10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Revista on line de Política e Gestão Educacional
Online Journal of Policy and Educational Management

APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE SCAFFOLDING NO ENSINO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FORTALECER A MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES PARA A APRENDIZAGEM NA CIDADE DE HO CHI MINH, VIETNÃ

APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ANDAMIAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA FORTALECER LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES HACIA EL APRENDIZAJE EN LA CIUDAD DE HO CHI MINH, VIETNAM

APPLYING SCAFFOLDING STRATEGY IN TEACHING PROBLEM SOLVING TO ENHANCE STUDENTS LEARNING MOTIVATION IN HO CHI MINH CITY, VIETNAM

Thi Ngoc Tram TRAN[1]
tranthingoctram@lttc.edu.vn
Huu Hau NGUYEN[2]
nguyenhuuhau@hdu.edu.vn
Hoa Anh TUONG[3]
hatuong@sgu.edu.vn
Tran Trung TINH[4]
tinh.naem@gmail.com
Trinh Cong SON[5]
sontc@nau.edu.vn

[1] Faculdade de Ciências Básicas, Ly Tu Trong College, Cidade de Ho Chi Minh, Vietnã.

[2] Faculdade de Ciências Naturais, Universidade Hong Duc, Thanh Hoa, Vietnã.

[3] Faculdade de Matemática e Ciências Aplicadas, Universidade Sai Gon, Cidade de Ho Chi Minh, Vietnã.

[4] Academia Nacional de Gestão Educacional, cidade de Hanói, Vietnã.

[5] Faculdade de Educação Primária, Universidade Nghe An, Vietnã.

Como referenciar este artigo:

Tran, T. N. T., Nguyen, H. H., Tuong, H. A., Tinh, T. T., & Son, T. C. (2025). Aplicação da estratégia de scaffolding no ensino da resolução de problemas para fortalecer a motivação dos estudantes para a aprendizagem na cidade de Ho Chi Minh, Vietnã. *Revista on line de Política e Gestão Educacional, 29*(esp3), e025070. https://doi.org/10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Submetido em: 02/09/2025
Revisões requeridas em: 10/09/2025
Aprovado em: 17/09/2025
Publicado em: 27/11/2025

RESUMO: O estudo aborda o desafio que os alunos enfrentam na compreensão da distância espacial, particularmente na determinação da distância de um ponto a um plano, um conceito abstrato que frequentemente leva à desorientação e à perda de motivação. Para combater isso, a pesquisa aplica uma estratégia de andaimes baseada na Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky para projetar um processo instrucional que apoie a compreensão conceitual. Um método quase experimental foi implementado com dois grupos de alunos do 11º ano. Os dados foram coletados por meio de notas de testes e pesquisas de motivação, e então analisados usando estatísticas descritivas e testes de amostra pareada no SPSS 26. Os resultados revelaram que os alunos do grupo experimental obtiveram desempenho superior e demonstraram motivação de aprendizagem significativamente maior. Essas descobertas confirmam que o andaime efetivamente melhora a capacidade dos alunos de resolver problemas de distância espacial, promove a confiança em seu processo de aprendizagem e fortalece a motivação para o estudo matemático.

PALAVRAS-CHAVE: *Estratégia de andaime. Distância de um ponto a um plano. Geometria espacial. Motivação para aprendizagem. Ensino superior.*

RESUMEN: *El estudio aborda el desafío que enfrentan los estudiantes en la comprensión de la distancia espacial, particularmente en la determinación de la distancia de un punto a un plano, un concepto abstracto que con frecuencia provoca desorientación y pérdida de motivación. Para abordar esta dificultad, la investigación aplica una estrategia de andamiaje basada en la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky con el fin de diseñar un proceso instruccional que apoye la comprensión conceptual. Se implementó un método cuasiexperimental con dos grupos de estudiantes de 11.º grado. Los datos se recopilaron mediante calificaciones de pruebas y encuestas de motivación, y luego se analizaron utilizando estadísticas descriptivas y pruebas de muestras emparejadas en SPSS 26. Los resultados revelaron que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un rendimiento superior y demostraron una motivación de aprendizaje significativamente mayor. Estos hallazgos confirman que el andamiaje mejora de manera efectiva la capacidad de los estudiantes para resolver problemas de distancia espacial, fortalece su confianza en el proceso de aprendizaje y aumenta su motivación para el estudio de la matemática.*

PALABRAS CLAVE: *Estrategia de andamiaje. Distancia de un punto a un plano. Geometría espacial. Motivación para el aprendizaje. Educación superior.*

ABSTRACT: *The study addresses the challenge students face in understanding spatial distance, particularly in determining the distance from a point to a plane, an abstract concept that often leads to disorientation and loss of motivation. To counter this, the research applies a scaffolding strategy based on Vygotsky's Zone of Proximal Development to design an instructional process that supports conceptual understanding. A quasi-experimental method was implemented with two groups of 11th-grade students. Data were gathered through test scores and motivation surveys, then analyzed using descriptive statistics and paired-sample tests in SPSS 26. Results revealed that students in the experimental group achieved higher performance and demonstrated significantly greater learning motivation. These findings confirm that scaffolding effectively enhances students' ability to solve spatial distance problems, fosters confidence in their learning process, and strengthens motivation for mathematical study.*

KEYWORDS: *Scaffolding strategy. Distance from a point to a plane. Spatial geometry. Learning motivation. High education.*

Artigo submetido ao sistema de similaridade

iThenticate

Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes
Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

INTRODUÇÃO

No contexto da atual reforma da educação geral, melhorar a motivação para aprender matemática continua sendo um dos maiores desafios para os professores, especialmente no nível do ensino médio. No Vietnã, os alunos frequentemente têm dificuldade em aprender tópicos de geometria espacial, como a distância de um ponto a um plano, devido à sua natureza abstrata e multietapas e à demanda cognitiva necessária para o pensamento tridimensional. Quando não têm orientação e suporte adequados, muitos alunos se tornam passivos, desorientados e desistem facilmente de suas tarefas de aprendizagem. Estudos anteriores destacaram as dificuldades cognitivas dos alunos em entender relações paralelas entre planos (Nam et al., 2023), e o desafio de visualizar, manipular e entender objetos abstratos no espaço tridimensional é uma tarefa difícil para os alunos (Phuc & Tam, 2024). Essas descobertas ressaltam a necessidade urgente de estratégias instrucionais que possam ajudar os alunos a superar tais barreiras, especialmente em tópicos como distância ponto a plano. Além disso, uma orientação eficaz também pode ajudar os alunos a superar a ansiedade ao enfrentar o problema (Sari et al., 2024a).

O estudo de Duong et al. (2018) concentrou-se em resolver o problema da distância de um ponto a um plano de diversas maneiras, coletando e analisando o trabalho dos alunos. Mai e Huy (2023) se limitaram a sistematizar métodos para calcular a distância de um ponto a um plano. Embora essas contribuições tenham oferecido listas abrangentes de tipos de problemas e soluções, ainda há uma escassez de estudos empíricos focados em orientar os alunos sobre como determinar corretamente a distância de um ponto a um plano, em conjunto com o objetivo de promover a motivação para a aprendizagem. Em contextos reais de sala de aula, alguns problemas sobre a distância de um ponto a um plano não são fáceis de determinar imediatamente, mas podem passar por muitas etapas, como adicionar linhas auxiliares, encontrar elementos perpendiculares etc.

Para detectar esses elementos, os professores precisam dar sugestões ou perguntas orientadoras para estimular a capacidade dos alunos de autodescoberta de problemas, operações de pensamento como raciocínio, comparação, análise etc. Uma vez que os alunos se tornam fluentes com essas abordagens, eles são mais propensos a desenvolver autonomia na aprendizagem: levantando questões, identificando problemas e avaliando suas próprias soluções. Esses são os principais objetivos da Reforma Curricular Nacional do Vietnã de 2018, que enfatiza o desenvolvimento do autoestudo e da autonomia (Ministry of Education and Training, 2018). Este estudo visa preencher a lacuna de pesquisa, propondo o uso de uma estratégia de ensino simplificada que leva os alunos à Zona de Desenvolvimento Real - onde os alunos dominam - para melhorar a motivação dos alunos para a aprendizagem, aumentando sua expectativa de sucesso e o valor percebido da tarefa de aprendizagem.

O scaffolding demonstrou ser um método eficaz para apoiar a abordagem dos alunos a tarefas complexas de aprendizagem. O scaffolding afeta positivamente a capacidade dos alunos de compreender conceitos matemáticos e o uso de scaffolding em percursos de aprendizagem pode melhorar o nível de pensamento geométrico de estudantes universitários (Trimurtini et al., 2023; Waruwu & Zega, 2023). Em termos de motivação para a aprendizagem, a teoria da expectativa-valor enfatiza que a expectativa de sucesso e o valor percebido da tarefa são fatores importantes que determinam a motivação para a aprendizagem. A autoeficácia e o valor percebido dos alunos mudam significativamente durante a transição do ensino médio para a faculdade em áreas STEM (Mayerhofer et al., 2024) e são preditores de sucesso acadêmico em cursos introdutórios de matemática (Benden et al., 2023). Especificamente, este estudo busca responder às seguintes questões de pesquisa:

(1) Como a estratégia de andaime baseada na zona de desenvolvimento real (ZDA) auxilia os alunos a determinar a distância de um ponto a um plano no espaço?

(2) Existe diferença na motivação para a aprendizagem entre o grupo experimental antes e depois da intervenção?

(3) Existe diferença no desempenho de resolução de problemas entre o grupo experimental antes e depois da intervenção?

REVISÃO DE LITERATURA

Zona de Desenvolvimento Proximal e Zona de Desenvolvimento Real

Distinguir entre Zona de Desenvolvimento Proximal e Zona de Desenvolvimento Real

Vygotsky (1978) distingue entre a Zona de Desenvolvimento Real (ZDA), o que os alunos podem realizar de forma independente, e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que inclui tarefas que os alunos podem completar somente com orientação ou suporte apropriados.

Segundo McLeod (2025), a ZDP mudará e se expandirá continuamente à medida que as crianças aprendem e adquirem novas habilidades que as preparam para desafios cada vez mais complexos. A atividade realizada na ZDP não é um processo passivo, mas dinâmico. Nela, o instrutor pode fornecer simulações e sugestões, e o aluno participa ativamente para atingir o desempenho. Essa participação ativa garante que os alunos não se limitem a imitar o comportamento de especialistas, mas também desenvolvam uma compreensão mais profunda dos princípios e estratégias subjacentes (McLeod, 2025; Vygotsky, 1978).

O Conceito de Andaime

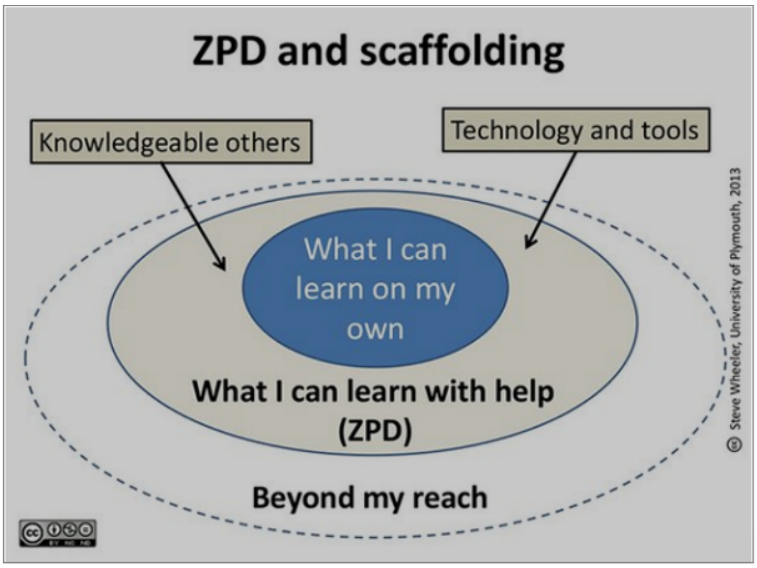
O termo "andaime" refere-se originalmente às plataformas temporárias de madeira construídas para os trabalhadores ficarem de pé enquanto constroem uma estrutura (Anghileri,

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

2006). Em contextos educacionais, Wood et al. (1976) definem andaimes como um processo que permite a uma criança ou novato resolver problemas, executar tarefas ou atingir objetivos que, de outra forma, estariam além de seus esforços sem ajuda. Esses andaimes envolvem essencialmente adultos controlando aqueles elementos da tarefa que estão inicialmente além das capacidades do aluno, permitindo que eles se concentrem e concluam apenas aqueles elementos que estão dentro de sua capacidade (Wood et al., 1976, p. 90).

De acordo com Holton e Clarke (2006), a construção do conhecimento é um andaime cognitivo que permite aos alunos alcançar lugares que, de outra forma, não seriam capazes de alcançar. Mais recentemente, Sari et al. (2024b) descrevem as técnicas de andaime como o processo de fornecer orientação ou instruções que preenchem a lacuna entre o que os alunos já sabem e o que precisam aprender. Além disso, Manaf et al. (2024) investigaram a eficácia do andaime no ensino de probabilidade e descobriram que ele melhorou significativamente as habilidades de pensamento crítico e a aprendizagem autorregulada dos alunos. No contexto da educação matemática, o andaime pode ser entendido como um modelo instrucional que compreende um sistema estruturado de suporte que ajuda os alunos a lidar com sucesso com problemas matemáticos que ainda não resolveram.

Figura 1
Andaime e zona de desenvolvimento proximal segundo Wheeler (2013)



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Motivação para a aprendizagem

O Conceito de Motivação para a Aprendizagem

A motivação para aprender é entendida como disposição, necessidade, desejo, promovendo a participação dos alunos e o sucesso no processo de aprendizagem (Bomia et al.,

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

1997). O desejo de aprender é chamado de motivação e é influenciado pelas necessidades, percepções, valores e atitudes de uma pessoa (Darboe, 2000). Ames (1992) argumentou que a motivação existe como parte da estrutura de objetivos de uma pessoa, suas crenças sobre o que é importante, e determina se uma pessoa se envolverá em um esforço específico ou não. Skinner e Belmont (1993) explicam que alunos motivados são mais propensos a escolher tarefas no limite de suas habilidades atuais e a dedicar totalmente sua atenção e esforço quando lhes são dadas oportunidades de aprender; eles demonstram emoções positivas, como entusiasmo, otimismo, curiosidade e interesse durante a ação.

Teoria da Expectativa-Valor (TEV)

A teoria da expectativa-valor sugere que as escolhas de uma pessoa relacionadas às suas realizações são fortemente influenciadas por suas expectativas de sucesso em uma tarefa e pelo valor que ela atribui a essa tarefa (Eccles & Wigfield, 2020). Em outras palavras, a EVT enfatiza que a motivação dos alunos para aprender é influenciada por dois fatores principais: (1) Expectativa de sucesso – o grau em que os alunos acreditam que podem concluir uma tarefa; (2) Valor subjetivo da tarefa – o grau em que uma tarefa é importante, interessante ou útil para os alunos (Eccles & Wigfield, 2002; Eccles & Wigfield, 2006; Eccles & Wigfield, 2024).

A teoria da expectativa-valor (Eccles, 1983; Eccles & Wigfield, 2020) é uma estrutura amplamente utilizada para medir as crenças dos alunos sobre si mesmos para prever a motivação para realização, desempenho, persistência e escolhas relacionadas à realização. Os alunos tomam decisões conscientes ou inconscientes sobre seu nível de engajamento, que são amplamente influenciadas por quão confiantes eles se sentem em ter sucesso na tarefa (Fielding-Wells et al., 2017). Assim, podemos argumentar que a EVT fornece uma estrutura teórica sólida para compreender e aumentar a motivação dos alunos para abordar problemas de geometria espacial, aumentando assim sua autoeficácia. Isso é consistente com as descobertas de Lee e Song (2022), que propuseram várias recomendações para apoiar a aprendizagem a fim de promover a autoeficácia e os valores da tarefa dos alunos. Além disso, as intervenções de valor de utilidade têm um efeito positivo em outras crenças e valores motivacionais, bem como na decisão de continuar estudando cursos na área de intervenção (Hulleman & Harackiewicz, 2009).

Resolução do problema da distância de um ponto a um plano

Como determinar a distância de um ponto a um plano em livros didáticos no Vietnã

A distância de um ponto a um plano é introduzida no programa de livro didático de matemática do 11º ano da seguinte forma: Se *H* é a projeção ortogonal do ponto *M* no plano (*P*), então o comprimento *MH* é chamado de distância de *M*, (*P*) *denotada (d(M, (P))* Nam et al., 2024, p. 75). Podemos entender que se, $MH \perp (P)$ então *d(M,(P))=MH*.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

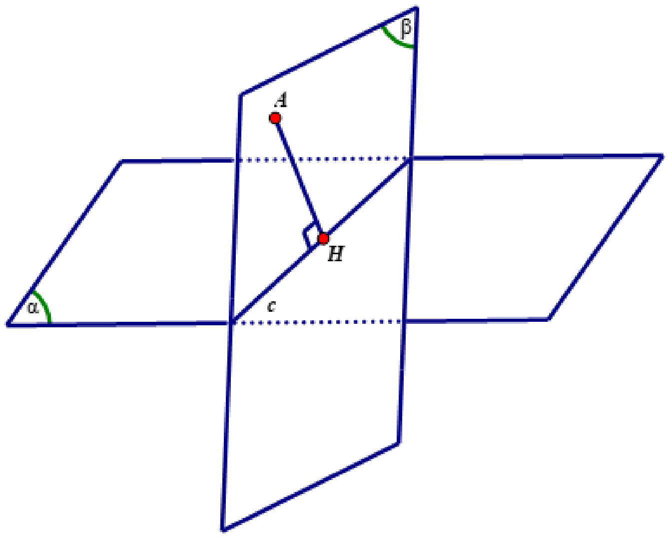
Método tradicional de determinação da distância de um ponto a um plano

Para encontrar, $d(A;(\alpha))$, podemos fazer o seguinte:

- Através de *A* precisamos construir um plano (*β*) para que *α* ⊥ *β*
- Encontre a intersecção *c* de *α* e *β*.
- Desenhar *AH* ⊥ c em *H*.

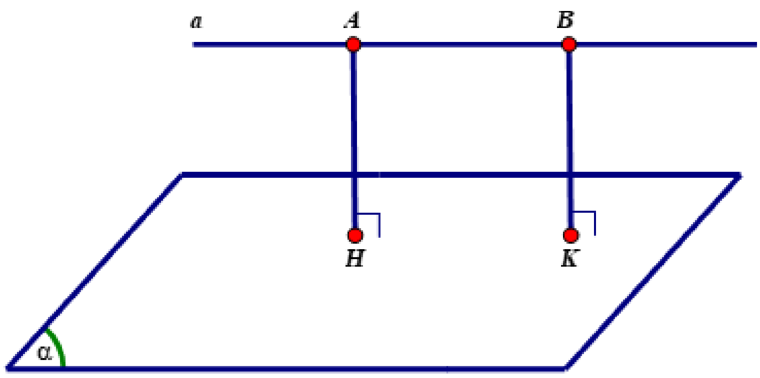
Portanto *AH = d (A;(α)).*

Figura 2
Ilustração da distância de um ponto Aa um plano(α)(α)



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 3
Ilustração da distância de um ponto Aa um plano(α)(α)

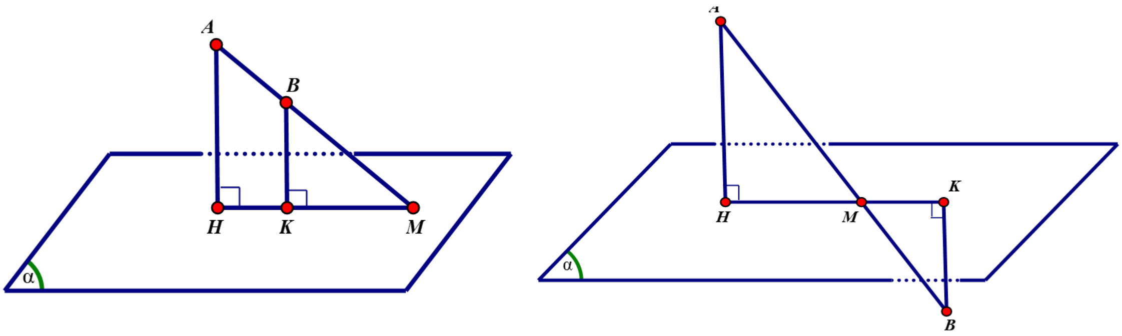


Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 4

Ilustração da distância de um ponto Aa um plano(α)(α)



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Participante da pesquisa: Os participantes deste estudo incluem 300 alunos do 11º ano que cursam Matemática no ano letivo de 2024-2025 nas Escolas de Ensino Médio Tan Binh e Nguyen Thuong Hien, na Cidade de Ho Chi Minh. Com base nas notas médias em Matemática dos alunos no segundo semestre (Tabela 6), não houve diferença. Os alunos foram divididos em dois grupos:

Grupo experimental (150 alunos): ensinado usando estratégias de andaimes baseadas em ADZ.

Grupo de controle (150 alunos): ensinado usando métodos tradicionais, sem aplicar estratégias de andaimes.

Instrument

Para avaliar a melhora da motivação para a aprendizagem, o questionário de motivação para a aprendizagem (QVA) foi utilizado para avaliar a motivação para a aprendizagem dos alunos do grupo experimental (GE) e do grupo controle (GC) antes e depois da intervenção. Essa escala foi elaborada a partir do estudo de Wigfield & Eccles (2000) e inclui dois componentes principais: Expectativa de Crença (CE) e Valor da Tarefa (VT). Um teste foi realizado para ambos os grupos antes e depois da intervenção para avaliar o desempenho na resolução do problema da distância de um ponto a um plano.

Procedimento

- Fase de pré-intervenção (Semana 1): a pesquisa EVQ foi distribuída ao GE e ao GC para avaliar o status atual da motivação de aprendizagem dos alunos nos dois grupos antes da intervenção.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

- Fase de intervenção (semanas 2 e 3): GE foi instruído usando a estratégia de andaime, GC aprendeu usando o método tradicional.
- Fase pós-intervenção (Semana 4): O formulário de pesquisa EVQ foi distribuído e o teste de problema de geometria espacial foi realizado para ambos os grupos.

Coleta e análise de dados

Os dados foram analisados usando estatísticas descritivas e testes t independentes para comparar os resultados pós-intervenção entre GC e GE. Testes t de amostras pareadas foram usados para avaliar a melhora nas pontuações médias dentro do GE antes e depois da intervenção. Para variáveis de motivação de aprendizagem, estatísticas descritivas e testes t de amostras independentes foram aplicados a cada item para comparar diferenças em indicadores motivacionais específicos entre os dois grupos após a intervenção. Além disso, testes t de amostras pareadas foram conduzidos em cada item para examinar a melhora na motivação de aprendizagem dentro do GE. Todo o processo de análise foi realizado usando o software SPSS versão 26 com um nível de significância estatística de $\alpha=0.05$. Esta abordagem permite avaliar a eficácia do método de ensino usando andaimes em termos de cognição e motivação de aprendizagem.

RESULTADOS

Descreva uma intervenção pedagógica utilizando estratégias de andaimes

O professor orientou os alunos a dominar o seguinte problema:

P1: Dada uma pirâmide $S.ABC$ com um triângulo retângulo ABC em B, $SA \perp (ABC)$.

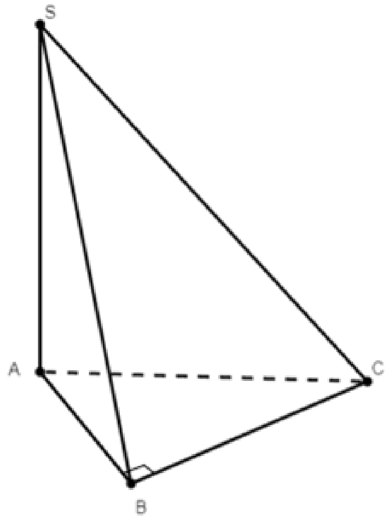
P1 a): Determine a distância do ponto C ao plano (SAB).

P1 b): Determine a distância do ponto A ao plano (SBC).

Com base nas características da Zona de Desenvolvimento Real (ZDA), consideramos o Problema P1 como a zona de desenvolvimento real dos alunos. De acordo com a teoria da TVE, orientar os alunos a desempenharem com proficiência dentro de sua ZDA pode aumentar sua expectativa de sucesso — um dos componentes centrais da TVE. Ao mesmo tempo, essa perspectiva também fornece uma base para abordar a questão de pesquisa (1): “Como a estratégia de andaimes baseada na zona de desenvolvimento real (ZDA) auxilia os alunos a determinar a distância de um ponto a um plano no espaço?”.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 5
Ilustração do modelo do problema



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

O GE foi guiado pelas seguintes etapas:

Etapa 1: Modelagem do Problema

- Identifique elementos-chave, como a localização de pontos, planos e retas perpendiculares.

Etapa 2: Execute o raciocínio analógico com base no ADZ.

- Identificar a tarefa que é análoga àquela dentro da ADZ;
- Detectar elementos ausentes no modelo de problema atual em comparação com o problema dentro do ZPD, desenhando proativamente linhas auxiliares adicionais ou determinando projeções.

Etapa 3: Verifique e apresente a solução

- Verifique novamente as etapas do raciocínio. Em seguida, apresente a solução de forma clara, lógica e convincente.

Experiência pedagógica

Orientando os alunos a dominar o problema dentro da ZAD

Com base no processo de resolução de problemas de Polya (1957) e nas características do andaime procedural, propusemos as seguintes questões norteadoras para construir o "andaime" para os alunos:

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

+ O que o problema precisa encontrar?

+ Quais informações ou suposições já foram fornecidas?

+ Como as suposições fornecidas estão conectadas para ajudar a resolver o problema?

+ Como a solução deve ser apresentada?

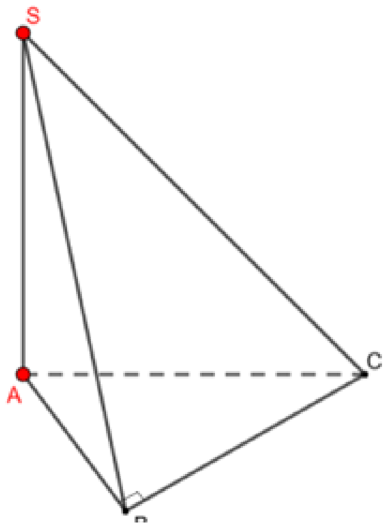
- Os alunos trabalham, trocam e discutem:

+ (P1a): O problema precisa encontrar a distância do ponto *Ca (SAB)*. O problema forneceu suposições como: um triângulo retângulo *ABC* em *B* e *SA* ⊥ *(ABC*) Partindo do pressuposto que os alunos podem estabelecer um desenho no qual existem pontos importantes a serem observados (Figura 6) que são o topo *S* da pirâmide *S.ABC*; O pé da altura *A* a partir do topo *S* é perpendicular à base (*ABC*).

A partir da suposição dada, os alunos podem deduzir que no plano *(SAB)* existem duas retas *BA* e *S* que se cruzam em *A*:

$\begin{cases} CB \perp BA \\ CB \perp SA \end{cases}$ então *CB* ⊥ (*SAB*) Portanto *d(C,(SAB))=CB.*

Figura 6
Modelo do problema P1a



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

(P1b): O problema requer encontrar a distância do ponto *A* a (*SBC*). As suposições fornecidas são: triângulo retângulo *ABC* em *B,SA* ⊥ (*ABC*), *CB* ⊥ (*SAB*).

De (P1a) podemos deduzir *CB* ⊥ (*SAB*) que (*SCB*) ⊥ (*SAB*) (Porque *CB*⊂ (*SBC*)). Foi desenhado *AH*⊥ *SB* (Figura 6) em *H*, argumentamos da seguinte forma:

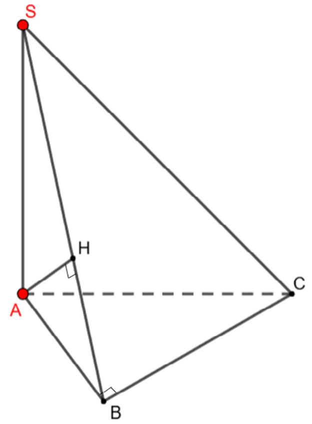
Dois aviões (*SCB)* e (*SAB*)se cruzam em *SB*e

$\begin{cases} (SCB) \perp (SAB) \\ AH \subset (SAB), AH \perp SB \end{cases}$ deduzirAH ⊥ (*SBC*).

Então *d(A,(SBC))=AH.*

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 7
Modelo do problema P1b



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

O professor ilustra a distância de um ponto *Aa* um plano (*SBC*) usando o GeoGebra para que os alunos possam ver claramente que o ponto *H* pertence a *SB.*

+ Inicie a ferramenta GeoGebra, selecione Gráficos 3D.

+ Desenhe uma pirâmide *S.ABC* com *SA* perpendicular ao plano (*ABC*) e um triângulo retângulo *ABC* em *B*

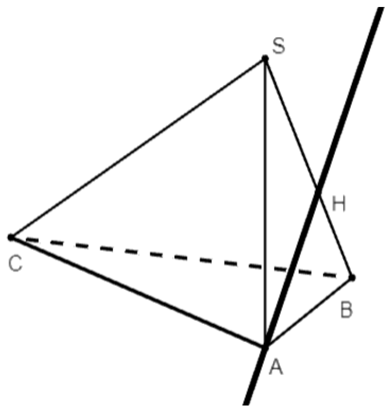
+ Selecione o comando "*Plano através de três pontos*" e selecione os pontos *S,B,C* por vez para criar um plano (*SBC*)

+ Selecione o comando "*Reta perpendicular*", selecione o ponto *A* e selecione o plano (*SBC*) recém-criado. Uma reta aparece passando por ela *A* e perpendicular a ela. (*SBC*).

+ Selecione o comando "Intersect" e selecione a linha recém-criada e a linha *SB.* O ponto de intersecção aparece, nomeie esse ponto como ponto *H.*

Os alunos observam a imagem e comentam: O ponto *H* pertence a *SB.*

Figura 8
Modelo do problema P1b



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Problemas representativos e abordagens de resolução de problemas usando a estratégia de andaimes

Problema P2: Dada uma pirâmide *S.ABC* com $SA \perp (ABC)$ Determine a distância de um ponto *C* a outro *(SAB).*

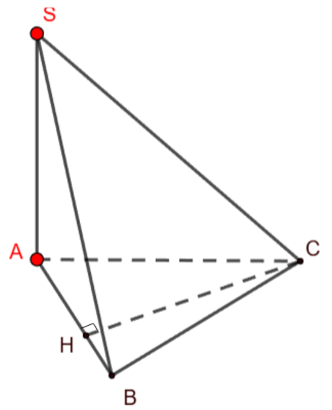
Etapa 1: Modelagem do problema

- Os alunos reconhecem a perpendicularidade de um plano e, assim, posicionam corretamente os pontos.

Etapa 2: Execute o raciocínio analógico com base no ADZ

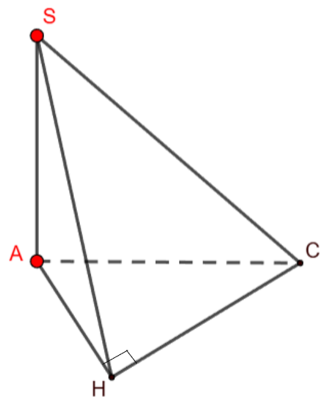
- Os alunos reconhecem a tarefa semelhante à P1a, descobrem o elemento que falta no problema P2, que é um triângulo com base não reta em A partir daí, os alunos tiveram a ideia de desenhar uma perpendicular a (Figura 9);
- Os alunos estabelecem um modelo do problema P2 correspondente ao problema P1a (Figura 11).

Figura 9
Modelo do problema P2



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 10
O modelo de problema P2 reduz-se a P1a



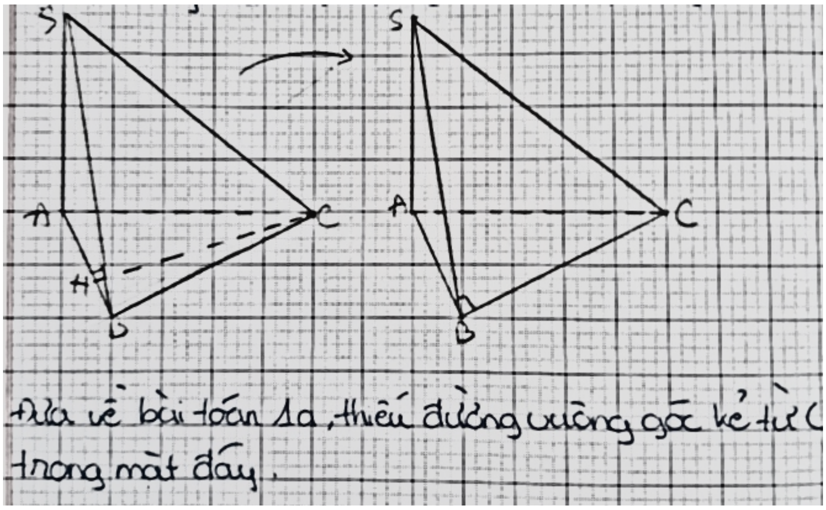
Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Os professores podem organizar os alunos em grupos para explorar modelos feitos de zinco dobrado à mão para simular pirâmides em geometria espacial. A manipulação direta do modelo ajuda os alunos a visualizar elementos-chave, como o topo, as laterais, a base e as retas perpendiculares. Essa experiência prática os ajuda a conectar o modelo físico ao modelo já dominado na ZAD. Esta é uma forma de andaime físico combinado com andaime cognitivo, criando condições favoráveis para que os alunos desenvolvam o pensamento geométrico espacial de forma mais flexível e aprofundada[1].

Figura 11

Imagem de alunos explicando como se relacionam com a ADZ



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Etapa 3: Verifique e apresente a solução

Os alunos verificam novamente por raciocínio: desenhe *CH* perpendicular a *AB*, nós *CH* também é perpendicular a *SA*. então *CH* será perpendicular ao plano *(SAB)* Então a distância de *C* para *(SAB)* é *CH.*

Após a verificação pelo raciocínio lógico, os alunos apresentam novamente a solução (Figura 12):

Em (ABC), desenho plano $CB \perp AB$ em *H.*

No plano *(SAB)* existem duas retas *SA* que *AB* se cruzam em *A:*

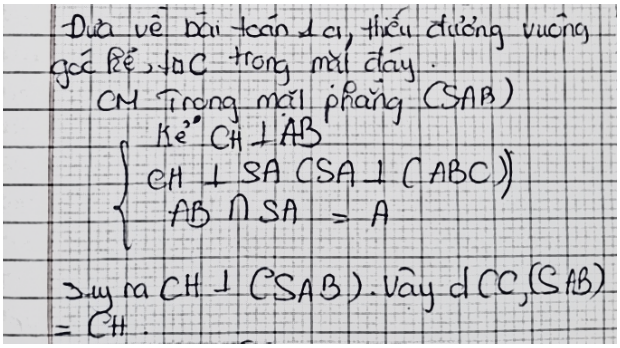
$\begin{cases} CH \perp AB \\ CH \perp SA \end{cases}$ deduzir $CH \perp (SAB)$

Portanto $d(C,(SAB))=CH$.

[1] Link do vídeo: https://drive.google.com/file/d/1ed_DGLf30ItNNYEOCWIh3mKvZpHICB9/view?usp=sharing.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 12
A imagem mostra alunos explicando como fazer algo e apresentando sua solução



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Problema P3: Dada uma pirâmide *S.ABC* com *SA* $\perp$ *(ABC).* Determine a distância de um ponto *A* a outro (*SBC*).

Etapa 1: Modelagem do problema.

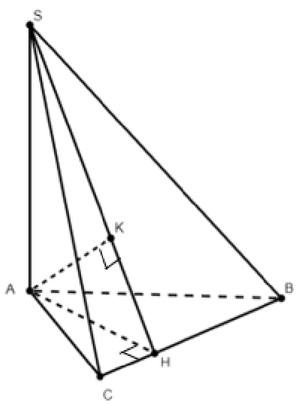
- Os alunos reconhecem a perpendicularidade de *SA* um plano, *(ABC),* colocando assim as posições corretas dos pontos *S,A,B,C.*

Etapa 2: Execute o raciocínio analógico com base no ADZ.

- Os alunos reconhecem a tarefa semelhante à P1b e descobrem o elemento que falta no problema P3, que é o triângulo da base não estar reto. *C*. A partir daí, os alunos têm a ideia de desenhar *AH* perpendiculares a *BC,* então desenhando *AK* perpendicularmente à *SH* (Figura 13).

Os alunos estabelecem um modelo do problema P3 correspondente ao problema P1b (Figura 15).

Figura 13
Modelo de problema P3

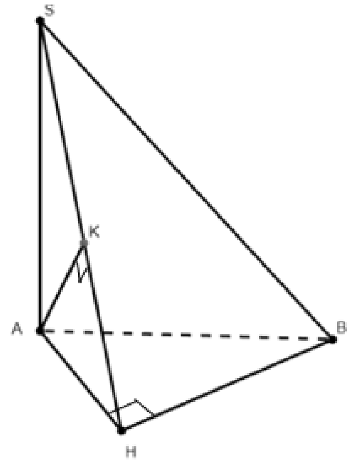


Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 14

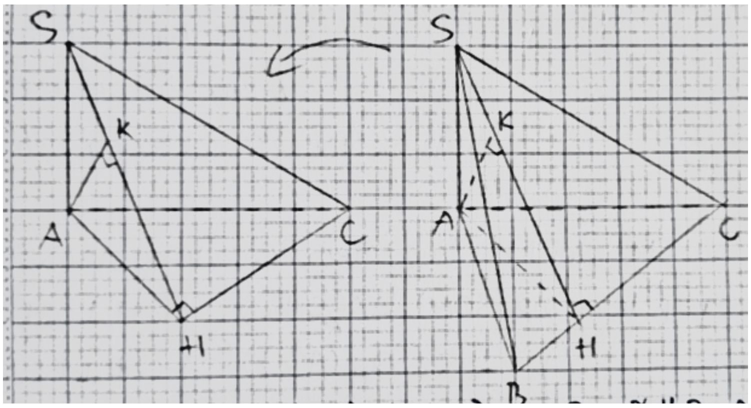
O modelo de problema P3 reduz-se a P1b



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 15

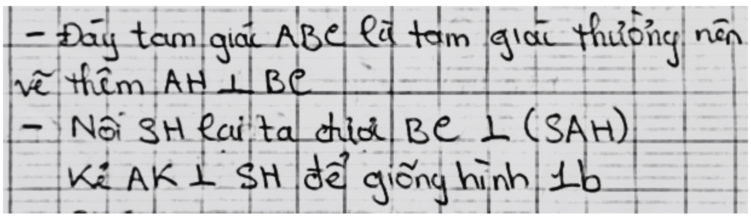
Os alunos convertem o modelo de problema P3



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 16

Imagem de alunos explicando como se relacionam com a ADZ



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Etapa 3: Verifique e apresente a solução

Os alunos verificam novamente por raciocínio: desenhe *AH* perpendicular ao *BC*, plano (*SAH*), que (*SAH*)temos *BC* também é (*SAH*), então o plano (*SAH*) é perpendicular ao plano(*SBC*).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

SH é a intersecção de dois planos(*SAH*) e (*SBC*) então a linha *AK* é perpendicular a *SH*, então *AK* é perpendicular ao plano (*SBC*). Então a distância de *A* para (*SBC*) é *AK*.

Após a verificação pelo raciocínio lógico, os alunos apresentam novamente a solução (figura 17):

- No (*ABC*), sorteio do avião $AH \perp BC$ em *H*.
- No plano (*SAH*) existem duas retas *SA* e *AH* se cruzam em *A*:

$\begin{cases} BC \perp AH \\ BC \perp SA \end{cases}$ deduzir $BC \perp (SAH)$ de modo que $(SBC) \perp (SAH)$.

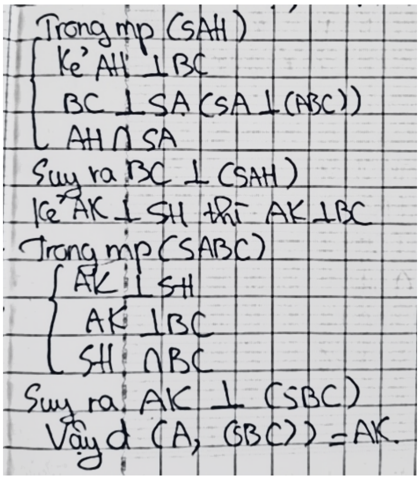
Desenhe $AK \perp SH$ em *K*, dois planos (*SBC*) e (*SAH*) interseccione-os em *SH*:

$\begin{cases} (SBC) \perp (SAH) \\ AK \perp SH \end{cases}$ deduzir $AK \perp (SBC)$.

Portanto *d(A,(SBC))=AK*.

Figura 17

A imagem mostra alunos explicando como fazer algo e apresentando sua solução



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Resultados da pesquisa pós-experimento

Resultados do inquérito sobre a motivação para a aprendizagem entre os grupos experimental e de controlo

Para avaliar a motivação dos alunos para a aprendizagem após o ensino com a estratégia de andaimes, foi desenvolvido um questionário baseado na Teoria da Expectativa-Valor de Eccles e Wigfield (2002). Esta pesquisa concentrou-se em dois componentes principais: (1) Expectativa de sucesso, que reflete o grau em que os alunos acreditam que podem concluir com sucesso a tarefa de aprendizagem; (2) Valor subjetivo da tarefa, que indica o quão

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

interessante, útil ou importante os alunos percebem o conteúdo de aprendizagem. As respostas foram medidas usando uma escala Likert de cinco pontos, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), com base nos seguintes itens:

Q1: Acredito que posso me esforçar para resolver problemas envolvendo a distância de um ponto a um plano;

Q2: Tenho interesse em aprender sobre distâncias na geometria espacial;

Q3: Acredito que as habilidades que aprendi com esta lição serão úteis na minha vida ou carreira futura;

Q4: Entender este tópico me faz sentir que estou progredindo no aprendizado de problemas de geometria espacial.

Análise de Confiabilidade

Para garantir a validade do modelo baseado em EVT, os coeficientes alfa de Cronbach foram calculados separadamente para dois construtos: expectativa de sucesso (itens Q1 e Q2) e valor subjetivo da tarefa (itens Q3 e Q4). Quando analisados separadamente (Tabela 1), o GC relatou um alfa de Cronbach de *α=.954* para expectativa de sucesso e *α=.887* para valor da tarefa. O GE relatou um alfa de Cronbach de *α=.905* para expectativa de sucesso e *α=.899* para valor da tarefa. Ao analisar ambos os grupos juntos (Tabela 2), os coeficientes de confiabilidade foram *α=.930* para expectativa de sucesso e *α=.893* para valor da tarefa. Todos os resultados estão dentro do bom nível de confiabilidade (*α>.80*) de acordo com o padrão de Nunnally e Bernstein (1994). Este método foi adotado em estudos recentes para medir construtos psicológicos, como em Nagle (2021) para medir a motivação e Hart (2023) para examinar a estrutura latente do bem-estar. Isso mostra que os itens em cada grupo de medição são consistentes com o conceito de motivação para aprendizagem, confirmando a adequação da escala para análises estatísticas posteriores.

Tabela 1
Análise de confiabilidade separada para GC e GE: Média, Desvio Padrão e coeficientes Alfa de Cronbach para dois construtos do Questionário Expectativa-Valor

Escala	Grupo	N	Significar	SD	Alfa de Cronbach
Expectativa de sucesso. P1: Acredito que posso me esforçar para resolver problemas envolvendo a distância de um ponto a um plano. P2: Tenho interesse em aprender sobre distâncias na geometria espacial.	CG	300	2.3300	.90397	.954
	EG	300	2.3500	.90751	.905

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Escala	Grupo	N	Significar	SD	Alfa de Cronbach
Valor subjetivo da tarefa. P3: Acredito que as habilidades que aprendi com esta lição serão úteis na minha vida ou carreira futura. P4: Entender este tópico me faz sentir que estou progredindo no aprendizado de problemas de geometria espacial.	CG	300	2,5567	.78879	.887
	EG	300	2.6000	.75403	.899

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Tabela 2
Análise combinada para GC e GE: Média, Desvio Padrão e coeficientes Alfa de Cronbach para dois construtos do Questionário Expectativa-Valor

Escala	N	Significar	SD	Alfa de Cronbach
Expectativa de sucesso. P1: Acredito que posso me esforçar para resolver problemas envolvendo a distância de um ponto a um plano. P2: Tenho interesse em aprender sobre distâncias na geometria espacial.	600	2.3400	.90504	.930
Valor subjetivo da tarefa. P3: Acredito que as habilidades que aprendi com esta lição serão úteis na minha vida ou carreira futura. P4: Entender este tópico me faz sentir que estou progredindo no aprendizado de problemas de geometria espacial.	600	2,5783	.77127	.893

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

As pontuações médias de motivação para aprendizagem do GE foram comparadas com as do GC usando o SPSS versão 26 para determinar a diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Para avaliar se a intervenção teve algum impacto na motivação para aprendizagem dos alunos, usamos estatísticas descritivas para comparar as pontuações médias de cada item na escala de motivação para ambos os grupos antes da intervenção. Os resultados obtidos todos os valores de Sign. foram maiores que 0,05 (Tabela 3), indicando que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Além disso, os resultados do teste de Levene foram todos maiores que 0,05, indicando que não houve diferença na variância nas respostas dos dois grupos. Em outras palavras, a motivação para aprendizagem dos dois grupos era equivalente no momento antes da intervenção, indicando que a amostra era apropriada para a condução do experimento.

Tabela 3

Resultados do teste t de amostras independentes para as questões Q1 a Q4 na pesquisa pré-intervenção

Estatísticas do grupo					
Questões	**Grupo**	**N**	**Média (M)**	**Desvio Padrão**	**Erro Padrão Médio**
Q1	CG	150	2,38	.87216	.07121
	EG	150	2,44	.86296	.07046
Q2	CG	150	2,28	.93493	.07634
	EG	150	2.26	.94429	.07710
3º trimestre	CG	150	2,44	.90101	.07357
	EG	150	2,47	.78318	.06395
4º trimestre	CG	150	2,67	.63981	.05224
	EG	150	2,72	.70375	.05746
Teste t para igualdade de médias					
Questões	**t**	**df**	**Diferença média**	**Sig. (2 caudas)**	
Q1	-.599	298	-.06000	.550	
Q2	.184	298	.02000	.854	
3º trimestre	-.342	298	-.03333	.733	
4º trimestre	-.687	298	-.05333	.493	
Teste de Levene para Igualdade de Variâncias					
Questões	**F**	**Assinatura**			
Q1	.136	.712			
Q2	.101	.751			
3º trimestre	3.042	.082			
4º trimestre	.000	.999			

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Após a implementação da estratégia de andaimes, realizamos testes t de amostras pareadas no GE para cada questão de Q1 a Q4 na escala EVT, para comparar a motivação para a aprendizagem antes e depois da aplicação da estratégia de andaimes. Os resultados mostraram um aumento significativo em todas as quatro questões da escala EVT. Além disso, os coeficientes de correlação foram todos maiores que 0,07 e o valor de $P < 0,05$. Isso indica que as pontuações médias dos fatores de motivação para a aprendizagem nos momentos pré e pós-intervenção apresentaram forte relação e mudanças significativas. Os resultados são detalhados a seguir (Tabela 4):

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

+ Q1: t(149) = -38,23; Sinal. (bicaudal) < 0,001; r = 0,809
+ Q2: t(149) = -42,38; Sinal. (bicaudal) < 0,001; r = 0,739
+ Q3: t(149) = -90,22; Sinal. (bicaudal) < 0,001; r = 0,946
+ Q4: t(149) = -40,40; Sinal. (bicaudal) < 0,001; r = 0,781

Esses resultados fornecem uma resposta à questão de pesquisa 2, afirmando que o uso de estratégias de andaimes no ensino da distância de um ponto a um plano, guiando os alunos de sua ZDP para sua ZAD, aumentou significativamente sua motivação para a aprendizagem, demonstrada por dois fatores na EVT: expectativa de sucesso e valor da tarefa (Figura 18). Esse resultado é totalmente consistente com o estudo de Puntambekar & Hubscher (2005), que afirma que o "andaime" é claramente eficaz para ajudar os alunos a lidar com tarefas complexas e apoiar a construção gradual do conhecimento.

Tabela 4
Resultados do teste t de amostras pareadas para as questões Q1 a Q4 da escala EVQ no GE antes e depois da intervenção

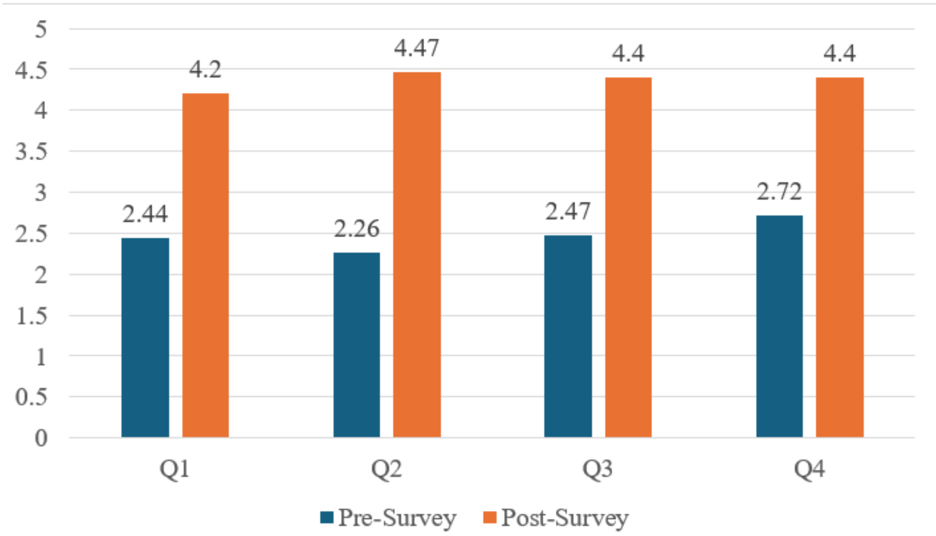
Estatísticas de amostras pareadas						
Pergunta	**Grupo**	**Significar**	**N**	**SD**		
Q1	CG	2,44	150	.86		
	EG	4.20	150	.93		
Q2	CG	2.26	150	.94		
	EG	4,47	150	.74		
3º trimestre	CG	2,47	150	.78		
	EG	4,40	150	.80		
4º trimestre	CG	2,72	150	.70		
	EG	4,40	150	.81		
Teste de amostra pareada						
Par	**Diferença média**	**SD**	**t**	**df**	**Sig. (2 caudas)**	**Correlação**
Q1	-1,76	.56	-38,23	149	.001	.809
Q2	-2,21	.64	-42,38	149	.001	.739
3º trimestre	-1,93	.26	-90,22	149	.001	.946
4º trimestre	-1,68	.51	-40,40	149	.001	.781

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 18

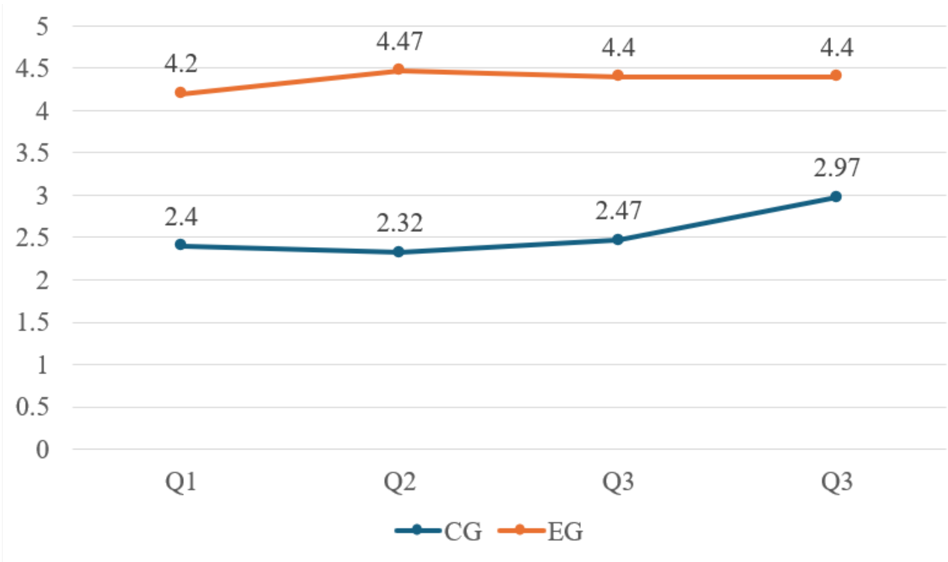
Pontuações médias de motivação para aprendizagem do Q1 ao Q4 do GE antes e depois da intervenção



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 19

Pontuações médias de motivação de aprendizagem do GC e GE após intervenção



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Além disso, os resultados da comparação das pontuações médias de Q1 a Q4 do GC e GE após a intervenção apresentaram diferenças significativas na significância estatística (Tabela 5), especificamente o valor Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05.

Tabela 5
Resultados do teste t de amostras independentes para Q1 a Q4 entre GC e GE após a intervenção

Estatísticas do grupo					
Pergunta	**Grupo**	**N**	**Significar**	**Desvio Padrão**	**Erro Padrão Médio**
Q1	CG	150	2.4000	.85922	.07015
	EG	150	4.2000	.93407	.07627
Q2	CG	150	2.3200	.87715	.07162
	EG	150	4.4667	.73882	.06032
3º trimestre	CG	150	2.4667	.90980	.07429
	EG	150	4.4000	.80268	.06554
4º trimestre	CG	150	2.9667	.69915	.05709
	EG	150	4.4000	.81100	.06622
Teste t para igualdade de médias					
Pergunta	**t**	**df**	**Diferença média**	**Sig. (2 caudas)**	
Q1	-17.370	298	-1,80000	.000	
Q2	-22.925	298	-2,14667	.000	
3º trimestre	-19.516	298	-1,93333	.000	
4º trimestre	-16.395	298	-1,4333	.000	

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Resultados da avaliação de desempenho após intervenção com a estratégia "scaffolding"

Os resultados dos testes do GC e do GE (Tabela 6) antes da intervenção foram comparados usando o software SPSS versão 26 para verificar se havia diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. As estatísticas descritivas mostram que a pontuação média do GC (M = 6,84) e a do GE (6,72) não diferiram significativamente, pois o Sign. (bicaudal) = 0,0501 > 0,05. Além disso, o Sig. = 0,317 > 0,05 no teste de Levene mostrou que não houve diferença na variância entre os dois grupos. Assim, pode-se concluir que a diferença nas pontuações médias entre os dois grupos não foi estatisticamente significativa. Ou seja, o nível dos dois grupos selecionados foi o mesmo, adequado para a condução do experimento.

Para avaliar a eficácia da intervenção, um teste de avaliação de desempenho pós-intervenção foi aplicado tanto ao GE quanto ao GC. O teste foi elaborado para avaliar a compreensão e a aplicação do conhecimento sobre distâncias entre pontos e planos em geometria espacial. Ambos os grupos de alunos receberam o mesmo problema em condições semelhantes para comparar os resultados de aprendizagem e determinar o impacto da estratégia de andaimes no desempenho na resolução de problemas geométricos. O problema foi apresentado da seguinte forma:

Tabela 6
Resultados do teste t de amostras independentes das pontuações médias do GC e GE antes da intervenção

Estatísticas do grupo				
Grupo	**N**	**Média (M)**	**Desvio Padrão**	**Erro Padrão Médio**
CG	150	6,84	1.50203	.12264
EG	150	6,72	1,58059	.12905
Teste t para igualdade de médias				
t	**df**	**Diferença média**	**Sig. (2 caudas)**	
.674	298	.12000	.501	
Teste de Levene para Igualdade de Variâncias				
F	**Assinatura**			
1.004	.317			

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Para avaliar a eficácia da intervenção, um teste de avaliação de desempenho pós-intervenção foi aplicado tanto ao GE quanto ao GC. O teste foi elaborado para avaliar a compreensão e a aplicação do conhecimento sobre distâncias entre pontos e planos em geometria espacial. Ambos os grupos de alunos receberam o mesmo problema em condições semelhantes para comparar os resultados de aprendizagem e determinar o impacto da estratégia de andaimes no desempenho na resolução de problemas geométricos. O problema foi apresentado da seguinte forma:

Problema 4: Dada uma pirâmide regular *S.ABC*, *O* é o centro do triângulo *ABC*. o centro do triângulo *O* e (*SBC*) a distância do ponto *A* ao (*SBC*).

A escala é elaborada com uma pontuação total de 10 pontos, sendo que a primeira tarefa tem a maior pontuação de 7 pontos, conforme ilustrado a seguir:

Tabela 7
Escala de notas para alunos que resolveram o problema P4

	Distância correta identificada, apresentação lógicaidentificada, apresentação lógica	**A distância correta é identificada, mas a apresentação não é logicamente coerente ou completa**	**Distância não determinada ou determinada incorretamente**
d(O,(SBC))	4,0-7,0	0-4,0	0,0
d(A,(SBC))	2,0-3,0	0-2,0	0,0

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Os resultados da análise da pontuação do teste pós-intervenção (Tabela 8) mostraram que a pontuação média do teste do grupo experimental após a intervenção (Média = 8,55) foi significativamente maior do que antes da intervenção (Média = 6,72), com Sign. (bicaudal) = 0,000 < 0,05. Além disso, o coeficiente de correlação r = 0,863 mostrou uma forte correlação entre as pontuações dos testes pré e pós-intervenção do GE. Isso comprova a questão de pesquisa (3) de que o método de ensino usando andaimes não apenas aumenta a motivação para a aprendizagem, mas também contribui para melhorar o desempenho na resolução de problemas de geometria tridimensional.

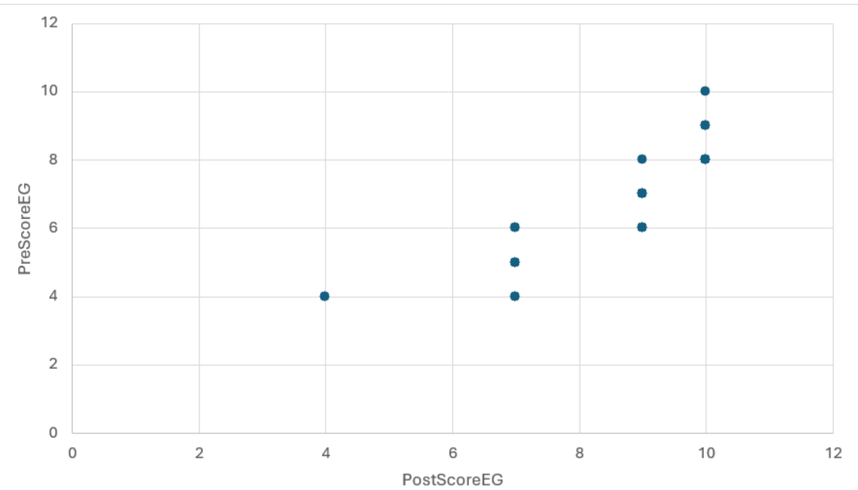
Tabela 8
Resultados do teste t de amostras pareadas das médias dos escores do GE antes e depois da intervenção

Estatísticas de amostras pareadas						
	Significar	**N**	**SD**			
Pré – Pontuação do EG	6.7200	150	1,58059			
Pós – Pontuação do EG	8.5467	150	1,57406			
Teste de Amostras Emparelhadas						
	Diferença média	**SD**	**t**	**df**	**Sig. (2 caudas)**	**Correlação**
Pré – Pontuação do EG-Pós – Pontuação do EG	-1,82667	.82533	-27.107	149	.000	.863

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Além disso, a Figura 20 mostra que muitos alunos do grupo GE melhoraram suas pontuações em comparação com o período anterior à intervenção, e nenhum aluno apresentou pontuação inferior à anterior. Isso comprova que o método de andaimes proporciona eficácia uniforme.

Figura 20
Imagem da distribuição dos resultados dos testes pré e pós-intervenção do grupo GE

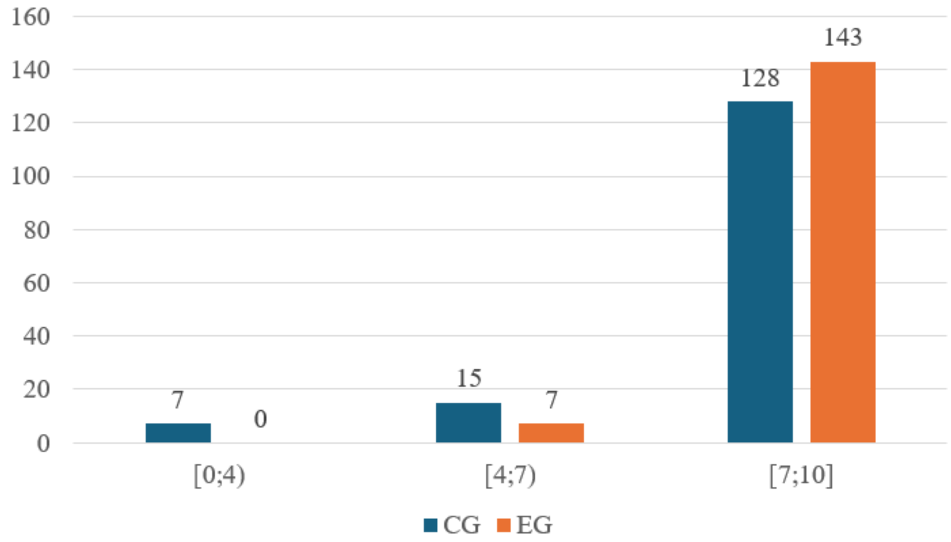


Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 21

Distribuição da pontuação do teste pós-intervenção do GC e GE



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Os resultados da distribuição da pontuação do teste pós-intervenção (Tabela 9) do GC e GE mostram uma diferença significativa. Notavelmente, no grupo GE, nenhum aluno pontuou de 0 a 4, o que mostra que 100% dos alunos do GE determinaram corretamente a distância do ponto *O* ao plano. (*SBC*), Em contraste, 7 alunos (4,67%) no GC não conseguiram identificar a distância correta do ponto *O* ao plano. (*SBC*). Com a faixa de pontuação [4; 7], o GC teve 15 alunos (10%) que determinaram a distância do ponto *O* ao plano (*SBC*), mas não apresentaram uma boa solução, no entanto, o GE teve apenas 7 alunos (4,67%). O número de alunos no GE que atingiram uma pontuação de [7-10] foi 143 alunos (95,33%) maior do que o GC com 128 alunos (85,33%), este é o nível de pontuação dos alunos que determinaram corretamente a distância do ponto *O* ao plano (*SBC*) combinada com a apresentação de uma solução precisa e lógica e a partir daí puderam determinar a distância do ponto *A* ao plano (*SBC*).

Tabela 9

Distribuição dos resultados dos testes pós-intervenção do GC e GE

Faixa de pontuação	Freqüência	
	CG	EG
[0;4)	7	0
[4;7)	15	7
[7;10]	128	143

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Além disso, os resultados do teste t de amostras independentes dos escores do teste pós-intervenção do GC e GE (Tabela 10) mostraram uma diferença significativa através do valor Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05.

Tabela 10
Resultados do teste t de amostras independentes dos escores do teste pós-intervenção do GC e GE

		Estatísticas do grupo		
Grupo	**N**	**Média (M)**	**Desvio Padrão**	**Erro Padrão Médio**
CG	150	6.4533	1,75165	.14302
EG	150	8.5467	1,57406	.12852
		Teste t para igualdade de médias		
t	df	Diferença média	Sig. (2 caudas)	
-10.887	298	-2,09333	.000	
		Teste de Levene para Igualdade de Variâncias		
F	Assinatura.			
1.699	.193			

Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Analisando o trabalho dos alunos

Seja *N* o ponto médio de *BC*. Reconhecer a perpendicularidade de *SO* e plano (*ABC*); propriedades do triângulo equilátero, *ABC*, colocando assim as posições corretas dos pontos *S,A,B,C,O,N*.

Reconhecendo que a tarefa semelhante é P1b, verificando se os elementos do problema P4 estão completos com as suposições do problema P1, então precisamos apenas traçar uma linha *OK* perpendicular a *SN*.

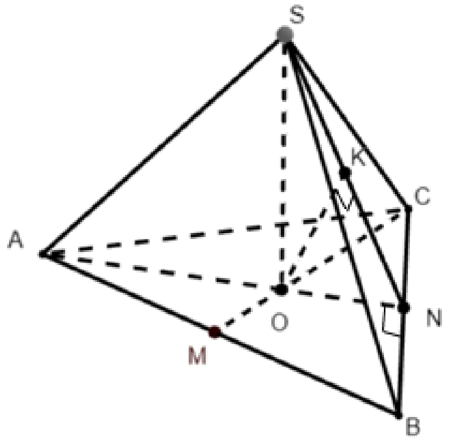
Porque *AO* intercepta o (*SBC*) plano $\frac{d(A,(SBC))}{d(O,(SBC))} = \frac{AN}{ON} = \frac{3}{1}$ em *N*

Portanto *d(A,(SBC)) = 3.d(O,(SBC)) = 3.OK*

Após avaliar o trabalho dos alunos do GE, constatamos que 100% dos alunos deste grupo concluíram a etapa 1 (Identificar corretamente a localização dos elementos-chave do problema). Com base nisso, 100% dos alunos determinaram corretamente a distância do ponto *O* ao plano. (*SBC*). Isso demonstra claramente a importância e a eficácia do método de andaime.

Figura 22

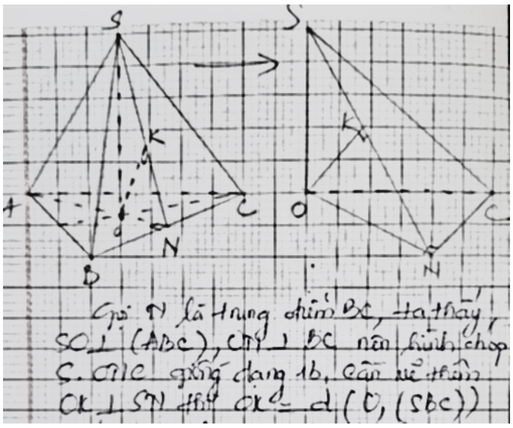
Modelo do problema P4



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 23

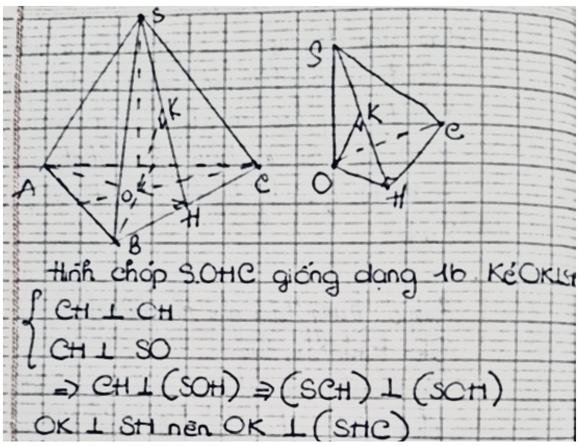
Alunos do GE explicam como determinar a distância



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 24

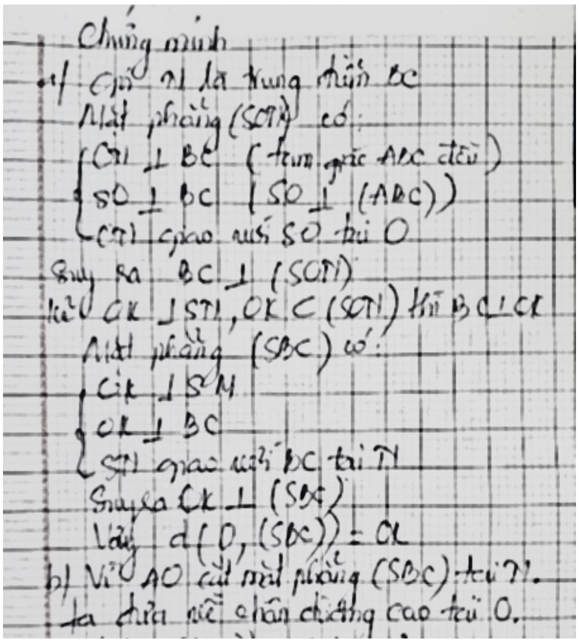
Os alunos do GE apresentam uma solução ruim



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 25
Alunos do GE apresentam uma boa solução



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

O grupo de controle seguiu o método tradicional:

Encontre o plano contendo o ponto Ode forma que o plano seja perpendicular ao plano(*SBC*). Né o ponto médio do BC. plano a ser encontrado é o plano(*SON*). Encontre a intersecção dos dois planos (*SBC*) e (*SON*).

O *O* Desenhe *OK* a perpendicular à intersecção em *K*. Então *d(O,(SBC)) = OK*.

$\frac{d(A,(SBC))}{d(O,(SBC))} = \frac{AN}{ON} = \frac{3}{1}$ Porque *AO* intercepta o plano (*SBC*) em *N*,

Portanto *d(A,(SBC)) = 3.d(O,(SBC)) = 3.OK*

Por meio dos resultados da avaliação do teste do GC, verificamos que os alunos com pontuações no intervalo (0;4) foram alunos que desenharam o modelo do problema incorretamente (Figura 27 e 28), o que levou à determinação incorreta da distância do ponto O ao plano. (SBC). Além disso, os alunos com pontuações no intervalo (4;7) não tiveram bom desempenho na apresentação lógica da solução (Figura 29).

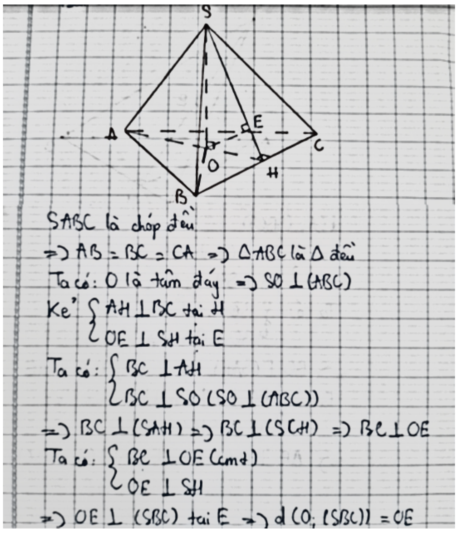
Nossa intenção pedagógica ao apresentar o problema P4 na forma de uma pirâmide triangular regular é garantir a justiça e evitar cair em uma rotina de pensamento. O modelo do problema P4 é uma pirâmide triangular equilátera projetada como um novo problema modelo que nunca foi ensinado diretamente a nenhum dos grupos. O objetivo é avaliar a capacidade dos alunos de transferir conhecimento em vez de repetir o modelo aprendido.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Especificamente, para o método tradicional, os alunos encontram um problema com uma pirâmide triangular regular, de modo que a altura da pirâmide não é mais, *SA* mas... *SO*. Isso deixa os alunos bastante confusos e perplexos ao encontrar o plano que contém *O* a perpendicular a, (*SBC*) se não forem especificamente instruídos sobre como encontrá-la e não houver uma imagem familiar que já tenham encontrado. Isso os leva a se recusarem a realizar até mesmo a primeira tarefa, tornando a segunda tarefa ainda mais vaga e difícil de determinar. Em contraste, os alunos do grupo experimental foram capazes de ativar estratégias familiares por meio de um pensamento semelhante à sua zona de desenvolvimento real. Graças à sua capacidade de reconhecer estruturas geométricas semelhantes, eles foram capazes de construir soluções mesmo diante de problemas desconhecidos, demonstrando claramente a viabilidade da estratégia de andaimes.

Figura 26

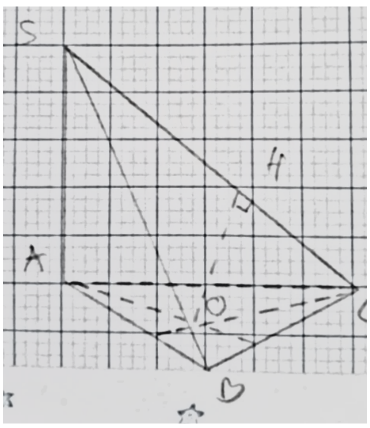
Os alunos do GC tiveram bom desempenho



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 27

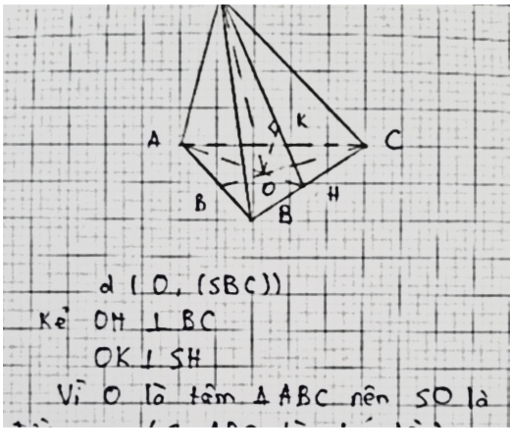
Resultados fracos dos alunos do GC



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

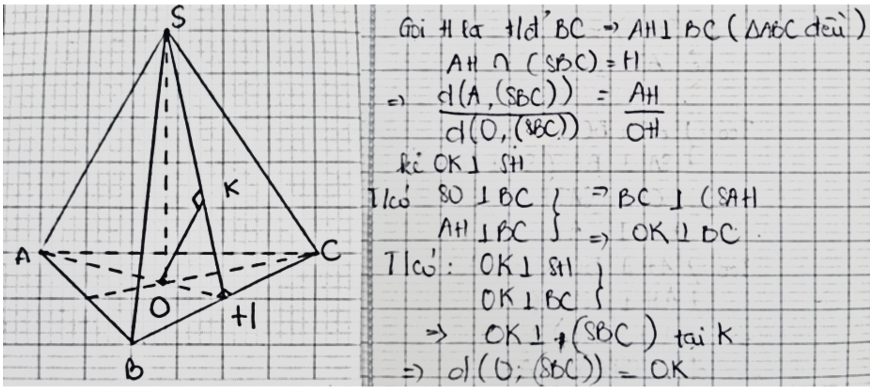
10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Figura 28
Resultados fracos dos alunos do GC



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

Figura 29
Baixa capacidade de raciocínio dos alunos do GC



Nota. Elaborada pelos autores (2025).

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Os resultados do estudo mostraram que a aplicação de estratégias de andaimes baseadas na teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky teve um impacto positivo significativo tanto na motivação para a aprendizagem dos alunos quanto no desempenho na resolução de problemas no tópico “distância de um ponto a um plano”. O ensino baseado em andaimes para a zona de desenvolvimento real (ZDA) auxiliou os alunos na resolução de problemas, guiando-os pelas etapas de modelagem do problema; execução do raciocínio analógico com base na ZDA; verificação e apresentação da solução.

Os alunos passaram de um estado de não saber como fazer algo para um pensamento autônomo, graças ao apoio orientado do professor. Especificamente, os professores podem organizar atividades usando modelos físicos (zinco), localizando elementos-chave (pontos, planos, retas perpendiculares) para os alunos explorarem por conta própria. Os resultados mostraram que os alunos do grupo experimental não apenas demonstraram maior confiança e interesse, mas também desenvolveram um pensamento sistemático e flexível para a resolução de problemas.

A diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos reforçou ainda mais a eficácia deste modelo de ensino. No ensino de geometria espacial, os professores devem integrar a estratégia de andaimes baseada na zona de desenvolvimento proximal como forma de ajudar os alunos a reduzir a carga cognitiva e desenvolver o pensamento estrutural. Os programas de formação de professores devem equipar os alunos com conhecimentos sobre como elaborar percursos de aprendizagem e construir problemas centrais adequados à ZDA dos alunos. Além disso, a integração da estrutura de expectativa-valor na avaliação regular ajudará a monitorar e promover o desenvolvimento cognitivo e emocional dos alunos de forma mais eficaz.

No entanto, este estudo foi conduzido com uma amostra de 300 alunos do 11º ano, com foco no tema da distância de um ponto a um plano em geometria espacial. Portanto, os resultados não podem ser generalizados para todas as séries, outros temas de geometria ou diferentes ambientes de aprendizagem. Estudos futuros podem ser estendidos ao tema da distância entre duas retas que se cruzam para testar a confiabilidade e a aplicabilidade do método em uma escala maior.

.

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

REFERÊNCIAS

Ames, C. (1992). *Classrooms: Goals, structures, and student motivation. Journal of Educational Psychology, 84*(3), 261–271. https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.3.261

Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education, 9*(1), 33–52. https://doi.org/10.1007/s10857-006-9005-9

Benden, D. K., & Lauermann, F. (2023). Relative importance of students' expectancy–value beliefs as predictors of academic success in gateway math courses. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1521*(1), 132–139. https://doi.org/10.1111/nyas.14961

Bomia, L., Beluzo, L., Demeester, D., Elander, K., Johnson, M., & Sheldon, B. (1997). *The impact of teaching strategies on intrinsic motivation*. ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418925.pdf

Darboe, K. (2000). *An empirical study of the social correlates of job satisfaction among plant science graduates of a Midwestern university: A test of Victor H. Vroom's (1964) expectancy theory.* Bell & Howell Information and Learning Company.

Duong, H. T., Ha, H. Q. T., Bui, P. U., & Nguyen, Q. K. (2018). Solving a mathematical problem in different ways: A case of calculating the distance from a point to a plane. *Can Tho University Journal of Science, 54*(8), 54. https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2018.038

Eccles, J. S. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives* (pp. 75–146). Freeman.

Eccles, J. S. (2006). A motivational perspective on school achievement. In R. J. Sternberg & R. F. Subotnik (Eds.), *Optimizing student success in schools with the other three Rs: Reasoning, Resilience, and Responsibility* (pp. 199–224). Information Age Publishing.

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 109–132. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology, 61*, 101859. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2024). The development, testing, and refinement of Eccles, Wigfield, and colleagues' situated expectancy-value model of achievement performance and choice. *Educational Psychology Review, 36*(2). https://doi.org/10.1007/s10648-024-09888-9

Fielding-Wells, J., O'Brien, M., & Makar, K. (2017). Using expectancy-value theory to explore aspects of motivation and engagement in inquiry-based learning in primary mathematics. *Mathematics Education Research Journal, 29*(2), 237–254. https://doi.org/10.1007/s13394-017-0201-y

Hart, P. (2023). Perceived happiness and general health: An IRT investigation. *Research in Psychology and Behavioral Sciences, 11*(2), 49–55. https://doi.org/10.12691/rpbs-11-2-3

Holton, D., & Clarke, D. (2006). Scaffolding and metacognition. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 37*(2), 127–143. https://doi.org/10.1080/00207390500285818

Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science, 326*(5958), 1410–1412. https://doi.org/10.1126/science.1177067

Lee, Y., & Song, H. (2022). Motivation for MOOC learning persistence: An expectancy–value theory perspective. *Frontiers in Psychology, 13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.958945

Manaf, L. I., Wutsqa, D. U., & Radite, R. (2024). Effectiveness of scaffolding technique in scientific learning model on students' mathematics critical thinking skills and self-regulated learning. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 16*(4). https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i4.5862

Mayerhofer, M., Lüftenegger, M., & Eichmair, M. (2024). The development of mathematics expectancy–value profiles during the secondary–tertiary transition into STEM fields. *International Journal of STEM Education, 11(*31). https://doi.org/10.1186/s40594-024-00491-6

McLeod, S. (2025). *Lev Vygotsky's sociocultural theory of cognitive development.* Simply Psychology. https://www.simplypsychology.org/vygotsky.html

Ministry of Education and Training. (2018). *General Education Program: Comprehensive Program* (Circular No. 32/2018/TT-BGDDT).

Nagle, C. (2021). Using expectancy–value theory to understand motivation, persistence, and achievement in university-level foreign language learning. *Foreign Language Annals, 54*(4), 1238–1256. https://doi.org/10.1111/flan.12569

Nam, P. S., Thai, L. H., Lavicza, Z., Schmid, A., & Houghton, T. (2024). Augmented reality as a tool to support the connection between reality and mathematical knowledge. *International Journal for Technology in Mathematics Education, 31*(3), 135–142. https://doi.org/10.1564/tme_v31.3.04

Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Phuc, N. M., & Tam, H. T. (2024). Enhancing measurement and calculation education in high school through 3D printing technology. *International Journal for Technology in Mathematics Education, 31*(3), 143–152. https://doi.org/10.1564/tme_v31.3.05

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.

Puntambekar, S., & Hubscher, R. (2005). Tools for scaffolding students in a complex learning environment. *Educational Psychologist, 40*(1), 1–15. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4001_1

Sari, I. N., Mahanal, S., & Setiawan, D. (2024). Implementation of a problem-based learning model assisted with scaffolding. B*IO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan, 6*(1), 35. https://doi.org/10.20527/bino.v6i1.17890

Sari, S. R., Wibowo, T., & Kurniasih, N. (2024). Use of scaffolding techniques in mathematical problem solving. *AURELIA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Indonesia, 3(*1), 768–775. https://doi.org/10.57235/aurelia.v3i1.1755

Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom. *Journal of Educational Psychology, 85*(4), 571–581. https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.4.571

Tran, L. T., & Nguyen, T. S. (2021). Motivation and mathematics achievement: A Vietnamese case study. J*ournal on Mathematics Education, 12(*3), 449–468. https://doi.org/10.22342/jme.12.3.14274.449-468

Tran, N. D., Tran, D. H., Nguyen, T. A., Nguyen, C., Ngo, H. L., Pham, H. Q., & Pham, T. T. (2023). *Math 11.* Vietnam Education Publishing House.

Trimurtini, T., Waluya, S. B., Sukestiyarno, Y. L., Kharisudin, I., & Nugraheni, N. (2023). Scaffolding guidelines in geometry learning. *Progress in Language, Literature and Education Research, 3*, 20–37. https://doi.org/10.9734/bpi/pller/v3/8261a

Vo, X. M., & Le, N. N. H. (2023). On the problem of calculating the distance from a point to a plane. *Dong Thap University Journal of Science, 28*, 109–116. https://doi.org/10.52714/dthu.28.10.2017.519

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes.* Harvard University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4

Waruwu, B., & Zega, C. S. (2023). The effectiveness of scaffolding model on students' conceptual understanding. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran, 6*(3), 245–250. https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/18866

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 68–81. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

10.22633/rpge.v29iesp3.20687

CRediT Author Statement

Reconhecimentos: Não.
Financiamento: Esta pesquisa não recebeu nenhum apoio financeiro.
Conflitos de interesse: Não há conflito de interesse.
Aprovação ética: O trabalho respeitou a ética durante a pesquisa.
Disponibilidade de dados e material: Os dados e materiais utilizados no trabalho não estão disponíveis publicamente para acesso.
Contribuições dos autores: 20% cada autor.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação
Revisão, formatação, normalização e tradução