



RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E GAMIFICAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA COMPREENDER O VOLUME DOS CORPOS REDONDOS NO ENSINO MÉDIO

PROBLEM SOLVING AND GAMIFICATION: STRATEGIES FOR UNDERSTANDING THE VOLUME OF ROUND BODIES IN HIGH SCHOOL

DOI: 10.5281/zenodo.19102854



Soyan Patrícia Ferreira Mendes¹

Gleidson Pinheiro Azevedo²

Edcarlos Vasconcelos da Silva³

Adriano Socorro de Souza Vaz⁴

Simone de Almeida Delphim Leal⁵

Neylan Leal Dias⁶

RESUMO

Este artigo analisa os efeitos da gamificação e da resolução de problemas, fundamentada nos quatro passos de George Pólya, como estratégias didáticas para o ensino do volume de corpos redondos (cone, cilindro e esfera) no Ensino Médio. A proposta está alinhada à BNCC e às habilidades do ENEM, visando uma aprendizagem matemática mais significativa e contextualizada. A pesquisa, de abordagem quali-quantitativa, foi realizada com 35 alunos da Escola Estadual Nancy Nina da Costa,

1 Mestrado Profissional em Matemática – Profmat. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. E-mail: soyanpaty@hotmail.com

2 Mestrado Profissional em Matemática – Profmat. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. E-mail: gleidsonaze@gmail.com

3 Doutorado em Saúde Pública - Fundação Osvaldo Cruz – FIOCRUZ. E-mail: edcarlos.vasconcellos@unifap.br

4Doutorado em Educação – Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UNIRIO. E-mail: adrianossvaz100478@gmail.com

5 Doutorado em Modelagem Computacional - Laboratório Nacional de computação Científica – LNCC. E-mail: leal@unifap.br

6 Mestrado em Matemática Aplicada e computacional - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. E-mail: neylanmatematico@gmail.com

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.3 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





em Macapá (AP), por meio de uma intervenção pedagógica com oficinas, materiais concretos, questões do ENEM, jogos interativos e avaliações diagnóstica e pós-intervenção. Os resultados apontaram melhoria significativa na aprendizagem e motivação. Na avaliação diagnóstica, 27 alunos desconheciam o conteúdo, revelando lacunas conceituais. Após a intervenção, 88% dos alunos compreenderam os conceitos e tornaram-se agentes ativos do próprio aprendizado, com maior participação, engajamento e autonomia. A gamificação e o trabalho em equipe foram os aspectos mais motivadores, enquanto o método de Pólya e os materiais concretos favoreceram o raciocínio lógico. A combinação dessas metodologias promoveu uma aprendizagem ativa e prazerosa, transformando a percepção dos alunos sobre a Matemática e elevando o desempenho em avaliações externas, como o ENEM. A estratégia ressignifica o ensino da Geometria Espacial, tornando-o inclusivo e participativo, e reforça a necessidade de expandir tais metodologias na rede pública, fortalecendo uma formação docente investigativa e transformadora.

Palavras-chave: metodologias ativas; gamificação; resolução de problemas; geometria espacial; volume, ENEM.

ABSTRACT

This article analyzes the effects of gamification and problem-solving, based on George Pólya's four steps, as teaching strategies for instructing on the volume of round solids (cones, cylinders, and spheres) in high school. The proposal is aligned with the BNCC and ENEM skills, aiming for more meaningful and contextualized mathematics learning. The research, with a quali-quantitative approach, was carried out with 35 students from the Nancy Nina da Costa State School, in Macapá (AP), through a pedagogical intervention involving workshops, concrete materials, ENEM questions, interactive games, and diagnostic and post-intervention assessments. The results showed significant improvement in learning and motivation. In the diagnostic assessment, 27 students were unfamiliar with the content, revealing conceptual gaps. After the intervention, 88% of the students understood the concepts and became active agents in their own learning, with greater participation, engagement, and autonomy. Gamification and teamwork were the most motivating aspects, while Pólya's method and concrete materials favored logical reasoning. The combination of these methodologies promoted active and enjoyable learning, transforming students' perception of mathematics and improving performance on external assessments, such as ENEM. The strategy redefines the teaching of spatial geometry, making it inclusive and participatory, and reinforces the need to expand such methodologies in the public education system, strengthening investigative and transformative teacher training.

Keywords: active methodologies; gamification; problem-solving; spatial geometry; volume; ENEM

1. INTRODUÇÃO

O ensino da Matemática, especialmente no que se refere à Geometria Espacial, ainda representa um desafio significativo para professores e estudantes do Ensino Médio brasileiro.





Apesar de sua relevância na formação cognitiva e no desenvolvimento do pensamento lógico e abstrato, observa-se que os conteúdos voltados ao cálculo do volume dos corpos redondos (cone, cilindro e esfera) permanecem entre os mais negligenciados nas salas de aula. Diversos fatores contribuem para esse cenário, como a ênfase em conteúdos algébricos, a limitação de tempo para abordagem prática e a carência de metodologias que favoreçam o aprendizado significativo (Sousa, 2022; Lima, 2024).

Essas dificuldades repercutem diretamente no desempenho dos estudantes nas avaliações externas, em especial no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que exige a aplicação de conceitos geométricos em contextos reais. O exame, desde sua reformulação em 2009, valoriza a resolução de problemas contextualizados e a capacidade de raciocínio lógico-matemático, o que demanda do estudante não apenas memorização de fórmulas, mas também compreensão conceitual e autonomia cognitiva (Brasil, 2018; Pereira, 2023). Assim, compreender e aplicar o cálculo de volumes em situações do cotidiano é essencial para alcançar bons resultados nessa avaliação.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino emergem como alternativas viáveis para transformar o processo de aprendizagem pois, fundamentadas em princípios construtivistas e sociointeracionistas, essas metodologias colocam o estudante como protagonista na construção do conhecimento, incentivando a curiosidade, a autonomia e o pensamento crítico. Autores como Vygotsky (2001) e Dewey (2020) ressaltam a importância da interação e da experiência prática para que a aprendizagem se torne significativa e contextualizada. Em consonância, Gardner (2021) destaca que a diversidade de inteligências requer estratégias diversificadas que estimulem diferentes formas de aprender.

Entre as metodologias ativas mais promissoras destacam-se a resolução de problemas e a gamificação, cujas ideias são baseadas nos estudos de George Pólya (1945; 2006), para a resolução de problemas, organiza o raciocínio matemático em quatro etapas: compreender o problema, elaborar um plano, executar o plano e revisar a solução, promovendo o pensamento reflexivo e a autonomia intelectual. Já a gamificação, conforme Kapp (2024) e Santos e Pereira (2023), utiliza elementos de jogos, como desafios, metas e recompensas, em contextos





educacionais, despertando o engajamento e a motivação dos alunos. Quando aliadas, essas abordagens potencializam a aprendizagem ao unir raciocínio lógico e experiência lúdica.

Pesquisas apresentadas por Fardo (2021), Freeman *et al.* (2020) e Johnson, Johnson e Smith (2023) apontam que o aprendizado ativo e colaborativo aumenta o desempenho em disciplinas de ciências e matemática, favorecendo o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. Além disso, Costa e Boruchovitch (2021) ressaltam que a autorregulação e a metacognição, habilidades estimuladas por tais práticas, são essenciais para o sucesso acadêmico e para o aprendizado duradouro.

Considerando essa perspectiva, este estudo tem como objetivo analisar como a gamificação e a resolução de problemas podem ser utilizadas como estratégias didáticas eficazes para o ensino do volume dos corpos redondos, favorecendo a aprendizagem significativa e contribuindo para o desempenho dos alunos nas provas de Matemática do ENEM. Para isso, foi desenvolvida uma intervenção pedagógica com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, na Escola Nancy Nina da Costa, do Estado do Amapá, envolvendo oficina com materiais concretos, situações-problema inspiradas em questões do ENEM e jogos interativos.

A pesquisa busca contribuir com novas abordagens que tornem o aprendizado da geometria mais concreto, prazeroso e aplicável à realidade dos estudantes, favorecendo o engajamento, a compreensão conceitual e a resolução de problemas em contextos do cotidiano, transformando a percepção dos alunos sobre a Matemática e capaz de elevar o desempenho nas avaliações externas, especialmente no ENEM.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Ensino de Geometria Espacial e as Competências do ENEM

O ensino da Geometria Espacial ocupa papel central na formação matemática dos estudantes, pois desenvolve habilidades de visualização, raciocínio lógico e abstração, fundamentais tanto para a compreensão de fenômenos do cotidiano quanto para o sucesso em



avaliações externas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece, entre as competências específicas da área de Matemática, a necessidade de que o aluno seja capaz de “utilizar conceitos, representações e estratégias para resolver e elaborar problemas significativos em diferentes contextos” (Brasil, 2018, p. 523).

No contexto do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), tais competências se traduzem em habilidades da matriz de referência de Matemática e suas Tecnologias, especialmente as H15, H16 e H17, que envolvem a resolução de problemas geométricos, a interpretação de informações espaciais e o cálculo de medidas de superfície e volume em situações reais. Assim, a abordagem da Geometria Espacial e, em particular, o estudo dos corpos redondos (cilindro, cone e esfera), é essencial para o desenvolvimento das competências exigidas pelo exame e para a consolidação do pensamento geométrico.

Entretanto, autores como Sousa (2022) e Lima (2024) observam que esses conteúdos frequentemente são tratados de forma superficial nos livros didáticos, sendo apresentados nas últimas unidades, o que limita o tempo disponível para sua consolidação. Essa lacuna metodológica contribui para a persistência de baixos índices de acertos em questões geométricas no ENEM, conforme relatórios do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Para superar tais desafios, é necessário adotar estratégias pedagógicas que tornem o aprendizado mais concreto, significativo e contextualizado.

2.2 Metodologias Ativas e Aprendizagem Significativa

Segundo Freeman et al. (2020), as metodologias ativas têm sido amplamente defendidas como caminhos eficazes para promover a aprendizagem significativa, o envolvimento ativo do estudante na construção do conhecimento aumenta o desempenho e o engajamento, especialmente em áreas como ciências, engenharia e matemática. Essas práticas se fundamentam nas teorias construtivistas de Piaget e sociointeracionistas de Vygotsky (2001), que defendem o papel da interação e da experiência prática na formação de conceitos.





Dewey (2020) complementa que a educação deve estar baseada na experiência, permitindo ao aluno aprender pela ação e reflexão.

Na perspectiva de Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se relacionam de modo não arbitrário com o conhecimento prévio do estudante, formando estruturas cognitivas mais estáveis. Assim, práticas como a resolução de problemas e a gamificação, ao proporem situações desafiadoras e contextualizadas, tornam-se instrumentos poderosos para promover essa relação entre o novo e o conhecido.

2.3 O Método de Resolução de Problemas de George Pólya

O método de resolução de problemas proposto por George Pólya (2006) constitui uma das estratégias mais eficazes para o ensino de Matemática, dividido em quatro etapas - compreender o problema, elaborar um plano, executar o plano e revisar a solução, o método permite ao aluno desenvolver autonomia intelectual e raciocínio crítico. Segundo Moreira (2023), a aplicação desse modelo em questões do ENEM contribui para a aprendizagem ativa, pois estimula o planejamento e a análise reflexiva das soluções encontradas. Monteiro (2023) reforça que o método de Pólya favorece a internalização de estratégias cognitivas e metacognitivas, essenciais para o sucesso em avaliações baseadas em competências.

No ensino da Geometria Espacial, notoriamente no estudo dos volumes dos corpos redondos, o método de resolução de problemas de George Pólya (2006) mostra-se particularmente eficaz por orientar o aluno de forma sistemática ao longo do processo matemático.

2.4 Gamificação e Aprendizagem Matemática

A gamificação, entendida como o uso de elementos de jogos em contextos não lúdicos, constitui uma metodologia inovadora que estimula o engajamento e a motivação dos estudantes e, de acordo com Kapp (2024), os jogos educacionais promovem a persistência, a





cooperação e o feedback imediato, transformando a aprendizagem em uma experiência prazerosa e significativa. Fardo (2021) acrescenta que, na Matemática, a gamificação contribui para a superação da ansiedade e da resistência dos alunos em relação aos conteúdos abstratos.

Além disso, a gamificação dialoga com as competências gerais da BNCC, como o trabalho em equipe, o pensamento crítico e a responsabilidade pelo próprio aprendizado. Santos e Pereira (2023) observam que a inserção de atividades gamificadas em contextos de ensino inclusivo possibilita maior participação dos estudantes com diferentes perfis cognitivos e estilos de aprendizagem. Gardner (2021) reforça que reconhecer e estimular as múltiplas inteligências é fundamental para potencializar a aprendizagem de todos os alunos, tornando o ambiente escolar mais democrático e motivador.

No ensino de Matemática, Freeman et al. (2020) evidenciam que estratégias ativas, incluindo abordagens gamificadas, promovem maior envolvimento cognitivo e melhores resultados de aprendizagem quando comparadas a métodos tradicionais. De modo complementar, Castro e Moraes (2021) apontam que a gamificação favorece a construção do conhecimento matemático ao valorizar o erro como parte do processo de aprendizagem e ao incentivar a tomada de decisões pelos estudantes.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa e Participantes

A pesquisa apresenta abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter descritivo e interventivo (Silva; Menezes, 2005), onde busca compreender o processo de aprendizagem dos estudantes diante de práticas inovadoras aplicadas ao ensino do volume dos corpos redondos. O estudo foi desenvolvido na Escola Estadual Nancy Nina da Costa, localizada em Macapá, estado do Amapá, com uma turma de 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio, composta por jovens entre 16 e 18 anos.





Antes da intervenção, foi aplicada uma avaliação diagnóstica, com o objetivo de identificar o nível de familiaridade dos alunos com os conceitos geométricos e verificar suas concepções prévias sobre medidas de raio, diâmetro, altura, área da base e volume.

Essa etapa inicial evidenciou que apenas 8 dos 35 alunos tinham tido aula de volume dos corpos redondos, e que esses estudantes possuíam aprendizagem fragmentada e predominantemente mecânica, limitando-se à memorização de fórmulas sem compreensão das relações entre as grandezas envolvidas.

3.2 Procedimentos da Intervenção

Diante desse diagnóstico, elaborou-se uma intervenção estruturada em três desafios, fundamentada nos princípios das metodologias ativas, da resolução de problemas de Pólya e da gamificação, compreendida como elemento transversal a todo o processo de ensino-aprendizagem. Conforme Kapp (2024), a gamificação vai além da aplicação pontual de jogos, incorporando elementos lúdicos – como desafios, metas, feedbacks e recompensas – ao longo de toda a experiência educativa.

1ª Desafio: Compreensão conceitual e manipulação concreta.

Os alunos foram organizados em grupos formados por afinidade. Cada equipe construiu modelos tridimensionais de corpos redondos (cones, cilindros e esferas) utilizando cartolina, papel cartão, cola, régua e tesoura. Objetivo da atividade consistiu em relacionar, de forma visual e experimental, as dimensões dos sólidos geométricos às fórmulas matemáticas correspondentes, destacando elementos como raio, altura, diâmetro e volume. Por meio da comparação direta entre o cone e o cilindro de mesma base e altura, os estudantes puderam investigar, a partir de experimentos concretos, a relação entre os volumes desses sólidos, observando, por exemplo, que o volume do cone corresponde a um terço do volume do cilindro. (Figura 1)



Figura 1 – Produção dos corpos redondos confeccionado pelas equipes



Fonte: os autores (2026)

Essa abordagem experimental favoreceu a compreensão conceitual das fórmulas matemáticas, ao permitir que os alunos associassem a manipulação dos materiais às expressões algébricas, promovendo uma aprendizagem mais significativa e reduzindo a memorização mecânica dos conteúdos de Geometria Espacial. Desde esse momento inicial, a gamificação esteve presente por meio da atribuição de pontuações simbólicas a cada equipe que cumpria o desafio e do estabelecimento de metas coletivas, criando um ambiente motivador e colaborativo.

2ª Desafio: Aplicação do método de resolução de problemas de Pólya.

Foram analisadas questões envolvendo o conteúdo de volume no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), referentes ao período de 2020 a 2024. A partir dessa análise, selecionaram-se e adaptaram-se oito situações-problema inspiradas em itens do ENEM, as quais foram propostas aos alunos para resolução em equipes. (figura 2) Os estudantes foram orientados a solucionar as atividades seguindo, de forma sistemática, os quatro passos do método de resolução de problemas de George Pólya (2006),



- Compreender o problema (identificar dados, e o que o problema está pede)
- Elaborar um plano (selecionar estratégia adequada);
- Executar o plano (resolver e registrar o raciocínio);
- Revisar a solução (analisar se o resultado faz sentido e se há outra forma de resolver).

Figura 2 – Equipes resolvendo o Desafio 2



Fonte: os autores (2026)

Vale ressaltar que, no ensino da Geometria Espacial, especialmente no estudo dos volumes dos corpos redondos, na etapa compreender o problema, o estudante analisa atentamente o enunciado típico das questões do ENEM, identificando o sólido geométrico envolvido (cilindro, cone, esfera ou tronco de cone), os dados fornecidos, as unidades de medida e o que se deseja determinar. Em seguida, na etapa elaborar um plano, o aluno irá seleciona estratégias adequadas, como a escolha da fórmula do volume correspondente, a conversão de unidades ou a decomposição do sólido em partes conhecidas. Na fase de executar o plano, o aluno realiza os cálculos matemáticos com base nas relações geométricas estabelecidas, aplicando procedimentos algébricos e geométricos de forma organizada. Por fim, ao revisar a solução, verifica a coerência do resultado obtido, analisa se a resposta está de acordo com o contexto do problema e reflete sobre o caminho percorrido, consolidando a





aprendizagem e favorecendo a transferência do conhecimento para novas situações-problema, conforme exigido nas avaliações por competências, como o ENEM.

O método de Pólya (2006) foi adotado com o objetivo de estruturar o raciocínio matemático dos estudantes, nas questões de volume, promovendo autonomia, reflexão e compreensão conceitual. Após a resolução das situações-problemas, realizou-se uma plenária para socialização e discussão das soluções das equipes, na qual foram comparadas as estratégias de resolução e esclarecidas as dúvidas dos estudantes, contribuindo para a consolidação dos conceitos matemáticos e a reflexão sobre os procedimentos adotados.

Essa sequência incentivou o pensamento crítico, a comunicação matemática e a autonomia dos estudantes. Os desafios propostos foram organizados em níveis de dificuldade, feedbacks imediatos e recompensas simbólicas, mantendo a dinâmica gamificada ao longo de toda atividade.

3ª Desafio: Consolidação, desafio final e reflexão.

Na etapa final, foi desenvolvido um circuito de jogos interativos entre as equipes, envolvendo atividades como caça-palavras e o jogo cara a cara, com relações e definições conceituais matemáticas e cotidianas relacionadas ao volume, tais como raio, diâmetro e vazão volumétrica (Figura 3). Essas dinâmicas possibilitaram aos estudantes revisitar e consolidar os conceitos trabalhados ao longo da intervenção por meio de situações lúdicas e desafiadoras, relacionadas ao cálculo e à interpretação do volume dos corpos redondos, promovendo um ambiente de interação, colaboração e inclusão entre todos os alunos.





Figura 3 – Equipes jogando cara a cara



Fonte: os autores (2026)

Ao final da intervenção, foi realizada uma avaliação pós-intervenção com o objetivo de verificar a melhoria da aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados, bem como analisar os impactos das estratégias adotadas no desenvolvimento do raciocínio matemático e a percepção dos estudantes acerca da intervenção e da metodologia utilizada pelo professor.

Em seguida foi feita uma premiação simbólica, contemplando todos os participantes como forma de reconhecimento pelo envolvimento, participação e empenho demonstrados ao longo de toda a intervenção, além de uma premiação especial destinada às três equipes com melhor desempenho. Essa ação contribuiu para o fortalecimento da motivação, do senso de pertencimento e da cooperação entre os alunos, em consonância com os princípios da gamificação, que destacam o feedback positivo e o reconhecimento como elementos centrais para a promoção da aprendizagem.

A intervenção foi concebida como um percurso formativo contínuo, no qual a gamificação esteve presente do início ao fim, potencializando o engajamento, a participação ativa e a consolidação dos conceitos de Geometria Espacial, alinhados às competências exigidas pelo ENEM, promovendo o engajamento, cooperação e competitividade saudável, conforme propõem Kapp (2024) e Santos e Pereira (2023). Durante toda a intervenção, foram



coletados registros fotográficos, observações e anotações reflexivas sobre o comportamento, frequência, participação dos alunos, interação nos grupos e a evolução conceitual evidenciada no decorrer das atividades desenvolvidas.

3.3 Instrumentos de coleta e análise de dados

Os instrumentos de coleta de dados compreenderam questionários diagnósticos e pós-intervenção, observações diretas em sala de aula e registros das produções realizadas pelos alunos durante as atividades propostas, todas relacionadas ao conteúdo de volume dos corpos redondos.

Ao longo de toda a intervenção, foram realizadas observações sistemáticas acompanhadas de anotações reflexivas do professor-pesquisador, com o objetivo de registrar o comportamento dos estudantes, a frequência, a participação, a interação nos grupos, o engajamento nas atividades gamificadas e as estratégias utilizadas na resolução de situações-problema envolvendo o cálculo e a interpretação do volume.

Os registros das produções dos alunos possibilitaram analisar a evolução conceitual relacionada aos conceitos de raio, diâmetro, altura e volume dos sólidos geométricos. Os dados quantitativos foram organizados em tabelas e gráficos e analisados por meio de frequência absoluta e percentual, enquanto os dados qualitativos foram categorizados e interpretados a partir de aspectos como motivação, compreensão conceitual e autonomia.

A análise dos dados fundamentou-se na triangulação metodológica, que, segundo Marôco (2021), consiste na articulação de diferentes métodos, instrumentos e fontes de dados, integrando abordagens quantitativas e qualitativas, com o objetivo de ampliar a compreensão do fenômeno investigado e conferir maior validade e confiabilidade aos resultados obtidos.





4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são discutidos à luz do referencial teórico adotado, considerando as contribuições das metodologias ativas, da resolução de problemas fundamentada nos quatro passos de Pólya e da gamificação, bem como sua relação com as competências da BNCC e as habilidades da matriz de referência do ENEM. Busca-se, assim, compreender os impactos dessas estratégias no engajamento, na aprendizagem matemática e no desenvolvimento da autonomia dos estudantes. A análise contempla dados quantitativos e qualitativos provenientes dos instrumentos de coleta aplicados, incluindo questionários diagnósticos e pós-intervenção, observações em sala de aula e registros das produções dos alunos.

4.1 Principais Dificuldades Observadas

A análise diagnóstica revelou que as dificuldades dos alunos se concentravam em três dimensões principais:

a) Dificuldades conceituais: Grande parte dos alunos demonstrou desconhecimento das diferenças entre raio e diâmetro, confundindo o papel de cada medida na determinação do volume dos corpos redondos. Também houve dificuldade em identificar a altura nos sólidos representados e em reconhecer o eixo de simetria em cones e cilindros. Essa lacuna conceitual compromete a compreensão das fórmulas e a resolução de problemas contextualizados (Sousa, 2022; Lima, 2024).

b) Dificuldades operacionais e simbólicas: Verificou-se que muitos alunos apresentavam insegurança no uso das fórmulas de volume – como $V = \pi r^2 h$ (cilindro), $V = 1/3 \pi r^2 h$ (cone) e $V = 4/3 \pi r^3$ (esfera) – e tinham problemas em substituir corretamente as variáveis ou converter unidades de medida. Isso reforça a necessidade de associar a representação simbólica à manipulação concreta dos objetos geométricos, de modo que o raciocínio seja construído com base na experiência (Dewey, 2020; Vygotsky, 2001).





c) Dificuldades de abstração e visualização espacial: Outro obstáculo recorrente foi a visualização tridimensional dos corpos redondos. Muitos estudantes demonstraram dificuldade em imaginar o sólido completo a partir de uma representação bidimensional. Segundo Gardner (2021), essa limitação está relacionada à predominância de estilos cognitivos visuais e à ausência de práticas concretas que favoreçam a formação da imagem mental.

Essas constatações reforçam a importância de metodologias que integrem visualização, manipulação e resolução de problemas, para que o aluno construa os conceitos de forma significativa, conforme defende Ausubel (2003).

4.2 Intervenção Didática

A intervenção sobre o “Volume dos Corpos Redondos” foi aplicada na Escola Estadual Professora Nancy Nina da Costa (Figura 4), uma escola pública localizada na Rua Inspetor Aimoré, número 1331, bairro Zerão, na zona urbana de Macapá, vinculada à Secretaria de Estado de Educação do Amapá (SEED).

Figura 4 – Escola Estadual Professora Nancy Nina da Costa



Fonte: Os autores (2026)

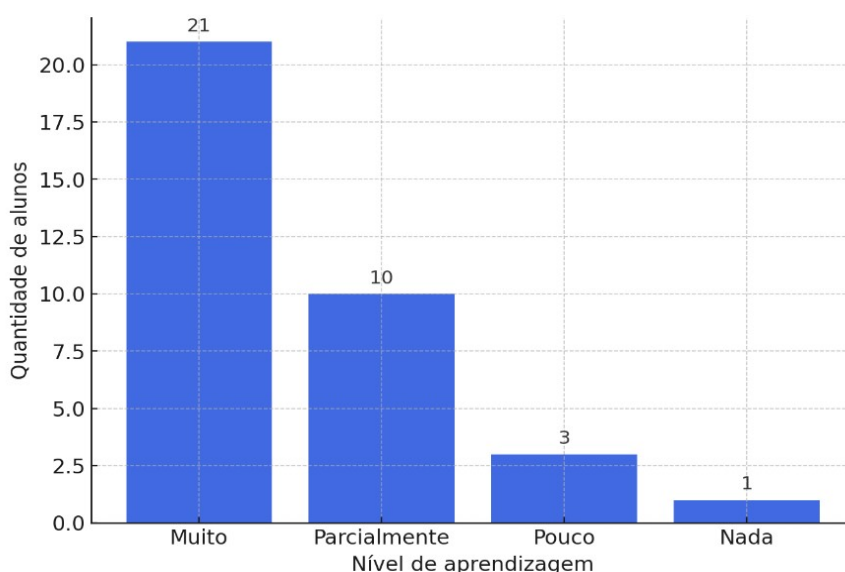




Esta pesquisa contou com a participação de uma turma do 3º ano do ensino Médio, a turma 321, considerando como principal critério de escolha a adesão as aulas de matemática. atualmente tem 35 alunos ativos. Foram formadas, de maneira consensual, seis equipes: cinco equipes com seis alunos e uma com cinco alunos, vale ressaltar que as equipes ficaram com essa formação durante os 3 desafios, isto é, do início ao fim da intervenção.

A intervenção pedagógica desenvolvida com base na resolução de problemas de Pólya e na gamificação produziu resultados significativos no processo de ensino-aprendizagem do volume dos corpos redondos. Para avaliar seu impacto, foram comparados os dados da avaliação diagnóstica (antes da intervenção) com os resultados da avaliação final (após a intervenção), considerando também o desempenho conceitual, a motivação e a percepção dos estudantes sobre o próprio aprendizado.

Figura 5 – Aprendizagem sobre o volume dos corpos redondos



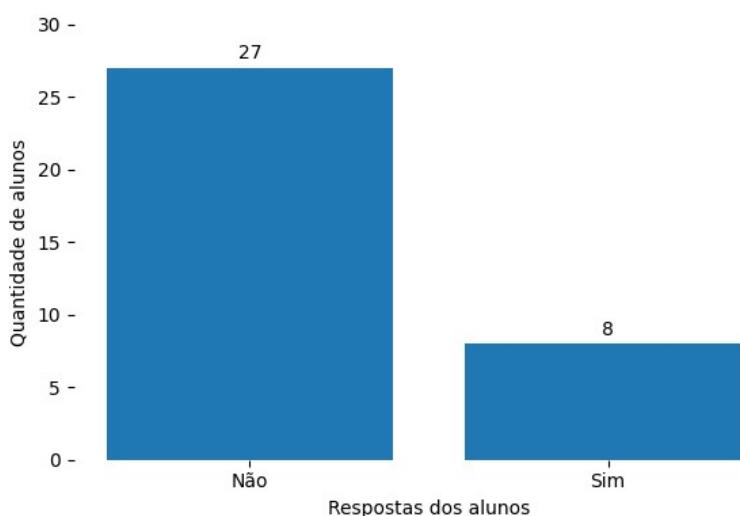
Fonte: Os autores (2026)



Os resultados da figura 05 indicam que, dos 35 alunos presentes, 21 alunos (60%) aprenderam muito sobre o conteúdo após a intervenção, enquanto 10 (28 %) aprenderam parcialmente. Apenas 3 alunos (9%) aprenderam pouco, e 1 aluno (3%) não aprendeu.

Esses dados demonstram uma melhora expressiva na aprendizagem, comparada aos resultados diagnósticos anteriores, observado na figura 6, quando a maioria dos estudantes, ou seja, 27 alunos (77 %), afirmaram que sequer tinham tido aulas sobre o conteúdo de volume dos corpos redondos, enquanto apenas 8 estudantes (23%) relataram já ter estudado esse conteúdo. Esses resultados evidenciam uma lacuna significativa no ensino de geometria espacial, especialmente no que se refere ao estudo dos volumes de sólidos como cone, cilindro e esfera.

Figura 6 – Quantidade de alunos que já tiveram aulas sobre volume dos corpos redondos.



Fonte: Os autores (2026)

Considerando que os participantes estão no 3º ano do Ensino Médio, etapa final da educação básica, tal situação torna-se ainda mais preocupante, pois revela que muitos



estudantes chegam ao término dessa fase sem ter tido contato efetivo com um conteúdo matemático fundamental. Essa realidade pode contribuir para dificuldades na compreensão de conceitos geométricos e, conseqüentemente, para o baixo desempenho em avaliações externas, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

A evolução sugere que o uso de materiais concretos, aliado à resolução de problemas contextualizados, favoreceu a assimilação significativa dos conceitos (Ausubel, 2003; Vygotsky, 2001). Segundo Dewey (2020), a experiência prática é um elemento essencial para que o conhecimento seja internalizado. Essa perspectiva foi observada na intervenção: ao manusear cones, cilindros e esferas construídos em cartolina e comparar seus volumes, os alunos compreenderam visualmente por que, por exemplo, o volume do cone corresponde a $\frac{1}{3}$ do cilindro de mesma base e altura. Essa experiência concreta transformou um conceito abstrato em uma aprendizagem tangível e significativa.

Esses resultados corroboram os pressupostos do método de resolução de problemas de George Pólya (2006), ao favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico, do planejamento e da reflexão sobre as soluções, bem como os estudos que apontam a gamificação como uma estratégia capaz de potencializar o engajamento, a motivação e a participação ativa dos estudantes (Kapp, 2012; Castro; Moraes, 2021).

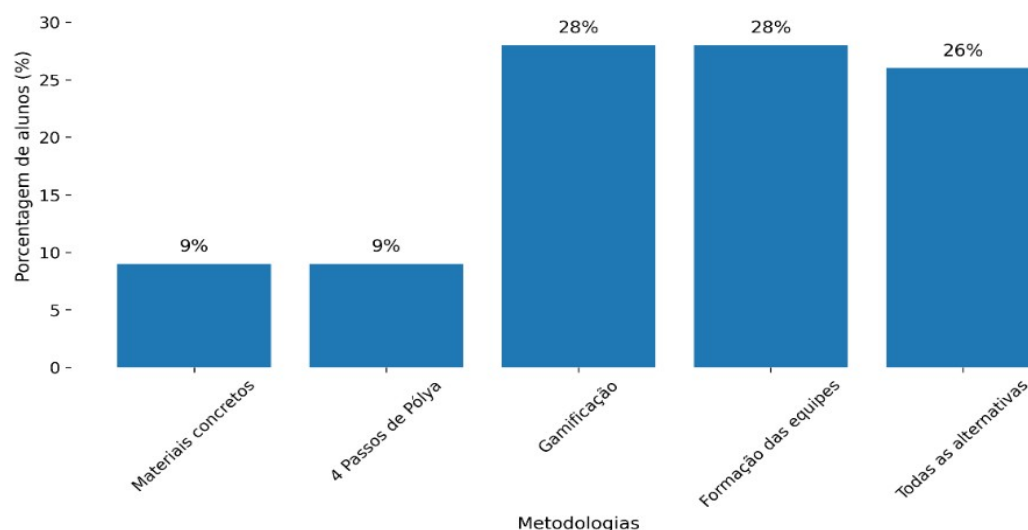
4.3 Preferências em relação à metodologia aplicada

Ao serem questionados sobre qual aspecto da metodologia mais apreciaram, 10 alunos (28 %) destacaram a gamificação, e outros 10 (28 %) ressaltaram a formação das equipes. Esses dados mostram que a gamificação se consolidou como um fator motivacional determinante, capaz de despertar o interesse e o entusiasmo dos estudantes. Conforme Kapp (2024) e Santos e Pereira (2023), a ludicidade contribui para o desenvolvimento da motivação intrínseca e para a permanência do aluno na tarefa, além de reforçar o sentimento de cooperação.





Figura 7 – Preferências dos alunos quanto à metodologia aplicada



Fonte: os autores (2026)

A formação das equipes por afinidade também foi decisiva para a qualidade das interações, pois, segundo Johnson, Johnson e Smith (2023), a aprendizagem cooperativa potencializa a troca de saberes e estimula o protagonismo. Durante as atividades, observou-se que grupos heterogêneos – combinando alunos com diferentes níveis de domínio matemático – promoveram discussões ricas e reflexões conjuntas sobre as estratégias de resolução.

Nove alunos (26%) indicaram que todas as estratégias foram importantes; evidenciando que uma parcela significativa reconhece o impacto positivo da integração entre diferentes metodologias, como materiais concretos, resolução de problemas e gamificação, conforme defendem pesquisas atuais sobre metodologias ativas no ensino de Matemática (Freeman et al., 2020; Moreira, 2023).

Apenas três (9%) destacaram a aplicação dos quatro passos de Pólya, e outros três (9%) valorizaram os materiais concretos de forma isolada, o que, embora represente um percentual menor, reforça sua relevância como suporte ao desenvolvimento do pensamento matemático, da visualização espacial e das estratégias cognitivas e metacognitivas, conforme

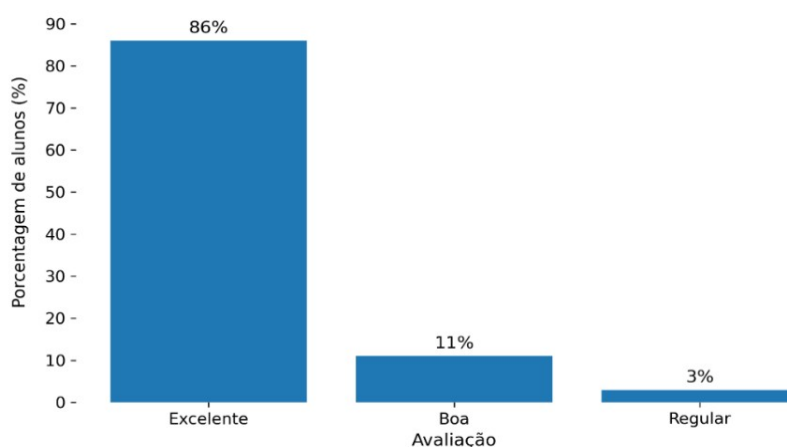


apontam Pólya (2006) e Monteiro (2023). De modo geral, os dados evidenciam que práticas pedagógicas integradas, colaborativas e lúdicas aplicadas durante toda a intervenção potencializam a aprendizagem matemática e favorecem a construção de um ambiente educacional mais significativo e inclusivo.

4.4 Avaliação da Didática do Professor

A avaliação geral da didática e da metodologia aplicada foi amplamente positiva. Trinta alunos (86%) consideraram a prática docente excelente, quatro (11%) classificaram como boa, e apenas um (3%) a considerou regular (Figura 8).

Figura 8 – Avaliação da didática e da metodologia do professor



Fonte: Os autores (2026)

Esse resultado revela que os estudantes aprovaram o modelo de aula baseado em metodologias ativas, destacando a clareza das explicações, a variedade de recursos utilizados e a postura mediadora do professor. Segundo Costa e Boruchovitch (2021), a autorregulação da aprendizagem está diretamente ligada ao ambiente pedagógico: quando o professor



estimula a autonomia e oferece feedback contínuo, o aluno aprende a monitorar seu próprio processo cognitivo.

Os depoimentos espontâneos colhidos durante as atividades reforçaram essa percepção. Muitos alunos relataram que, pela primeira vez, “entenderam de fato o significado do volume” e conseguiram relacionar o conteúdo com situações reais, como recipientes cilíndricos cônicas e esféricos do cotidiano. Essa transposição didática — do abstrato para o concreto — reflete o que Dewey (2020) denomina de aprendizagem experiencial, na qual o conhecimento se constrói pela ação e pela reflexão.

4.5 Discussão Geral dos Resultados

De modo geral, os resultados quantitativos e qualitativos indicam que o uso articulado da resolução de problemas e da gamificação promoveu não apenas ganhos cognitivos, mas também melhoras afetivas e atitudinais. O engajamento observado nas atividades lúdicas refletiu-se em maior disposição para enfrentar desafios matemáticos e em uma atitude mais positiva em relação à disciplina.

Esses achados estão em consonância com Freeman et al. (2020), que demonstram que a aprendizagem ativa pode aumentar em até 50% o desempenho dos estudantes em áreas de exatas. A análise também confirma as observações de Gardner (2021) sobre a importância de valorizar diferentes inteligências - lógico-matemática, espacial e interpessoal - em práticas educacionais diversificadas.

Portanto, os dados evidenciam que o uso das metodologias ativas no ensino do volume dos corpos redondos não apenas facilita a compreensão de conceitos como raio, diâmetro, altura e volume, mas também estimula a autonomia, o pensamento crítico e o prazer em aprender Matemática. Tais competências estão diretamente alinhadas à matriz do ENEM, que valoriza o raciocínio lógico, a interpretação e a aplicação do conhecimento em contextos reais (BRASIL, 2018).





Ao incorporar elementos lúdicos, desafios e recompensas à resolução de problemas matemáticos, essa abordagem favorece a participação ativa dos alunos, estimulando o engajamento, a autonomia e o desenvolvimento do pensamento crítico. Além disso, contribui para uma educação matemática mais inclusiva ao valorizar o potencial individual de cada estudante, respeitando suas singularidades e promovendo aprendizagens significativas. Nesse contexto, a gamificação atua na redução de barreiras pedagógicas, sociais e cognitivas frequentemente associadas à aprendizagem da Matemática, ampliando as oportunidades de acesso, compreensão e permanência dos alunos no processo educativo (Castro; Moraes, 2021; Kapp, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que a integração entre gamificação e resolução de problemas constitui uma estratégia pedagógica eficaz para o ensino de Geometria Espacial, em especial para a compreensão do volume dos corpos redondos - cone, cilindro e esfera. As atividades desenvolvidas permitiram aos alunos vivenciarem o conhecimento matemático de forma lúdica, concreta e significativa, rompendo com a lógica tradicional de aulas expositivas e memorização de fórmulas.

A análise dos resultados revelou avanços expressivos no desempenho e na motivação dos estudantes. A maioria demonstrou compreensão conceitual mais sólida de termos fundamentais como raio, diâmetro, altura, área da base e volume, antes considerados de difícil assimilação. O uso de materiais concretos, aliado ao método de Pólya (2006), possibilitou aos alunos compreender as relações entre as grandezas envolvidas, interpretar situações-problema e formular estratégias próprias de resolução – competências diretamente relacionadas à matriz de Matemática do ENEM (BRASIL, 2018).

A gamificação, por sua vez, mostrou-se um recurso de alto potencial motivacional, promovendo envolvimento, cooperação e senso de desafio entre os alunos. Essa dinâmica corroborou as perspectivas de Kapp (2024) e Santos e Pereira (2023), ao demonstrar que a





aplicação de elementos de jogos em contextos educativos estimula o engajamento e a autorregulação da aprendizagem (Costa; Boruchovitch, 2021). Os resultados também reforçam os apontamentos de Freeman et al. (2020) e Johnson, Johnson e Smith (2023) sobre os efeitos positivos das metodologias ativas no desempenho acadêmico e nas habilidades socioemocionais dos estudantes.

Do ponto de vista pedagógico, a pesquisa reforça a necessidade de que os professores de Matemática do Ensino Médio adotem práticas educacionais que unam abstração e concretude, raciocínio e experimentação, autonomia e colaboração. O ensino da Geometria Espacial deve ser concebido como oportunidade de desenvolver o pensamento lógico, a criatividade e o protagonismo discente, valores coerentes com as competências gerais da BNCC e com os descritores avaliados pelo ENEM.

Os resultados obtidos apontam caminhos promissores para a continuidade da pesquisa e recomenda-se que estudos futuros ampliem o número de turmas e escolas participantes, de modo a verificar a reprodutibilidade dos resultados em diferentes contextos educacionais. Além disso, sugere-se a realização de formações continuadas voltadas a professores de Matemática, com foco na aplicação prática da gamificação e da resolução de problemas, em diferentes níveis de ensino, de conteúdos geométricos e algébricos.

Outra possibilidade de continuidade consiste em explorar o uso de ferramentas digitais e ambientes virtuais gamificados, que permitam a criação de simulações interativas sobre o volume dos sólidos geométricos. Essas experiências podem potencializar o aprendizado visual e espacial dos alunos, além de favorecer a integração entre Matemática e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), conforme orienta a BNCC (Brasil, 2018).

Por fim, destaca-se a importância de manter a reflexão sobre as práticas pedagógicas e de fortalecer o diálogo entre teoria e prática no ensino da Matemática. A continuidade dessa investigação poderá contribuir para a formação de uma cultura escolar mais participativa, significativa e humanizadora, em que a Matemática seja compreendida não apenas como disciplina exata, mas como linguagem de expressão, descoberta e construção do conhecimento.





REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 27 out. 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio*. Brasília: INEP, 2023.

CASTRO, Aline de; MORAES, Rosana. *Gamificação no ensino de Matemática: desafios e possibilidades para a aprendizagem ativa*. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 4, p. 1–15, 2021.

COSTA, A. C.; BORUCHOVITCH, E. *Autorregulação da aprendizagem e metacognição: fundamentos e práticas educacionais*. Campinas: Papirus, 2021.

DANTE, L. R. *Didática da Matemática: ensino e aprendizagem*. São Paulo: Ática, 2022.

DEWEY, J. *Experiência e educação*. 3. ed. São Paulo: Vozes, 2020.

FARDO, M. L. *Gamificação e educação: estratégias e experiências em sala de aula*. Curitiba: Appris, 2021.

FREEMAN, S. et al. *Aprendizagem ativa aumenta o desempenho dos estudantes em ciência, engenharia e matemática*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>.

GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. *Aprendizagem ativa: cooperação na sala de aula universitária*. 4. ed. Edina: Interaction Book Company, 2023.





KAPP, Karl M. *A gamificação da aprendizagem e da instrução: métodos e estratégias baseados em jogos para treinamento e educação*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

KAPP, K. M. *Gamificação na aprendizagem e na instrução: métodos e estratégias baseados em jogos para treinamento e educação*. New York: Wiley, 2024.

LIMA, T. S. *Dificuldades e possibilidades no ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio*. *Revista Brasileira de Educação Matemática*, v. 32, n. 2, p. 145–164, 2024.

MARÔCO, J. *Análise estatística com o SPSS Statistics*. 8. ed. Pêro Pinheiro: ReportNumber, 2021.

MONTEIRO, R. S. *O método de Pólya aplicado às questões do ENEM: uma proposta de ensino reflexivo*. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 17, n. 2, p. 150–169, 2023.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e o método de Pólya no ensino da Matemática*. *Revista de Educação Matemática*, v. 21, n. 3, p. 45–59, 2023.

PEREIRA, J. F. *Geometria Espacial e o ENEM: análise das competências matemáticas exigidas*. *Revista de Estudos em Educação Matemática*, v. 16, n. 4, p. 102–121, 2023.

PÓLYA, G. *A arte de resolver problemas*. São Paulo: Edusp, 2006.

SANTOS, L. R.; PEREIRA, M. A. *Gamificação e inclusão educacional: desafios e possibilidades*. *Revista Educação & Prática Docente*, v. 8, n. 1, p. 58–75, 2023.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. rev. e atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, L. F. O ensino de matemática através de jogos virtuais: o uso da gamificação em sala de aula. *Revista OWL (OWL Journal) – Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação*, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 165–179, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10955803>. Disponível em: . Acesso em: 4 set. 2025.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



SOUSA, A. P. *Desafios no ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio: uma análise docente. Revista Amazônica de Educação Matemática*, v. 14, n. 1, p. 89–108, 2022.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Recebido em: 01/03/2026

Aprovado em: 09/03/2026

Publicado em: 18/03/2026

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.3 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

