



## SketchUp no desenvolvimento do pensamento geométrico espacial

Eduarda Santos de Oliveira - PPGEMAT/ UFRGS -  
eduardasantosdeoliveira@gmail.com <https://orcid.org/0009-0006-9177-6550>

Márcia Rodrigues Notare - PPGEMAT/UFRGS - marcia.notare@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2897-8348>

**Resumo:** O ensino de geometria nos anos finais do Ensino Fundamental enfrenta desafios, especialmente no desenvolvimento do pensamento geométrico espacial. Este artigo investiga como o uso do software SketchUp pode contribuir nesse processo, ancorado pela análise do desenvolvimento de habilidades espaciais. A pesquisa é qualitativa, com abordagem exploratória e interpretativa, foi realizada com alunos do 8º ano de uma escola pública e analisa as contribuições do SketchUp no desenvolvimento do pensamento geométrico espacial destes alunos. Os resultados apontam que o SketchUp favorece a construção de conceitos espaciais e o desenvolvimento de habilidades como rotação mental e orientação espacial, evidenciando que o uso pedagógico intencional do software amplia as possibilidades de aprendizagem da geometria espacial.

**Palavras-chave:** pensamento geométrico espacial; visualização espacial; aprendizagem de geometria espacial; sketchUp; tecnologias digitais na educação matemática.

## SketchUp in the development of spatial geometric thinking

**Abstract:** The teaching of geometry in the final years of middle school faces challenges, especially in the development of spatial geometric thinking. This article investigates how the use of SketchUp software can contribute to this process, grounded in the analysis of the development of spatial skills. The research is qualitative, with an exploratory and interpretative approach, conducted with 8th-grade students from a public school, and it examines the contributions of SketchUp to the development of these students' spatial geometric thinking. The results indicate that SketchUp supports the construction of spatial concepts and the development of skills such as mental rotation and spatial orientation, highlighting that the intentional pedagogical use of the software broadens the possibilities for learning spatial geometry.

**Keywords:** spatial geometric thinking; spatial visualization; learning of spatial geometry; sketchUp; digital technologies in mathematics education.

### 1. Introdução

O ensino de geometria no Ensino Fundamental historicamente ocupa posição secundária e, quando presente, costuma ser excessivamente formal e descontextualizado, dificultando a aprendizagem dos alunos (LORENZATO, 1995; GUDER e NOTARE, 2011). Esse cenário se agravou a partir das décadas de 1960 e 1970, com o Movimento da Matemática Moderna e a Lei 5.692/71, que contribuíram para o afastamento da geometria das salas de aula (CALDATTO e PAVANELLO, 2015). Mesmo com os PCNs reconhecendo a importância do eixo “Espaço e Forma” (BRASIL, 1998), a ausência de práticas pedagógicas significativas ainda compromete o desenvolvimento do pensamento geométrico e da visualização espacial dos estudantes. A falta de experiências concretas com geometria prejudica a compreensão do mundo, a comunicação de ideias e o entendimento da matemática como linguagem estruturadora do pensamento lógico e espacial (LORENZATO, 1995). A visualização espacial é



essencial e pode ser estimulada com estratégias visuais (PRESMEG, 2008), especialmente por meio de tecnologias digitais. O software SketchUp, usado na modelagem tridimensional, apresenta-se como uma possível ferramenta para potencializar a aprendizagem da geometria, permitindo aos alunos explorar ativamente formas e desenvolver o pensamento geométrico espacial (RAMOS, 2021).

Diante desse cenário, o estudo apresentado neste artigo investigou de que maneira a utilização do software SketchUp pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial nos anos finais do Ensino Fundamental? O texto está organizado da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se a fundamentação teórica sobre o ensino de geometria e a importância da visualização espacial no processo de aprendizagem. Em seguida, descreve-se os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, as atividades propostas com o SketchUp e os instrumentos de coleta e análise dos dados. Por fim, discutem-se os resultados obtidos, ancorados no referencial teórico e nas interações dos estudantes com o software, destacando os avanços observados em relação ao desenvolvimento do pensamento geométrico espacial.

## 2. Desenvolvimento do Pensamento Geométrico Espacial

O referencial teórico desta pesquisa fundamenta-se nos estudos de Ángel Gutiérrez sobre visualização espacial e pensamento geométrico. A visualização espacial é compreendida como um processo cognitivo que envolve a criação, manipulação e interpretação de imagens mentais, sendo essencial para o ensino de geometria. Gutiérrez (1991, 1998) destaca que a visualização passou de uma habilidade intuitiva para um componente central no raciocínio geométrico, especialmente quando apoiada por tecnologias digitais que permitem a manipulação dinâmica de objetos tridimensionais. Tais ambientes favorecem a construção de significados e a transição entre diferentes formas de representação, mental, real e virtual, tornando-se ferramentas eficazes para o ensino, desde que mediadas por propostas pedagógicas intencionais e reflexivas.

Gutiérrez (1991) também propõe um modelo teórico que articula imagens mentais, representações externas, processos de visualização e habilidades cognitivas como rotação mental, percepção espacial e constância perceptiva. Esse modelo considera a visualização como um processo dinâmico e interligado, no qual o indivíduo alterna entre diferentes formas de representação para compreender e resolver problemas geométricos. As imagens mentais dizem respeito às construções internas que os sujeitos formam a partir da observação de objetos ou representações visuais. Já as representações externas incluem desenhos, maquetes, objetos físicos e imagens digitais, como as que podem ser manipuladas no SketchUp, que servem de suporte para a formação e modificação dessas imagens mentais.

A rotação mental, por exemplo, refere-se à capacidade de imaginar um objeto sendo girado no espaço, sem a necessidade de manipulá-lo fisicamente. Essa habilidade é crucial no reconhecimento de sólidos em diferentes posições e é frequentemente estimulada em ambientes tridimensionais. A percepção espacial envolve a compreensão das relações entre os objetos no espaço, como distância, direção e orientação. Já a constância perceptiva permite reconhecer um mesmo objeto sob diferentes pontos de vista, mantendo sua identidade mesmo que sua aparência visual mude, uma habilidade central na leitura de vistas ortogonais e projeções espaciais.

Esse modelo, ao integrar as dimensões cognitivas e representacionais da visualização, destaca a importância de ambientes ricos em interações visuais, como os digitais, para favorecer o desenvolvimento do pensamento geométrico. No contexto educacional, isso implica não apenas na oferta de ferramentas tecnológicas, mas na



proposição de situações de aprendizagem que estimulem os estudantes a transitar entre diferentes registros, refletindo sobre suas ações e compreendendo as transformações geométricas realizadas. Assim, o SketchUp não apenas permite manipulações, mas potencializa processos mentais que sustentam a compreensão espacial, desde que articulado a uma mediação pedagógica intencional.

Segundo Gutiérrez (1991), a visualização espacial envolve a capacidade de interpretar, transformar e reconstruir representações, articulando diferentes registros mentais, reais e virtuais. Nesse processo, o estudante precisa “*restituir significados*” ao lidar com figuras bidimensionais que representam objetos tridimensionais. Essa ideia dialoga com Parzysz (1988), que argumenta que qualquer representação plana de um objeto espacial supõe necessariamente uma perda de informação. Para compreender a figura, é preciso restituir mentalmente os dados ausentes, o que exige familiaridade tanto com o objeto representado quanto com os códigos gráficos utilizados. Essa exigência gera, muitas vezes, o que o autor denomina equívoco figural, em que os estudantes confundem o desenho com o objeto que ele representa. Assim, interpretar figuras planas e reconstruir seus significados espaciais constitui um desafio cognitivo central no desenvolvimento do pensamento geométrico espacial.

Com base nesse referencial, entende-se que a construção do pensamento geométrico espacial é o desenvolvimento da capacidade de compreender, representar, manipular e raciocinar sobre formas, posições, tamanhos e relações entre objetos no espaço. Essa construção ocorre gradualmente, desde as primeiras noções de forma e localização até o domínio de conceitos complexos de geometria, como projeções, transformações e visualizações tridimensionais.

### 3. SketchUp como recurso para apoiar processos de visualização e representação

O avanço das tecnologias digitais tem impulsionado novas formas de ensinar e aprender matemática, em especial a geometria (SINCLAIR e ROBUTTI, 2013), tradicionalmente marcada por desafios relacionados à compreensão de formas, posições e relações espaciais. Nesse contexto, o SketchUp destaca-se como uma ferramenta tecnológica que pode potencializar o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial, ao possibilitar que estudantes explorem, construam e manipulem representações tridimensionais de maneira dinâmica e interativa.

O SketchUp é um software de modelagem tridimensional amplamente utilizado em áreas como arquitetura, design e engenharia, mas que também apresenta potencial educativo, especialmente no ensino de matemática. Sua interface permite a construção de modelos 3D de maneira intuitiva e exploratória, o que pode favorecer o uso por estudantes e professores em diferentes níveis de familiaridade com a tecnologia. No contexto das aulas de geometria, o SketchUp possibilita a criação e manipulação de sólidos geométricos, promovendo o desenvolvimento da visualização espacial e permitindo explorar conceitos como área, volume, proporcionalidade e relações entre formas.

O ambiente de trabalho do SketchUp é organizado de forma a proporcionar a criação e a edição de objetos tridimensionais. Ele conta com um menu completo de ferramentas, uma caixa de medidas para inserção precisa de dimensões e uma bandeja padrão com informações e ajustes visuais. A construção dos modelos se dá pela junção de arestas que formam faces e, conseqüentemente, objetos tridimensionais. O sistema de coordenadas, formado por eixos perpendiculares coloridos, orienta o posicionamento e a movimentação dos elementos no espaço, permitindo um controle preciso sobre as construções.



Além de ferramentas básicas como retângulo e empurrar/puxar, que proporcionam a criação de sólidos a partir de formas planas, o SketchUp oferece recursos como orbitar, mover e estilos de câmera, que permitem a visualização dos modelos sob diferentes ângulos. A possibilidade de alternar entre vistas ortogonais e perspectivas contribui para a compreensão das relações entre representações planas e espaciais. Essa flexibilidade torna o SketchUp uma ferramenta pedagógica que pode tornar a aprendizagem de geometria mais concreta, dinâmica e acessível aos estudantes.

#### 4. Procedimentos Metodológicos

A investigação caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e interpretativa, orientada pela questão: de que maneira o uso do SketchUp pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial nos anos finais do Ensino Fundamental? Conforme Bogdan e Biklen (1994), essa abordagem é descritiva, valoriza processos e significados e prioriza a compreensão das experiências dos participantes em seus contextos. Assim, em vez de generalizações numéricas, a pesquisa analisa palavras, ações e registros visuais produzidos pelos estudantes em uma prática pedagógica com o software.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede municipal de (omitido para avaliação), no estado do (omitido para avaliação), localizada em um bairro que enfrenta situações recorrentes de vulnerabilidade social. Nesse contexto, a escola exerce papel fundamental como espaço de acolhimento e desenvolvimento. Participaram do estudo quatro duplas de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, selecionadas por meio de convite aberto, ao longo de três semanas, no contra turno escolar. A seleção das duplas considerou critérios como a participação voluntária e o interesse dos estudantes em utilizar o SketchUp. As atividades analisadas neste artigo, recorte de uma pesquisa mais ampla de mestrado acadêmico, descrevem os processos iniciais dos estudantes e a realização da atividade final, que culminou na modelagem de uma “casa dos sonhos”.

Durante a atividade, os dados foram produzidos por meio de gravações de tela e áudio, registrando simultaneamente as ações dos estudantes no ambiente digital e suas interações verbais. As falas mais significativas foram transcritas para subsidiar a análise, que não se apoiou em um diário de campo convencional, mas nos próprios registros digitais e audiovisuais.

A análise dos dados foi conduzida segundo os princípios da análise qualitativa, fundamentada nos estudos de Gutiérrez sobre construção do pensamento geométrico espacial. Os registros audiovisuais e as produções digitais foram examinados com o objetivo de identificar indícios do desenvolvimento do pensamento geométrico espacial, observando como os estudantes interpretam e constroem representações espaciais, mobilizam estratégias e verbalizam suas decisões ao longo da atividade. Para garantir o anonimato dos participantes, serão referidos como Estudante 1 até Estudante 8. As duplas foram organizadas da seguinte forma: Dupla A - Estudante 1 e Estudante 2; Dupla B - Estudante 3 e Estudante 4; Dupla C - Estudante 5 e Estudante 6 e; Dupla D - Estudante 7 e Estudante 8. A seguir, descrevemos o desenrolar das atividades e a análise dos dados.

#### 5. Pensamento geométrico espacial em movimento: descrições e análises

Na realização da atividade inicial, a estudante 1, ao abrir o SketchUp, rapidamente começou a movimentar o mouse pelas ferramentas e comentou: *“Tem muita coisa aqui! Vou tentar puxar esse retângulo pra ver o que acontece”*. Ao utilizar a ferramenta



"empurrar/puxar", observou a formação de um sólido e comentou: *"É tipo um tijolo... acho que dá pra fazer uma casa com isso depois"*. A estudante 2 acompanhava atentamente e propôs: *"Vamos tentar fazer dois iguais pra ver se conseguimos controlar o tamanho"*. A dupla logo começou a utilizar a fita métrica do programa e, com isso, percebeu que era possível manter o controle de medidas das figuras construídas.

A Dupla A foi desafiada a construir uma escada e, durante a construção, enfrentou dificuldades em alinhar os degraus. A estudante 1 fez uma primeira tentativa desenhando degraus de forma livre, mas, ao olhar a construção por outro ângulo, comentou: *"Parece que tá subindo torto... tipo, não tá reto"*. Essa mudança de perspectiva, possibilitada pela rotação do objeto no SketchUp, evidencia uma habilidade fundamental de visualização espacial: a interpretação de representações tridimensionais a partir de diferentes pontos de vista, o que permitiu à estudante identificar imprecisões que não estavam visíveis inicialmente. A estudante 2 sugeriu: *"Vamos usar essa régua aqui de novo e medir certinho a altura de cada degrau"*, evidenciando controle das ferramentas do software e do problema que precisava ser solucionado. A partir desse momento, passaram a repetir medidas com precisão e utilizaram a ferramenta de cópia com deslocamento para a construção. O uso dessa ferramenta evidencia que a Dupla A passou a coordenar e controlar recursos digitais de forma mais intencional, aplicando estratégias para manter a regularidade dos degraus, o que envolve planejamento, organização e domínio de operações espaciais, como translação com precisão.

Em dado momento, a estudante 2 refletiu: *"Se cada degrau tiver 20 centímetros e tiver 5 degraus, vai subir 1 metro, né?"*, e a estudante 1 respondeu: *"Sim, e a gente pode ver isso aqui na lateral, no tamanho total"*. Esse diálogo evidencia um avanço na compreensão da relação entre número de elementos repetidos e altura total, além do uso de raciocínio proporcional e estimativo dentro do ambiente digital. Ao final do encontro, a escada construída apresentou degraus bem distribuídos e uniformes, todos com a mesma medida, além da formação precisa de ângulos retos.

A Dupla A mostrou, desde o início, envolvimento ativo e postura exploratória frente ao ambiente digital. A iniciativa da estudante 3 ao experimentar a ferramenta "empurrar/puxar" evidencia um processo inicial de geração de imagens mentais dinâmicas, conforme descrito por Gutiérrez (1991). A construção de um paralelepípedo foi imediatamente associada a um "tijolo", o que revela um importante mecanismo de conexão entre representações externas e concretas, nesse caso, a forma visual construída digitalmente e um objeto familiar.

Ao tentar criar duas figuras idênticas e utilizar a fita métrica para controlar a construção, a Dupla A passou a envolver-se em atividades de raciocínio proporcional, além de lidar com a necessidade de manutenção de propriedades métricas, aspectos fundamentais da visualização geométrica, como apontado por Gutiérrez (1991). O uso de ferramentas digitais para garantir medidas iguais para os degraus reflete a emergência de processos de interpretação figurativa, em que a leitura das dimensões e a associação entre medidas reais e virtuais são fundamentais.

Durante a tarefa de construção da escada, houve um deslocamento do nível intuitivo para um nível mais formalizado de pensamento geométrico. A percepção de que a escada estava "torta" ao mudar o ponto de vista é um exemplo da capacidade de manipular e transformar mentalmente imagens espaciais, processo que Gutiérrez denomina de rotação mental e que exige um olhar tridimensional sobre objetos antes vistos apenas em duas dimensões.

A escolha da ferramenta de cópia com deslocamento e a precisão na repetição das medidas indicam uma apropriação gradual do software como meio de representação e modelagem geométrica. A fala da estudante 2 sobre a relação entre número de degraus e



altura total revela não só uso de linguagem matemática, mas também integração entre a visualização e o raciocínio matemático.

A Dupla B teve um início mais silencioso, mostrando concentração na atividade. A estudante 3 analisava os ícones com atenção antes de clicar e comentou: *“Vou tentar descobrir pra que serve cada botão primeiro”*. A estudante 4 fez anotações em um caderno ao lado, escrevendo os comandos que iam sendo testados. Inicialmente, focaram na criação de prismas e pirâmides, e testaram diferentes formas de movimentar a janela de visualização, explorando o campo de visão de maneira cuidadosa e controlada. Essa exploração indica um esforço de coordenação entre diferentes perspectivas espaciais, o que envolve habilidades de visualização como a interpretação e a manipulação de representações tridimensionais (GUTIÉRREZ, 1991).

Quando começaram a construção da escada, optaram por fazer o primeiro degrau e, em vez de copiá-lo, desenharam os demais individualmente. Ao perceberem que havia desalinhamento, a estudante 4 questionou: *“Será que se a gente repetir assim não vai dar errado no final?”*. O estudante 3 respondeu: *“Talvez copiar e colar seja melhor... e depois mover com aquele negócio de eixo azul”*. O desalinhamento observado ocorreu porque, ao desenharem manualmente cada degrau sem utilizar ferramentas de precisão ou referências aos eixos cartesianos do SketchUp que permitem controlar a posição no espaço digital, as medidas e posições acabaram variando. Esse erro revela uma dificuldade inicial em aplicar conceitos de regularidade espacial e alinhamento, além de mostrar a importância da compreensão e uso intencional das ferramentas do ambiente digital para garantir a repetição padronizada de elementos.

A Dupla B passou a utilizar a ferramenta de cópia e buscou manter as distâncias entre os degraus no espaço digital usando os marcadores de eixo. Em meio ao processo de construção, houve um diálogo significativo:

Estudante 4: *“Se a gente olha de cima, parece tudo certo. Mas de lado tá fora do lugar. Isso acontece na vida real também?”*

Estudante 3: *“Acho que sim... por isso que os engenheiros olham o projeto em 3D também, né?”*

Esse diálogo revela como os estudantes começaram a associar as visualizações digitais à construção de conhecimento geométrico com sentido para o mundo real. A fala dos estudantes evidencia também o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial, especialmente no que diz respeito à interpretação de diferentes vistas de uma mesma figura (como planta e perfil), à percepção de incoerências entre representações e à reflexão sobre como as representações digitais simulam fenômenos do espaço físico. Ao final do encontro, a escada foi finalizada com degraus simétricos e distribuídos corretamente no espaço.

A Dupla B apresentou uma postura investigativa mais silenciosa, mas profundamente analítica. A estudante 3 preferiu inicialmente observar antes de agir, demonstrando uso do processamento visual de forma consciente, planejando suas ações no ambiente digital. Esse comportamento alinha-se à proposta de Gutiérrez (1991) sobre o papel da visualização como processo ativo de antecipação e análise.

A anotação dos comandos testados pela estudante 4 é um indicador de reflexão metacognitiva e construção de um repertório técnico e conceitual que ultrapassa o uso meramente exploratório do software. As atividades com prismas e pirâmides mostram que os estudantes já transitavam entre diferentes representações espaciais do plano ao volume e buscavam compreender a lógica construtiva dos sólidos. Esse movimento se relaciona ao que Gutiérrez (1991) denomina “restituição de significado” na leitura e construção de figuras tridimensionais e encontra respaldo em Parzysz (1988), ao afirmar que qualquer representação plana de um objeto espacial supõe uma perda de



informação, a qual precisa ser mentalmente restituída. Nesse sentido, as ações dos estudantes evidenciam a tentativa de superar justamente essa perda de informação, utilizando os comandos do software para recompor propriedades e significados espaciais que não estavam explícitos na representação inicial.

Na tarefa da escada, a tentativa inicial de desenhar degraus individualmente revelou um obstáculo comum na construção manual de formas complexas: a dificuldade de manter regularidade sem parâmetros visuais. O questionamento sobre o desalinhamento mostra que a dupla começou a perceber a necessidade de coordenar múltiplas vistas e representações, como sugerido por Gutiérrez (1998) em suas discussões sobre vistas ortogonais e codificações espaciais.

A fala da estudante 4 sobre a diferença entre a visão superior e lateral, e a resposta da colega sobre o papel dos engenheiros, mostra uma importante articulação entre mundo real e representação digital, construindo uma ponte entre visualização espacial e prática profissional. Ao finalizar a escada com degraus simétricos, a dupla alcançou uma representação precisa que demonstra avanço em habilidades de discriminação visual, rotação mental e constância perceptiva.

A Dupla C foi a mais espontânea e experimental no uso inicial do SketchUp. O estudante 5 movimentava a janela de visualização com rapidez, testava diferentes perspectivas e afirmava: *“Olha só, se girar aqui dá pra ver por dentro!”*. O estudante 6 comentou que já tinha usado um programa de construção no celular e que *“esse parecia mais difícil, mas também mais legal”*.

Na primeira parte da atividade, criaram figuras inusitadas, como um bloco em forma de “L”. Ao iniciarem a tarefa da escada, o estudante 5 sugeriu: *“Vamos fazer uma escada moderna, com degraus vazados, tipo flutuando”*. O estudante 6 começou a construir os degraus manualmente e teve dificuldade para manter a espessura constante.

Após vários testes frustrados, o estudante 5 disse: *“Vamos fazer um e duplicar ele. Depois só arrasta e cola no lugar certo”*. Com isso, passaram a usar a ferramenta de cópia, controlando o espaçamento entre os degraus. No entanto, ao manipular a construção, perceberam que os degraus estavam se afastando do eixo. O estudante 6 observou: *“A gente tá saindo da linha azul... tem que voltar pro alinhamento”*. Essa percepção evidencia que os estudantes estavam atentos à orientação espacial no software. Após ajustes, concluíram a escada com um visual criativo, utilizando formas retangulares suspensas. A Dupla C mostrou-se bastante motivada e comentou ao final: *“Na próxima, vamos fazer uma casa com essa escada no meio, tipo aquelas casas chiques”*.

A Dupla C destacou-se pela espontaneidade e criatividade na exploração inicial do ambiente. A movimentação da câmera e os comentários sobre ver “por dentro” indicam uma interação significativa com as representações tridimensionais, utilizando a rotação de objetos como meio de investigação. Isso reflete o desenvolvimento de imagens mentais cinestésicas, onde o movimento (real ou simulado) ajuda a compreender a estrutura geométrica.

A observação sobre o desalinhamento e o reconhecimento da “linha azul” do SketchUp como eixo de orientação revela que os estudantes passaram a compreender relações espaciais e planos de referência, essencial para a construção de modelos coerentes. A intenção de inserir a escada em uma futura casa sugere planejamento tridimensional e projeção futura, características que demonstram o fortalecimento da visualização espacial como ferramenta de organização mental do espaço.

A Dupla D começou a atividade com certa hesitação, especialmente o estudante 7, que verbalizou: *“Não faço ideia de como mexer nisso aqui”*. A estudante 8, mais confiante, respondeu: *“Vamos tentando... clica aí, depois desfaz se não for isso”*.



Aos poucos, foram descobrindo as ferramentas básicas, como desenhar retângulos e extrusar objetos. Na primeira tentativa de fazer a escada, os degraus foram desenhados diretamente sobre uma face, e acabaram ficando sobrepostos. O estudante 7 ficou frustrado e comentou: *“Não entendi nada do que eu fiz... parece tudo junto”*, revelando ausência de controle das ferramentas e habilidades de visualização. A estudante 8 então moveu a janela de visualização e disse: *“Ah, é porque tá tudo grudado. Tem que levantar cada parte separada”*.

Utilizando a visão lateral e o zoom, os estudantes conseguiram identificar o erro e reconstruíram a escada do início. Dessa vez, utilizaram a régua e marcaram alturas constantes para cada degrau. Em meio ao processo de construção, o estudante 7 comentou: *“Quando a gente gira a câmera, muda tudo... parece outra coisa”*, ao perceber que a figura construída mudava completamente de aparência conforme o ângulo de visão. Essa fala evidencia o desenvolvimento da habilidade de interpretar uma mesma forma sob diferentes perspectivas, uma competência fundamental da visualização espacial, que envolve a rotação mental e a reconstrução de imagens mentais tridimensionais (GUTIÉRREZ, 1991). Essa experiência, que dificilmente ocorreria da mesma forma em ambientes estáticos como o papel, é favorecida pela tecnologia do SketchUp, que permite explorar, manipular e alternar dinamicamente os pontos de vista da construção, tornando explícitas as transformações visuais envolvidas no pensamento geométrico. Contudo, ao final do encontro, a Dupla D construiu uma escada com degraus de medidas distintas.

Ambos estudantes comentaram que, apesar da dificuldade, estavam começando a entender como o programa “funciona de verdade”. A experiência mostrou um avanço importante na relação com as representações espaciais e no desenvolvimento da autoconfiança diante do software.

A Dupla D representa um exemplo de progressão cognitiva ao longo do encontro. A hesitação inicial do estudante 7 revela o estranhamento com o ambiente digital, mas a orientação positiva do estudante 8 permitiu que a dupla desenvolvesse autonomia. A descoberta de ferramentas básicas e a construção inicial com sobreposição de degraus mostra uma tentativa intuitiva de modelagem que não considerava a profundidade, ou seja, a terceira dimensão, um erro comum na transição de representações planas para espaciais.

O uso da visão lateral e do zoom para identificar o erro indica uma mudança de perspectiva, aspecto crucial no desenvolvimento da visualização tridimensional. A reconstrução da escada, agora com uso da régua e marcação das alturas, evidencia um movimento em direção ao uso consciente de parâmetros espaciais, elemento defendido por Gutiérrez como mediador entre imagens mentais e representações gráficas.

A fala do estudante 7 sobre a mudança da imagem ao girar a câmera destaca a percepção de que as representações visuais não são fixas e que a compreensão de um objeto depende do ponto de vista, um avanço importante na construção da constância perceptiva. Apesar da escada final não estar com os degraus proporcionais, a superação das dificuldades iniciais evidencia um avanço importante no uso do software como meio de construir sentido geométrico, e aponta para o desenvolvimento da autoconfiança diante da visualização espacial, elemento essencial para engajar os estudantes em aprendizagens mais profundas.

No segundo encontro, as duplas foram desafiadas a ampliar a complexidade das construções no SketchUp, explorando prismas, pirâmides e formas com aberturas internas. A atividade iniciou com a modelagem de um túnel que permitisse a passagem de um avatar, exigindo a coordenação entre altura, largura e profundidade. Em seguida, construíram prismas e pirâmides simples e com aberturas, trabalhando simetria,



alinhamento de vértices e diferentes perspectivas. Nesse processo, os estudantes avançaram na precisão geométrica, no controle das dimensões e no uso de ferramentas mais complexas do software.

Finalmente, no encontro final, os estudantes foram convidados a projetar uma maquete digital de uma “casa dos sonhos”, utilizando elementos geométricos aprendidos nas atividades anteriores. A proposta era mais livre e aberta, permitindo a criação de construções com diferentes formas e volumes, com a sugestão de incluir escadas, portas, janelas e telhados.

A Dupla A iniciou conversando sobre como imaginavam suas casas ideais. A estudante 1 comentou: *“Eu queria uma casa com bastante janela, pra entrar luz... porque na minha casa de madeira é tudo meio escuro, só tem uma janela pequena na sala”*. A estudante 2 completou: *“Na minha também, é simples, pequenininha... por isso eu quero fazer essa bem grande, com dois andares, parece aquelas casas de novela”*. Enquanto organizavam a fachada da casa, a estudante 1 sugeriu: *“Vamos colocar uma porta bem grande, assim parece mais chique”*. Em meio às risadas, continuaram ajustando os volumes, adicionando janelas amplas e um telhado triangular.

Durante a construção, emergiram, naturalmente, as discussões matemáticas. A estudante 1 comentou: *“Se a gente colocar todas as janelas com a mesma medida, vai ficar mais certinho, né? Tipo iguais nos dois lados”*. Mais adiante, quando ajustaram o telhado, refletiram: *“A ponta tem que ficar no centro do retângulo, se não o telhado vai parecer caído, vamos fazer que nem quando construímos a pirâmide da outra vez”*, referindo-se uma das atividades desenvolvidas anteriormente.

Ao final, a estudante 2 disse: *“Mesmo que seja só por fora, essa é a casa que eu queria ter de verdade”*. A estudante 1 completou: *“É, dá pra sonhar aqui dentro do computador, né? E ainda pensar nas medidas pra que tudo fique do jeito certo”*. A construção realizada pela Dupla A pode ser visualizada na Figura 1(a). Destaca-se que foram poucas discussões sobre a utilização das ferramentas, evidenciando apropriação do ambiente digital proporcionada pelas atividades anteriores.

A Dupla B determinou a estrutura da casa como um bloco de um único andar. Em seguida, começaram a discutir sobre os tipos de telhado. A estudante 4 disse: *“A gente podia fazer tipo um telhado em triângulo, que nem aqueles antigos”*. A estudante 3 respondeu: *“Vamos tentar fazer isso com a linha e puxar pro meio, colocar uma bordinha para fora da casa, tipo as calhas que têm nas casas mais chiques e naquela do prédio reformado da escola”*. A estudante 4 complementou: *“Vai ficar que nem a pirâmide que a gente construiu na última vez, só que maior”*, referindo-se a atividades anteriores. Ao trabalharem no ajuste do telhado, a estudante 3 comentou: *“Se a gente não deixar o ponto bem no meio, ele vai ficar torto. Tem que dividir certinho a base”*. A estudante 4 confirmou: *“É, tem que ser metade de cada lado, se não um fica mais inclinado que o outro, mas é só puxar a altura do centro do retângulo”*. Essa preocupação as levou a usar as linhas de referência para centralizar a construção do telhado. A construção da casa da Dupla B está apresentada na Figura 1(b).

A Dupla B evidenciou o cuidado com aspectos proporcionais e simétricos da construção, demonstrando atenção à centralização, à divisão das medidas e à equivalência entre os elementos arquitetônicos. A ênfase na organização estrutural e no alinhamento das janelas e do telhado revelou um processo de exploração geométrica marcado pela busca de precisão e estética, conectando conceitos matemáticos à ideia de uma casa idealizada pelas estudantes. Para a Dupla B, o foco esteve na centralização do telhado e na divisão proporcional das janelas, aspectos que exigiram o uso de linhas de referência e raciocínio de simetria. Esse cuidado com a regularidade mostra um avanço na habilidade de discriminação visual, ao identificar incoerências caso os elementos não



estivessem bem distribuídos. Ao relacionar o telhado construído no SketchUp com a pirâmide trabalhada em atividades anteriores, as estudantes fizeram uso da restituição de significado (GUTIÉRREZ, 1991), transferindo aprendizagens prévias para um novo contexto.

A Dupla C construiu uma casa com degraus externos e formas modernas. Os estudantes debateram sobre como construir um parapeito e corrimão para as sacadas dos andares superiores. O estudante 6 disse: *“Qual tamanho tem um corrimão normalmente? Acho que aqui tá bom né?”*, enquanto apontava para a sua cintura. O estudante 5 respondeu: *“Será que é um metro e vinte mais ou menos? Vamos colocar isso.”*.

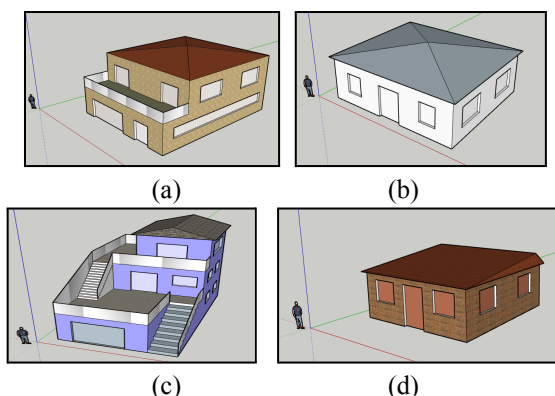
Para a construção das escadas, do telhado e das janelas, usaram linhas auxiliares, para garantir as alturas iguais. Utilizaram a digitação no espaço de medidas: *“Vai digitando as medidas, só clica onde quer que a linha comece, aponta pro lado que ela tem que seguir e digita a medida, daí não precisa ficar cuidando até dar a medida no olho”*. Após construírem a primeira escada, o estudante 6 destacou: *“Essa escada ficou muito grande, tipo... precisa levantar muito a perna pra subir”*, e o estudante 5 responde: *“Bah, verdade! Mas deixa assim e fazemos melhor no próximo andar, porque pode não dar tempo de fazer tudo.”*. Quando finalizaram a construção, exploraram as texturas disponíveis no software. Terminaram a construção bem orgulhosos: *“Bah! Ficou muito massa a casa, a gente já pode ser arquiteto desenhando assim”*. A finalização da casa da Dupla C está na Figura 1(c).

A construção da Dupla C destacou não apenas a criatividade em projetar uma casa moderna e cheia de detalhes, mas também a capacidade de articular procedimentos matemáticos com intencionalidade prática. O uso de linhas auxiliares e da digitação precisa de medidas revelou um avanço no controle sobre o software, permitindo que eles explorassem regularidades sem depender apenas da intuição visual. Além disso, a preocupação com dimensões reais, como no caso do corrimão, mostrou a tentativa de aproximar o projeto digital de situações do cotidiano. Ao final, o entusiasmo expresso pelos estudantes reforçou o sentimento de autoria e valorização do próprio trabalho, evidenciando o potencial da atividade para integrar conceitos matemáticos, tecnologia e imaginação.

A Dupla D fez uma casa de construção simples, mas trazendo detalhes específicos de suas realidades. Utilizaram linhas auxiliares para construir janelas e porta com alturas iguais. Na construção da porta, a estudante 8 comentou: *“Vamos colocar uma porta de três metros, tipo as que aparece nas casas dos influencers do tiktok”*, e o estudante 7 respondeu: *“Pode ser, vai dar pra ver pelo boneco que fica bem como é nos vídeos, a pessoa fica pequena do lado da porta gigante”*. Ao finalizar a construção, passaram a explorar opções de revestimento para paredes e telhados disponibilizados pelo software. A casa construída Pela Dupla D pode ser visualizada na Figura 1(d).

A construção da Dupla D evidenciou a preocupação em alinhar medidas e proporções, ainda que de forma intuitiva, mostrando atenção aos detalhes estruturais da casa. Ao mesmo tempo em que exploraram recursos do software, como linhas auxiliares e texturas, também atribuíram significados afetivos e sociais ao projeto. Assim, a atividade resultou em uma produção que combinou aspectos matemáticos, criatividade e vivências cotidianas, dando singularidade à casa construída pela dupla.

Figura 1 - Casa dos Sonhos das Duplas A, B, C e D



Fonte: Dados da pesquisa.

Foi possível identificar que a atividade de construção da “casa dos sonhos” ampliou as possibilidades criativas das duplas, ao mesmo tempo em que exigiu maior coordenação entre aspectos estéticos, funcionais e matemáticos. De forma geral, observou-se que os estudantes já demonstravam domínio básico das ferramentas do SketchUp, de modo que as discussões não se concentraram no uso do software em si, mas na tomada de decisões quanto às proporções, medidas e elementos arquitetônicos a serem incluídos. Esse movimento reflete o que Gutiérrez (1991) destaca como avanço nos processos de visualização espacial, em que os alunos deixam de apenas explorar representações para começar a utilizá-las de maneira intencional na resolução de problemas geométricos.

## 6. Considerações Finais

O objetivo central da pesquisa apresentada neste artigo foi investigar de que maneira a utilização do SketchUp pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial nos anos finais do Ensino Fundamental. A partir da análise das interações dos estudantes com a ferramenta digital durante as atividades propostas, foi possível identificar avanços no desenvolvimento de habilidades relacionadas à visualização e à compreensão de conceitos espaciais.

As ações observadas mostraram que o SketchUp, por ser um ambiente de modelagem tridimensional interativo, promoveu experiências concretas que favoreceram a criação e a transformação de imagens mentais. Ao construir objetos como prismas ou escadas, os estudantes mobilizaram processos cognitivos complexos, como a antecipação de formas, o reconhecimento de proporções, a rotação mental e a leitura crítica de suas próprias construções.

A análise dos dados evidenciou o desenvolvimento de habilidades essenciais à visualização espacial, incluindo a interpretação de representações geométricas, a transformação e manipulação de figuras no espaço, além do planejamento e da organização de construções tridimensionais. A utilização do SketchUp mostrou-se, portanto, uma ferramenta que pode potencializar esses processos, permitindo que os estudantes explorassem conceitos de maneira dinâmica, investigativa e interativa.

Ficou evidente que o SketchUp não apenas proporcionou a representação de objetos tridimensionais, mas atuou como um mediador da aprendizagem, permitindo que os estudantes experimentassem, testassem hipóteses e se reposicionassem diante de erros, como quando identificaram desalinhamentos, sobreposições ou variações de perspectiva que exigiam correções e ajustes. Essas situações de conflito cognitivo



contribuíram para a reorganização mental e mostraram que a visualização é um processo ativo de construção de significados.

Além disso, a possibilidade de alternar pontos de vista, controlar medidas e compreender os eixos espaciais auxiliou os estudantes a realizarem transições entre representações planas e espaciais, um dos grandes desafios no ensino de geometria. Ao explorar esses recursos, desenvolveram autonomia na manipulação de figuras geométricas espaciais e aprofundaram sua compreensão sobre conceitos fundamentais de geometria.

Portanto, evidencia-se que o SketchUp contribuiu para o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial, por oferecer um ambiente digital que exige ação, planejamento e reflexão. Mais do que uma ferramenta de desenho, mostrou-se um espaço de investigação matemática, no qual os estudantes puderam construir, testar, errar, corrigir e aprender por meio da experimentação. Esses aspectos reforçam a importância do uso intencional das tecnologias digitais no ensino da geometria, desde que articuladas a propostas pedagógicas com objetivos claros, mediação ativa do professor e valorização do raciocínio geométrico.

## 7. Referências

- BOGDAN Roberto C.; BIKLEIN Sari K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto (Portugal): Porto editora, 1994.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CALDATTO, M. E.; PAVANELLO, R. M. *Um panorama histórico do ensino de geometria no Brasil: de 1500 até os dias atuais*. **Quadrante**, v. XXIV, n. 1, 2015.
- GUDER, Deise. NOTARE, Márcia Rodrigues. **ESTUDANDO GEOMETRIA DE MANEIRA MAIS SIGNIFICATIVA**. In: GARCIA, Vera Clotilde Vanzetto. BÚRIGO, Elisabete Zardo. BASSO, Marcus Vinícius de Azevedo. GRAVINA, Maria Alice. Reflexão e pesquisa na formação de professores de matemática. Porto Alegre: Evangraf, 2011. p. 115-150. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/235150#>>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- GUTIÉRREZ, Á. Procesos y habilidades en visualización espacial. In: **III Congreso Internacional sobre Investigación en Educación Matemática**, Valencia, 1991. p. 43–49.
- GUTIÉRREZ, Á. Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial. **Revista EMA**, v. 3, n. 3, p. 193–220, 1998.
- GUTIÉRREZ, Á. Tendencias actuales de investigación en geometría y visualización. **Ponencia presentada en TIEM-98**, México, 1998.
- LORENZATO, Sérgio. Por que não ensinar Geometria? **A educação matemática em revista**. Geometria. Blumenau, número 04, páginas 03 a 13, 1995.
- PARZYSZ, B. Knowing vs seeing: Problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, v. 19, p. 79–92, 1988.
- PRESMEG, N. (2008). **Spatial Abilities Research as a Foundation for Visualization in Teaching and Learning Mathematics**. In: Clarkson, P., Presmeg, N. (eds) Critical Issues in Mathematics Education. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09673-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09673-5_6)
- RAMOS, A. C. R. **SketchUp – Uma ferramenta útil para o ensino da matemática aplicada em projetos**. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional PROFMAT), Salvador, 2021. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=10826591](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10826591)>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- SINCLAIR, N and ROBUTTI, O. Technology and the Role of Proof: The Case of Dynamic Geometry. In: CLEMENTS, M.A., BISHOP, A., KEITEL, C, KILPATRICK, J., LEUNG, F. (Eds.). **Third International Handbook of Mathematics Education**, New York: Springer, 2013, p. 571-596.