
# Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais: ensino de áreas de triângulos com base nos pressupostos metodológicos da Sequência Fedathi


Raimundo Nonato Barbosa **Cavalcante**
Instituto Federal do Maranhão
Brasil
raimundo.cavalcante@ifma.edu.br
Joalisson Rego **Pavão**
Instituto Federal do Maranhão
Brasil
joalisson210210@gmail.com
Rosângela Maria **Albuquerque**
Universidade Federal do Ceará
Brasil
rosangela.sana@gmail.com
José Gleison Alves da **Silva**
Universidade Federal do Ceará
Brasil
gleison.profmat.seduc@gmail.com
Maria José Costa dos **Santos**
Universidade Federal do Ceará - UFC
Brasil
mazeautomatic@gmail.com
Jorge Carvalho **Brandão**
Universidade Federal do Ceará - UFC
Brasil
profbrandao@ufc.br



**Resumo**

Este estudo investiga o ensino das áreas de triângulos por meio da Modelagem Matemática (MM) e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com base na Sequência Fedathi (SF). O objetivo é explorar como a MM, aliada às

TDIC, contribui para o ensino dentro da abordagem da SF. A pesquisa, de natureza exploratória e qualitativa, foi fundamentada em revisão de literatura e aplicação de sessões didáticas. A MM utiliza procedimentos matemáticos em situações cotidianas, as TDIC oferecem ambientes interativos para manipulação de figuras, e a SF promove a autonomia dos alunos, com o professor como mediador. Os resultados mostram que a integração entre MM e TDIC torna a aprendizagem mais significativa, facilitando a compreensão das áreas de triângulos e potencializando a autonomia dos alunos, enquanto o professor atua como facilitador.

*Palavras-chave:* Ensino de Matemática; Geometria Plana; Metodologia de Ensino; Modelagem Matemática; Sequência Fedathi; Tecnologias Digitais

## Introdução

A integração da MM com as TDIC surge como uma abordagem eficaz no ensino de geometria, especialmente no estudo das áreas de figuras planas. A SF, uma metodologia que incentiva o pensamento crítico e o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem, pode ser aprimorada pelo uso de ferramentas digitais, com o professor atuando como mediador.

Os princípios teóricos da SF podem ser vivenciados ao ensino das áreas de figuras planas, potencializando os resultados com o uso das TDIC. Essa abordagem permite aos alunos explorar o conteúdo de forma ativa e reflexiva, promovendo uma aprendizagem mais significativa e conectada à realidade. A combinação de MM, TDs e SF oferece uma metodologia que aprimora a prática pedagógica docente.

Esta pesquisa tem como objetivo compreender como a integração da SF, MM e TDs pode contribuir para o ensino das áreas de figuras planas. A metodologia proposta busca melhorar a prática pedagógica e fomentar uma aprendizagem mais dinâmica e interativa, com a mediação docente. O trabalho apresenta os aspectos teóricos e metodológicos envolvidos, os resultados da intervenção realizada e as considerações finais sobre a pesquisa.

## Referencial Teórico

Este estudo foi embasado em pesquisas de diversos autores que exploraram a Modelagem Matemática (MM), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e a Sequência Fedathi (SF). Trabalhos posteriores, como os de Scipião, Azevedo e Silva (2021) e Miranda, Viana e Santos (2024), reforçam essa abordagem, evidenciando sua relevância para o ensino da matemática.

Para Reis, Brandão e Santos (2024) a construção de modelos ou esquemas resultantes de um trabalho colaborativo de pesquisa contribui para que o aluno desenvolva uma perspectiva diferenciada sobre o processo de aprendizagem, estimulando sua curiosidade, aumentando sua motivação e despertando maior interesse pelo conteúdo estudado. Nesse contexto, a pesquisa de Araújo e Menezes (2022) destaca os benefícios dessa metodologia, ressaltando que o uso de ferramentas digitais possibilita um ambiente interativo no qual os alunos exploram figuras planas de maneira dinâmica. Ao ser combinada com a SF, essa abordagem permite a criação de modelos interativos que auxiliam na visualização e manipulação das formas geométricas, promovendo uma compreensão mais profunda dos cálculos de área e facilitando a aprendizagem ativa.

As TDIC oferecem um feedback imediato aos estudantes, permitindo a correção de conceitos errôneos em tempo real, aspecto essencial para a assimilação do conceito de área. Segundo Scipião, Azevedo e Silva (2021), esses recursos digitais proporcionam um ambiente interativo no qual os alunos podem visualizar e manipular figuras geométricas, tornando o aprendizado mais intuitivo e envolvente. Esse processo contribui para uma melhor compreensão de conceitos matemáticos complexos.

A SF, quando associada à MM, favorece o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Ao utilizar ferramentas digitais, os alunos podem explorar e manipular figuras planas, como triângulos, quadrados e retângulos, assumindo maior controle sobre seu aprendizado. Essa abordagem prática permite que desenvolvam um entendimento mais sólido sobre os cálculos de área, promovendo um aprendizado mais significativo.

A Sequência Fedathi estrutura-se em quatro fases: tomada de posição, maturação, solução e prova, que podem ser integradas eficazmente à modelagem digital. Conforme Miranda, Viana e Santos (2024), a SF incentiva os professores a planejarem suas aulas de maneira reflexiva, incorporando tecnologias digitais que favorecem a compreensão das áreas de figuras planas. Dessa forma, a combinação entre MM, SF e TDIC cria um ambiente interativo que promove autonomia, engajamento e aplicação prática, preparando os alunos para enfrentar desafios matemáticos futuros.

## Método e desenvolvimento conceitual

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, com abordagem qualitativa, enquadrando-se nos moldes da pesquisa-ação, conforme Gil (2002) e Prodanov e Freitas (2013). O desenvolvimento do trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica em fontes como o banco de Teses e Dissertações, Google Acadêmico, periódicos da Capes, Scielo e YouTube, a fim de estruturar uma base teórica consistente para a investigação.

A pesquisa utilizou como referência um lance específico de uma partida de futebol, no qual se analisou a triangulação entre jogadores. Com base nessa escolha, foram definidas as Tecnologias Digitais (TDs) que auxiliariam na análise. O processo metodológico seguiu os preceitos da Modelagem Matemática (MM) propostos por Burak (1998, 2004) e Burak & Klüber (2013), fundamentando-se na Sequência Fedathi (SF) para estruturar a prática pedagógica.

Foram empregados diversos softwares na condução do estudo: o Canva foi utilizado para desenhar os triângulos na imagem extraída do jogo, o Google Earth permitiu localizar o estádio e estimar as dimensões aproximadas dos lados do triângulo, e o GeoGebra possibilitou a construção geométrica e o cálculo das alturas dos triângulos, levando à dedução do algoritmo da área. Essa abordagem proporcionou uma análise interativa e aprofundada do conceito matemático.

A aplicação prática da pesquisa ocorreu na disciplina de Metodologia de Ensino de Matemática, com discentes do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Maranhão, campus Zé Doca. O estudo fez parte de uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e foi desenvolvido em duas sessões didáticas de 100 minutos cada, distribuídas ao longo de duas semanas. Durante esse período, os alunos participaram ativamente das etapas da MM, explorando conceitos matemáticos de maneira dinâmica e contextualizada.

Na primeira etapa da pesquisa foi definido o objeto de conhecimento, as metodologias aplicadas e a situação da realidade a ser objeto de modelagem. Na segunda etapa foi realizada a pesquisa bibliográfica acerca do tema da pesquisa. Na terceira etapa foram realizadas as seções didáticas, onde a tomada de posição foi apresentada e ocorreu a maturação onde definiu-se as TDIC a serem utilizadas e como o problema seria abordado no ambiente computacional.

Para a solução os discentes contaram com o apoio de computadores conectados à internet para acessar o Canva, onde foi desenhado o triângulo a partir da imagem do lance estudado, o Google Earth para acesso virtual ao campo onde realizou-se a partida, fazer as possíveis marcações dos jogadores, desenhar e medir os lados do triângulo e o Geogebra, para construção de um triângulo semelhante utilizado na modelagem e obtenção da sua área. A quinta etapa constituiu da prova com a análise crítica das soluções.

## Resultados

O presente estudo consiste em uma pesquisa que teve como foco o ensino e aprendizagem do conceito de área de figuras planas. Para isso, foram utilizadas como ferramentas auxiliares as tecnologias digitais Google Earth e GeoGebra, com a Modelagem Matemática (MM) e o suporte da Sequência Fedathi (SF) como metodologias aplicadas à prática pedagógica docente.

A SF foi estruturada nas etapas de preparação, vivência e análise. Na fase de vivência, a Tomada de Posição envolveu a determinação da área de figuras planas por meio da Modelagem Matemática. A maturação ocorreu com a seleção de um polígono específico para a modelagem, a escolha das ferramentas digitais adequadas e a verificação, junto aos discentes, dos conceitos matemáticos necessários para a realização da tarefa. Durante essa etapa, foram estabelecidas as três fases iniciais da MM, que orientaram a formulação das situações de modelagem.

Com o objetivo de utilizar a MM para determinar áreas de triângulos em situações reais, escolheu-se como contexto o futebol, mais especificamente a triangulação entre jogadores, fenômeno que ocorre quando o passe da bola entre três atletas forma um triângulo. O desenvolvimento seguiu o processo metodológico da MM proposto por Burak (1998, 2004), composto pelas etapas: Escolha do Tema, Pesquisa Exploratória, Levantamento dos Problemas, Resolução dos Problemas e Análise Crítica das Soluções.

Para a realização da pesquisa, foram analisadas diversas partidas de futebol em busca de lances decisivos que apresentassem triangulações. Como objeto de estudo, foi selecionado um dos jogos mais emblemáticos do Flamengo: a final da Copa Libertadores da América de 2019, contra o River Plate, realizada em 23 de novembro no Estádio Monumental de U, em Lima, no Peru.

No minuto 88 da partida, ocorreu a triangulação analisada neste estudo. Conforme ilustrado na Figura 1, o jogador Bruno Henrique (BH) driblou um defensor adversário e passou a bola para Jorge de Arrascaeta (ARRASCA), que, mesmo em uma posição difícil, conseguiu tocar para Gabriel Batista (GABI), resultando no gol que consolidou a virada e o título do Flamengo

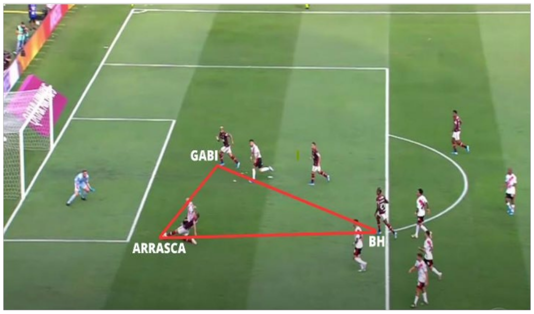


*Figura 1* – Triangulação do ataque da equipe do flamengo

O levantamento dos problemas, próxima etapa da MM, de acordo com (Burak; Klüber, 2013), é fundamental para o seu desenvolvimento, uma vez que contribui para o desenvolvimento do pensamento lógico e coerente. Após isso, surgiram as indagações: a) Por meio dos triângulos traçados, observando as imagens dos lances, é possível deduzir a distância aproximada entre dois jogadores? b) Sendo possível encontrar as medidas entre os jogadores, como calcular a altura dos triângulos? c) Após dimensionar os lados e a altura, como calcular e deduzir que a área do triângulo é dada pelo produto da base e altura dividido por dois?

A partir dos problemas levantados, seguiu-se para a resolução dos problemas, etapa esta que se intersecta com a fase da Solução presente na SF. Essa etapa foi dívida em dois momentos. O primeiro foi utilizado para encontrar as medidas aproximadas dos lados (distância entre os jogadores) e altura do triângulo. Para isso, foram usadas as ferramentas do Google Earth e GeoGebra. No segundo, foi calculada a área das figuras por meio da fórmula básica.

Para encontrar os lados do triângulo, foi necessário pesquisar pelo estádio Monumental de U no Google Earth. Então, foram adicionados 3 pontos: D, E e F, referente a posição aproximada de cada jogador. D representa a posição do Bruno Henrique (BH), E é o local que o Arrascaeta (ARRASCA) toca na bola, e F é a posição que o Gabriel (GABI) chuta para o gol. Dando continuidade ,utilizou-se a opção “medir distâncias e área” presente no Google Earth. Os valores encontrados, aproximadamente, para lados do triângulo DEF foram: $DE = 9{,}43\ m$, lado $EF = 9{,}22\ m$ e $DF = 11{,}62\ m$, como mostra a figura 2.


*Figura 2* – Medição aproximada dos lados do triângulo utilizando o Google Earth

Com a finalidade de encontrar altura do triângulo, foram seguidos alguns passos descritos na situação 1. Além disso, para a representação no GeoGebra, também assumiu -se a escala de 1:10. Primeiro, delineou-se três segmentos proporcionais: DE = 94,3 cm, EF = 92,2 cm e DF = 116,2 cm. Em seguida, a partir de um ponto qualquer da malha, construí-se um círculo com centro E (ARRASCA). Após isso, marcou-se um ponto D (BH) na circunferência e traçou-se o seu raio, de medida equivalente DE.

A partir desse mesmo centro, construí-se outro círculo com raio, de medida EF. Com o centro no ponto D marcado na primeira circunferência e com raio medindo DF traçou-se o terceiro círculo. Em seguida, marcou-se o ponto de interseção F (GABI) entre a segunda e a terceira circunferência. Finalmente, criou-se o triângulo formado pelo centro ARRASCA, ponto BH e a interseção GABI. Assim, obteve-se um triângulo semelhante ao triângulo do Google Earth.

Desse modo, após construir o triângulo ΔBH-ARRASCA-GABI, foi possível dimensionar a altura. Para isso, foi inserida uma reta perpendicular ao lado BH-ARRASCA, passando pelo vértice GABI. Assim, adicionou-se um segmento h que vai do vértice GABI até o ponto de interseção L. Como mostra a figura 3, foi encontrado o seguinte valor: h ≅ 89,8 cm.

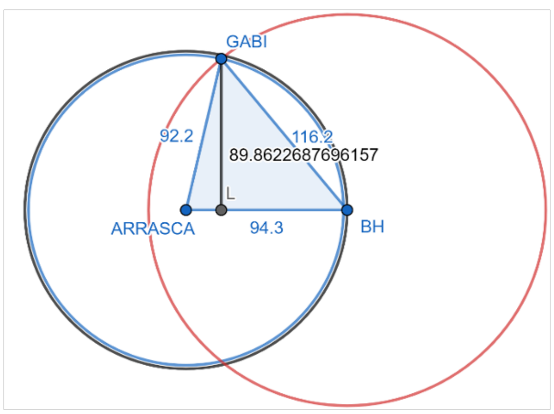

*Figura 3* – Construção de triângulo semelhante no Geogebra

Descobrindo a área do triângulo ΔBH ARRASCA-GABI. Para isso, como mostra a figura 4, traçou-se uma reta paralela ao segmento BH-ARRASCA, passando pelo vértice GABI, e outra paralela ao lado ARRASCA-GABI, tocando o vértice BH. Feito isso, desenvolveu-se um paralelogramo formado pelos vértices ARRASCA, GABI, BH e Y (ponto de interseção das duas retas).

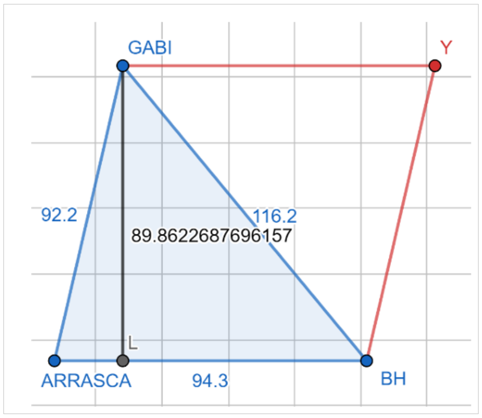


*Figura 4* – traço do paralelogramo para justificar a área do triângulo

Assumiu-se o lado BH-ARRASCA como base e, sabendo que a altura GABI-L do paralelogramo BH-ARRASCA-GABI-Y é aproximadamente 8,98 m, foi possível afirmar que sua área é: $A_P = (BH - ARRASCA) \cdot (GABI - L) Então, AP = (9{,}43) \cdot (8{,}98) \cong 84{,}6m^2$ O paralelogramo $BH - ARRASCA - GABI - Y = \Delta(BH - ARRASCA - GABI) + \Delta(BH - GABI - Y)$ com a reta suporte do segmento $GABI - Y$ paralela ao lado $BH - ARRASCA$ e a reta suporte do segmento $BH - Y$ paralela ao lado $ARRASCA - GABI$.

Note que o lado BH-GABI é comum aos dois triângulos e BH-Y ≡ ARRASCA-GABI e BH-ARRASCA ≡ GABI-Y. Logo, os dois triângulos são congruentes. Dito isso, pode-se assumir que a área do triângulo ΔBH ARRASCA-GABI é igual a metade da área do paralelogramo. Para se encontrar a área do triângulo ΔBH-ARRASCA-GABI, seguiu-se a linha de raciocino de Batista (2014). $A_\Delta = (BH - ARRASCA) \cdot (GABI - L)/2 = (9{,}43) \cdot (8{,}98)/2 \cong 42{,}3m^2$

Depois da solução, passou-se para a última fase da MM que correspondeu a análise crítica das soluções. Para Burak e Klüber (2013, p. 24), "Esta etapa da Modelagem é um momento muito rico e especial para analisar e discutir a solução ou as soluções encontradas. É um momento em que se fazem as considerações e análise das hipóteses consideradas na etapa de levantamento dos problemas".

A utilização do GeoGebra e do Google Earth para calcular as distâncias entre os jogadores e, posteriormente, a altura dos triângulos, evidenciou a importância das tecnologias no ensino e aprendizagem. As TDIC facilitaram diversas etapas da MM, tornando o processo mais acessível e dinâmico. Além disso, o uso do futebol como contexto para o problema despertou nos estudantes maior interesse, pois se trata de um esporte amplamente apreciado no Brasil, país historicamente reconhecido por sua forte relação com essa modalidade.

A resolução do problema demonstrou que a prática da MM, aliada às TDIC e ao suporte da Simulação Física (SF), proporciona um aprendizado mais envolvente. Os alunos foram desafiados a encontrar as distâncias entre os jogadores utilizando o Google Earth para dimensionar os lados dos triângulos e, em seguida, calcular suas alturas. Esse processo contribuiu para a dedução da fórmula da área do triângulo, permitindo que os estudantes percebessem, na prática, a aplicabilidade da matemática em situações reais.

## Conclusões

Os resultados desta pesquisa demonstram que a MM, aliada às TDIC e fundamentada na SF, aprimora significativamente o ensino e aprendizagem das áreas de triângulos. A utilização de ferramentas como o Google Earth e o GeoGebra permitiu que os alunos visualizassem e manipulassem figuras planas de forma interativa, favorecendo a construção do conhecimento matemático. Além disso, a abordagem contextualizada pelo futebol despertou maior interesse dos estudantes, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente.

A combinação entre MM, SF e TDIC mostrou-se uma estratégia inovadora para o ensino da matemática, promovendo autonomia, pensamento crítico e um ambiente de aprendizagem mais reflexivo. O feedback imediato proporcionado pelas TDIC auxiliou na correção de erros em tempo real, fortalecendo a aprendizagem ativa. Dessa forma, essa metodologia não apenas facilita a assimilação dos conteúdos, mas também demonstra que a matemática pode ser aplicada de maneira prática e significativa no cotidiano dos alunos.

## Referências e bibliografia

Araújo, C. H. D. de, & Menezes, D. B. (2022). *Mathematical proof and epistemological obstacles: Assumptions of the methodological teaching proposal of the Fedathi sequence*. *17*(4), em0707. https://doi.org/10.29333/iejme/12315.

Batista, F. da S. (2014). Um estudo sobre área de triângulos e polígonos convexos e não convexos (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2183

Burak, D. (1998). Formação dos pensamentos algébrico e geométrico: uma experiência com modelagem matemática. *Pró-Mat, 1*(1), 32-41.

Burak, D. (2004). A modelagem matemática e a sala de aula. In *Anais do 1º Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*. Londrina: UEL.

Burak, D., & Klüber, T. E. (2013). Considerações sobre a Modelagem Matemática em uma perspectiva de Educação Matemática. *Margens Interdisciplinar, 6*(8), 33-50. http://novoperiodicos.ufpa.br/periodicos/index.php/revistamargens/article/view/2745/2870

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4ª ed.). São Paulo: Atlas.

Miranda, R. d. R., Viana, M. C. M. & Santos, M. J. C. d. (2024). Teoria da Objetivação, Sequência Fedathi e Letramento Matemático: reflexões sobre uma oficina de geometria. *Rematec, 19*(50). https://doi.org/10.37084/rematec.1980-3141.2024.n50.e2024005.id690

Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico - 2ª Edição*. Editora Feevale.

Reis, J. dos, Brandão, J. C. ., & Santos, M. J. C. dos . (2024). A Cultura Maker no contexto da Modelagem Matemática: uma revisão sistemática da literatura. *Ensino Da Matemática Em Debate*, *11*(1), 65–88. https://doi.org/10.23925/2358-4122.2024v11i62286