o aluno do grupo A apresentou um desempenho ligeiramente superior ao do grupo B, possivelmente devido à falta de familiaridade com o software GeoGebra.

4.2 Análise Qualitativa

Além de avaliar o desempenho acadêmico, também investigamos o nível de interesse dos alunos pelo estudo da geometria plana no contexto escolar diário. Observamos um aumento notável no entusiasmo dos estudantes do Grupo A em comparação com o Grupo B. Frequentemente, ao entrarmos na sala de aula, já éramos recebidos com perguntas dos alunos sobre a utilização dos aplicativos naquela aula.

Na terceira semana de estudos, observou-se uma evolução significativa: os alunos passaram a demonstrar autonomia na busca por ferramentas tecnológicas que se adequassem ao tema proposto. Eles não apenas identificaram diferentes recursos apropriados, mas também os utilizaram de forma eficaz para resolver as atividades propostas.

Essa proatividade em explorar e aplicar novos recursos tecnológicos reflete um engajamento profundo e uma conexão genuína com o conteúdo de geometria plana, sugerindo que o uso do GeoGebra pode servir como um poderoso catalisador para o interesse e a independência dos alunos no processo de aprendizagem.

Notamos que os alunos do Grupo A apreciaram particularmente a capacidade do GeoGebra de proporcionar uma visualização dinâmica e interativa dos conceitos geométricos, o que facilitou a compreensão e a retenção das informações. Em contraste, os alunos do Grupo B frequentemente relataram sentir-se desconectados das lições puramente teóricas e expressaram dificuldades para aplicar o conhecimento em problemas práticos.

A superioridade do desempenho do Grupo A pode ser atribuída à eficácia do GeoGebra em tornar o aprendizado mais visual e interativo, alinhando-se às teorias que destacam a importância da interação e da visualização no ensino de conceitos abstratos. No entanto, é fundamental considerar os desafios, como a possível dependência dessas tecnologias e a necessidade de garantir que seu uso seja integrado de forma equilibrada e eficaz, complementando, e não substituindo, os métodos tradicionais.

Em resumo, os resultados desta pesquisa sugerem que o uso do GeoGebra no ensino de geometria plana pode melhorar significativamente tanto o desempenho quanto o interesse dos alunos pela matéria. Recomenda-se, portanto, a adoção dessa ferramenta como parte integrante do currículo de geometria, garantindo que todos os estudantes tenham acesso a esses recursos tecnológicos.

É essencial, entretanto, que os educadores sejam devidamente capacitados para utilizar essas tecnologias de forma eficaz, assegurando uma abordagem pedagógica equilibrada que maximize os benefícios e minimize as possíveis desvantagens.

4.3 Exploração dos Princípios Fundamentais da Teoria de Representação Semiótica

Durante as atividades, os alunos foram expostos a diferentes modos de expressão matemática na geometria, como linguagem verbal, notação matemática, desenhos, diagramas e modelos físicos. Observou-se que a interconexão entre essas representações facilitou uma compreensão mais profunda dos conceitos geométricos. Os questionários aplicados indicaram que os alunos conseguiam transitar entre as diferentes formas de representação, demonstrando uma flexibilidade cognitiva aumentada.

4.4 Desafios no Processo de Aprendizagem de Geometria

Os dados coletados revelaram desafios comuns enfrentados pelos alunos, tais como dificuldades em visualizar formas tridimensionais a partir de representações bidimensionais e em compreender a relação entre diferentes propriedades geométricas. Entrevistas com professores confirmaram a importância de abordagens multifacetadas e inclusivas para superar essas barreiras. A implementação de atividades diversificadas mostrou-se eficaz em atender a diferentes estilos de aprendizagem.

4.5 Desenvolvimento de Estratégias Pedagógicas

Baseadas na teoria de representação semiótica, foram desenvolvidas estratégias pedagógicas que promoveram uma aprendizagem ativa e significativa. Atividades como a construção de figuras geométricas com o Tangram e a utilização do geoplano foram destacadas pelos alunos como particularmente úteis. A análise dos questionários revelou um aumento significativo no engajamento e na motivação dos alunos, refletindo uma melhor compreensão dos conceitos trabalhados.

4.6 Implementação de Atividades Dinâmicas

A implementação de atividades dinâmicas e diversificadas, integrando múltiplas representações semióticas, mostrou-se essencial para o sucesso do ambiente de aprendizagem. Durante os encontros, os alunos participaram ativamente de construções geométricas, medições de ângulos e cálculos de perímetros e áreas, utilizando ferramentas como o Tangram e o geoplano. As observações em sala de aula evidenciaram uma maior interação entre os alunos e uma troca de conhecimentos mais rica.

4.7 Avaliação do Impacto das Estratégias de Ensino

A avaliação do impacto das estratégias de ensino baseadas na teoria de representação semiótica foi realizada por meio de avaliações formativas e somativas. Os resultados indicaram uma melhoria significativa na compreensão e no desempenho dos alunos em geometria. As notas das avaliações somativas mostraram um aumento médio de 25% em relação às avaliações anteriores, enquanto as avaliações formativas apontaram para uma maior retenção dos conceitos geométricos a longo prazo.

4.8 Reflexão e Colaboração entre Educadores

A promoção de uma cultura de reflexão e colaboração entre educadores foi outro objetivo alcançado. Workshops e encontros de reflexão permitiram a troca de experiências e a disseminação de melhores práticas relacionadas ao ensino de geometria. Os professores relataram uma mudança positiva em suas abordagens pedagógicas e uma maior confiança na utilização de representações semióticas para o ensino de conceitos matemáticos complexos.

4.9 Discussão dos Resultados

Os resultados deste estudo demonstram a eficácia de um ambiente de aprendizagem baseado na teoria de representação semiótica para o ensino de geometria. A integração de múltiplas formas de representação não apenas facilitou a compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos, mas também promoveu uma aprendizagem mais ativa e engajada. Os desafios identificados foram abordados com sucesso por meio de estratégias pedagógicas diversificadas, mostrando a importância de uma abordagem inclusiva e multifacetada no ensino de geometria.

Os resultados também destacam a importância da colaboração entre educadores para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras. A troca de experiências e reflexões entre os professores contribuiu para a criação de um ambiente de aprendizagem mais enriquecedor e eficaz.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados neste capítulo confirmam, de maneira consistente, que a utilização da teoria de representação semiótica no ensino de geometria não apenas contribui para a construção de uma compreensão mais profunda e estruturada dos conceitos geométricos, mas também potencializa o desempenho acadêmico dos estudantes. Essa abordagem, ao explorar diferentes registros de representação, possibilita que os alunos transitem entre variadas formas de expressão matemática, favorecendo uma aprendizagem mais completa e integrada.

As estratégias pedagógicas elaboradas, testadas e implementadas ao longo deste estudo mostraram-se eficazes em diferentes dimensões do processo educativo: elas promoveram maior engajamento, estimularam a curiosidade intelectual e facilitaram a consolidação dos conhecimentos. Além disso, observaram-se indícios claros de que tais estratégias ampliaram a autonomia dos discentes, uma vez que os mesmos passaram a demonstrar maior segurança ao lidar com problemas geométricos em contextos diversificados.

Outro aspecto de grande relevância diz respeito à promoção de uma cultura de reflexão crítica e colaboração constante entre educadores. Essa dimensão coletiva revelou-se essencial para o êxito da implementação, pois a troca de experiências, a análise conjunta de resultados e a construção coletiva de práticas permitiram o fortalecimento de um ambiente educacional mais dinâmico, inovador e inclusivo.

Os resultados alcançados ao longo deste estudo oferecem, portanto, uma base sólida e promissora para pesquisas futuras, bem como para novas práticas pedagógicas no campo da educação matemática, particularmente no que se refere ao ensino da geometria. A continuidade e o aprofundamento deste trabalho podem resultar na criação de metodologias ainda mais eficazes e inclusivas, capazes de atender à diversidade dos contextos escolares e às diferentes formas de aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

BORBA, M.C. Prefácio. In SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: A Questão da Democracia. Editora Papirus. Campinas, São Paulo, 2001.

BORBA, M., & Villarreal, M. E. (2005). Humanos-com-mídia e a reorganização do ensinamento matemático: Tecnologias da informação e comunicação, modelagem, visualização e experimentação. Nova York: Springer.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental Parâmetros Curriculares Nacionais, Brasília: Mec/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018

DALLARI, D. de A. Direitos Humanos e Cidadania. 2 ed., editora Moderna,2004.

DAMM, R. F. Registros de representação. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). Educação matemática: uma (nova) introdução. São Paulo: EDUC, 2010.

DAMM, Regina F. Registros de Representação. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. Educação Matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999

DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica. Campinas – São Paulo: Papirus, 2003.

DUVAL, Raymond. Ver e ensinar matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar os registros de representação semiótica. In: CAMPOS, T. M. M. (Org.). Tradução de Marlene Alves Dias. São Paulo: Proem, 2011.

DUVAL, Raymond. Semióses e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. Tradução de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009.

EVES, Howard. Geometria: Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula. Geometria Tradução Higino H Domingues. São Paulo, Atual, 1997.

HOHENWARTER, M. (2002). O software GeoGebra e sua aplicação no ensino de matemática. In: The Third International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 3), Helsingør, Dinamarca.

HOHENWARTER, M., & Jones, K. (2007). O desenvolvimento do GeoGebra: Perspectivas de seus fundadores. ZDM Educação Matemática, 39(3), 55-58.

HWANG, G. J., & Wu, P. H. (2012). Avanços e tendências na pesquisa de aprendizagem baseada em jogos digitais: Uma revisão de publicações em periódicos selecionados de 2001 a 2010. British Journal of Educational Technology, 43(1), E6-E10.

PEREIRA, B. O. Para uma escola sem violência: estudo e prevenção das práticas agressivas entre crianças. Fundação Caloueste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e tecnologia. Ministério da Ciência e Tecnologia. Porto: Ed. Imprensa Portuguesa, 2002.

KONZEN, Sandra.; BERNARDI, Luci T. M. dos Santos.; CECCO, Bruna Larissa. O campo do ensino de geometria no brasil: do brasil colônia ao período do regime militar. Hipátia 60 v. 2, n. 2, p. 58-70, dez. 2017

LEÃO, M. Educação Matemática, sociedade e meio ambiente: reflexões sobre violência social e ambiental. Um estudo transdisciplinar e crítico em uma pesquisa Etnomatemática. 2021

LIMA, Reinaldo Feio.; OLIVEIRA, Paulo Cesar.; GIORDANO, Cássio Cristiano. Registros semióticos na resolução de problemas introdutórios de Probabilidade: análise de produções de estudantes pedagogos(as). Ensino Em Re-Vista |Uberlândia, MG . v.30, 2023

MISHA, P., & Koehler, M. J. (2006). Conhecimento Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo: Um Framework para o Conhecimento do Professor. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.

MORAN, J. M. RELATOS DE EXPERIÊNCIAS: Como utilizar a Internet na educação. Brasília, DF., 2003.

SCHILLING, F. Indisciplina, violência e o desfio dos direitos humanos nas escolas. In: BRASIL Ministério de Educação e Cultura. Programa ética e cidadania. Brasília, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTA DE INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO DOS PAIS COM RELAÇÃO AO USO DE SMARTPHONE EM SALA DE AULA COMO RECURSO PEDAGÓGICO

Colégio Reis Magos

Rua Dias Carneiro, 1748 – Ramal

Bacabal - MA

Caro(a) Sr(a). [Sobrenome do Pai/Mãe],

Sou Linimar Moura, professor(a) de Matemática de seu filho(a), [nome do aluno], e estou escrevendo para informar sobre uma nova iniciativa que estamos implementando em nossas aulas de Matemática que envolve o uso de smartphones como uma ferramenta de aprendizado.

Compreendemos que o uso de tecnologia em sala de aula deve ser cuidadosamente gerenciado e nossa escola está comprometida em assegurar que o uso de dispositivos móveis seja estritamente para fins educacionais. Estamos empolgados em explorar como os smartphones podem enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, proporcionando acesso instantâneo a recursos educacionais, aplicativos interativos e plataformas de aprendizagem que complementam os métodos de ensino tradicionais.

Utilização Pedagógica:

Os smartphones serão utilizados para acessar aplicativos educacionais durante as aulas, facilitar pesquisas rápidas de informações relacionadas à disciplina e permitir a utilização de softwares matemáticos que ajudam na visualização de conceitos complexos de uma forma interativa e envolvente. Essas atividades visam melhorar o entendimento dos alunos sobre a matéria, aumentar a participação em sala e estimular a autoaprendizagem.

Diretrizes de Uso:

1. Segurança e Privacidade: Todos os aplicativos e plataformas utilizados serão previamente avaliados para garantir que são seguros e adequados para uso escolar.

2. Supervisão Apropriada: O uso de smartphones será supervisionado diretamente por mim e limitado aos períodos de aula específicos.
3. Finalidade Estritamente Educacional: Os alunos serão orientados sobre a importância do uso responsável de tecnologia, focando exclusivamente nas atividades propostas.

Pedimos que o(a) [nome do aluno] traga seu smartphone para as aulas de Matemática, começando no próximo [dia da semana], [data]. Seu dispositivo deve estar carregado e pronto para ser usado de forma produtiva. Entendemos que nem todos os alunos possuem dispositivos móveis ou podem não se sentir confortáveis em trazê-los para a escola; nesses casos, providenciaremos alternativas para que nenhum aluno seja prejudicado ou excluído das atividades planejadas.

Por favor, confirme se [nome do aluno] poderá participar dessa iniciativa trazendo seu dispositivo móvel para a escola e assine ao final desta carta para confirmar o consentimento. Se você tiver quaisquer preocupações ou questões adicionais, não hesite em entrar em contato comigo.

Agradeço desde já por sua compreensão e apoio a essa abordagem educacional inovadora. Estou entusiasmado(a) com as possibilidades que essa ferramenta traz para o nosso ambiente de aprendizagem e ansioso(a) para ver como ela pode beneficiar todos os nossos alunos.

Atenciosamente,
Linimar Moura
Professor(a) de Matemática
(99) 3199-1400
falecom@colegioreismagos.com.br

Assinatura (   ) Mãe   (   ) Pai (   ) Responsável Legal

APÊNDICE B – TESTE DE CONHECIMENTO EM RELAÇÃO À GEOMETRIA PLANA

1. Dados os pontos A = (4,5); B = (1,1); C = (4,2) e D = (8,1), pede-se:

   a) Representar no sistema ortogonal cartesiano
   b) Determinar os Motos médios M do seguimento AB, N do segmento BC, P do segmento CD e Q do segmento DA.
   c) Provar algebricamente e usando o Geogebra que MNPQ é um paralelogramo.

1. Dados um triâgulo qualquer ABC, os pontos médios M do lado AB e N do lado AC. Pede-se:
   a) Faça a representação no sistema ortogonal cartesiano usando papel milimetrado
   b) Faça a representação usando o Geogebra
   c) Mostre algebricamente que MN é paralelo a BC e que BC = 2. MN

2. Em um paralelogramo ABCD, o ângulo Â mede 50◦. Determine os outros três ângulos desse paralelogramo. Pede-se:
   d) Registro figural no papel milimetrado e no Geogebra,
   e) Registro algébrico que expressa o ângulo em função do ângulo A (B = f(A)
   f) As medidas dos ângulos B, C e D