

Formação de professores para o desenvolvimento do pensamento geométrico de Van Hiele: Uma experiência com o Software Tinkercad

Marcília Cavalcante Viana¹

Roberto da Rocha Miranda

Josiane Silva dos Reis

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Maria José Costa dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

RESUMO

O estudo trata da formação de professores para o desenvolvimento do pensamento geométrico de Van Hiele utilizando o software *Tinkercad*. Objetiva-se investigar a contribuição do *Tinkercad* na promoção do desenvolvimento do pensamento geométrico de professores através de uma Sessão Didática (SD) baseada na Sequência Fedathi (SF). Os participantes foram cinco professores dos Anos Iniciais. A pesquisa é de natureza qualitativa, básica e abordagem exploratória. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário no Google Forms e a análise dos dados foi conduzida mediante Análise de Conteúdo. Os principais resultados indicam que os professores participantes se encontram no nível 2 (análise) de raciocínio geométrico do Modelo Van Hiele, e que o *Tinkercad* contribui para o desenvolvimento do pensamento geométrico, especialmente quando integrado a Sessões Didáticas baseadas na SF.

Palavras-chave: Formação de professores; Pensamento geométrico de Van Hiele, *Tinkercad*; Sequência Fedathi; Ensino de Geometria.

ABSTRACT

The study addresses teacher training for the development of Van Hiele's geometric thinking using the *Tinkercad* software. The objective is to investigate the contribution of *Tinkercad* in promoting the development of teachers' geometric thinking through a Didactic Session (DS) based on the Fedathi Sequence (FS). The participants were five teachers from the Early Years of Elementary School. The research is qualitative in nature, basic, and follows an exploratory approach. Data collection was carried out through a Google Forms questionnaire, and data analysis was conducted using Content Analysis. The main results indicate that the participating teachers are at level 2 (analysis) of geometric reasoning according to the Van Hiele Model, and that *Tinkercad* contributes to the development of geometric thinking, especially when integrated into Didactic Sessions based on the FS.

Keywords: Teacher training; Van Hiele's geometric thinking, *Tinkercad*; Fedathi Sequence; Geometry teaching.

¹ Endereço de contacto: marciliaviana80@gmail.com

1. Introdução

O ensino de Matemática enfrenta o desafio de tornar conceitos abstratos mais acessíveis, exigindo práticas pedagógicas inovadoras que integrem tecnologia e a investigação. Nesse contexto, o *Tinkercad* surge como ferramenta promissora para o desenvolvimento do pensamento geométrico, seguindo o Modelo Van Hiele, que é um modelo que proporciona ao professor conhecer o nível de raciocínio geométrico do seu estudante. Cruz (2023) destaca sua capacidade de tornar conceitos matemáticos tangíveis, estimulando simultaneamente criatividade e pensamento crítico. Contudo, Santos (2022) ressalta que a tecnologia por si só não gera aprendizagem, assim, é importante uma metodologia de ensino que contribua para a integração desta ferramenta em sala de aula.

Com efeito, a Sequência Fedathi (SF) é uma metodologia que promove melhorias no ensino-aprendizagem de Matemática (Bezerra, 2023). Nela, o professor atua como mediador, utilizando perguntas para instigar os alunos (Sousa, 2015), com planejamento baseado em ação-reflexão antes, durante e após as práticas pedagógicas.

Nesse contexto fizemos a integração entre o *Tinkercad* e a SF por meio de uma oficina na II Escola de Verão promovida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA/CNPq), visando explorar ferramentas em oficinas pedagógicas e fomentar discussões pertinentes à Educação Matemática.

Parte-se, portanto, da seguinte pergunta orientadora: Qual a contribuição do *Tinkercad* na promoção do desenvolvimento do pensamento geométrico a partir de uma Sessão Didática (SD) baseada na Sequência Fedathi (SF)?

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo investigar a contribuição do *Tinkercad* na promoção do desenvolvimento do pensamento geométrico de professores através de uma SD baseada na SF. Ao reunir teoria e prática, os participantes puderam explorar as ferramentas do *Tinkercad*, segundo as suas potencialidades para enriquecer as aulas de Geometria.

Na próxima seção, será abordado o modelo Van Hiele, seus níveis, características e em seguida a Sequência Fedathi, seus princípios, suas etapas e planejamento pedagógico pela SD.

2. Referencial teórico

2.1. Modelo Van Hiele

O modelo Van Hiele foi desenvolvido por um casal de pesquisadores, Pierre e Dina Van Hiele, para a didática da Geometria. As pesquisas, desenvolvidas em 1957 e 1986, focam no entendimento e no desenvolvimento do pensamento geométrico. Estes pesquisadores propuseram um modelo de níveis de raciocínio e suas características, representada na Figura 1, que descreve como os estudantes comprehendem a Geometria de maneira progressiva, com diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo, apresentados na Figura 1.

Destacamos algumas propriedades gerais da teoria de Van Hiele, que, segundo Crowley (1994), são relevantes para educadores, pois podem orientar as decisões sobre o ensino. A primeira propriedade é a sequencialidade, que afirma que o estudante deve passar por todos os níveis de raciocínio, uma vez que não é possível alcançar um nível superior sem antes dominar os anteriores.

Figura 1. Níveis de raciocínio do modelo de Van Hiele (1957)

NÍVEIS	CARACTERIZAÇÃO
Primeiro Nível (Visualização ou Reconhecimento)	No primeiro nível , chamado de Visualização ou Reconhecimento , os alunos identificam figuras geométricas pela sua aparência global, sem analisar suas propriedades específicas. Eles podem nomear formas como triângulos ou quadrados e reproduzi-las, mas não explicam suas características.
Segundo Nível (Análise)	No segundo nível , de Análise , os estudantes passam a observar as partes e atributos das figuras, reconhecendo propriedades como lados paralelos ou ângulos retos. No entanto, ainda não estabelecem relações lógicas entre essas propriedades.
Terceiro Nível (Dedução Informal)	O terceiro nível , de Dedução Informal , marca a transição para um pensamento mais abstrato. Aqui, os alunos começam a perceber conexões entre propriedades (por exemplo, entender que um quadrilátero com lados opostos paralelos também terá ângulos opostos iguais) e a reconhecer hierarquias entre figuras (como a inclusão de quadrados na classe dos retângulos). Eles compreendem a necessidade e suficiência de certas propriedades para definir uma figura, mas ainda não dominam provas formais ou a estrutura axiomática da geometria.
Quarto Nível (Dedução Formal)	No quarto nível , de Dedução Formal , o raciocínio se torna sistemático, com os alunos trabalhando dentro de uma estrutura lógica baseada em axiomas, definições e teoremas. Eles são capazes de construir demonstrações, entendendo que um mesmo resultado pode ser provado de diferentes maneiras.
Quinto Nível (Rigor)	No quinto nível , de Rigor , o pensamento atinge um alto grau de abstração. Os estudantes compararam diferentes sistemas axiomáticos (como geometrias euclidianas e não euclidianas) e analisam propriedades lógicas, como consistência, completude e independência dos axiomas. Nesta fase, a geometria é estudada além de modelos concretos, explorando estruturas puramente teóricas.

Fonte: Adaptado de Kaleff (1994, pp. 4-5)

Outra propriedade importante é o avanço, que indica que o progresso de um nível para outro depende mais dos métodos de ensino e do conteúdo abordado do que da idade ou do desenvolvimento biológico do estudante (Crowley, 1994). Isso significa que nenhum método educacional permite que um estudante avance um nível, alguns métodos podem acelerar a passagem entre os níveis, enquanto outros podem torná-la mais lenta. Ademais, Nasser (2010) a teoria apresenta um caráter intrínseco e extrínseco, em que os objetivos implícitos de um determinado nível se tornam explícitos no nível seguinte, proporcionando uma continuidade no aprendizado.

Em relação à linguagem, é relevante notar que cada nível possui sua própria terminologia e conjunto de relações que os conectam, de modo que uma relação considerada válida em um nível pode mudar em outro. Um aspecto crucial é a combinação adequada, que destaca a necessidade de que tanto o professor quanto o estudante raciocinem no mesmo nível. Caso contrário, a aprendizagem não será efetiva, isso implica que o professor, o material didático, o conteúdo e o vocabulário devem estar alinhados ao nível de entendimento do estudante para garantir uma educação efetiva.

Para isso, na próxima subseção, é contemplada a metodologia de ensino SF para fundamentar a oficina vivenciada, trazendo um ambiente de investigação propício para a exploração das tecnologias e a resolução de problemas de forma crítica e reflexiva.

2.2. Sequência Fedathi

A Sequência Fedathi (SF), elaborada na década de 1990 pelo professor Hermínio Borges Neto, surgiu como uma metodologia inovadora no ensino da Matemática, distinguindo-se pela atuação do professor como mediador, incentivando os alunos a assumirem o papel de pesquisadores.

A oficina *on-line*, fundamentada nos pressupostos da SF (Santos, 2017), abordou a Sessão Didática em três níveis: preparação, vivência e análise, que orientou a apresentação do *Tinkercad*, criando situações didáticas que estimularam o desenvolvimento do pensamento geométrico baseado na teoria Van Hiele.

Na abordagem fedathiana, o professor assume o papel de mediador, enquanto o estudante torna-se um pesquisador no desenvolvimento do seu conhecimento. Como destaca Santos (2017), o planejamento pela SF permite ao docente uma visão integral do processo pedagógico, abrangendo as etapas de antes, durante e depois da prática.

Na fase de preparação, são definidos os objetivos, conteúdo e recursos. Na análise teórica, o professor analisa o conteúdo abordado, qual compreensão ele tem sobre o assunto e, conhecendo o seu contexto, dificuldades dos estudantes, estratégias pedagógicas ao considerando o nível cognitivo dos estudantes. Na análise ambiental, o professor considera que recursos digitais e analógicos são necessários para um harmonioso andamento da SD.

A vivência consiste no procedimento das quatro fases da SF: tomada de posição, maturação, solução e prova; por fim, a análise concentra-se na avaliação contínua e reflexiva do processo de ensino-aprendizagem. O processo compreende a apresentação do problema, a exploração pelos alunos, a discussão coletiva da solução e a reflexão sobre o conhecimento adquirido.

A estruturação das Sessões Didáticas (SD) no contexto da SF visa garantir uma prática pedagógica que favoreça a aprendizagem. Bezerra (2023) observa que a SD deve levar em consideração a contextualização dos conteúdos, a interação e progressos dos estudantes.

A SF é uma metodologia que visa fomentar o pensamento crítico e a resolução de problemas por meio de uma estrutura de ensino que se divide em quatro etapas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova (Santos, 2017).

Na Tomada de Posição, os professores apresentam situações-problema que instigam os estudantes a refletir e definir uma posição. A abordagem pode variar, utilizando jogos, perguntas, softwares, entre outros métodos, com o objetivo principal de engajar os estudantes e motivá-los a considerar diferentes perspectivas e potenciais soluções.

Durante a fase de maturação, os estudantes investigam e discutem o problema, identificando as variáveis envolvidas e explorando diversas soluções. O papel do professor é fundamental nesta etapa, sendo necessário mediar a discussão com perguntas esclarecedoras e estimuladoras, além de usar contraexemplos para corrigir erros conceituais.

Na Solução, os grupos de estudantes apresentam suas propostas de resolução, promovendo a organização e apresentação das estratégias pelos estudantes, favorecendo a aprendizagem colaborativa e a construção de conhecimento coletivo.

A Prova é a etapa final, por meio dela é feita a sistematização e a formalização do conhecimento adquirido. Os estudantes apresentam seus modelos matemáticos e discutem com o professor, que estabelece conexões entre esses modelos e os conhecimentos matemáticos formais. Essa fase é fundamental para a avaliação formativa e para a reflexão crítica sobre o aprendizado. Na próxima subseção, abordaremos a apresentação do CAD com foco no software *Tinkercad*.

2.3. CAD (*Design Assistido por Computador*) e a impressão 3D

O *Design Assistido por Computador* (CAD) e a impressão 3D revolucionam a criação e materialização de objetos e podem ser ferramentas digitais que podem favorecer o desenvolvimento do pensamento geométrico. Plataformas como o *Tinkercad* facilitam essa integração entre modelagem digital e produção física, transformando conceitos abstratos em experiências tangíveis que estimulam a compreensão espacial e a criatividade (Cruz et al., 2019).

O desenvolvimento do pensamento geométrico, proposto por Van Hiele (1991) é potencializado pelo uso de CAD, que exige compreensão tridimensional de formas, relações espaciais e conceitos matemáticos como simetria e proporção (Cruz et al., 2019). O *Tinkercad* surge como uma plataforma de CAD *on-line*, gratuita e intuitiva. Sua interface amigável, baseada em blocos, permite que usuários iniciantes, incluindo crianças e estudantes, criem modelos 3D de forma lúdica e acessível.

A integração direta com impressoras 3D permite a materialização dos modelos, fortalecendo a conexão entre o digital e o físico e promovendo um aprendizado significativo (Chavier et al., 2024). Sua integração com impressão 3D conecta aprendizagem digital e física, promovendo criatividade e interdisciplinaridade (Chavier et al., 2024).

O CAD e o *Tinkercad* são ferramentas transformadoras que revolucionam o desenvolvimento do pensamento geométrico, sua integração na educação representa uma oportunidade para unir teoria e prática. Na próxima seção, consta a metodologia de pesquisa.

3. Metodologia

O estudo adota uma abordagem qualitativa, conforme Prodanov e Freitas (2013), que definem esse tipo de pesquisa como aquele que busca "a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados, sem depender de métodos estatísticos, mas sim da coleta direta de dados em seu ambiente natural, com o pesquisador como principal instrumento" (p. 51). Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa básica, pois, segundo os mesmos autores, seu objetivo é "gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista" (p. 49). Em relação aos objetivos, classifica-se como exploratória, já que, ainda conforme Prodanov e Freitas (2013), esse tipo de investigação é realizado em fases iniciais, com o propósito de "oferecer informações adicionais sobre o tema", ajudando a "delimitar o foco da pesquisa" (p. 50).

A metodologia consistiu em uma oficina pedagógica *online* com duração de 2 horas e 30 minutos com 27 professores da Educação Básica, vinculados ao G-TERCOA/CNPq. A abordagem seguiu a metodologia de ensino SF e o modelo Van Hiele para desenvolvimento do pensamento geométrico. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário no *Google Forms*, instrumento escolhido com base em Bastos et al. (2023), que destacam como vantagens desse instrumento "maior alcance geográfico, conveniência e automatização", mas também apontam desafios, como "taxa de resposta limitada e questões de representatividade da amostra" (p. 12). Dos 27 participantes, apenas 5 professores responderam integralmente ao formulário, que abordava o uso do *Tinkercad* na resolução de problemas geométricos, vivenciado em uma SD com as fases da SF.

A análise foi conduzida a partir da Análise de Conteúdo (AC), método que, segundo Bardin (2016), consiste em um conjunto de técnicas para extrair indicadores, tanto quantitativos quanto qualitativos, por meio de procedimentos sistemáticos, permitindo inferir sobre as condições de produção do discurso. O estudo cumpriu as etapas pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação, culminando na organização das respostas em categorias temáticas.

Durante a oficina, os professores utilizaram a plataforma digital *Tinkercad*, na Tomada Posição os professores criaram projetos com diversas temáticas e modelar sólidos geométricos. Na maturação permitiu que explorassem transformações geométricas como rotação, translação, ampliação e criação de figuras. A solução, foi o momento de interações e reflexões sobre as potencialidades e limitações do *Tinkercad* no ensino de Geometria foram registradas em formulários eletrônicos no *Google Forms* e por fim a Prova que foi a sistematização dos conhecimentos geométricos aprendidos na oficina. Os resultados dessas discussões, serão apresentados na próxima seção.

4. Resultados

Para a análise, foram estabelecidas categorias que pertencem à fundamentação teórica, a saber: uso do software *Tinkercad*, o desenvolvimento do pensamento geométrico de Van Hiele e planejamento segundo a SF.

Vale ressaltar que as categorias foram selecionadas mediante exploração do material estabelecida pela AC de Bardin (2016) e, em especial, a partir dos diálogos dos participantes da oficina, os participantes foram nomeados como: Professor 1 (P1), Professor 2 (P2), Professor 3 (P3), Professor 4 (P4) e Professor 5 (P5).

4.1. Categorias de análise

A análise das categorias foi realizada segundo as interações dos participantes, via formulário *Google Forms* e interações pós SD. Para a análise e o maior aproveitamento dos dados acerca dos aspectos coletados, emergiu três categorias. Na sequência, destacam-se as categorias de análises, o indicador de cada uma e as suas observações.

Categoría: Uso do Tinkercad

Indicador: Identificar possibilidades onde o professor pode utilizar o software para o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos

A análise das falas dos participantes procurou se debruçar sobre as reflexões acerca dos aprendizados sobre o *Tinkercad* e como ele pode ajudar os estudantes no desenvolvimento de conhecimentos geométricos, a partir das interações coletadas via Google Forms. Os professores concordam que o uso do software *Tinkercad* contribui para aulas de Geometria no âmbito do aprendizado de conceitos geométricos:

P1: O *Tinkercad* contribuiu muito para os conceitos geométricos , visto que o ambiente virtual de aprendizagem possibilita que os estudantes criem, possibilitando que ele mobilizem conhecimentos geométricos para a construção da sua modelagem como: rotacionar, transladar, achar características e relações das figuras que estão no seu cotidiano com as figuras geométricas básicas que estão presentes para que eles possam usar de maneira consciente, possibilitando uma melhor visualização de faces, vértices e arestas além de aferir diferentes tipos de medições das peças desenvolvidas.

P1 destaca a aprendizagem geométrica através do *Tinkercad*, para que os estudantes possam fazer várias transformações geométricas, compreendendo conceitos de forma contextualizada, como arestas, vértices e faces de um sólido geométrico, corroborando com (Cruz et al., 2019). Segundo Kaleff (1994), é essencial que o professor compreenda os níveis de raciocínio geométrico (Van Hiele) para propor situações de aprendizagem com softwares, permitindo aos estudantes vivenciar e construir conceitos gradualmente, mobilizando conhecimentos prévios, P5 complementa:

P5: O software é muito rico, pois o estudante pode visualizar de diferentes formas: superior, inferior, direita, posterior e frontal. Essas formas de visualização possibilitam ao estudante o desenvolvimento do pensamento geométrico. Ferramentas de corte, possibilitam os estudantes compreenderem a ideia de secções de figuras espaciais por meio de cortes na peça, possibilitando que o aluno encontre vários polígonos diferentes.

P5 relaciona a prática ao nível de Visualização de Van Hiele, em que o uso de ferramentas pedagógicas pode iniciar o raciocínio geométrico pela análise global das figuras. Ao cortar peças 3D e identificar polígonos nas secções, criando base para avançar aos níveis seguintes de análise de propriedades.

P2 destaca como a interação docente com softwares facilita a análise e construção de relações geométricas. Mediante questionamentos estratégicos (Sousa, 2015), os estudantes mobilizam conhecimentos, superando dificuldades. Essa prática, alinhada aos níveis de Van Hiele, favorece a aprendizagem ao articular desafios e potencialidades dos estudantes.

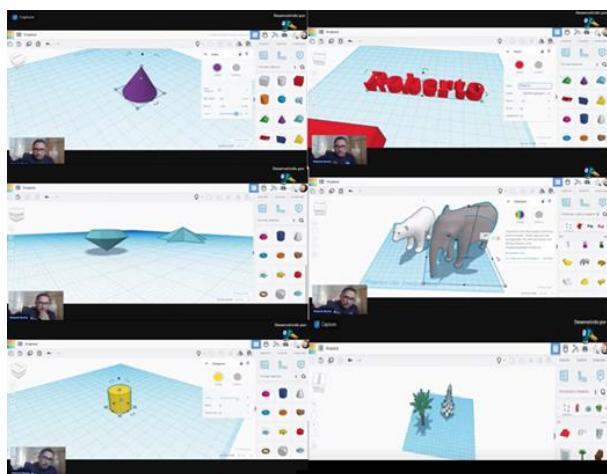
P2: A ferramenta tecnológica *Tinkercad* pode criar modelos para o ensino de Matemática e Ciências, visto que existem inúmeras figuras tridimensionais que podem ser transformadas a partir da edição das medidas de comprimento, largura e altura. Outra ferramenta que gostei bastante foi que os prismas e pirâmides podem ser editadas os números de lados do polígono da base, possibilitando o estudante compreender diferentes sólidos geométricos com características semelhantes e assim ele possa montar suas coleções, visto que a partir da visualização os estudantes percebem que as laterais de um prisma são retângulos e das pirâmides são triângulos. Ao manipular o controle deslizante e ao aumentar o número de lados dessas figuras espaciais, o prisma vai se aproximar de um cilindro e a pirâmide se aproxima de um cone, conhecidos por eles de corpos que rolam, ou arredondados, na linguagem técnica corpos redondos.

A oficina permitiu aos professores explorar as ferramentas do *Tinkercad*, identificando suas potencialidades para enriquecer as aulas. O uso do controle deslizante, comum em softwares de Geometria Dinâmica, exige mediação atenta do professor, para que os estudantes percebam correlações entre figuras transformadas,

identificando propriedades comuns e classificando-as em famílias, desenvolvendo assim o raciocínio geométrico no Nível 3 (Dedução Informal).

A Figura 2 ilustra um momento formativo com o *Tinkercad* durante a oficina. As imagens mostram uma diversidade de formas geométricas e objetos criados pelos participantes.

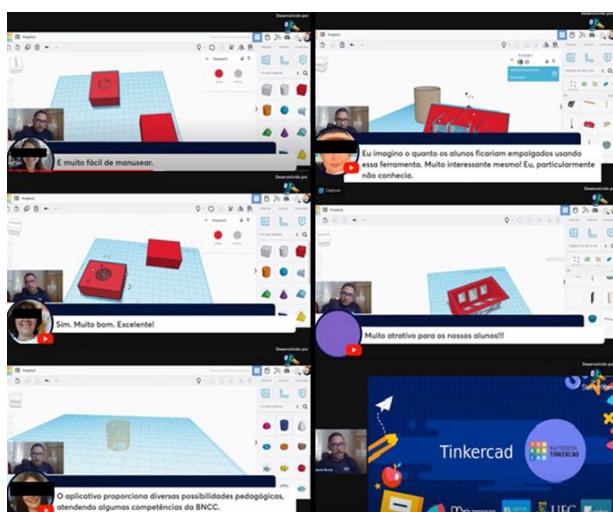
Figura 2. Momentos formativos da oficina na II Escola de Verão G-TERCOA/CNPq



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

No nível 2 (Ordenação) do modelo Van Hiele, os estudantes classificam figuras geométricas por suas características. Na Figura 3, os professores usaram o *Tinkercad*, a partir da tomada de posição: Crie um projeto utilizando sólidos geométricos, objetos cotidianos (árvores, casas, etc.), fazendo uma análise das propriedades e relações demonstrando como a tecnologia pode ser integrada a Geometria com contextos reais (Cruz, 2023).

Figura 3. Interações dos participantes durante a oficina

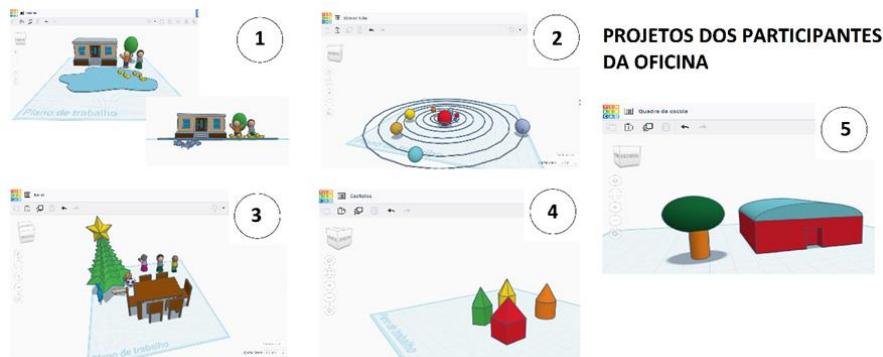


Fonte: Elaboração pelos autores (2025)

A Figura 4 mostra exemplos desses projetos desenvolvidos na oficina. Cada um dos cinco projetos está numerado de 1 a 5, conforme ilustrado na Figura 4. A seguir, detalharemos as características e objetivos de cada um deles. Detalhamos as seguintes perguntas via formulário *Google Forms*: 1) Quais as figuras

geométricas que foram exploradas? 2) Quais as propriedades dessas figuras geométricas? 3) Quais as relações das propriedades para classificação dessas figuras geométricas em grupos ou famílias?

Figura 4. Interações dos participantes durante a oficina



Fonte: Fonte direta (2025)

Para compreender o nível de raciocínio geométrico dos participantes, a partir de suas respostas da questão 1(R1), respostas da questão 2(R2) e respostas da questão 3 (R3). Para iniciar, apresentamos o Projeto 1, representa uma casa com um lago e patos nadando, acompanhados de duas figuras humanas e uma árvore, explora a construção de ambientes tridimensionais, integrando elementos naturais e construídos. Essa criação permite trabalhar conceitos de proporcionalidade, perspectiva e composição espacial.

- R1) Foram exploradas figuras como retângulos (casa), círculos (lago e patos), triângulos (telhado) e cilindros (tronco da árvore). (P1)
- R2) Os retângulos têm quatro lados e quatro ângulos retos; os círculos são figuras redondas sem vértices; os triângulos têm três lados e três ângulos; e os cilindros são sólidos com duas bases circulares e uma superfície lateral retangular. (P1)
- R3) Não vejo classificação em famílias. (P1)

O Professor 1, demonstrou capacidade de identificar formas básicas, mostrou conhecimento sobre a planificação de cilindros como possuindo "sólidos com duas bases circulares e um superfície lateral retangular", sobre o *software* proporcionar uma visualização das faces do sólido planificada. Sua afirmação de não perceber classificações em famílias evidencia justamente a limitação principal deste nível 2, ou seja, a dificuldade em estabelecer relações lógicas entre figuras, por meio de características comuns, como enfatiza Miranda et al. (2023) e Nasser (2010).

As interações e a postura do professor como mediador na oficina possibilitaram o Professor 1 refletir sobre o conceito de família de figuras geométricas, por meio da investigação, como enfatiza Santos (2022),

Ao perguntar ao professor sobre o que é família de figuras geométricas, o professor não deu respostas, mas fez importantes apontamentos, que me fizeram pesquisar sobre, para compreender o que são famílias no qual descobri que são conjuntos com características afins que as enquadram em um grupo.

O Projeto 2 é um modelo do sistema solar, com os planetas distribuídos em órbitas concêntricas ao redor do Sol. Essa construção favorece a compreensão da organização espacial dos astros, além de abordar conceitos de astronomia e matemática de forma visual.

- R1) Foram exploradas principalmente uma parede oval (órbitas dos planetas) e bolas (planetas e o Sol). (P2)
- R2) Desconheço as propriedades dessas figuras geométricas. (P2)
- R3) Não vejo relação nenhuma entre elas, mesmo elas sendo curvas. (P2)

P2 demonstrou lacunas ao descrever órbitas como "parede oval", não elipses, e desconhecer propriedades como excentricidade. O professor deveria explorar cônicas e suas características, mas a resposta revelou

compreensão superficial e linguagem não técnica (Nasser, 2010). A dificuldade em relacionar figuras, mesmo reconhecendo-as, indica nível básico de visualização de Van Hiele.

Projeto 3: Uma cena natalina com uma mesa cercada por figuras humanas e uma grande árvore de Natal decorada. Permite trabalhar, formas geométricas e proporções na construção de um ambiente temático, além de integrar aspectos culturais e criativos.

R1) Foram explorados retângulos (mesa), triângulos (árvore de Natal), cilindros (pernas da mesa e tronco da árvore) e esferas (bolas de enfeite).

R2) Os retângulos têm quatro lados e quatro ângulos retos; os triângulos têm três lados e três ângulos; os cilindros têm duas bases circulares e uma superfície lateral retangular; e as esferas são sólidos com superfícies curvas e todos os pontos equidistantes do centro.

R3) Acredito que elas sejam figuras fechadas? Não tenho certeza se essa seria uma relação.

P3 apresentou desempenho intermediário em seu projeto natalino, embora identificasse corretamente formas e suas propriedades básicas, sua classificação como "figuras fechadas" revela um raciocínio ainda baseado em aspectos visuais (nível de Visualização). Sua dificuldade em relacionar e classificar figuras 2D e 3D demonstra limitações na transição para o nível de Análise do modelo Van Hiele.

Na oficina, descobri que podemos classificar e separar em grupos, com características, assim entendi que posso trazer polígonos, sólidos, figuras fechadas e não fechadas, por meio da pesquisa como fonte de descoberta, e não o professor mediador dar respostas prontas.

P3 percebeu que existem diversas maneiras de classificar as figuras geométricas e que o professor deve agir como mediador, sem dar respostas prontas, mas mediando com perguntas estratégicas como: Que características vocês podem visualizar que são comuns nas figuras? Esses atributos são definidores? como pressupõe Sousa (2015).

No Projeto 4 foi elaborado um conjunto de castelos coloridos construídos a partir de formas geométricas básicas, como cubos, pirâmides e prismas. Essa atividade explora a composição de sólidos geométricos, estimulando a percepção espacial e a criatividade na modelagem tridimensional.

R1) Foram exploradas cubos (torres do castelo), triângulos (telhados), prismas (paredes) e cilindros (torres cilíndricas).

R2) Os cubos têm seis faces quadradas e doze arestas; as pirâmides têm uma base poligonal e faces triangulares que se encontram em um vértice comum; os prismas têm duas bases paralelas e faces laterais retangulares; e os cilindros têm duas bases circulares e uma superfície lateral curva.

R3) Não consigo identificar pontos em comum.

P4, trabalhando com castelos coloridos, listou corretamente diversos poliedros, mas não percebeu a propriedade comum, como por exemplo que o cubo é também um tipo de prisma. Sua afirmação sobre não conseguir identificar pontos em comum, mostrando como as figuras utilizadas no projeto são tratadas como entidades isoladas, como parte de sistemas classificatórios. Este caso ilustra bem a natureza fragmentada do pensamento geométrico neste nível. Eis reflexão do Professor 4, sobre a última resposta do formulário:

Para compreender essas propriedades e classificações, é necessário estudo sobre as figuras geométricas.

A oficina proporcionou essa reflexão, e podemos elencar diversas maneiras para classificar: seja quantidade de lados, os ângulos e entre outros, assim aprendi na oficina.

Isso demonstra que a reflexão sobre a classificação das figuras geométricas e suas propriedades podem ser estimuladas na mediação da oficina e que a postura fedathiana ajudou nesse processo de reflexão, para Bezerra (2023) o professor que possui uma postura fedathiana, não das respostas prontas, estimula o estudante a investigar, refletir sobre o conhecimento.

Projeto 5: Representação de uma quadra escolar, com um edifício de formato simples e uma grande árvore ao lado. Essa construção auxilia na compreensão das dimensões espaciais e na relação entre os objetos no plano tridimensional, favorecendo a aplicação de conceitos matemáticos na arquitetura escolar.

R1) Foram explorados retângulos (edifício), cilindros (tronco da árvore), esferas (copa da árvore) e prismas (quadrado e retângulo).

R2) Os retângulos têm quatro lados e quatro ângulos retos; os cilindros têm duas bases circulares e uma superfície lateral curva; as esferas são sólidas com superfícies curvas e todos os pontos equidistantes do centro; e os prismas têm duas bases paralelas e faces laterais retangulares.

R3) Grupos? Famílias? Não entendi a pergunta.

Por fim, P5, com o projeto da quadra escolar, apesar da identificação das formas, sua dificuldade em compreender o próprio conceito de classificação ("Grupos? Famílias? Não entendi a pergunta") mostra como o pensamento ainda não alcançou o nível de abstração necessário para operações mais complexas, porém a oficina trouxe exemplos que ajudaram nessa compreensão:

As famílias são grupos que possuem muitas familiaridades, características essas únicas, que podem separar essas figuras em grupos. (P5)

Essa reflexão é importante para formação continuada de professores, para que eles possam tirar suas dúvidas, conhecer e pesquisar mais sobre o conteúdo que pretende ensinar para que sua prática pedagógica alcance seus objetivos de aprendizagem, como propõe a SF (Santos, 2022).

Através da apresentação dos projetos realizados pelos professores, torna-se compreensível algumas características do nível 2 de Van Hiele (1991), identificando figuras (nível 1) e suas propriedades básicas, mas sem estabelecer relações entre elas (nível 3). Essa fase é marcada pela compreensão visual das formas geométricas (Penha et al., 2023). Embora os testemunhos dos professores, apresentados anteriormente, não refletem o uso das potencialidades dinâmicos do recurso *Tinkercad*, mas percebemos através dos projetos realizados, o uso do controle deslizante para manipular pirâmides e prismas, aprimorou a visualização espacial, destacando como o conhecimento geométrico potencializa o uso pedagógico do *software*. A seguir, analisaremos as experiências fedathianas neste processo de ensino, promovendo aprendizagem crítica e reflexiva.

Categoria: Vivência Fedathiana

Indicador: As contribuições da vivência fedathiana para desenvolvimento do pensamento geométrico durante a oficina pedagógica

Bezerra (2023) destaca que a abordagem fedathiana supera métodos tradicionais ao promover aprendizagem ativa através da experimentação. A Figura 2 mostra docentes utilizando o *Tinkercad*, ferramenta intuitiva que motivou o ensino de Geometria, conforme atestado pelos participantes.

P3: A oficina traz uma abertura ao novo, não conhecia a ferramenta on-line Tinkercad, mas vejo que é fácil de manusear, a forma como professor Roberto mediou essa oficina por meio de momentos de interação com o público sobre as possibilidades pedagógicas no ensino, abriu portas para inovar nas minhas aulas. Situações problemas provocados na oficina, podem ser uma ferramenta poderosa para práticas pedagógicas, pois exigem dos estudantes uma mobilização de conhecimentos geométricos, que instigam e motivam os estudantes a criar e desenvolver suas soluções. Os laboratórios de informática podem ser usados para que o estudante possa modelar suas peças e mobilizar esse pensamento geométrico. É importante salientar que a ferramenta sendo on-line, é necessário que a internet possa ser viável, na escola onde trabalho é sim, mas não é o caso na grande maioria das instituições de ensino.

P3 destacou que, embora a oficina *on-line* apresente desafios, a experimentação no âmbito a abordagem fedathiana promoveu maior engajamento dos participantes mediante questionamentos e interações pelo *chat* do G-TERCOA/CNPq. Ressalta-se, porém, a dependência de conexão estável, ainda indisponível em muitas escolas, reforçando a necessidade de políticas públicas para ampliar o acesso à internet, conforme corroborado por outros participantes.

P4: Aprendi muitas coisas, a investigação no ensino de Matemática é de suma importância para o engajamento dos estudantes, e principalmente envolvendo tecnologias, eles adoram, pois está no cotidiano dos estudantes, esses dois elementos por meio de uma mediação que instigue em uma postura do aluno como protagonista do seu conhecimento, podem levar aos estudantes a novos patamares e tomarem gosto pela pesquisa.

P4 destaca o *Tinkercad* como "ferramenta dinâmica e de fácil uso, com grande potencial para o ensino de Geometria", ressaltando a importância de diversificar práticas docentes além do tradicional (Miranda et al., 2023). P5 corrobora essa visão, reforçando o valor da mediação tecnológica para a aprendizagem geométrica.

P5: Foi bem interativo, pois como conheço uma oficina pedagógica costuma ser presencial, um enorme desafio para o professor formador trazer uma mediação que reflita sobre práticas com tecnologias, promovendo o papel do professor como mediador e que favoreça o papel da investigação, da compreensão do contexto do aluno, para ele se sentir inserido no processo de aprendizado e principalmente levando a refletir e pensar de forma crítica sobre os conhecimentos geométricos com o uso da tecnologia, pois ela se torna um meio e não um fim.

De acordo com P1, P2, P4 e P5, a metodologia SF, sob a perspectiva fedathiana (Santos, 2017; Silva, 2023), redefine a prática docente ao promover uma relação dialética entre saber matemático, aluno e professor. Essa abordagem estimula a reflexão e a mediação ativa, valorizando o contexto e a argumentação para uma aprendizagem significativa, como enfatiza Santos (2022).

A metodologia SF incentivou a colaboração entre professores e o uso intencional do *Tinkercad*, criando um ambiente investigativo para o ensino de Geometria (Souza, 2010). Essa abordagem reforça a importância da formação continuada e de metodologias inovadoras.

5. Considerações finais

Revisitando a pergunta orientadora: Qual a contribuição do *Tinkercad* na promoção do desenvolvimento do pensamento geométrico a partir de uma Sessão Didática (SD) baseada na Sequência Fedathi (SF)?

O *Tinkercad* é uma ferramenta tecnológica de múltiplas potencialidades, com fácil utilização em diversos níveis de ensino. Sua interatividade e visualização dinâmica favorecem o aprendizado geométrico. A modelagem 3D permite construir modelos tridimensionais de forma visual, podendo favorecer ativamente através de operações como rotacionar e transladar. Ao variar dimensões, os estudantes exploram o conceito de medida, conhecendo conceitos abstratos como: aresta, vértice e faces, desenvolvendo projetos virtuais dialogando com o seu cotidiano, promovendo uma aprendizagem significativa.

Uma limitação da ferramenta é a dependência de internet, pois não funciona *off-line*. No entanto, a metodologia SF oferece uma base importante para a mediação pedagógica. A oficina demonstrou seu potencial ao incentivar a troca de ideias entre os cursistas, promovendo um aprendizado ativo, não com respostas prontas, mas com estímulo à reflexão como observado em outros estudos como Chavier et al., (2024), Cruz (2019), Cruz (2023), Santos (2023) e Silva (2023).

Os resultados indicam que os cinco professores que participaram do estudo estão no segundo nível de Van Hiele, por não apresentar relações geométricas de forma clara sobre as figuras geométricas utilizadas na modelagem dos projetos e um dado importante para que se possam fazer mais formações nesse âmbito. Nota-se numa oficina com o uso do *Tinkercad* aliado à SF demonstra contribuições para o desenvolvimento do pensamento geométrico. A ferramenta virtual potencializa o desenvolvimento geométrico, avançando níveis de raciocínio, seguindo o modelo vanhieleano, através da interação com situações-problema contextualizadas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), ao Grupo de Estudos Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-TERCOA/CNPq), à Universidade Federal do Ceará (UFC), à Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC) e à Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza (SME) pelo apoio fundamental aos nossos estudos e pesquisas.

Referências

- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70, 2016.

- Bastos, J. E. de S., Sousa, J. M. de J., Silva, P. M. N. da, & Aquino, R. L. de. (2023). O uso do questionário como ferramenta metodológica: potencialidades e desafios. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 5(3), 623–636. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n3p623-636>
- Bezerra, A. M. A. (2023). *Tecendo redes cognitivas entre a formação matemática do pedagogo e o pensamento algébrico: Reflexões a partir de grupos focais* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará]. Repositório da Universidade Federal do Ceará. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76364>
- Borges Neto, H. (2018). *Sequência Fedathi: fundamentos*, v. 3, n. 1. Curitiba: CRV.
- Chavier, M. M, Fagundes, M.C, & Hidalgo, J.P. (2024, 1 de dezembro). Geo3D Print: ensino de Geometria espacial com uso do software Tinkercad e da impressora 3D. *ColInspiração - Revista Dos Professores Que Ensoram Matemática*, 7, e2024019. <https://doi.org/10.61074/ColInspiracao.2596-0172.e2024019>.
- Crowley, M. (1994). O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In M. Lindquist, & A. Shulte, *Aprendendo e ensinando Geometria* (Tradução de Hygino H. Domingues). Atual Editora.
- Cruz, R. P. da, Quartieri, M. T., Kappaun, P. T., Santos, S. C. A. dos, Izarias, N. S., & Gerstberger, A. (2019). O Sketchup no ensino da geometria espacial. *Projeção e Docência*, 9 (2), 212–224.
- Cruz, A. (2023). *As metodologias ativas no ensino de geometria com o software Tinkercad: uma revisão de literatura*. Anais IX CONEDU. Realize Editora.
- Kaleff, A. M. M. R, Henriques, A. S., Rei, D. M., & Figueiredo,L.G. (1994). Desenvolvimento do pensamento geométrico. O modelo de Van Hiele. *Bolema*, 9(10), 01-08. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10671>
- Miranda, R. R., Lima, I. P., Santos, M. J. C. dos, & Santana, J. R. (2023, 30 de dezembro). A sequência Fedathi no ensino de Geometria: uma experiência inclusiva a partir da realidade aumentada e os sólidos de Platão 3D. *Boletim Cearense De Educação E História Da Matemática*, 10(30), 01–15. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v10i30.11031>
- Nasser, L., & Sant'anna, N. (2010). *Geometria segundo a teoria de van Hiele*. Projeto Fundão IM/UFRJ.
- Penha, R., Andrade, W., Lira, J., & Santos, M. J. (2023, 12 de dezembro). Uma análise de erros baseada em evidências como estratégia de apoio na promoção da aprendizagem matemática. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, [S. I.] , v. 12, (pp. 25082–21099). doi: 10.55905/olv 21.12.089.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013) *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho científico*. 2. ed. Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo.
- Santos, M. J. C. (2017). A formação do professor de matemática: Metodologia Sequência Fedathi (SF). *Revista Lusófona de Educação*, 38, 81–96. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle38.05>.
- Santos, M. J. (2022). *Ensino de matemática: discussões teóricas e experiências formativas exitosas para professores do Ensino Fundamental*. Curitiba: CRV.
- Santos, D. M., Silva, M.J., Silva, L.A. da, Ferreira, S. A., Almeida, M. dos S. de, Abreu, O. R de, Cruz, J. E. V., Moraes, E. F., Almeida, L. de S., & Carvalho, PPT. (2023, 19 de setembro). Revisão de estudos sobre a teoria de Van Hiele. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, 4(7), e473593. <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3593>
- Silva, B. R. A, Carmo, F. M. A., Borges Neto, H., & Torres, A. L. M. M. (2023, 1 de abril). A Sequência Fedathi no ensino de Geometria para o Ensino Fundamental: relato de experiência em uma escola periférica de Caucaia-CE-Brasil. *Educação Matemática Em Revista*, 28(79), 1-15. <https://doi.org/10.37001/emr.v28i79.3370>
- Sousa, F. E. E. (2015). *A pergunta como estratégia de mediação didática no ensino de matemática por meio da Sequência Fedathi* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará]. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE).
- Souza, M. J. (2010). *Aplicações da Sequência Fedathi no ensino e aprendizagem da geometria mediada por tecnologias digitais*. [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará]. Repositório da Universidade Federal do Ceará. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/5880>
- Van Hiele, P. M. (1991). *El problema de la comprensión (en conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría)* [Tese de Doutorado, Universidad de Utrecht]. Traducción al español para el proyecto de investigación Gutiérrez y otros. <https://www.uv.es/aprengeom/archivos2/VanHiele57.pdf>