



Sequência Didática Interativa e Aprendizagem Baseada em Problemas para o Ensino de Geometria com materiais manipuláveis e GeoGebra

Interactive Didactic Sequence and Problem-Based Learning for Teaching Geometry using Manipulatives and GeoGebra

Secuencia Didáctica Interactiva y Aprendizaje Basado en Problemas para la enseñanza de la Geometría con materiales manipulables y GeoGebra

Denilson Gabriel Freitas de Carvalho¹  • Massaro Victor Pinheiro Alves² 
Otávio Floriano Paulino³ 

RESUMO

O predomínio de métodos abstratos e pouco estimulantes à autonomia discente são obstáculos ao ensino dos conceitos matemáticos de geometria. Visando superar esse cenário, esta pesquisa qualitativa desenvolveu e aplicou uma Sequência Didática Interativa que integrou Aprendizagem Baseada em Problemas com materiais manipuláveis e uso demonstrativo do GeoGebra para o ensino de geometria posicional. A proposta foi aplicada em uma turma do ensino médio de uma escola pública do interior do Rio Grande do Norte. A abordagem estimula o diálogo e a autonomia do aluno e articula o conhecimento concreto com o abstrato. Os resultados indicaram que a proposta foi eficaz ao gerar engajamento e a construção de conhecimentos geométricos nos discentes, demonstrando a contribuição positiva da proposta para o ensino de geometria posicional. Como desafio, observou-se a dificuldade inicial de mobilização dos discentes, atribuída ao estranhamento das metodologias utilizadas. Aponta-se como principal limitação do estudo a necessidade de instrumentos avaliativos do conhecimento matemático formal dos discentes, o que deve ser considerado em estudos futuros.

Palavras-chave: Metodologias Ativas; Engajamento Discente; Ensino de Matemática; Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

The predominance of abstract methods that do not encourage student autonomy are obstacles to teaching mathematical concepts in geometry. Aiming to overcome this scenario, this qualitative research developed and applied an Interactive Didactic Sequence that integrated Problem-Based Learning with manipulable materials and demonstrative use of GeoGebra for teaching positional geometry. The proposal was applied in a high school class in a public school in the interior of Rio Grande do Norte. The approach stimulates dialogue and student autonomy and articulates concrete and abstract knowledge. The results indicated that the proposal was effective in generating engagement and the construction of geometric knowledge in students, demonstrating the positive contribution of the proposal to the teaching of positional geometry. As a challenge, the initial difficulty in

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia e Mestrando em Ensino no Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: denilson.carvalho@alunos.ufersa.edu.br

² Graduado em Tecnologia em Redes de Computadores, Licenciado em Docência na Educação Profissional Técnica de Nível Médio e Mestrando em Ensino no Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: victormassaro00@gmail.com

³ Graduado em Física e Matemática, Mestre em Física, Doutor em Engenharia Elétrica e Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: otavio.paulino@ufersa.edu.br

mobilizing students was observed, attributed to the unfamiliarity with the methodologies used. The main limitation of the study is the need of assessment instruments for students' formal mathematical knowledge, which should be considered in future studies.

Keywords: *Active Methodologies; Student Engagement; Mathematics Teaching; Digital Technologies.*

RESUMEN

La predominancia de métodos abstractos que no fomentan la autonomía del estudiante constituye un obstáculo para la enseñanza de conceptos matemáticos en geometría. Con el objetivo de superar esta situación, esta investigación cualitativa desarrolló y aplicó una Secuencia Didáctica Interactiva que integró el Aprendizaje Basado en Problemas con materiales manipulables y el uso demostrativo de GeoGebra para la enseñanza de la geometría posicional. La propuesta se implementó en un aula de bachillerato en de una escuela pública del interior de Río Grande do Norte. El enfoque estimula el diálogo y la autonomía del estudiante, y articula el conocimiento concreto y abstracto. Los resultados indicaron que la propuesta fue efectiva para generar participación y la construcción del conocimiento geométrico en los estudiantes, demostrando su contribución positiva a la enseñanza de la geometría posicional. Como desafío, se observó la dificultad inicial para motivar a los estudiantes, atribuida a la falta de familiaridad con las metodologías utilizadas. La principal limitación del estudio es la necesidad de instrumentos de evaluación del conocimiento matemático formal de los estudiantes, lo cual debería considerarse en estudios futuros.

Palabras clave: *Metodologías activas; Participación estudiantil; Enseñanza de las Matemáticas; Tecnologías digitales.*

1. INTRODUÇÃO

A compreensão da realidade por meio da Matemática exige um conhecimento sólido sobre seus conceitos fundamentais. No campo da geometria, essa premissa é ainda mais evidente, pois esse conhecimento está intimamente relacionado à representação do mundo físico, conforme afirma Silva e Rodrigues (2025),

A Geometria, como parte integrante da Matemática, é descrita como um corpo de conhecimentos fundamental para compreensão do mundo e participação ativa do homem na sociedade, pois facilita a resolução de problemas de diversas áreas do conhecimento e desenvolve o raciocínio. Está presente no dia-a-dia nas embalagens dos produtos, na arquitetura das casas e edifícios, na planta de terrenos, no artesanato e na tecelagem e até nos campos de futebol e quadras de esportes. Em inúmeras ocasiões, precisamos observar o espaço tridimensional para sua melhor ocupação (Silva; Rodrigues, 2025, p. 7).

A adequada compreensão de figuras e espaços depende de abstrações extraídas da realidade, o que só é possível a partir da compreensão de conceitos primitivos dessa área da Matemática, tais como ponto, reta e plano e suas posições relativas.

Apesar de seu potencial de aplicação prática, o ensino de geometria frequentemente encontra obstáculos, pois a apresentação do conteúdo pode se tornar excessivamente abstrata em métodos de ensino tradicionais que priorizam a memorização de definições e fórmulas (Gróla; Gualandi, 2023). Nessa abordagem, o discente assume um papel passivo no processo de ensino-aprendizagem, e tenta apenas absorver o que é exposto pelo professor, sem espaço para interpretar ou questionar (D'Ambrósio, 1989, apud Silva et al., 2023), limitando sua autonomia e contribuindo para o declínio do seu engajamento.

Um caminho possível para superar essa problemática é a adoção de metodologias ativas (Silva et al., 2023), como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Sequência Didática Interativa (SDI). Desse modo, a presente pesquisa enxerga a articulação dessas duas metodologias como uma abordagem singular para o ensino de Matemática, e buscou aliar o potencial investigativo da primeira com o processo colaborativo e dialógico da segunda. Esta proposta alinha-se à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pois incentiva o desenvolvimento de competências ligadas à resolução de problemas, interpretação e aplicação de conceitos matemáticos (Brasil, 2018).

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo geral avaliar os resultados e contribuições da integração da ABP em uma SDI para o ensino de geometria espacial de posição. Especificamente, objetivou-se: I - Avaliar o impacto da proposta no engajamento dos discentes e na construção do conhecimento dos conceitos geométricos básicos; e II – conhecer as potencialidades e os desafios da articulação entre as metodologias de ABP e SDI nesta aplicação.

Neste intuito, foi realizado uma intervenção em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior do Rio Grande do Norte. Além dos pressupostos das referidas metodologias, apoiou-se na utilização de materiais manipuláveis e uso demonstrativo do software GeoGebra, recursos esses que se mostraram essenciais para o desenvolvimento da proposta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A construção de conceitos geométricos envolve processos cognitivos que vão além da simples percepção das figuras, pois compreender uma configuração geométrica requer diferenciar distintas formas de apreensão: perceptiva, discursiva, sequencial e operatória, sendo esta última responsável pelos tratamentos figurais que permitem transformar e reorganizar mentalmente uma figura. Esses tratamentos são influenciados por fatores perceptivos que podem tanto favorecer quanto dificultar a análise geométrica, o que revela a complexidade envolvida na interpretação das formas. Além disso, a compreensão conceitual depende da coordenação entre diferentes registros de representação, evidenciada pela capacidade de converter espontaneamente uma representação em outra (Duval; Moretti, 2012).

Nessa perspectiva, Vergnaud (1990) discorre que o desenvolvimento de um conceito matemático exige considerar simultaneamente os planos das situações, dos significados e das representações, uma vez que não há correspondência direta entre significantes e invariantes conceituais. Assim, compreender um conceito implica identificar as tarefas cognitivas envolvidas em diferentes contextos e reconhecer os invariantes que permitem generalizar esquemas de ação para novas situações. No caso da geometria, isso significa que a aprendizagem não se limita à manipulação de figuras, mas requer a construção de esquemas que possibilitem perceber analogias, estabelecer relações e adaptar procedimentos diante da diversidade de configurações espaciais.

Diante disso, observa-se que o pensamento geométrico ocorre por níveis progressivos de complexidade cognitiva, que vão da simples visualização das figuras ao raciocínio dedutivo formal. A progressão de níveis não é automática nem determinada pela idade, mas depende das experiências de ensino que possibilitem ao aluno desenvolver estratégias adequadas ao seu modo de pensar. Outro ponto é que a ausência de sintonia entre o ensino de geometria e o nível real de desenvolvimento conceitual dos estudantes, gerando dificuldades persistentes e reforçando a

necessidade de práticas pedagógicas que considerem os modos de raciocínio próprios de cada nível (Kaleff et al., 1994).

Em termos mais amplos, observa-se que as pesquisas sobre ensino de geometria têm se organizado em torno de cinco eixos principais: pensamento e práticas geométricas, conteúdos e tópicos, formação de professores, argumentação e prova, e uso de ferramentas digitais. Nessa agenda, ganham destaque o desenvolvimento do raciocínio espacial, o papel de desenhos, da linguagem oral e escrita e de ambientes dinâmicos de geometria na sustentação de processos de visualização, modelagem e prova, reforçando que os processos cognitivos envolvidos na construção de conceitos geométricos são indissociáveis das práticas e dos recursos mobilizados em sala de aula. Ao mesmo tempo, persiste uma tensão entre a relevância da geometria na pesquisa e sua perda de espaço em alguns currículos, o que sugere a necessidade de aproximar, de forma mais sistemática, os resultados das investigações acadêmicas das práticas efetivas de ensino (Jablonski; Ludwig, 2023).

No plano empírico, observa-se que o avanço no pensamento geométrico está ligado à possibilidade de os alunos articularem ações de construção com explicações sobre os procedimentos que realizam. Tarefas sequenciadas que exigem justificar por que uma construção “funciona” favorecem a identificação de invariantes e o refinamento de esquemas de raciocínio, permitindo que os estudantes passem de respostas baseadas em tentativa e erro para formas mais conscientes de controle conceitual das propriedades geométricas (Deniz; Kabaël, 2020).

Com base nesse quadro teórico e empírico sobre o pensamento geométrico, torna-se relevante discutir metodologias de ensino capazes de mobilizar e potencializar esses processos cognitivos, em particular a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Sequência Didática Interativa (SDI), articuladas ao uso de materiais manipuláveis e de softwares de geometria dinâmica, como o GeoGebra.

A ABP, também conhecida como Problem-Based Learning (PBL), tem como premissa a apresentação de uma situação problema a ser interpretada e discutida com o objetivo de ensinar um conteúdo por aprendizado autodirigido (Barbosa; Moura, 2013; Paulino; Oliveira, 2023). Segundo Ribeiro (2008), essa metodologia não é nova, mas ganhou mais notoriedade a partir de sua sistematização pela escola de Medicina da Universidade de McMaster, quando passou a ser adaptada para várias áreas do conhecimento. Na ABP, o processo de ensino-aprendizagem é centrado no discente, que é incentivado a desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes de forma autônoma e colaborativa (Borochovicius; Tassoni, 2021). Essa centralidade no estudante dialoga diretamente com as demandas cognitivas da aprendizagem geométrica, que exige exploração ativa, formulação de hipóteses e validação de argumentos.

Nessa metodologia, a situação problema é apresentada no início do estudo, para direcionar, motivar e focar a aprendizagem, o que a diferencia de outras metodologias problematizadoras (Klein; Ahlert, 2020). Por isso, exige do professor uma nova postura, mais complexa, de mediar discussões, manter grupos focados, motivar os discentes e estimular o pensamento, a observação e o raciocínio (Barbosa; Moura, 2013). No ensino de geometria, em especial da geometria posicional, essa mediação é essencial para que os estudantes relacionem representações gráficas, materiais manipuláveis e registros digitais, como aqueles produzidos em ambientes de geometria dinâmica.

As etapas de aplicação da ABP podem variar de acordo com o nível e tipo de ensino, área do conhecimento e objetivos de aprendizagem (Barbosa; Moura, 2013). Contudo, para ser considerada

ABP, a proposta deve englobar cinco elementos principais, segundo Ribeiro (2008): a) problema da vida real, precedido da discussão teórica; b) demanda por um processo formal de solução de problemas; c) trabalho em grupo; d) estudo autorregulado e autônomo; e) favorecimento da integração de conhecimentos. Ainda segundo o autor, os ganhos de aprendizagem associados à ABP podem decrescer à medida em que os modelos se afastam do formato original. No entanto, esta característica confere à ABP uma flexibilidade de planejamento que será explorada neste trabalho por meio de sua integração em uma Sequência Didática Interativa (SDI) voltada ao ensino de geometria posicional com materiais manipuláveis.

A SDI é uma metodologia de ensino fundamentada no círculo hermenêutico-dialético, cujo principal objetivo é promover a aprendizagem de conceitos de forma colaborativa e dialógica. Para isso, a SDI estrutura o processo de ensino-aprendizagem como uma atividade interativa, não apenas entre professor e discentes, mas também entre os próprios educandos, visando a sistematização de novos saberes (Oliveira, 2010). Quando associada à ABP, a SDI fornece uma estrutura processual para que os problemas iniciais sejam retomados e ressignificados nas diferentes etapas de discussão e síntese, favorecendo a construção coletiva de significados geométricos.

Segundo Oliveira (2010), uma SDI é estruturada em algumas fases principais, que conduzem os discentes da externalização de seus conhecimentos prévios à sistematização de um novo conceito, como pode ser visualizado no Quadro 1.

Quadro 1: Ações e objetivos nas fases de uma Sequência Didática Interativa

Fase	Ação Principal	Objetivo
Fase 1: Síntese Inicial	Discentes registram ideias individualmente e, em seguida, criam uma síntese em pequenos grupos.	Externalizar os conhecimentos prévios e iniciar a colaboração.
Fase 2: Socialização	Um representante de cada grupo leva a síntese da sua equipe para um "grupo de líderes".	Centralizar e socializar as diferentes concepções elaboradas pela turma.
Fase 3: Síntese Final	O grupo de líderes cria uma definição final. O professor discute o processo e apresenta o conceito científico.	Construir um conhecimento coletivo e unificado, e conectá-lo ao saber científico.

Fonte: Oliveira (2010), elaborado pelos autores (2025).

Desse modo, conforme Oliveira (2010) e Barbosa et al. (2023), as etapas de uma SDI consistem, inicialmente, no registro individual pelos discentes de sua concepção sobre um determinado tema ou conceito apresentado pelo professor. Depois, formam-se grupos para compartilhar as ideias individuais e construir uma síntese preliminar. Cada grupo escolhe um líder que será responsável por levar a síntese de seu grupo para uma discussão mais ampla, no grupo de líderes, que elabora uma síntese final, integrando as contribuições de todos os grupos originais. Por último, o professor assume um papel de mediador e realiza o encerramento da atividade, apresentando o conhecimento científico de maneira dialógica, estabelecendo conexões com o conhecimento construído pelos discentes.

A SDI não representa um modelo rígido e fechado; pelo contrário, sua natureza como um processo dialético pressupõe e incentiva a flexibilidade, permitindo que a ferramenta seja moldada conforme as necessidades de cada aplicação, atendendo tanto aos objetivos específicos do educador (Oliveira, 2010) quanto à realidade concreta da sala de aula (Barbosa et al., 2023). Essa característica garante que a ferramenta seja eficaz na construção de conhecimento nos mais diversos cenários educacionais, o que a torna particularmente adequada para integrar ABP, materiais manipuláveis e recursos

tecnológicos, como o GeoGebra, no ensino de geometria posicional. Optou-se, neste artigo, por apresentar essa fundamentação teórica em um único bloco textual, sem subdivisão em subtópicos, de modo a evidenciar a continuidade entre os diferentes referenciais mobilizados.

3. METODOLOGIA

A pesquisa consistiu na aplicação de uma proposta didática em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública estadual em tempo integral, localizada no interior do Estado do Rio Grande do Norte - Brasil. Para isso, um dos professores de Matemática da escola concedeu sob solicitação de um dos pesquisadores, três aulas da disciplina de Matemática em uma turma do segundo ano. Para estruturar a proposta, elaborou-se o plano de aula apresentado no Quadro 2.

O tema da aula foi geometria espacial de posição, escolhido em consonância com o livro didático da turma. Diante deste tema, o objetivo foi apresentar os conceitos de ponto, reta e plano, bem como algumas de suas posições relativas. Para isso, partiu-se da questão problema: "Por que mesas de três pernas não balançam?".

Este problema é baseado no axioma da geometria espacial que diz que três pontos não colineares determinam um único plano. Portanto, para responder ao problema adequadamente, em associação à Matemática, os discentes precisavam compreender os conceitos de ponto, reta, plano, e conhecer a definição das posições relativas entre eles.

Quadro 2: Plano de Aula SDI + ABP utilizado neste trabalho

Conteúdo/Tema:	Geometria espacial de posição.
Objetivo:	Trabalhar a conceito de ponto, reta e plano e suas posições relativas no espaço.
Tempo necessário:	3 (três) aulas de 50 min cada.
Recursos:	Livro didático, fichas de resposta, cartolina, palitos de churrasco, cola quente, barbante, projetor multimídia, software GeoGebra.
Etapa 0 – Apresentação da Metodologia da Aula:	O professor apresentará a metodologia da aula para os discentes para que todos entendam o que será desenvolvido, focando nas etapas e não no aporte teórico utilizado.
Etapa 1 - Resolução individual do problema:	Passo 1 – O professor apresentará o problema para a turma: "Por que mesas de três pernas não balançam?" Passo 2 – Construção das respostas individuais.
Etapa 2 - Resolução do problema em grupos:	Passo 3 – Os discentes formam grupos e constroem uma nova resposta para a questão-problema. Para isso, devem realizar discussões, construir uma maquete representando o problema e consultar o livro didático.
Etapa 3 – Síntese global:	Passo 4 – Os discentes devem escolher um líder para o grupo. Passo 5 – Os líderes se reúnem para elaborar uma nova resposta a partir da discussão das respostas dos grupos. Os demais discentes se reúnem em um grupo e, mediados pelo professor, dialogam sobre as respostas individuais e produzir uma nova resposta.
Etapa 4 – Apresentação das respostas:	Passo 6 – O grupo de líderes apresenta a síntese global construída.
Etapa 5 - Explicação do conteúdo pelo professor pesquisador:	Passo 7 – O professor explica a solução do problema através de uma aula expositiva com GeoGebra, buscando estabelecer conexões com as respostas dos discentes.

Avaliação:	Assiduidade e participação nas atividades; proximidade das respostas à resposta correta; detalhamento das respostas, estando corretas ou não; qualidade da construção das maquetes; quantidade e qualidade do diálogo entre os discentes.
-------------------	---

Fonte: autoria própria (2025).

Conforme descrito no plano de aula, a Etapa 0 consistiu na explicação da metodologia utilizada na aula para os discentes. Esta etapa teve o objetivo de esclarecer aos discentes a metodologia a ser utilizada na aula, diferente das que estão acostumados, evitando que se sentissem desmotivados conhecer aquela prática. Ademais, visto que são metodologias que fogem do ensino tradicional, podem gerar estranhamento nos discentes, que por sua vez podem achar que aquilo não tem importância para o aprendizado ou não tem relação com a disciplina.

A Etapa 1, consistiu na resolução individual do problema, e foi dividida em dois passos. O passo 1 foi a apresentação do problema, que ocorreu com a distribuição e leitura da ficha de resposta que continha um enunciado, a questão problema e um espaço para resposta. Ressalta-se que a inclusão de um enunciado na questão problema teve o objetivo único de situar o problema por meio de uma pequena história, elaborada por Sousa (2011):

Em um domingo qualquer, eu estava almoçando e algo me incomodava. Toda vez que alguém se apoiava sobre a mesa, ela pendia para um lado e retornava a sua posição quando esta pessoa se afastava dela, e esse processo se repetia diversas vezes. Até então, eu estava conformado em saber que "coisas" caem, $1+1=2$ e mesas balançam, mas isso mudou quando me deparei com uma mesa bem peculiar, ela tinha apenas três pernas. No momento, eu me questionei sobre a firmeza daquela mesa. Ora, se uma mesa com quatro pernas balança, então, esta com três deve desabar se colocarmos algo sobre ela, mas para a minha surpresa a mesa não balançou quando coloquei um objeto sobre ela e achei incrível este fato. Me perguntei no mesmo instante: Por que mesas de três pernas não balançam? (Sousa, 2011, on-line).

No passo 2, foi estabelecido um tempo de 5 minutos para os discentes responderem à ficha de forma individual, aberta e de acordo com seus conhecimentos prévios. O pesquisador explicou que eles poderiam apontar explicações, ou mesmo questionamentos, mas que isso deveria ser feito da forma mais detalhada possível.

Na etapa 2, os discentes dividiram-se em grupos pequenos, conversaram sobre suas respostas individuais e elaboraram uma resposta coletiva, sintetizada de acordo com o entendimento do grupo. Os grupos consultaram o livro didático de Matemática (Dante; Viana, 2020) no capítulo sobre geometria espacial de posição.

Concomitantemente, construíam maquetes de mesas com três pernas que representavam a situação problema. Desse modo, à medida em que liam e interpretavam o problema, deveriam abstrair a situação e representá-la concretamente por meio de maquetes, em modelos livres, isto é, baseados na concepção e imaginário dos discentes. Para isso, utilizaram materiais manipulados como palitos de churrasco, barbante, cola quente e cartolina, fornecidos pelo professor pesquisador. Dessa forma, construíram diferentes modelos de mesas com três pernas, utilizando os palitos para a construção das pernas, a cartolina para o tampo da mesa, e a cola e barbante para unir estas partes.

Esta etapa associou-se à ABP ao permitir a investigação de soluções para o problema apresentado e a consulta ao conhecimento formal e científico. Foi importante para que os discentes conseguissem visualizar o problema concretamente, concebendo seus diferentes pontos de vista, além de estimular o trabalho em grupo, autonomia e criatividade.

Na Etapa 3, cada um dos grupos menores indicaram um líder, que formaram um grupo de líderes com a tarefa de sintetizar as respostas dos grupos menores em uma resposta global. Enquanto isso, os demais discentes formaram um outro grupo, para discutir as respostas individuais e elaborar uma outra resposta global. Este segundo grupo foi mediado pelo pesquisador, que organizou a ordem de fala dos discentes: os discentes A1 até An foram questionados em ordem crescente de numeração se concordam com a resposta dada pelo colega anterior. Por exemplo: “discente A2, você concorda com a resposta do discente A1? Por que?”. Enquanto isso, um outro discente registrava os principais pontos discutidos em uma ficha.

Na Etapa 4, o grupo de líderes sintetizou e apresentou para a turma a resposta global construída por eles, explicando como chegaram àquela conclusão. A outra resposta global, elaborada pelo grupo da turma, não foi apresentada da mesma forma como a resposta dos líderes, pois o objetivo de desenvolvê-la foi averiguar o conhecimento da turma, ao mesmo tempo em que ocupava os estudantes que não faziam parte do grupo de líderes.

Na etapa 5, uma aula expositiva foi ministrada pelo pesquisador. Esta etapa ocorreu cinco dias após as outras quatro primeiras etapas. O pesquisador sintetizou as respostas dadas pelos discentes, apresentando um quadro resumo e discutindo as respostas elaboradas por eles. Em seguida, discutiu os conceitos de ponto, reta e plano, transportando a noção intuitiva para as características das maquetes construídas pelos discentes, que além de estarem expostas fisicamente sobre uma mesa, também foram reproduzidas virtualmente por um dos pesquisadores no software GeoGebra.

Em razão do tempo disponibilizado pelo professor titular para implementação da proposta didática, a metodologia não incluiu a construção das maquetes no GeoGebra pelos alunos. No entanto, essa ferramenta foi de suma importância na etapa expositiva da proposta, pois os modelos virtuais 3D permitiram ao professor-pesquisador apresentar mais claramente a analogia da mesa, destacando-se os pontos, retas e planos, bem como suas posições relativas através dos modelos virtuais que delimitavam visualmente esses conceitos, conforme apresentado nas Figura 4 e Figura 5. Segundo a BNCC (Brasil, 2018), quando bem utilizados, esses recursos podem contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem.

A avaliação dos discentes foi realizada com base nos critérios estabelecidos no plano de aula (Quadro 2). A análise foi estruturada para avaliar duas dimensões principais. Primeiramente, para mensurar o engajamento na atividade, observaram-se: a assiduidade e participação nas atividades; a qualidade das maquetes construídas; e a frequência e qualidade do diálogo entre os grupos. Em segundo lugar, para verificar a construção dos conceitos matemáticos, foram analisados: a acurácia das respostas e o nível de detalhamento apresentado por eles. Os resultados da avaliação são apresentados e discutidos adiante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Resultados serão relatados em subseções correspondentes às etapas do plano de aula apresentado no Quadro 2.

4.1. Apresentação da metodologia da aula

A etapa zero consistiu na apresentação da metodologia da aula aos 18 discentes presentes. Inicialmente, registrou-se uma aparente falta de interesse por parte da turma, manifestada por

conversas paralelas e certa dispersão dos estudantes. Esse comportamento inicial era esperado, pois a aula foi conduzida por um professor/pesquisador externo, e não pelo professor titular da turma, com o qual os discentes possuíam maior familiaridade, embora o mesmo estivesse presente durante toda a atividade. No entanto, apesar da dispersão inicial, houve adesão integral dos discentes, que participaram de todas as etapas subsequentes.

4.2. Resolução individual do problema

Nesta etapa foi entregue a cada discente uma ficha contendo o problema e o espaço para resposta. Após a apresentação do problema à turma, através da leitura da ficha, os discentes foram orientados a responderem a ficha individualmente, sem conversar entre si, conforme orientado por Oliveira (2010). Porém, alguns discentes não seguiram as orientações e conversaram durante esta etapa, o que pôde ser percebido pela existência de respostas demasiadamente semelhantes entre aqueles que estavam sentados próximos um do outro, como pode ser observado nas respostas dos discentes A1, A2, A3 e A4, e A10 e A11, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Respostas individuais dos discentes à questão problema “Por que uma mesa de três pernas não balança?”

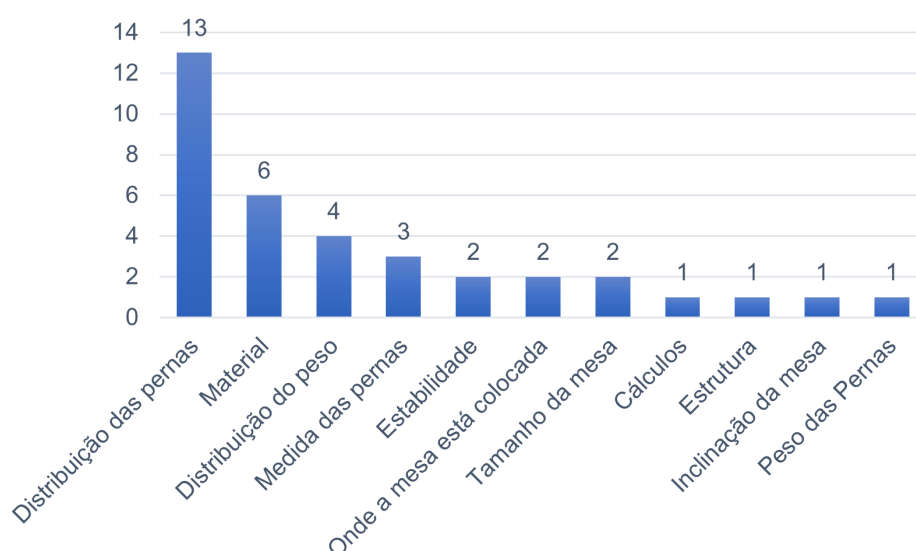
Discente	Resposta individual
A1	“Depende muito do material, da estrutura e de como as pernas estão sendo distribuídas”.
A2	“Depende do material, a forma como as pernas estão distribuídas”.
A3	“Depende do material e da distribuição das pernas”.
A4	“Depende da estabilidade que há nesta mesa”.
A5	“Acho que depende do tamanho da mesa ou o peso também das duas pernas que podem ser iguais tipo de frente e frente ou pode depender do material da mesa”.
A6	“Porque elas são feitas calculadamente para conseguirem se manter em pé”.
A7	“Acho que seja pelas pernas “centralizadas” ao meio da mesa”.
A8	“Porque as três pernas da mesa fazem meio que um triângulo e assim deixando a mesa parada quando colocado algo adere a mesa. Também tem a medida das pernas que tem que ser iguais para não ficar balançando e tem o material que foi feito e o chão onde foi colocado”.
A9	“Acho que de alguma forma a mesa fica bem distribuída”.
A10	“O peso da mesa está distribuído”.
A11	“Não sei, mas acho que pode ser talvez devido a inclinação da mesa, ou até mesmo pelo tamanho de cada perna, como por exemplo largura, a mesa com 4 pernas pode ter caído também por terem pernas maiores que as outras”.
A12	“Depende da posição das pernas na mesa de 4 pernas, ou onde a mesa está colocada”.
A13	“Depende do tamanho da mesa em si, pois se a mesa for maior que as pernas dela, iria balançar. Também se as pernas da mesa não forem muito finas, porque se for dessa maneira, a mesa balançaria”.
A14	“Depende da forma que as pernas da mesa foram colocadas. Por exemplo, se fossem colocadas como um ‘triângulo’ ficaria firme e com boa estrutura – estável”.
A15	“Porque ela não possui a mesma instabilidade”.
A16	“Porque o peso está melhor distribuído”.
A17	“Eu acho que por conta dos ângulos das pernas da mesa faz com que fique melhor para colocar certos tipos de materiais em cima”.
A18	“Por causa que as três pernas são colocadas em pontos estratégicos e com melhor apoio”.

Fonte: autoria própria (2025).

Enfatizou-se para a turma que não existiam respostas corretas ou incorretas e que eles podiam apontar explicações, questionamentos e mesmo seu entendimento sobre o assunto, e que deveriam fazê-lo detalhadamente. Contudo, a maioria das respostas individuais apresentou pouco detalhamento, sendo os discentes A5, A8, A11, A13, A14 e A17 os que desenvolveram melhor seu raciocínio, conforme mostrado no Quadro 3.

Para melhor sistematizar as respostas individuais, foram identificadas e extraídas palavras e ideias-chave, contabilizadas e apresentadas no Gráfico 1, no qual é possível perceber que a causa mais apontada pelos discentes para o fato de a mesa de 3 pernas não balançar é a “distribuição das pernas”. Contudo essa “distribuição” não é detalhada na maioria das respostas, sendo mais evidente na explicação de A8, A14 e A17, que mencionam o ângulo entre as pernas e a possibilidade delas formarem um triângulo. Esses conceitos, apesar de não se conectarem diretamente ao tema da aula, foram utilizados durante a parte expositiva da proposta intuindo a observação das posições relativas entre as pernas.

Gráfico 1: Contagem de palavras-chave identificadas nas respostas individuais dos alunos.



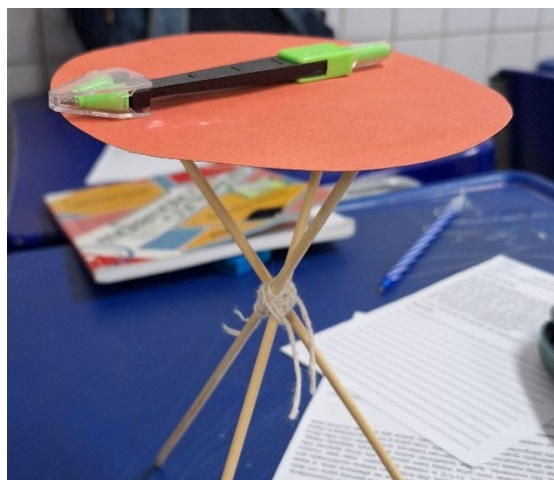
Fonte: autoria própria (2025).

Percepções voltadas à Matemática do problema podem ser percebidas quando os discentes apontam o tamanho e a inclinação da mesa (A11, A13 e A18), possíveis cálculos realizados (A6) e a medida das pernas (A8 e A11). Esta última está fortemente relacionada à explicação do problema, sendo a resposta de A11 a que mais se aproximou da resposta esperada, ao dizer que “a mesa com 4 pernas pode ter caído também por terem pernas maiores que as outras”, porém, não foi detalhada pelos discentes.

Outros discentes elencaram: o material, a distribuição do peso, a estabilidade e a superfície sobre a qual a mesa era colocada, demonstrando que os discentes interpretaram o problema sob uma perspectiva mais voltada aos fenômenos físicos, dispensando as explicações Matemáticas. Este aspecto ficou evidente durante a construção das maquetes, quando os discentes, por iniciativa própria, experimentaram colocar objetos sobre as mesas para testar sua estabilidade e resistência, conforme mostrado na Figura 1. Isto evidencia a possibilidade da proposta integrar conteúdos relacionados à Física e até à Química dos materiais, discutindo os conceitos de estabilidade,

distribuição de forças e resistência e características físico-químicas dos materiais, demonstrando o caráter interdisciplinar da proposta apontado por Ribeiro (2008).

Figura 1: Discentes testam a estabilidade da sua maquete de mesa de três pernas colocando um objeto sobre ela



Fonte: autoria própria (2025).

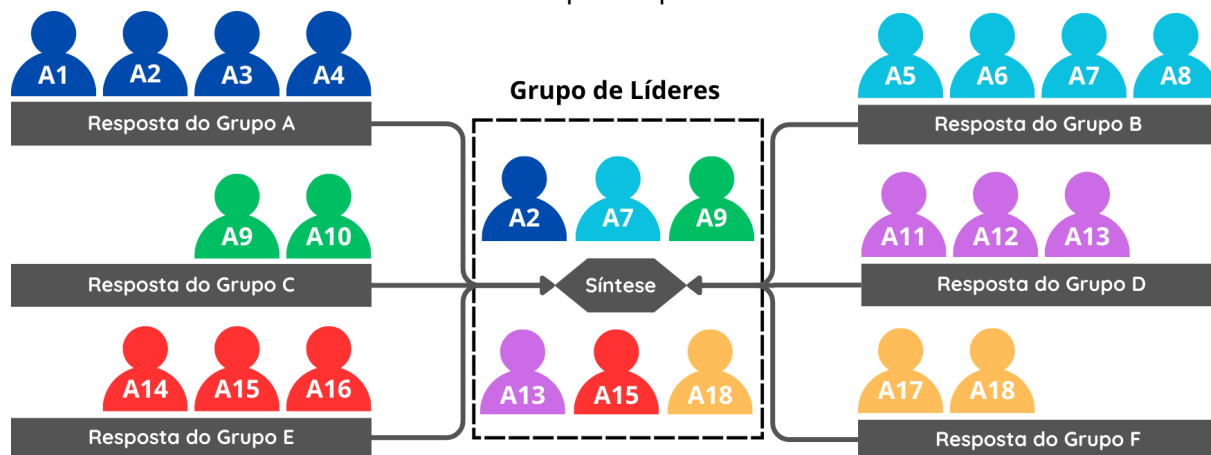
Outro ponto, existiram respostas muito curtas ou pouco detalhadas, que não demonstram muitos argumentos. Por exemplo, os discentes A4, A9 e A15 apresentaram respostas muito genéricas e que não apontam para uma explicação do problema apresentado. Acredita-se que isto ocorreu devido à dificuldade dos discentes em expressarem seu pensamento por meio da escrita, algo que é contornado nas etapas seguintes, com a construção das maquetes, que permitiram uma forma diferente dos discentes se expressarem, e do trabalho em grupo, que permite a socialização dos discentes e o debate de ideias.

Do ponto de vista da aprendizagem conceitual, as respostas individuais, embora pouco detalhadas em sua maioria, já indicam aproximações iniciais às ideias próprias da geometria posicional. Termos como “distribuição das pernas”, “triângulo”, “ângulos” e “medidas iguais” revelam que alguns estudantes recorreram, ainda que de forma intuitiva e não formalizada, a noções de estabilidade associadas à disposição espacial das pernas e à igualdade de comprimentos. Esses elementos, quando retomados nas etapas seguintes da SDI, constituíram um repertório importante para a construção posterior dos conceitos de ponto, reta e plano, bem como de suas posições relativas. Nesse sentido, tais produções podem ser compreendidas como indícios de esquemas em construção, orientados por invariantes operatórios ligados à estabilidade e à forma (Vergnaud, 1990), e de tratamentos figurais ainda intuitivos sobre a situação-problema (Duval; Moretti, 2012).

4.3. Resolução do problema em grupos

Na Etapa 3, os 18 discentes foram instruídos a se dividirem em seis grupos de três integrantes, visando uma distribuição homogênea da turma. Contudo, a orientação não foi seguida pelos discentes, mesmo após reiterados pedidos do professor pesquisador e do professor titular. Desse modo, para garantir a execução da atividade, permitiu-se uma formação alternativa, com grupos com dois, três e quatro integrantes, apresentada na Figura 2.

Figura 2: Esquematisação da divisão de grupos seguindo o fluxograma da construção da resposta-síntese à questão problema



Fonte: autoria própria (2025)

Em seguida, os grupos desenvolveram a resposta coletiva, uma tarefa que envolvia tanto a fundamentação teórica quanto a investigação prática dos conceitos. Para a teoria, os discentes consultaram o livro didático sobre geometria espacial (Dante; Viana, 2020). Para a prática, construíram maquetes representativas da mesa de três pernas, utilizando cartolina, palitos de churrasco, cola quente e barbante.

Os discentes mostraram-se especialmente engajados na construção das maquetes, evidenciando-se a potencialidade do trabalho em grupo e da prática com materiais manipulados para a investigação do problema. Em contrapartida, o livro didático foi pouco utilizado, fato evidenciado pela ausência de aprofundamento teórico nas respostas dos grupos, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4: Respostas dos grupos à questão problema

Grupo A	"Pela posição e a forma como estão distribuídas. Segundo o livro, isto ocorre porque quando temos três pontos não colineares, existe um único ponto que passa pelos três".
Grupo B	"Acreditamos que seja pelo material, piso do chão, pela distância entre as suas pernas e por formar uma espécie de triângulo".
Grupo C	"Por que a mesa fica bem distribuída com três pernas".
Grupo D	"Depende do tamanho e formato da mesa, o lugar onde as pernas estão posicionadas também é importante, a forma triangular é uma das melhores, e a altura das pernas também precisa ser igual".
Grupo E	Depende da forma que as pernas da mesa foram colocadas. Por exemplo, se fossem colocadas como um 'triângulo' ficaria firme e com boa estrutura – estável. Também porque ela não possui a mesma instabilidade, e porque o peso está melhor distribuído.
Grupo F	"Nós achamos que por causa dos ângulos das pernas da mesa faz com que tenha um pouco mais de estabilidade".

Fonte: autoria própria (2025).

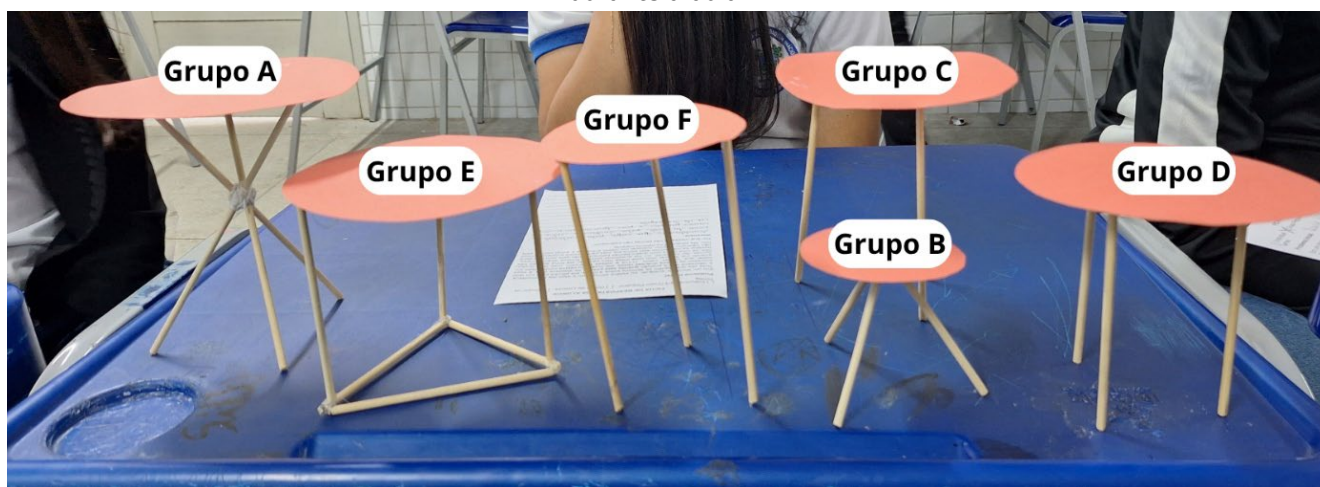
Apenas o Grupo A apresentou resposta diretamente relacionada à geometria de posição, aproximando-se da explicação esperada para o problema, e equivocando-se apenas na segunda sentença da resposta, ao trocarem o termo "plano" por "ponto", isto é, enquanto o enunciado do livro apresenta o axioma "Três pontos não colineares determinam um único *plano*" (Dante; Viana, 2020, p. 68, Grifo nosso), o Grupo A escreveu "[...] Segundo o livro, isto ocorre porque quando temos três pontos não colineares, existe um único *ponto* que passa pelos três" (Discentes do Grupo A).

Os demais grupos apresentaram respostas que mesclavam os apontamentos individuais de forma sintética, e não apontavam novas informações que indicassem a utilização do livro didático. Desse modo, apesar do professor assumir o papel de mediador das discussões, incentivar à consulta ao livro didático para estimular o estudo autônomo e autorregulado do discente (Ribeiro, 2008; Barbosa; Moura, 2013), estes não investigaram o problema de forma aprofundada a partir do conhecimento teórico-científico, como é esperado na ABP.

O “balançar da mesa” foi entendido de formas diferentes pelos discentes. O objetivo da analogia com a mesa é que a mesa de quatro pernas balançava verticalmente pois existia uma perna com medida diferente das demais. Enquanto isso, os discentes compreenderam que o balançar poderia estar relacionado com a falta de estabilidade que a mesa apresentava quando tinha pernas muito longas ou quando o peso que estava sobre ela era mal distribuído, ocasionando uma falta de estabilidade horizontal. Isso se refletiu nas maquetes produzidas e na resposta do grupo de líderes, que será discutida adiante.

Os discentes construíram uma variedade de modelos de mesas de três pernas, como pode ser observado na Figura 3. Considera-se este um ponto positivo para a prática, pois demonstrou as diferentes formas como os discentes interpretaram e imaginaram a situação-problema, não os limitando à um formato pré-definido, mas que foi abstraído. Portanto, sob esta pluralidade de formas de pensar, demonstra-se a importância de se estimular a autonomia do discente na interpretação, representação e resolução de problemas.

Figura 3: Maquetes de mesas de três pernas produzidas pelos discentes utilizando materiais manipuláveis durante a aula.



Fonte: autoria própria (2025).

O Grupo A propôs uma mesa formada por pernas reversas, unidas por um barbante em um ponto; o Grupo B, construiu uma mesa com pernas coincidentes em um único ponto pertencente ao tampo da mesa e com as outras extremidades tocando o plano de apoio; os Grupos C, D e F construíram mesas com pernas paralelas, dispostas em pontos que formavam um triângulo com o tampo e com o plano de apoio; e o Grupo E uma mesa que continha um triângulo em sua base, formado pela união das pernas paralelas por outras três retas/palitos. Estas informações foram exploradas na Etapa 5 discutida adiante.

4.4. Síntese global⁴

Na Etapa 4 da SDI ocorreu a síntese global das respostas pelo grupo de líderes. A resposta apresentada pelo grupo de líderes foi:

Chegamos na conclusão de que as medidas das pernas e da base devem ser equilibradas. E de como o estado do chão está para receber a mesa, pois em um piso torto a mesa iria balançar. A mesa mais estável dos grupos foi a do grupo de Maria, devido a posição das pernas. (Grupo de líderes)

Esta resposta enfatizou a medida das pernas como fator determinante para a mesa não balançar, além da necessidade de um piso de apoio plano. É interessante notar que a resposta do Grupo A, que mais se aproximou da resposta esperada, não foi incluída na resposta final. Isto evidencia que os discentes não identificaram a explicação adequada da questão/problema. Contudo, citaram a mesa do Grupo B como a mais estável, seguindo uma linha de raciocínio que de fato foi seguida pelos discentes: pernas mais curtas, com medidas iguais e distribuídas adequadamente são características de uma mesa estável e equilibrada. Esta observação está correta, mas não inclui os conceitos matemáticos de ponto, reta e plano, como era esperado.

Enquanto o grupo de líderes estava reunido, o professor/pesquisador mediu o grupo formado pelos discentes da turma que não compunham o grupo de líderes. Um discente ficou responsável por escrever os principais pontos discutidos e, ao final, foi elaborada uma nova resposta. Segundo os discentes, “o peso da mesa foi distribuído e por esse motivo ela fica estável. Depende do material utilizado, cálculos que serão feitos e posição que os ‘pés’ serão colocados”.

Como pode ser observado na resposta, mesmo com o debate de ideias com todos os discentes⁴, não ocorreu uma resposta que se aproximasse do assunto estudado. Os discentes reproduziram os resultados da etapa de grupos e individual, com pouco detalhamento e sem refletir sobre os aspectos matemáticos do problema.

4.5. Explicação do conteúdo pelo professor pesquisador

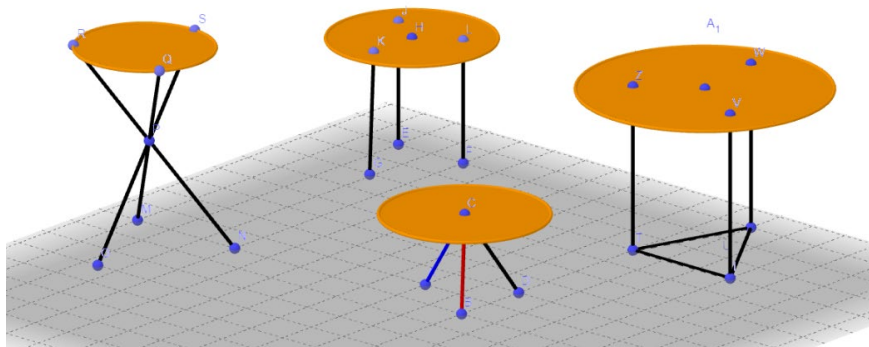
Nesta última etapa, o professor/pesquisador conduziu uma aula expositiva sobre geometria espacial de posição: ponto, reta e plano, e posições relativas. A aula foi iniciada com a apresentação das respostas dos discentes, sendo enfatizada a resposta que mais se aproximou da resposta esperada, mas sem identificar os discentes.

Em seguida o professor/pesquisador apresentou os conceitos de ponto, reta e plano, e fez a analogia com a mesa de três pernas. A partir das maquetes construídas pelos discentes, explicou que as pernas da mesa correspondem a retas e semirretas, os pés ou as extremidades de cada perna, seriam pontos, e a região onde a mesa está apoiada bem como o tampo da mesa correspondem a planos. O pesquisador evidenciou aos discentes a presença destes elementos em todas as mesas construídas.

Para que a apresentação se tornasse mais dinâmica e os discentes pudessem visualizar mais claramente onde se situavam os pontos, retas e planos das mesas, foi apresentada uma representação 3D das mesas através do GeoGebra, mostrada na Figura 4.

⁴ Exceto os discentes que compunham o grupo de líderes.

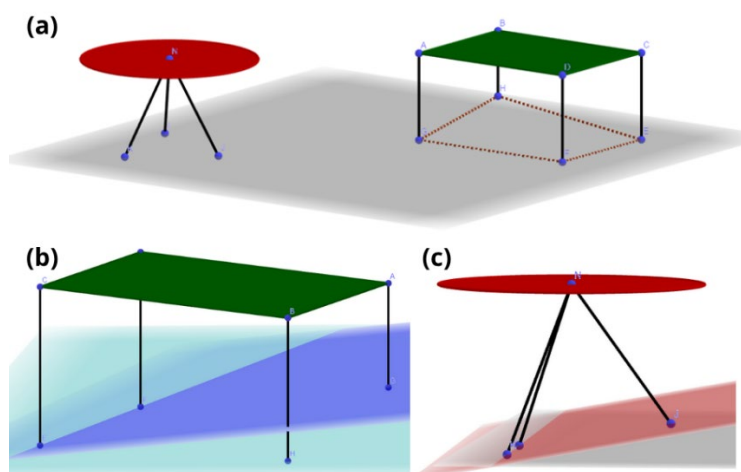
Figura 4: Construção gráfica em 3D com GeoGebra das maquetes dos discentes⁵



Fonte: autoria própria (2025)

Elaborou-se as projeções 3D mostradas na Figura 5. Este segundo esquema apresenta uma mesa de quatro pernas, e outra de três pernas, correspondente ao modelo do Grupo B, classificado pelo grupo de líderes como o mais “estável”. Neste caso, o GeoGebra permitiu demonstrar o que acontece quando definimos planos diferentes a partir dos pés das mesas, e como as mesas estariam apoiadas caso os planos fossem inclinados, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: Construção Geométrica da mesa do Grupo B e de uma mesa de 4 pernas qualquer no GeoGebra⁶



Fonte: autoria própria (2025).

Dessa forma, os discentes perceberam que a mesa de quatro pés balança porque seus pés, quando pertencentes a pernas com medidas diferentes, determinam diferentes planos em sua base (Figura 5b), enquanto os pés da mesa de três pernas determinam um único plano, onde a mesa está sempre apoiada independente da medida das suas pernas ou da inclinação do plano (Figura 5c).

O tempo de aula transcorrido na etapa 5 foi de 50 minutos, suficientes para ministrar todo o conteúdo planejado: entes primitivos da geometria: ponto, reta e plano; posições relativas: ponto e reta; ponto e plano; posições relativas de pontos no espaço; posições relativas de duas retas distintas no espaço; determinação de um plano; posições relativas de dois planos distintos no espaço; posições relativas de uma reta e um plano;

Todos esses pontos foram explicados a partir de analogias feitas entre as mesas construídas pelos discentes e os modelos 3D do GeoGebra.

⁵ Disponível em: <https://www.geogebra.org/classic/e4f6rzru>

⁶ Disponível em: <https://www.geogebra.org/classic/uhp3q5w>

4.6. Avaliação

A avaliação dos discentes ocorreu a partir de cinco critérios: C1 - Assiduidade e participação nas atividades; C2 – proximidade da resposta fornecida em à resposta esperada; C3 - detalhamento das respostas; C4 - qualidade da construção das maquetes; C5 – quantidade e qualidade do diálogo entre os discentes.

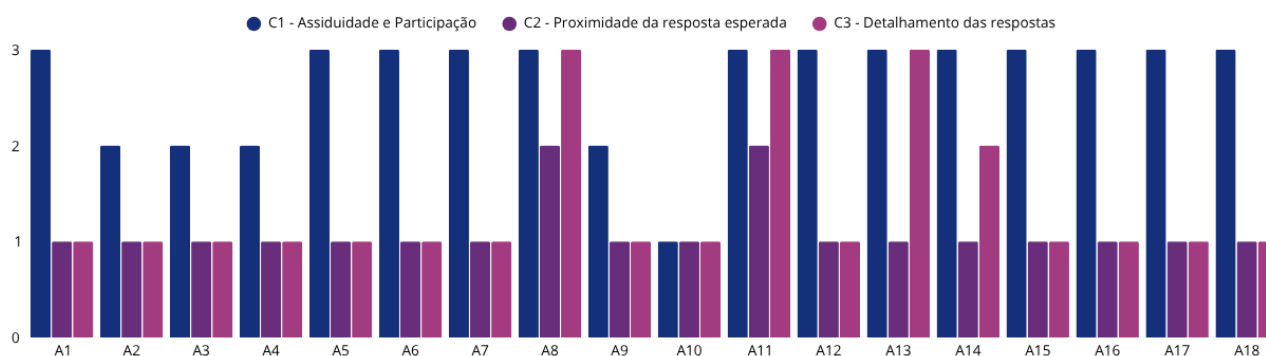
A avaliação individual compreendeu os critérios C2 e C3 (verificados na Etapa 1) e o critério C1 (verificado continuamente em todas as etapas). Por sua vez, a avaliação em grupo, realizada na Etapa 2, baseou-se nos critérios C4 e C5, além de uma nova aplicação dos critérios C2 e C3 no contexto do trabalho coletivo. Para cada critério, foi atribuída uma pontuação em uma escala de 0 a 3, representando os níveis de desempenho: 0 (insatisfeito), 1 (parcialmente insatisfeito), 2 (parcialmente satisfeito) e 3 (totalmente satisfeito).

A partir dos resultados da avaliação individual, apresentados na Gráfico 2, é possível perceber que os discentes participaram de forma satisfatória das atividades, com exceção do discente A10 que optou por não interagir.

Na avaliação do critério C2, observou-se que apenas os discentes A8 e A11 obtiveram um desempenho parcialmente satisfatório, pois ambos apresentaram soluções que se aproximaram da abordagem Matemática esperada, relacionada à medição das pernas da mesa. Os demais discentes apresentaram respostas que se distanciaram de observações Matemáticas e se aproximaram de fenômenos físicos, como discutido anteriormente. Essas respostas, embora distintas da perspectiva Matemática, são consideradas válidas no contexto da atividade, onde os discentes têm de usar inicialmente apenas seus conhecimentos prévios. Além disso, indicam que eles têm percepções distintas do problema, que podem gerar discussões interessantes na etapa de investigação e debate dos grupos.

A avaliação do critério C3 revelou que a maioria dos discentes apresentou respostas com baixo nível de detalhamento, recebendo a pontuação 1. Entretanto, 1 (um) discente atendeu de forma parcialmente satisfatória ao critério C3 e 3 (três) atenderam satisfatoriamente. Duas hipóteses principais são levantadas para explicar o baixo detalhamento nas respostas. A primeira é uma possível dificuldade dos discentes em estruturar e articular suas ideias de forma escrita para responder à questão. A segunda é a possibilidade de inibição ou receio em expor um raciocínio que considerassem incorreto, mesmo diante da garantia do pesquisador de que todas as respostas eram válidas.

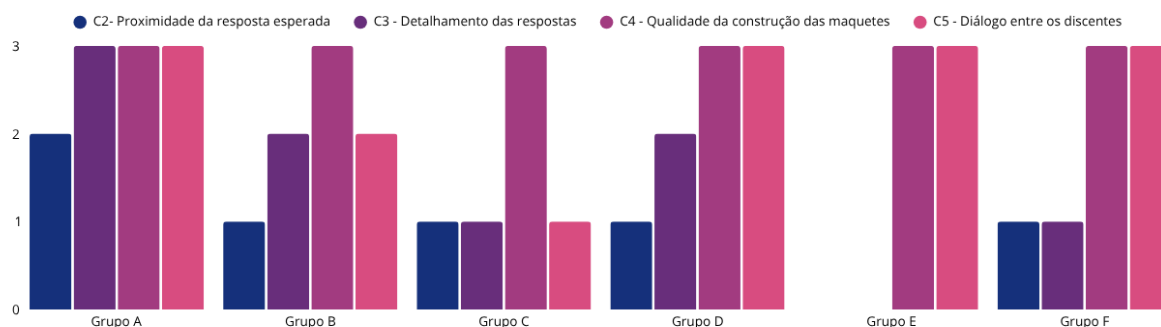
Gráfico 2 - Pontuações obtidas pelos discentes na avaliação individual segundo os critérios C1, C2 e C3



Fonte: autoria própria (2025).

O Gráfico 3 apresenta as notas obtidas pelos grupos na Fase 2, segundo os critérios C2, C3, C4 e C5.

Gráfico 3 - Pontuações obtidas pelos discentes na avaliação dos grupos segundo os critérios C2, C3, C4 e C5



Fonte: autoria própria (2025).

Diante dos critérios de avaliação estabelecidos para os grupos constatou-se que o diálogo entre os discentes ocorreu de forma satisfatória, em qualidade e quantidade, excetuando-se o grupo C. Ademais, as respostas apresentaram maior detalhamento em comparação às respostas individuais, demonstrando a importância da socialização de ideias. Por último, a qualidade de construção das maquetes foi satisfatória para todos os grupos, o que reflete a diligência e o engajamento dos discentes na tarefa e constata o potencial positivo do uso dos materiais manipulados na proposta.

Considerando em conjunto as avaliações individuais e em grupo, é possível identificar indícios qualitativos de aprendizagem conceitual. Ao longo das etapas, os estudantes passaram de explicações predominantemente apoiadas em aspectos físicos (material, peso, “equilíbrio” da mesa) para justificativas que mencionam explicitamente a forma triangular, a posição relativa das pernas e a igualdade de medidas, aproximando-se da ideia de que três pontos não colineares determinam um único plano.

Além disso, nas discussões mediadas pelo professor e na aula expositiva com o GeoGebra, os discentes foram capazes de reconhecer, em suas próprias maquetes, exemplos de pontos, retas e planos, indicando uma reorganização qualitativa de seus esquemas de interpretação da situação-problema em direção aos conceitos formais trabalhados na intervenção. Esse deslocamento, de respostas centradas em características perceptivas para argumentos baseados em propriedades e relações, sinaliza um avanço nos níveis de pensamento geométrico e na coordenação de registros de representação discutida (Duval; Moretti, 2012; Kaleff *et al.*, 1994).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou o impacto de uma Sequência Didática Interativa no engajamento de estudantes do Ensino Médio em geometria posicional, frente ao desafio das abordagens pedagógicas excessivamente abstratas. Para isso, foi desenvolvida e aplicada uma intervenção que integrou ABP e à SDI, utilizando materiais manipuláveis e o software GeoGebra. A análise, conduzida como um estudo qualitativo com 18 discentes, focou nas potencialidades e nos desafios da proposta.

Os resultados demonstram que a abordagem foi eficaz na promoção do engajamento e na construção dos conceitos matemáticos pelos discentes. A participação ativa, a diligência na resolução das tarefas e a comunicação entre os pares, especialmente durante a construção das maquetes, foram evidências claras desse sucesso. Tal fato ressalta o potencial dos materiais manipuláveis e da estrutura dialógica

da SDI para estimular a investigação e a autonomia dos estudantes. O GeoGebra, apesar de não utilizado diretamente pelos discentes, assumiu uma importância significativa na representação dos conceitos matemáticos durante a aula expositiva, permitindo que o professor manipulasse e demonstrasse visualmente as propriedades geométricas estudadas nos objetos.

Ademais, a natureza do problema proposto revelou um potencial multidisciplinar para a abordagem, que poderia articular diferentes áreas do conhecimento como, neste caso, Matemática, Física e Química, ao ser possível trazer discussões sobre distribuição de forças, resistência e características físico-químicas dos materiais, por exemplo.

Como principal desafio, notou-se a dificuldade inicial em mobilizar os discentes para participar ativamente da aula. Isto foi atribuído à pouca familiaridade da turma com a metodologia e com o professor-pesquisador, sugerindo-se que a adoção mais frequente de metodologias ativas pelos professores titulares nas aulas de Matemática pode mitigar este estranhamento e incentivar a participação ativa do aluno. Diante disso, é importante que o professor adote uma postura favorável ao diálogo e ao papel autônomo do discente, ao mesmo tempo em que haja com firmeza ao orientar os estudantes a percorrerem todas as etapas das atividades propostas, cuja complementaridade é essencial para o processo de aprendizagem.

Ainda que a proposta tenha sido concebida prioritariamente para promover engajamento e investigação, a análise das produções escritas, das maquetes e das interações em grupo permite identificar evidências qualitativas de aprendizagem conceitual em geometria posicional. A progressiva incorporação de ideias relacionadas à formação de planos, à distribuição de pontos no espaço e à relação entre estabilidade e disposição das pernas da mesa sugere que a articulação entre ABP, SDI, materiais manipuláveis e GeoGebra favoreceu a participação ativa e a reorganização dos esquemas dos estudantes em direção aos conceitos de ponto, reta, plano e posições relativas, em sintonia com os objetivos da intervenção. Esse movimento vai ao encontro do que defendem Oliveira (2010) e Barbosa *et al.* (2023) sobre o potencial da SDI, especialmente quando articulada à ABP, para favorecer a reconstrução coletiva de conceitos a partir de situações-problema e de diferentes registros de representação.

Quanto as limitações do estudo, a análise da construção dos conhecimentos matemáticos formais representa uma oportunidade para expansão. Investigações futuras devem incluir a análise e resolução de problemas matemáticos ao final da sequência didática, oferecendo um caminho para avaliar objetivamente a efetividade da proposta em relação à consolidação conceitual pelos estudantes.

Por último, por se tratar de um estudo com uma amostra restrita de participantes, os resultados não são generalizáveis. Desse modo, pesquisas futuras devem aprimorar esta proposta ao replicar sua aplicação com um número de estudantes maior e mais diversificado, como de turmas ou escolas diferentes, o que permitirá o estudo da reprodutibilidade e escalabilidade, bem como a validação dos resultados de aprendizagem desta abordagem pedagógica.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O pesquisador dirige seus agradecimentos à direção e ao corpo docente da escola pela receptividade. Estende-se o reconhecimento ao professor de matemática, pela colaboração, e de forma especial aos estudantes do 2º ano B, cuja participação voluntária e acolhedora tornou esta investigação possível.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013. DOI: 10.26849/bts.v39i2.349.

BARBOSA, João Justino; SANTOS, Andressa Rodrigues dos; ARAÚJO, Monica Lopes Folena; OLIVEIRA, Maria Marly de. Desafios na utilização da Sequência Didática Interativa por professores de ciências. **Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. e23010, 2023. DOI: 10.20873/riecim.v3i1.17972.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, Elvira Cristina Martins. Aprendizagem Baseada em Problemas: uma experiência no Ensino Fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, p. e20706, 2021. DOI: 10.1590/0102-469820706.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. [Online] Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 9 de Julho de 2025.

DANTE, Luiz Roberto; VIANA, Fernando. **Matemática em contextos: geometria plana e geometria espacial**. São Paulo: Ática, 2020.

DENIZ, Ömer; KABAE, Tangül. Investigation of Sixth-Grade Students' Cognitive Processes in a Learning Trajectory Designed for Basic Geometric Constructions. **TED EĞİTİM VE BİLİM**, 30 dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15390/eb.2020.9328>. Acesso em: 14 nov. 2025.

DUVAL, Raymond; MORETTI, T. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: revista eletrônica de educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 266, 13 dez. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 14 nov. 2025.

GRÓLA, Mara Gaspar; GUALANDI, Jorge Henrique. O ensino de geometria e o desenvolvimento do pensamento geométrico: um mapeamento de pesquisas realizadas no estado do Espírito Santo. **TANGRAM - Revista de Educação Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 63–99, 2023. DOI: 10.30612/tangram.v6i1.16883.

JABLONSKI, Simone; LUDWIG, Matthias. Teaching and Learning of Geometry—A Literature Review on Current Developments in Theory and Practice. **Education Sciences**, v. 13, n. 7, p. 682, 4 jul. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci13070682>. Acesso em: 14 nov. 2025.

KALEFF, Ana Maria Martensen Roland; HENRIQUES, Almir de Souza; REI, Duke Monteiro; FIGUEIREDO, Luiz Guilherme. Desenvolvimento do pensamento geométrico – o modelo de Van Hiele. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 9, n. 10, p. 21–30, 1994. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10671/>. Acesso em: 14 nov. 2025.

KLEIN, Niumar André; AHLERT, Edson Moacir. Aprendizagem Baseada em Problemas como Metodologia Ativa na Educação Profissional. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, RS, v. 11, n. 4, 2019. DOI: 10.22410/issn.2176-3070.v11i4a2019.2398.

OLIVEIRA, Maria Marly. Sequência Didática Interativa no ensino de ciências. In: Anais do **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, São Cristóvão, Sergipe 2010.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PAULINO, Otávio Floriano; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Discutindo o Movimento Uniformemente Variado através da Aprendizagem Baseada em Problemas. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, RS, v. 15, n. 4, 2023. DOI: 10.22410/issn.2176-3070.v15i4a2023.3513.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na educação em Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23–32, 2008.

SILVA, Elidio José Santana; RODRIGUES, Rochelande Felipe. Uma investigação histórica do Ensino de Geometria no Brasil. **Revista Baiana de Educação Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. e202519, 2025. DOI: 10.47207/rbem.v6i1.22604.

SILVA, João Vitor da; SILVA, Everton Lira da; SILVA, Vinícios Avelino da; NETO, João Ferreira da Silva. O Uso de Metodologias Ativas no Ensino de Matemática: o que dizem as pesquisas brasileiras. **Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 20, n. 01, p. e023113, 2023. DOI: 10.37001/remat25269062v20id494.

SOUSA, Diego. Por que uma mesa com três pernas não balança? Blog Giga Matemática, 2011. Disponível em: <https://gigamatematica.blogspot.com/2011/10/por-que-uma-mesa-com-tres-pernas-nao.html>. Acesso em: 21 de maio de 2025.

VERGNAUD. Gérard. **La théorie des champs conceptuels**. Recherches en Didactique des Mathématiques, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

Submissão: 30/09/2025

Aceito: 21/11/2025