

O Uso do GeoGebra no Ensino Médio com Aporte da Sequência Fedathi para o Estudo de Áreas e Perímetro de Figuras Planas

The Use of GeoGebra in Secondary Education with the Support of the Fedathi Sequence for the Study of Areas and Perimeters of Flat Figures

Paulo Vitor da Silva Santiago: Camilly Alexandre Peixoto: Francisco Cleuton de Araújo:

Universidade Federal do Ceará. CE, Brasil.

Escola Estadual de Educação Profissional Pedro de Queiroz Lima. CE, Brasil

Universidade Federal do Ceará. CE, Brasil

E-mail: paulovitor.paulocds@gmail.com

Resumo

Os estudantes frequentemente enfrentam desafios significativos ao aprender matemática, o que se reflete em baixo desempenho escolar, conforme evidenciado por avaliações externas como o SPAECE, sublinhando a complexidade do ensino desta disciplina. Neste contexto, o presente estudo visa analisar o impacto da utilização do GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas no Ensino Médio, com o propósito de melhorar o desempenho dos alunos e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos geométricos com o suporte da Sequência Fedathi. Como questão orientadora, procurou-se identificar os efeitos do software GeoGebra no ensino de área e perímetro com figuras planas entre alunos do Ensino Médio, fundamentado nos pressupostos teóricos da metodologia SF. Este estudo constituiu uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, que envolveu a aplicação de testes antes e depois da utilização do GeoGebra em uma turma de Ensino Médio de uma escola profissional em Beberibe, Ceará. A coleta de dados ocorreu por meio de observação durante a realização das atividades em aulas de matemática e mediante questões subjetivas aplicadas em sala de aula. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com observação de grande entusiasmo e otimismo por parte dos participantes durante a realização das atividades, envolvendo-os nas tarefas propostas. Por fim, a pesquisa alcançou seu objetivo proposto, evidenciando a importância do GeoGebra e do estudo de área e perímetro no ensino de Matemática e na aprendizagem dos alunos, mediados pela metodologia SF.

Palavras-chave: GeoGebra. Sequência Fedathi. Geometria. Ensino de Matemática.

Abstract

Students often face significant challenges in learning mathematics, which is reflected in low academic performance, as evidenced by external assessments such as SPAECE, underscoring the complexity of teaching this discipline. In this context, the present study aims to analyze the impact of using GeoGebra in the teaching and learning process of calculating areas and perimeters of plane figures in high school, with the purpose of improving students' performance and promoting a deeper understanding of geometric concepts supported by the Fedathi Sequence. As a guiding question, the study sought to identify the effects of the GeoGebra software on teaching area and perimeter with plane figures among high school students, based on the theoretical assumptions of the SF methodology. This study was a qualitative case study that involved administering tests before and after using GeoGebra in a high school class at a vocational school in Beberibe, Ceará. Data collection took place through observation during math class activities and via subjective questions administered in the classroom. The results were satisfactory, with participants showing great enthusiasm and optimism during the activities, engaging them in the proposed tasks. Ultimately, the research achieved its intended objective, demonstrating the importance of GeoGebra and the study of area and perimeter in the teaching of Mathematics and in students' learning, mediated by the SF methodology.

Keywords: GeoGebra. Fedathi Sequence. Geometry. Mathematics Education.

1 Introdução

A sociedade experimenta uma proliferação de tecnologias e informações que permeiam diversos setores, incluindo a educação (Führ, 2019). Dentro das salas de aula, é cada vez mais comum a incorporação de ferramentas educacionais para tornar o conteúdo mais atrativo e facilitar a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, o emprego de jogos e recursos tecnológicos tem se destacado, impulsionado pela necessidade de inovação metodológica.

Entre as diversas ferramentas disponíveis para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, o *software* GeoGebra se destaca como uma plataforma robusta, oferecendo recursos poderosos e uma versatilidade única para

explorar conceitos matemáticos, especialmente no campo da geometria, incluindo o cálculo de áreas e perímetros de figuras planas, foco central deste estudo (Santiago, 2021).

O GeoGebra não se limita a ser apenas uma ferramenta estática; ao contrário, é uma aplicação dinâmica que combina elementos de geometria, álgebra, planilhas, gráficos e cálculos, proporcionando um ambiente interativo e envolvente para o ensino da Matemática (Santiago, & Alves, 2023). Sua abordagem integrada permite uma exploração profunda dos conteúdos geométricos, permitindo aos alunos compreenderem fórmulas, teoremas e procedimentos, além de visualizar e manipular as figuras.

Todavia, a geometria plana, que se dedica ao estudo de

figuras bidimensionais como trapézios, retângulos, triângulos, entre outras, desempenha um papel fundamental no currículo escolar. Tomando como base tal afirmação, a habilidade no cálculo de áreas (Descritor-67) e perímetros (Descritor-65) dessas figuras é essencial para o desenvolvimento matemático dos estudantes e está alinhada com a matriz de referência de Matemática do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), uma das principais avaliações externas nas escolas estaduais do Ceará (Caed, 2023).

No entanto, apesar da importância desses conteúdos, muitos alunos enfrentam dificuldades em compreendê-los plenamente. A falta de elementos concretos que permitam a visualização das figuras e a compreensão de seus atributos torna o ensino desafiador (Santos, & Oliveira, 2018). Diante desse contexto, é clara a necessidade de estratégias educacionais inovadoras que engajem os estudantes e façam uso das ferramentas tecnológicas, as quais muitos deles estão familiarizados, como uma solução para enfrentar esses desafios educacionais.

Assim, a escolha pelo GeoGebra se fundamenta em sua capacidade comprovada de facilitar uma aprendizagem mais eficaz e significativa no contexto específico do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas. Ao explorar as funcionalidades dessa ferramenta, visa-se não apenas melhorar o desempenho dos alunos nesse domínio matemático, mas também estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas fundamentais, como o pensamento geométrico abstrato, o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a criatividade (Santiago, 2021).

Para alcançar esse propósito, este estudo adotará uma abordagem metodológica descritiva, com foco nos impactos do GeoGebra na compreensão do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas embasado na SF, especialmente no contexto do Ensino Médio. A pesquisa será realizada na escola E. E. E. P. Pedro de Queiroz Lima, situada em Beberibe, Ceará, envolvendo uma turma do segundo ano. Dado que os alunos serão submetidos à avaliação do SPAECE ao final do ano, o conhecimento e aprofundamento deste conteúdo são de extrema relevância.

O estudo será conduzido como um estudo de caso, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. Serão aplicados testes antes e depois da intervenção com o GeoGebra para avaliar o progresso dos alunos. Além disso, observações em sala de aula registrarão a dinâmica das práticas educativas e a interação dos alunos com o *software*. Todos os procedimentos seguirão estritos princípios éticos, assegurando a privacidade, confidencialidade e consentimento dos participantes, bem como a devida autorização da instituição.

Com base nos princípios apresentados e na importância da temática em estudo, a questão central formulada é: quais os impactos do *software* GeoGebra para o ensino de área e perímetro com figuras planas com alunos do Ensino Médio a partir dos pressupostos teóricos da metodologia da SF? Este estudo visa investigar o impacto do *software* GeoGebra no ensino e aprendizagem do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas no Ensino Médio com aporte da Sequência

Fedathi (SF). O propósito é a verificação que essa ferramenta tecnológica pode aprimorar o desempenho dos estudantes e fomentar uma compreensão mais profunda dos conceitos geométricos planos em comparação com abordagens tradicionais de ensino.

O objetivo geral é analisar o impacto do uso do GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas no Ensino Médio, com aporte da SF e o intuito de melhorar o desempenho dos alunos e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos geométricos.

Este estudo se estrutura-se em tópicos que exploram distintos aspectos do uso do GeoGebra no ensino de geometria plana no Ensino Médio com aporte da Sequência Fedathi. São discutidos os fundamentos teóricos da geometria plana com o suporte do GeoGebra, abrangendo conceitos essenciais para a compreensão ampliada do cálculo de área e perímetro, prática desses conhecimentos na resolução de problemas, além da metodologia SF. Apresenta o percurso metodológico e detalhará a implementação do GeoGebra em sala de aula, desde sua introdução até a aplicação prática na abordagem dos conteúdos estudados. Demonstra os resultados antes e após a utilização do GeoGebra, permitindo a análise crítica do impacto da ferramenta no desempenho dos alunos e na compreensão dos conceitos geométricos, com foco na identificação de áreas passíveis de aprimoramento para futuras práticas pedagógicas. Por fim, o último tópico, descrevemos as considerações do trabalho a partir dos teóricos estudados, da vivência em sala de aula e as perspectivas de trabalhos futuros.

2 Desenvolvimento

2.1 Educação e as novas tecnologias

Com a ubiquidade das novas tecnologias na vida cotidiana dos estudantes, é essencial que tais ferramentas também estejam integradas à sala de aula como um recurso potencializador do ensino e aprendizagem. Dessa forma, novas metodologias e abordagens pedagógicas são adaptadas para se alinhar a essa realidade emergente.

O avanço e a proliferação das tecnologias de informação e comunicação, juntamente com o aumento do acesso a elas através de computadores, celulares, *tablets* e dispositivos similares, inserem os estudantes de maneira dinâmica nessa cultura, não apenas como consumidores (Brasil, 2018).

Portanto, as novas tecnologias e suas ferramentas educacionais correspondentes são de extrema importância não só para o ensino de matemática, mas para todas as disciplinas da base curricular comum e suas variantes. As competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), conforme destacado no ponto 5: compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e

coletiva (Brasil, 2018).

A partir deste contexto, podemos inferir que a integração da tecnologia na sala de aula pode enriquecer a aprendizagem dos estudantes. Com ferramentas e recursos de plataformas educacionais, as aulas tornam-se mais diversificadas, dinâmicas e interativas, promovendo uma consolidação mais efetiva do conhecimento. O uso de plataformas educacionais permite aos alunos explorar os temas abordados em sala de aula com mais profundidade, reforçando o conhecimento adquirido.

Conforme a BNCC, também é destacada a relevância do uso de tecnologias digitais e aplicativos tanto para investigação matemática quanto para o desenvolvimento contínuo do pensamento computacional (Brasil, 2018).

Portanto, fica claro que o uso da tecnologia no ensino médio é de suma importância. No contexto específico do ensino da matemática, as ferramentas educacionais e jogos interativos são particularmente úteis para engajar os alunos.

As ferramentas educacionais são recursos que facilitam a compreensão do conhecimento pelos alunos, oferecendo plataformas práticas e interativas alinhadas com os conteúdos e faixas etárias dos estudantes. No ensino de matemática, exemplos comuns incluem *softwares* educacionais como o GeoGebra, planilhas eletrônicas, vídeos, jogos *online* e simuladores.

Muitas vezes, os alunos demonstram estar mais familiarizados com o uso dessas tecnologias do que os próprios professores, pois têm experiência prévia com tecnologias através de jogos e atividades lúdicas (D'Ambrosio, 2007). Assim, dado que os estudantes já estão imersos nas novas tecnologias, é fundamental aproveitar seu uso na sala de aula para melhorar o ensino e a aprendizagem.

Com isso, o GeoGebra é uma ferramenta didática reconhecida em todos os níveis de ensino e tem sido agraciada com diversos prêmios. Trata-se de uma plataforma gratuita que abrange tanto a geometria plana quanto a espacial, incluindo o GeoGebra 3D, além de outras áreas educacionais.

A utilização do GeoGebra possibilita dinamizar e enriquecer as atividades no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Ele é um *software* de Geometria Dinâmica que permite a construção de pontos, vetores, segmentos, retas e seções cônicas. Através do GeoGebra, é possível analisar equações, estabelecer relações entre variáveis e números, e encontrar raízes de equações. Além disso, permite associar expressões algébricas à representação de objetos geométricos (Pacheco, 2019).

Com uma interface dinâmica e de fácil operação, os estudantes podem realizar cálculos de diversos conteúdos. As áreas mais comuns de estudo dentro do GeoGebra incluem funções e geometria.

Uma das principais dificuldades em matemática reside na compreensão das demonstrações ou justificativas de teoremas e propriedades. É possível que essas dificuldades estejam relacionadas ao fato de que, nos livros tradicionais de matemática, frequentemente encontramos várias

representações em uma mesma página: frases em linguagem natural, fórmulas, figuras geométricas, gráficos cartesianos, entre outros (Cardoso, 2014). A conexão entre essas representações fica a cargo do leitor, como se fosse algo intuitivo.

O GeoGebra 3D é amplamente utilizado no estudo da geometria espacial, onde as figuras são representadas em três dimensões. Isso demonstra que o *software* é uma ferramenta valiosa que pode apoiar significativamente o ensino da matemática, especialmente no ensino da geometria.

Nesse contexto, o GeoGebra representa uma excelente plataforma educacional, mas não pode substituir completamente a orientação do professor. É essencial que o professor esteja familiarizado com a ferramenta para orientar os alunos em seu uso e aproveitar ao máximo os benefícios dessa tecnologia no ensino e na prática educacional.

2.2 O papel do professor na escola

Para que a aprendizagem seja efetiva, é imprescindível que tanto o aluno quanto o professor estejam ativamente envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Durante o período da pandemia, observou-se que muitos professores não estavam habituados a utilizar tecnologias, o que dificultou a transição para o ensino remoto (Santiago, 2021).

Apesar das dificuldades em adaptar o ensino presencial para o formato remoto e em incorporar as tecnologias digitais, o contexto pandêmico representou um desafio e uma oportunidade enriquecedora para a prática pedagógica. No entanto, as tecnologias digitais, originalmente utilizadas como suporte ao ensino, tornaram-se o principal recurso no ensino remoto, embora não necessariamente tenham tornado as aulas mais interessantes (Rondini, Pedro, & Duarte, 2020).

Apesar da inserção mais intensa da tecnologia nas escolas durante a pandemia, ainda há diversos desafios enfrentados no cotidiano escolar. A falta de infraestrutura e recursos em algumas instituições impede a adoção plena das novas tecnologias no ensino. Como afirma Borba (2001), o acesso à informática deve ser considerado um direito, e portanto, tanto nas escolas públicas quanto particulares, os estudantes devem ter acesso a uma educação que inclua, no mínimo, alfabetização tecnológica.

Além disso, a ausência de formação contínua para os professores torna esse processo ainda mais desafiador. É crucial que os professores estejam capacitados para utilizar eficazmente esses recursos, garantindo que o conhecimento transmitido com o auxílio da tecnologia seja realmente assimilado pelos alunos. Conforme destacado por Almeida (2000), mesmo o professor preparado para utilizar o computador como ferramenta de construção do conhecimento frequentemente se vê diante de um dispositivo cujos recursos não domina completamente.

O desinteresse e a insegurança em relação ao uso das novas tecnologias também podem representar grandes obstáculos, especialmente considerando a crescente presença dessas tecnologias na sociedade. Como mencionado por

Ferreira e Basílio (2006), o educador preparado para utilizar o computador como meio de transmitir informações aos alunos por meio de *software* deve questionar qual será seu papel e o futuro de sua profissão em uma sociedade onde surgem novos espaços de conhecimento e aprendizagem fora do ambiente escolar.

Portanto, para utilização eficaz e concreta das novas ferramentas educacionais, é essencial que os professores estejam bem-preparados e que as escolas ofereçam uma infraestrutura adequada para suportar essas tecnologias, incluindo laboratórios e aulas de informática para os alunos.

2.3 Geometria no contexto educacional

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática, a Geometria é um dos ramos mais antigos da Matemática, que se desenvolveu em função de necessidades humanas (Brasil, 1998).

De fato, para justificar a inclusão da Geometria no currículo escolar, basta considerar que sem o estudo da Geometria, as pessoas não desenvolvem o pensamento geométrico nem o raciocínio visual, o que dificulta a resolução de situações de vida que envolvam geometria. Além disso, não poderão aproveitar os benefícios da Geometria para compreender e resolver questões de outras áreas do conhecimento humano. A falta de conhecimento em Geometria também limita a interpretação do mundo, reduz a comunicação de ideias e distorce a visão da Matemática (Lorenzato, 1995).

A Geometria é uma das três grandes áreas da Matemática, junto com o cálculo e a álgebra, e seu ensino é indispensável na sala de aula. O estudo da Geometria é um campo rico para explorar situações-problema e é um tema que naturalmente atrai o interesse dos alunos. O trabalho com conceitos geométricos contribui para o aprendizado de números e medidas, estimulando os alunos observarem, perceberem semelhanças e diferenças, e identificar regularidades (Brasil, 1998).

A Geometria é subdividida em Geometria Plana, Geometria Espacial e Geometria Analítica, cada uma abordando características distintas (Coutinho Neto, 2014). Enquanto a Geometria Plana estuda o plano e o espaço com base nos postulados de Euclides, a Geometria Espacial investiga figuras tridimensionais, e a Geometria Analítica relaciona a álgebra e a análise matemática com a geometria.

A geometria plana, sistematizada pelo matemático Euclides de Alexandria, investiga as propriedades e dimensões das formas, aplicando fórmulas matemáticas para calcular perímetros e áreas (Lopes, & Rosa, 2023). Este campo de estudo abrange conceitos fundamentais como ponto, linha, plano e ângulo, essenciais para compreender figuras mais complexas.

O ensino da geometria plana não apenas contribui para o entendimento matemático específico, mas também prepara os estudantes para aplicar esses conhecimentos em diferentes contextos. Essa aprendizagem é relevante para diversas áreas de estudo e para situações do cotidiano.

A geometria plana, aliada ao uso do GeoGebra, explora figuras bidimensionais como quadrados, triângulos, retângulos, círculos, losangos e trapézios (Barros, et al., 2021). Essas figuras podem ser analisadas quanto à área e ao perímetro. Frequentemente, os alunos enfrentam desafios na resolução de questões envolvendo fórmulas, mas o uso de ferramentas educacionais pode ajudá-los a superar essas dificuldades. A plataforma desperta interesse nos estudantes, facilitando a retenção das fórmulas e sua aplicação prática.

2.4 A metodologia Sequência Fedathi

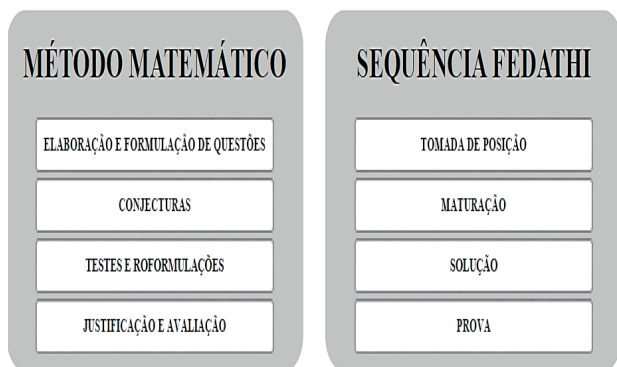
A SF teve origem na década de 1970, mais precisamente em 1971, quando começou a ser concebida no Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo professor Hermínio Borges Neto. Ele iniciou sua trajetória docente no curso de Bacharelado em Matemática e permaneceu lá até 1996. Durante esse período, o professor identificou duas questões cruciais relacionadas ao desempenho dos estudantes diante do elevado índice de reprovação nas disciplinas: a) qual era o propósito essencial da matemática e que benefícios está ciência oferecia aos alunos; b) a falta de compreensão dos professores sobre o papel da matemática (Santos; Borges Neto; Pinheiro, 2019).

Ao longo de vinte e cinco anos, essas questões fundamentaram e moldaram a sequência didática que Borges Neto (2016) desenvolveu inicialmente como Sequência McLane e posteriormente como SF. Em 1996, ele iniciou seu pós-doutoramento na *Université Paris Diderot*, na França, onde sua experiência na Escola Francesa da Didática da Matemática, aliada ao seu conhecimento em Matemática pura, foi crucial para sua atuação a partir de 1997, quando retornou ao Brasil e se tornou professor na Faculdade de Educação (FACED) da UFC. Lá, ele se integrou a uma equipe de professores e pesquisadores cujas investigações se concentravam no ensino de Matemática, culminando na formação do Grupo Fedathi, que reunia professores e alunos de graduação e pós-graduação da UFC e de outras instituições de ensino superior (Santos, Borges Neto, & Pinheiro, 2019).

Entre 1997 e 1998, como coordenador do Grupo Fedathi, & Borges Neto desenvolveu uma sequência didática baseada em sua experiência como matemático. Seu objetivo era proporcionar aos professores condições e recursos para que os estudantes de matemática na Educação Básica e no Ensino Superior pudessem vivenciar uma aprendizagem matemática significativa, colocando o estudante na posição ativa de um matemático através do processo de resolução de problemas (Santana, & Borges Neto, 2003).

Essa afirmação claramente demonstra que Borges Neto (2016) concebeu a SF como um método de ensino para a sala de aula, onde o aluno é incentivado a se colocar na posição de um matemático ao resolver problemas apresentados. Embora tenha se inspirado na abordagem do matemático, Borges Neto (2016) integrou outras concepções além do conhecimento matemático, criando assim uma proposta metodológica que foca tanto no ensino e na postura do professor quanto na participação ativa do aluno no processo de aprendizagem.

Figura 1 - Método Matemático e a Sequência Fedathi



Fonte: Santos, Borges Neto, & Pinheiro (2019).

Como observado na Figura 1, tanto no método de trabalho do matemático quanto no método Fedathi, ações como formular questões, fazer conjecturas, realizar provas, refutar e argumentar são atividades que ocorrem independentemente de o sujeito ser o matemático profissional ou o aluno (Borges Neto, 2016; Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003; Santos; Borges Neto; Pinheiro, 2019).

Para compreender melhor essa comparação, é justificado que Borges Neto (2016) desenvolveu e sistematizou seu método em quatro etapas: a) tomada de posição, onde o problema é apresentado ao aluno; b) maturação, fase em que os alunos se dedicam à resolução do problema apresentado; c) solução, momento de apresentação das respostas dos alunos; d) prova, fase de sistematização do conceito matemático, incluindo formalização e generalização do conteúdo.

Ao analisar a proposta lógico-dedutiva-constitutiva de Borges Neto (2016), nota-se que ela se fundamenta em concepções matemáticas que influenciam o ensino e estão presentes na sala de aula, independentemente da compreensão do professor. Essa percepção enfatiza que não se pode discutir os fenômenos relacionados ao ensino de matemática sem considerar a natureza desta ciência e as ideias dos indivíduos que nela atuam de diversas formas.

Segundo Santos (2017), a SF é uma metodologia que tem como princípio central a postura do docente, cujo objetivo é desafiar o aluno em situações de aprendizagem. Santos (2007) destaca que na aula de matemática, a SF visa permitir que o trabalho do professor oriente os estudantes na reprodução das etapas do processo de um matemático diante de um problema. A SF propõe a adoção de quatro etapas: 1) Tomada de posição (apresentação do desafio-problema); 2) Maturação (imersão no problema, reconhecimento e análise dos dados); 3) Solução (exposição das estratégias utilizadas para encontrar possíveis respostas); e 4) Prova (formalização do trabalho usando os métodos epistemológicos do conhecimento científico).

É crucial compreender a importância de uma metodologia que supere o ativismo docente, priorizando a reflexão sobre a prática didática e promovendo a avaliação do trabalho realizado em sala de aula. Nesse contexto, apresenta-se a SF como uma abordagem voltada para aprimorar a prática pedagógica, focando na postura adequada do professor em sala de aula, através de ações que colocam o aluno em situações significativas de aprendizagem. A transformação

na postura docente é fundamental para todas as fases do ensino, antes, durante e após a sessão didática, resultando na práxis fedathiana, conforme Santos (2017), que visa melhorar as práticas pedagógicas através da postura apropriada do professor.

A SF visa que o professor guie os alunos na reprodução das etapas do trabalho de um matemático diante de situações-problema, utilizando os dados do problema e explorando diversas possibilidades de solução. Esta metodologia tem como princípio formativo e didático a postura do docente, que visa desafiar o aluno com situações-problema e aprender com os erros que possam surgir (Santos, 2020). No contexto da SF, o conhecimento é construído de forma colaborativa sob a mediação do professor, onde o ensino é uma descoberta compartilhada e a postura do aluno reflete a do professor.

3 Material e Métodos

Neste estudo, foi escolhido o estudo de caso como método de pesquisa, visto que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), o estudo de caso consiste em coletar e analisar informações sobre um indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, com o objetivo de estudar diversos aspectos de suas vidas, conforme o tema da pesquisa. Além disso, Gil (2010) afirma que o estudo de caso consiste em um estudo profundo e detalhado de um ou mais objetos, permitindo um amplo conhecimento sobre eles.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), o método pode ser definido como o caminho para alcançar um determinado objetivo, sendo o método científico o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para obter conhecimento.

A pesquisa qualitativa se caracteriza pela coleta e análise de dados não numéricos, focando na compreensão de fenômenos complexos a partir das perspectivas dos participantes. Por outro lado, a pesquisa quantitativa utiliza dados numéricos e estatísticos para identificar padrões e testar hipóteses.

O estudo de caso é um tipo de pesquisa que pode ser qualitativa, quantitativa ou ambos, sendo uma categoria de investigação que se dedica ao estudo aprofundado de uma unidade, que pode ser um indivíduo, um grupo de pessoas, uma comunidade, entre outros. Para realizar este tipo de pesquisa, são necessários requisitos básicos como rigor, objetividade, originalidade e coerência (Prodanov; Freitas, 2013).

No contexto deste estudo, a pesquisa foi aplicada em uma turma do segundo ano da escola E.E.E.P. Pedro de Queiroz Lima, localizada em Beberibe, Ceará, durante duas aulas da disciplina de estudo. Inicialmente, foi introduzido o foco do projeto, que consistia em uma pesquisa para avaliar como o software GeoGebra poderia influenciar no estudo do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas. O projeto iniciou com a aplicação de um questionário simples com três questões, seguindo o estilo do SPAECE, sobre áreas e perímetros de figuras planas. Os alunos responderam às questões aplicando os conhecimentos adquiridos sobre os conceitos e fórmulas necessárias. A aplicação do questionário foi feita de forma individual e anônima, sendo a autora responsável pela aplicação na turma.

Dessa forma, optamos por uma abordagem mista,

combinando métodos qualitativos e quantitativos. Inicialmente, conduzimos um estudo de caso envolvendo uma turma composta por trinta e três alunos.

A parte quantitativa da pesquisa incluiu a aplicação de pré-testes e pós-testes para avaliar o desempenho dos alunos em questões de geometria antes e depois da utilização do GeoGebra com aporte da SF. Esses testes foram desenvolvidos para mensurar o entendimento dos alunos sobre conceitos como perímetro, área e propriedades de figuras geométricas. Os resultados foram analisados estatisticamente para identificar diferenças significativas no desempenho dos alunos.

A triangulação dos dados quantitativos e qualitativos permitiu uma análise mais abrangente e integrada dos resultados, reforçando as conclusões do estudo. As questões foram formuladas de maneira simples para identificar com precisão as áreas em que os alunos demonstraram maior dúvida e dificuldade ao usar o GeoGebra. Esse formato facilitou a observação das propriedades geométricas de forma mais tangível e visual, o que contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo abordado.

Durante a avaliação, os alunos demonstraram confiança nas respostas, mas ainda assim enfrentaram dificuldades em alguns pontos, resultando em erros. Esses equívocos ocorreram muitas vezes devido à falta de lembrança das fórmulas necessárias ou por falta de atenção na leitura. Além disso, os alunos mencionaram dificuldades em recordar fórmulas, especialmente para figuras menos comuns no cotidiano, como o losango.

Figura 2 – Aplicação do questionário



Fonte: os autores.

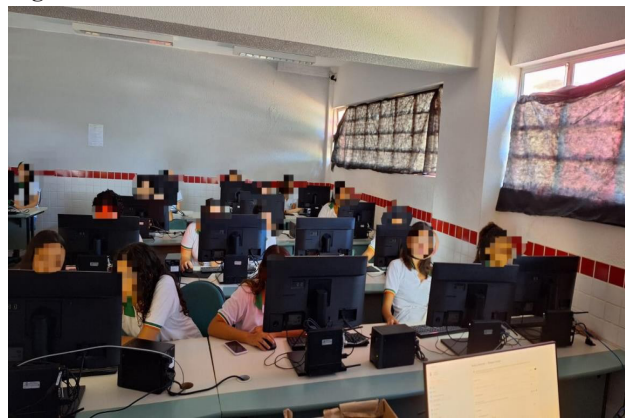
Logo após a aplicação do questionário, os alunos foram conduzidos ao Laboratório de Informática (LEI) para utilizar o GeoGebra. Inicialmente, com o auxílio de um projetor, foram introduzidos os comandos básicos para familiarizá-los com o software, como criar pontos, retas, figuras geométricas e analisar propriedades de sólidos geométricos, entre outros.

Em seguida, foram dados alguns comandos específicos, tais como: (i) construir um quadrado com 8 cm de lado e calcular sua área e perímetro; (ii) construir um losango e identificar suas diagonais; (iii) construir um trapézio com base menor de 3 cm, base maior de 8 cm e altura de 5 cm, e calcular sua área.

Os alunos utilizaram os comandos do software para criar as formas geométricas de maneira mais fácil e dinâmica. Ao aplicar esses comandos, eles puderam compreender como utilizar o *software* para explorar e compreender os conceitos de sólidos geométricos planos. O próprio GeoGebra oferece a opção de calcular automaticamente perímetros e áreas, conforme mostrado na Figura 3. Após realizar os cálculos solicitados, os alunos puderam verificar se os resultados obtidos eram precisos, proporcionando uma experiência educativa enriquecedora.

Devido ao interesse dos alunos pelo *software*, também foi apresentado o GeoGebra 3D, que poderá auxiliá-los no estudo de figuras espaciais no futuro.

Figura 3 – Contato com o GeoGebra no LEI



Fonte: dados da pesquisa.

Após a implementação do GeoGebra, foi aplicado um segundo questionário, seguindo o formato do primeiro, porém com dados distintos e mantendo o mesmo tempo e condições da primeira aplicação. Isso possibilitou a comparação dos resultados para avaliar o impacto do GeoGebra na aprendizagem dos alunos.

4 Resultados e Discussão

Seguindo a metodologia apresentada, procederemos com a análise e discussão dos resultados obtidos na pesquisa realizada com os alunos. O primeiro questionário teve como objetivo explorar os conhecimentos prévios e as principais dificuldades dos alunos. Todos os 33 alunos responderam aos dois questionários.

A primeira questão abordava o perímetro de um campo de futebol, que era um retângulo, onde os jogadores deveriam percorrer 12 voltas, fornecendo as dimensões de largura e comprimento. Nesta questão, os alunos precisavam recordar os conceitos de largura e comprimento e reconhecer que a figura descrita era um retângulo. Apesar do enunciado bem contextualizado, que indicava a necessidade de multiplicar por 12 para chegar à resposta final, muitos alunos ainda encontraram dificuldades para resolver a questão.

Após utilizarem o GeoGebra, os alunos que inicialmente tinham dúvidas compreenderam melhor o problema, pois conseguiram visualizar de maneira mais concreta as dimensões de largura e comprimento, o que resultou em melhor desempenho no segundo questionário.

Na análise dos resultados, observou-se que houve uma taxa de acertos de 60,6% e de 39,4% de erros nas respostas dos alunos. Como evidenciado nos gráficos, no primeiro questionário, quase metade dos alunos errou a questão, totalizando 13 alunos, enquanto no segundo questionário ocorreu mudança significativa, com apenas 4 alunos cometendo o erro.

Na Primeira questão do pós-teste os alunos apresentaram uma taxa de acertos de 87,9% e uma taxa de erros de 12,1%, o que indica uma compreensão significativa dos conceitos abordados. A implementação da SF demonstrou-se eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa em matemática. Os resultados da primeira questão mostraram uma melhoria substancial no desempenho dos alunos, evidenciando maior compreensão dos conceitos geométricos através do uso do GeoGebra. Este método não apenas facilitou a visualização das figuras planas, mas também estimulou o interesse dos estudantes pelo conteúdo, fortalecendo assim a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos (Borges Neto, 2016).

A segunda questão tratava da área de um quadrado, seus lados e perímetro. A questão abrangia múltiplos conceitos e, por isso, alguns alunos enfrentaram dificuldades, especialmente ao tentar determinar o comprimento do lado a partir da área fornecida. Outros cometeram erros por falta de atenção, conseguindo encontrar o comprimento do lado, mas não o seu perímetro.

Na análise segunda questão do pré-teste, constatou-se que houve uma taxa de acertos de 51,5% e uma taxa de erros de 48,5% entre os alunos, refletindo um desafio significativo na compreensão do tema abordado. Apesar de cinco alunos ainda terem errado a segunda questão, o resultado foi satisfatório, visto que houve melhoria de mais de 30% no número de acertos pelos estudantes.

Na questão segunda questão do pós-teste analisada, os alunos apresentaram taxa de acertos de 84,8% e de erros de 15,2%, evidenciando um bom domínio do conteúdo estudado.

A terceira questão abordava o perímetro de uma figura plana, na qual os alunos precisavam somar todos os lados e escolher a opção correta. Observou-se que os alunos alcançaram taxa de acertos de 88,2% e de erros de 11,8%, indicando um alto nível de compreensão e domínio do tema abordado.

Na análise da terceira questão do pós-teste, ficou evidente que os alunos alcançaram taxa de acertos muito alta, atingindo 94,1%, enquanto a taxa de erros foi de apenas 5,9%. Isso demonstra excelente entendimento e aplicação dos conceitos estudados, refletindo a eficácia do método utilizado.

Na análise dos dados obtidos revelou significativa melhora na compreensão dos conceitos de geometria pelos alunos, no qual, a professora seguiu as quatro etapas da SF durante todo processo de aplicação dos testes. Ao comparar os resultados dos pré-testes e pós-testes, observou-se clara evolução no desempenho dos estudantes. Por exemplo, na questão sobre o perímetro de um campo de futebol, que exigia compreensão dos conceitos de largura e comprimento, houve redução considerável no número de erros após a intervenção. Antes da utilização do GeoGebra, 13 alunos cometeram erros

nessa questão, enquanto depois, apenas 4 alunos erraram. Isso indica que a visualização dinâmica proporcionada pelo software ajudou os alunos a internalizarem melhor os conceitos geométricos e suas aplicações práticas.

A questão que envolvia o cálculo da área de um quadrado e seu perímetro também mostrou uma melhoria significativa. No pré-teste, muitos alunos enfrentaram dificuldades para determinar a medida do lado a partir da área e calcular corretamente o perímetro. Após o uso do GeoGebra, os erros diminuíram em mais de 30%. Esse resultado reflete não apenas uma melhor compreensão dos procedimentos matemáticos, mas também um aumento na atenção e precisão ao resolver problemas geométricos. O GeoGebra, permitindo a manipulação direta das figuras e a visualização instantânea das mudanças, contribuiu para uma aprendizagem mais eficaz e intuitiva.

A terceira questão, que tratava do cálculo do perímetro de uma figura plana, reforça a eficácia do GeoGebra como ferramenta pedagógica. Inicialmente, muitos alunos falharam em somar corretamente os lados da figura para encontrar o perímetro. Após a intervenção, observou-se uma melhoria notável, com um aumento significativo no número de respostas corretas. Essa mudança positiva pode ser atribuída à capacidade do GeoGebra de facilitar a visualização e a manipulação das formas geométricas, permitindo aos alunos explorar e compreender melhor as propriedades das figuras planas. Dessa forma, a ferramenta não apenas ajudou a corrigir erros específicos, mas também possibilitou uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos geométricos.

De maneira geral, os resultados coletados demonstram uma melhoria no aprendizado dos estudantes, refletindo um aumento na compreensão e aplicação dos conhecimentos nos questionários. A intervenção do GeoGebra não só aumentou o interesse pelo conteúdo, esclareceu os conceitos relacionados às figuras planas na prática e melhorou a interpretação textual das questões.

Após as pesquisas, os alunos compartilharam suas experiências com o *software* no ensino da matemática. Eles se mostraram entusiasmados e animados com a realização da pesquisa, afirmando terem sentido maior interesse no conteúdo através dessa abordagem.

Este estudo confirma a importância de métodos de ensino inovadores e destaca o potencial das ferramentas educacionais para transformar positivamente o processo de ensino-aprendizagem em Matemática, conforme defendido por Pacheco (2019). Como mencionado por D'Ambrosio (2007), os estudantes estão cada vez mais confortáveis com as novas tecnologias, o que os mantém engajados e interessados nessas atividades.

Apesar dos resultados satisfatórios, ainda há um grande desafio a ser superado: a infraestrutura nas escolas. Engelbrecht *et al.* (2020), o acesso à informática deve ser considerado um direito, e para utilizar o GeoGebra eficazmente como ferramenta educacional, é necessário ter ambientes adequados, como laboratórios de informática e acesso à internet, o que ainda não é uma realidade em todas as escolas.

Portanto, é crucial investir mais nas escolas, criando LEI onde ainda não existem, e oferecendo formações continuadas

para os professores sobre o uso desses softwares nas salas de aula. Conforme destacado na BNCC, esses recursos são essenciais para promover o desenvolvimento do pensamento computacional entre os estudantes, proporcionando maior dinamismo e interação no processo de ensino-aprendizagem (Brasil, 2018).

5 Conclusão

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos no ensino do cálculo de áreas e perímetros de figuras planas utilizando o *software* GeoGebra. Os resultados obtidos, embora satisfatórios, não são imediatos, exigindo mais práticas entre os alunos e o *software*. Contudo, eles comprovam que o uso do GeoGebra pode impactar positivamente a aprendizagem dos estudantes, proporcionando uma abordagem mais dinâmica, interativa e significativa.

A utilização do GeoGebra permitiu uma significativa melhoria na compreensão dos conceitos de áreas e perímetros, pois os alunos conseguiram visualizar melhor as figuras geométricas e assimilar conceitos mais abstratos da geometria. Isso facilitou a interpretação e a resolução das questões dos questionários.

Os dados coletados revelam que muitos alunos ainda apresentavam dificuldades com aspectos básicos da geometria, resultando em 13 erros na primeira questão, 17 na segunda e 4 na última. Isso indica a necessidade de intervenções mais dinâmicas para efetivar o aprendizado, pois os recursos utilizados demonstraram uma melhoria significativa com apenas um contato inicial com o *software*, sugerindo que novas abordagens são essenciais para despertar o interesse e a atenção dos alunos.

O GeoGebra aumentou o engajamento dos alunos, que se mostraram mais participativos e exploradores ao utilizar a ferramenta. A possibilidade de experimentar diferentes métodos de ensino de forma dinâmica despertou o interesse dos discentes. Além disso, a familiaridade com a tecnologia proporcionou uma aprendizagem divertida e enriquecedora para a vida acadêmica.

Embora existam desafios a serem superados quanto ao uso dessas ferramentas nas salas de aula, os resultados obtidos ressaltam também a importância da Sequência Fedathi para a aprendizagem dos alunos. Portanto, é crucial investir em capacitações para professores e em ambientes digitais, como laboratórios de informática, em todas as escolas, para implementar eficazmente ferramentas educacionais como o *software* GeoGebra.

Em resumo, os resultados deste estudo apoiam a eficácia do GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino de geometria com aporte da Sequência Fedathi, especialmente no cálculo de áreas e perímetros de figuras planas. A análise dos dados nos pré-testes e pós-testes mostrou melhoria significativa no desempenho dos alunos, destacando o potencial do *software* para tornar os conceitos matemáticos mais acessíveis e promover uma aprendizagem mais envolvente e ativa.

Este estudo foi realizado em uma turma de segundo ano do ensino médio, abrindo possibilidades para outras séries e conteúdos, como a Geometria Espacial com o GeoGebra 3D.

Além disso, o *software* oferece diversos recursos que podem ser explorados pelos professores em sala de aula. Futuras pesquisas podem investigar mais a fundo esses recursos, reafirmando a necessidade de metodologias inovadoras para o ensino de matemática e proporcionando um impulso para novas pesquisas no mesmo campo.

Referências

- Almeida, M.E. (2000). PROINFO: informática e formação de professores. Brasília: MEC.
- Barros, J.S., Andrade, A.N., Negrão, F., & Gonçalves, C. B. (2021). Geometria plana com GeoGebra: intervenção pedagógica com alunos do Ensino Fundamental II. *Revista De Ensino De Ciências E Matemática*, 12(4), 1–19. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a11>.
- Borba, M. C., & Penteado, M. G. (2001). *Informática e Educação Matemática - coleção tendências em Educação Matemática*, Belo Horizonte: Autêntica.
- Borges Neto, H. (2016). Uma proposta lógico-dedutiva-construtiva para o ensino de matemática. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Brasil. (1998). Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, Ministério da Educação. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental.
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Educação é a Base. Ministério da Educação. Brasília: MEC.
- Caed. (2024). Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação. Avaliação Externa.
- Cardoso, V.C. (2014). Ensino e aprendizagem de álgebra linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Coutinho Neto, N.R. (2014). A história da geometria descritiva e uma proposta de atividades para o ensino médio. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- D'Ambrosio, U. (1986). Da realidade à ação: Reflexões a Educação e Matemática. São Paulo: Summus.
- Engelbrecht, J., Borba, M.C., Llinares, S., & Kaiser, G. (2020). Will 2020 be remembered as the year in which education was changed?. *ZDM Mathematics Education* 52, 821-824. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01185-3>.
- Ferreira, D.P., & Basílio, V.C. (2006). O papel do professor frente às novas tecnologias: estamos preparados? *Transversal - Revista Anual do IEDA*, 4(4).
- Führ, R.C. (2019). Educação 4.0 nos impactos da quarta revolução industrial. Curitiba: Appris.
- Gil, A.C. (2010). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- Lopes, P.V.C., & Rosa, M. (2023). Investigando o Cubo Mágico no Desenvolvimento de Conteúdos da Geometria Euclidiana por meio das Perspectivas Sociocultural/Crítica da Modelagem Matemática e da Etnomatemática. *Journal of Mathematics and Culture*, 17(1).
- Lorenzato, S.A. (1995). Porque não ensinar Geometria? *A Educação Matemática em Revista*, 3(4).
- Pacheco, E.F. (2019). Utilizando o *software* GeoGebra no ensino da Matemática: uma ferramenta para construção de gráficos de parábolas e elipses no 3º ano do Ensino Médio. *Debates Em*

- Educação, 11(24), 197-211. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n24p197-211>.
- Ponte, J.P., Brocardo, J., & Oliveira, H. (2003). Investigações matemáticas na sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica.
- Prodanov, C.C., & Freitas, E.C. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Universidade Feevale.
- Rondini, C.A., Pedro, K. M., & Duarte, C. dos S. (2020). Pandemia do covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na práxis docente. *Interfaces Científicas - Educação*, 10(1), 41–57. <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v10n1p41-57>.
- Santana, J.R., & Borges Neto, H. (2003). Sequência Fedathi uma proposta de mediação pedagógica na relação ensino/aprendizagem. In: Vasconcelos, J.G. *Filosofia, Educação e Realidade*. Fortaleza: Edições UFC.
- Santiago, P.V.S. (2021). Olimpíada Internacional de Matemática: situações didáticas olímpicas no ensino de geometria plana. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Santiago, P.V.S., & Alves, F.R.V. (2023). Resolução de um problema olímpico brasileiro em 3D para Realidade Aumentada no GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra* Internacional de São Paulo, 12(1), 144-150. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i1p144-150>.
- Santos, M.J.C. (2007). Reaprender frações por meio de oficinas pedagógicas: desafio para a formação inicial. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Santos, M.J.C. (2017). A formação do professor de matemática: metodologia Sequência Fedathi (SF). *Revista Lusófona de Educação*, 38(38).
- Santos, A.O., Oliveira, G.S. (2018). A prática pedagógica em geometria nos primeiros anos do ensino fundamental: construindo significados. *Revista Valore*, 3(1), 388-407. <https://doi.org/10.22408/rev31201885388-407>.
- Santos, J.N., Neto, H. B., & Pinheiro, A.C.M. (2019). A origem e os fundamentos da Sequência Fedathi: uma análise histórico-conceitual. *Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, 6(17), 6-19. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v6i17.1074>.
- Santos, M.J.C. (2020). O letramento matemático nos anos iniciais do ensino fundamental. *REMATEC*, 15, 96-116. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2020.n0.p96-116.id238>. Reflexões Sobre uma Aritmética do 2º ano Elementar e de Autoria da Irmã Franciscana Cecy Cony