Programa de Pós-graduação - UNIUBE

DOI: http://dx.doi.org/10.31496/rpd.v26i51.1737

Investigando a visualização e a criatividade em geometria na formação de professores em ação continuada

Mauricio Ramos Lutz
Instituto Federal Farroupilha - IFFar, Alegrete, Brasil

José Carlos Pinto Leivas
Universidade Franciscana - UFN, Santa Maria, Brasil

RESUMO
A pesquisa investiga como participantes visualizam e identificam regiões delimitadas por cordas em uma circunferência, unindo pontos equidistantes, e estabelecendo representações visuais e numéricas para descrever as áreas internas a um círculo com 5 e 6 pontos. Aplicada a estudantes de pós-graduação em geometria, a atividade envolveu construir segmentos entre pontos na circunferência e quantificar as regiões formadas. Os resultados mostraram que todos identificaram corretamente 16 regiões com 5 pontos, porém houve divergências na contagem das 30 regiões com 6 pontos, evidenciando a complexidade da visualização geométrica. A análise ressaltou a importância da visualização e da criatividade no ensino da geometria, sugerindo o desenvolvimento, desde cedo, dessas habilidades. A pesquisa reforça a necessidade de usar ferramentas digitais como o GeoGebra para aprimorar a visualização e promover a criatividade no aprendizado geométrico.

Palavras-chave: pensamento visual; GeoGebra; tecnologias digitais; práticas educativas.

INVESTIGATING VISUALIZATION AND CREATIVITY IN GEOMETRY IN CONTINUING TEACHER EDUCATION

ABSTRACT
The research investigates how participants visualize and identify regions delimited by chords on a circle, joining equidistant points, and establishing visual and numerical representations to describe the internal areas of a circle with 5 and 6 points. Applied to postgraduate geometry students, the activity involved constructing segments between points on the circle and quantifying the regions formed. The results showed that everyone correctly identified 16 regions with 5 points, but there were differences in the count of the 30 regions with 6 points, highlighting the complexity of geometric visualization. The analysis highlighted the importance of visualization and creativity in the teaching of geometry, suggesting that these skills should be developed from an early age. The research reinforces the need to use digital tools such as GeoGebra to improve visualization and promote creativity in geometric learning.

Keywords: visual thinking; GeoGebra; digital technologies; educational practices.

INVESTIGACIÓN DE LA VISUALIZACIÓN Y LA CREATIVIDAD EN GEOMETRÍA EN LA FORMACIÓN PERMANENTE DEL PROFESORADO

RESUMEN
La investigación indaga cómo los participantes visualizan e identifican regiones delimitadas por cuerdas sobre un círculo, uniendo puntos equidistantes, y estableciendo representaciones visuales y numéricas para describir las áreas internas de un círculo con 5 y 6 puntos. Aplicada a estudiantes de postgrado de geometría, la actividad consistió en construir segmentos entre puntos del círculo y cuantificar las regiones formadas. Los resultados mostraron que todos identificaron correctamente 16 regiones con 5 puntos, pero hubo diferencias en el recuento de las 30 regiones con 6 puntos, lo que pone de manifiesto la complejidad de la visualización geométrica. El análisis puso de relieve la importancia de la visualización y la creatividad en la enseñanza de la geometría, sugiriendo que estas habilidades deberían desarrollarse desde una edad temprana. La investigación refuerza la necesidad de utilizar herramientas digitales como GeoGebra para mejorar la visualización y fomentar la creatividad en el aprendizaje de la geometría.

Palabras clave: pensamiento visual; GeoGebra; tecnologías digitales; prácticas educativas.

1 INTRODUÇÃO

A criatividade matemática envolve a descoberta de diversas soluções para problemas, utilizando abordagens variadas e inovadoras, como formulação, resolução e categorização de objetos matemáticos. Este processo aprimora o aprendizado, promovendo a capacidade dos estudantes de pensarem de maneira original e adaptável. No cenário educacional contemporâneo, o professor deve atuar como um facilitador e incentivador de atividades criativas, promovendo a participação ativa dos discentes na construção do conhecimento, especialmente em conceitos geométricos, com aplicações sociais e profissionais.

Segundo Gontijo (2007a), a criatividade matemática é essencial para o desenvolvimento de competências fundamentais pelos estudantes, permitindo-lhes explorar diferentes perspectivas e soluções para problemas, o que é necessário para sua formação integral. Entendemos que, ao permitir que os estudantes explorem diversas perspectivas e soluções para problemas, a criatividade não apenas enriquece o aprendizado em matemática, mas também promove o desenvolvimento de competências fundamentais.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem por objetivo investigar como participantes visualizam e identificam as regiões determinadas por cordas em uma circunferência, quando se unem pontos equidistantes, e se estabelecem representações visuais e numéricas para quantificar e descrever as regiões interiores a um círculo obtidas a partir de 5 e 6 pontos. Para tanto, a atividade foi aplicada a estudantes de pós-graduação e envolveu a construção de segmentos entre pontos na circunferência e a quantificação das regiões formadas, utilizando o *software* GeoGebra como ferramenta de investigação.

Estudos recentes indicam que o ensino de Geometria no Brasil não tem progredido significativamente, como evidenciado pelos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem, 2023), os quais revelam baixos índices de desempenho nesta área, com médias de acerto em questões de Geometria Espacial e Plana frequentemente inferiores a 30%, situando-se abaixo da média geral de Matemática e suas Tecnologias (Brasil, 2024). Embora o Enem avalie a matemática de forma integrada, estudos que analisam os microdados do exame evidenciam dificuldades persistentes dos estudantes em conteúdos geométricos, corroborando a necessidade de investimentos no ensino dessa área (Azevedo *et al.*, 2025).

Em consonância com essa afirmação, a experiência prática dos autores deste artigo, observada em um curso de extensão organizado pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Geometria (GEPGEO), buscou avaliar como os participantes lidavam com questões específicas de geometria em vários níveis educacionais, incluindo graduação e pós-graduação. Tais observações permitiram confrontar os dados estatísticos nacionais com as percepções qualitativas colhidas durante as atividades do grupo.

A visualização desempenha um papel necessário no ensino da geometria, pois ajuda os estudantes a perceberem e entenderem formas geométricas de maneira clara e dinâmica. Esta habilidade envolve a criação de imagens mentais e a manipulação visual de objetos geométricos, promovendo a intuição e a compreensão. Incorporar a visualização na educação matemática facilita a formação de conceitos e ajuda os estudantes na construção do conhecimento, esclarecendo os processos cognitivos e reduzindo as dificuldades de aprendizagem.

Leivas (2009) relata que a visualização é entendida como um processo de formar imagens mentais, na busca de construir e de comunicar determinado conceito matemático. Essa perspectiva enfatiza a importância da visualização como uma ferramenta essencial no ensino e no aprendizado da matemática, capacitando os estudantes a compreenderem conceitos abstratos por meio de representações visuais que podem simplificar a resolução de problemas.

A importância da visualização na geometria remonta aos primórdios da Geometria Euclidiana, destacando-se sua relevância no ensino moderno. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a visualização como uma habilidade essencial para validar ideias e estratégias na resolução de problemas matemáticos, ao estabelecer que "[...] a visualização, a antevisão, a previsão e a antecipação são inseparáveis desse par de ideias e estão associadas às práticas de expressar e comunicar ideias e estratégias matemáticas, validando-as por meio de sugestões" (Brasil, 2018, p. 520). No contexto do ensino da Geometria Euclidiana, a habilidade de visualização desempenha um papel fundamental na interpretação de representações, facilitando o surgimento de novas ideias e a comunicação de conceitos matemáticos.

A integração de habilidades visuais e criativas no ensino da geometria é fundamental para enfrentar os desafios educacionais atuais. As instituições de ensino devem implementar metodologias que estimulem o pensamento visual e criativo desde os primeiros anos de escolaridade, podendo utilizar-se de Tecnologias Digitais (TD), jogos e atividades lúdicas. Isso não só torna o aprendizado de geometria mais dinâmico, como também prepara os estudantes para enfrentarem desafios acadêmicos e profissionais com inovação e eficiência.

As TD, como os *softwares* de Geometria Dinâmica (GD), desempenham um papel determinante no ensino da Matemática, especialmente na geometria. Essas ferramentas permitem que os estudantes manipulem e visualizem construções geométricas em movimento, facilitando a compreensão de propriedades matemáticas de maneira interativa. O crescimento no uso desses recursos reflete avanços significativos na educação, com professores e profissionais contribuindo para o desenvolvimento de *softwares* educativos mais acessíveis e eficazes, como o GeoGebra, o qual integra geometria e álgebra, promovendo a autonomia dos estudantes na construção de conhecimento de forma independente.

O uso do Geogebra, para Bairral (2009), representa um avanço significativo no ensino da matemática, proporcionando aos estudantes uma experiência de aprendizado mais dinâmica e acessível. Este *software* incentiva a exploração ativa e a experimentação, o que percebemos ser fundamental para o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas. Além disso, a interatividade oferecida pelo mesmo possibilita que os estudantes investiguem e descubram relações matemáticas por conta própria, promovendo, assim, uma aprendizagem mais autônoma.

Consideramos que a presente investigação se insere em um contexto mais amplo de necessidade de fortalecimento do ensino da geometria. Uma distribuição mais equitativa dessa área nos currículos da formação inicial é fundamental para promover mudanças significativas que podem resultar em melhor desempenho dos estudantes. Nesse sentido, intervenções em cursos de formação continuada, como os realizados em programas de pós-graduação e cursos de curta duração, mostram-se estratégicas para atualizar e aprimorar as habilidades dos educadores em relação ao ensino da geometria, contribuindo tanto para o desenvolvimento profissional dos docentes quanto para a melhoria da aprendizagem dos estudantes.

Na sequência, apresentamos a fundamentação teórica abordando os conceitos de criatividade, visualização e TD, com ênfase no ensino de geometria, explorando como esses elementos se conectam e suas implicações no contexto deste estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A visualização e a criatividade são habilidades fundamentais no ensino da geometria, proporcionando uma compreensão abrangente e intuitiva de conceitos matemáticos. Essas habilidades capacitam os estudantes a abordar problemas de forma inovadora, desenvolvendo uma compreensão duradoura e prática da matemática.

Desde cedo, as escolas têm a responsabilidade de fomentar a criatividade nos estudantes, empregando diversas metodologias. É indispensável analisar algumas considerações sobre essa habilidade mencionada na literatura, tais como relevância, invenção ou descoberta, redescoberta, originalidade, entre outras. De acordo com Gontijo (2007a, p. 37), criatividade em Matemática é,

> [...] a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de soluções apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade) tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de sequência de ações.

Quanto à interação entre professor e estudantes, as teorias construtivistas rompem com a concepção tradicional de ensino, na qual o professor é visto como o único detentor do conhecimento e o estudante como mero espectador (Piaget, 2008; Vygotsky, 2009). Para Piaget (2008), o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito, exigindo que o aluno seja protagonista de sua aprendizagem. Já Vygotsky (2009) enfatiza o papel da mediação social e da Zona de Desenvolvimento Proximal, na qual o professor atua como facilitador que orienta e estimula o estudante.

Dessa forma, para uma aprendizagem eficiente, o estudante deve ser o agente da construção do seu próprio conhecimento, enquanto o professor deve orientá-lo e proporcionar atividades criativas que despertem seu interesse. Assim, a aprendizagem do estudante torna-se efetiva, duradoura e relevante para a sua vida. Em se tratando de construtos geométricos, esses conhecimentos lhes serão úteis em sua vida social e profissional, uma vez que a geometria é uma área de influência em várias profissões: marceneiro, serralheiro, arquiteto, engenheiro, entre tantas outras.

Criatividade, segundo Torrance (1974), é estudada a partir de testes, os quais se baseiam em quatro componentes relacionados: fluência, flexibilidade, novidade e elaboração. A partir do trabalho de Torrance, foram geradas diversas estruturas para estudar criatividade, geralmente adaptadas a tipos específicos de tarefas e contextos. Por sua vez, pesquisas recentes defendem que a formulação de problemas constitui uma metodologia eficaz para aumentar o interesse e o envolvimento dos estudantes em atividades, desenvolvendo o pensamento matemático e geométrico (Possamai; Allevato, 2023, 2024). Conforme as autoras, a formulação de problemas a partir de imagens e contextos diversos estimula o pensamento divergente e representa a criatividade posta em prática para a construção do conhecimento.

Segundo Singer e Voica (2013), a coerência de um problema matemático está relacionada à sua sintaxe, ou seja, às regras e princípios estruturais que o organizam. No contexto da geometria, essa questão adquire contornos ainda mais relevantes, pois os problemas geométricos demandam não apenas o domínio de regras, mas também a mobilização de imagens mentais e a capacidade de visualização espacial. A imaginação geométrica, portanto, torna-se um elemento essencial para que o estudante consiga interpretar corretamente o enunciado e estabelecer relações entre os elementos da figura.

Além disso, é importante considerar os aspectos visuais que permitem aos estudantes perceberem as diversas formas geométricas possíveis. O autor apresenta algumas características que favorecem a criatividade no ambiente escolar, a saber:

> [...] a realização de atividades centradas nos interesses dos estudantes; alto nível de interação entre professor e alunos e entre alunos; planejamentos menos estruturados; exposição de várias estratégias de aprendizagem, permitindo aos estudantes escolher a sua própria estratégia e participação ativa nas atividades propostas (Gontijo, 2007b, p. 487).

Ao integrar a visualização com a criatividade, os estudantes não apenas entendem conceitos de maneira mais clara, mas também são capazes de aplicar esse entendimento em situações práticas e resolver problemas de formas originais. A capacidade de formar imagens mentais e a de manipular visualmente os objetos geométricos possibilitam uma interação mais dinâmica e significativa com o conteúdo, tornando o aprendizado mais envolvente e eficaz.

A visualização é uma forma de experiência que constrói significados e atribui sentidos aos apelos intuitivos, conforme estabelecido por Cifuentes (2003). Flores (2012) e Costa (2002) apresentam a visualização e a intuição como processos interdependentes no desenvolvimento do pensamento visual. Costa (2002) afirma que a visualização é geralmente considerada útil para apoiar a intuição e a formação de conceitos na aprendizagem da Matemática.

Ao discutir o valor da visualização, Wijk (2005) destaca que a compreensão intuitiva representa o objetivo tradicional dessa prática, com contribuições relevantes para a ciência. O autor argumenta que a visualização permite aos usuários perceberem aspectos anteriormente despercebidos em seus dados, auxiliando na formulação de novas questões, hipóteses e modelos analíticos. Contudo, Wijk (2005) reconhece limitações metodológicas, pois não é possível mensurar diretamente o conhecimento adquirido, dificultando a avaliação do impacto da visualização na construção do saber. Dessa forma, cabe ao investigador interpretar os dados à luz de seu conhecimento sobre a temática, identificando os problemas que orientaram a investigação.

Adicionar visualização no contexto da educação matemática promove a intuição e o entendimento, permitindo que os estudantes não só aprendam matemática, mas também se tornem capazes de construir sua própria matemática. Costa (2002) enfatiza que, para desenvolver o pensamento visual, é necessário clarificar e tornar explícitos os processos cognitivos que o acompanham, reduzindo problemas de aprendizagem e identificando os modos de pensamento visual dos estudantes.

A visualização é o principal mecanismo para observar a verdade de um resultado matemático sem recorrer à demonstração lógica, utilizando uma linguagem visual apropriada e meios computacionais que destacam a expressividade artística da matemática. Cifuentes (2010) acrescenta que a visualização precisa de um "espaço" de representação, mesmo que este não seja o da percepção visual. No raciocínio geométrico, a visualização é fundamental, como defende Loureiro (2009, p. 62), destacando que "para muitos alunos, a visualização e o raciocínio visual são uma âncora para o pensamento matemático e também a primeira oportunidade para participarem da atividade matemática".

Mas o que é visualização? Leivas (2009, p. 111) define visualização como "um processo de formar imagens mentais, com a finalidade de construir e comunicar determinado conceito matemático, com vistas a auxiliar na resolução de problemas analíticos ou geométricos". Desde os primórdios da geometria até o desenvolvimento axiomático de Euclides, o aspecto visual tem sido tão importante quanto a demonstração. Essa importância histórica da visualização ressalta sua relevância no ensino atual, como reconhecido pelos documentos oficiais brasileiros.

No Brasil, a visualização é mencionada em documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018). Nesse documento, ela é citada como uma habilidade relacionada à validação de ideias, bem como à expressão das estratégias desenvolvidas na busca por soluções para os problemas matemáticos, observando que:

> Em Matemática, a validação de ideias deriva da busca de certeza. Como certeza e incerteza são inerentes à elaboração de conjecturas e predições, podemos considerar que a visualização, a antevisão, a previsão e a antecipação são inseparáveis desse par de ideias e estão associadas às práticas de expressar e comunicar ideias e estratégias matemáticas, validando-as por meio de sugestões (Brasil, 2018, p. 520).

Nesse sentido, uma possibilidade para o trabalho na educação básica é o desenvolvimento da visualização por meio da exploração de situações que envolvam construções geométricas e a representação de figuras espaciais. Isso incentiva os estudantes a conjecturarem sobre as características e propriedades dos objetos geométricos, levantando hipóteses que possam ser testadas por meio da manipulação e exploração dessas figuras. Costa (2002) destaca que a visualização é uma ação matemática tão importante quanto o cálculo ou a simbolização, o que requer a criação de oportunidades para o estudante desenvolver a habilidade visual.

A habilidade de gerar imagens mentais é importante, especialmente no estudo de objetos da geometria espacial. Ritter (2011) relata que a geometria se destaca entre os campos da matemática por sua natureza intuitiva e concreta, podendo ser utilizada como recurso auxiliar para compreender, descrever e interagir com o mundo em que vivemos. Corroborando com essa ideia, Gutierrez (2009) destaca que a visualização desempenha um papel significativo na descoberta de caminhos para a solução de problemas e na elaboração de novas provas. Cifuentes e Santos (2019) observam que a visualização necessita de um espaço de representação onde estejam localizados os padrões que são objeto da observação, mesmo que esse espaço não corresponda à percepção visual imediata.

Consideramos que, no contexto da Geometria Euclidiana, a visualização é fundamental. Arcavi (2003) destaca que ela envolve a criação, a interpretação e a reflexão sobre desenhos, imagens e diagramas para representar e comunicar informações, pensar e desenvolver ideias previamente desconhecidas e divulgar entendimentos.

Visualizar, segundo Frota e Couy (2009), é criar e interpretar imagens e ideias que podem desencadear novas ideias e novas imagens, fazendo parte dos processos de fazer matemática, ao lado da intuição, criação, abstração, formalização e comunicação. Conway *et al.* (2010) argumentam que a imaginação geométrica não se configura como uma capacidade inata, mas como uma habilidade que se constrói e se aprimora por meio da prática sistemática, possibilitando que os estudantes vivenciem a matemática internamente e examinem seus próprios processos de raciocínio. Visualizar mentalmente, criando e manipulando imagens, é uma experiência individual que pode capacitar os estudantes de matemática a explorá-la, iniciando esse processo internamente. Além disso, essa abordagem permite a análise dos processos de pensamento daqueles que realizam as atividades, como se observa no uso das TD no ensino da matemática, especialmente no de geometria.

As TD têm se mostrado uma poderosa ferramenta no ensino da matemática, especialmente na geometria, proporcionando novas possibilidades de exploração e experimentação didática. *Softwares* de Geometria Dinâmica (GD) permitem que os estudantes visualizem construções geométricas em movimento, tanto em duas quanto em três dimensões, facilitando a compreensão de seus elementos e propriedades. A capacidade de visualizar simultaneamente diferentes representações de um objeto matemático e transitar entre elas é uma das principais vantagens desses *softwares*.

A utilização de *softwares* educativos na matemática tem evoluído significativamente devido à qualidade crescente desses produtos disponíveis e ao seu custo acessível. Professores, pesquisadores e profissionais da área tecnológica contribuem para a criação de *softwares* livres e ferramentas inovadoras que tornam o ensino mais atraente, eficaz e funcional. Como destacam Melo e Fireman (2016, p. 14):

> A utilização de *softwares* relacionados ao ensino e aprendizagem deve-se à capacidade de a maioria executar os mais diversos conteúdos matemáticos de forma dinâmica, fazendo com que o aluno enxergue o conteúdo sob diversos ângulos, aguçando seu espírito de observação e de pesquisa. [...] No entanto, é preciso que sua escolha pelo docente seja resultado de um planejamento didático-pedagógico, analisado com cuidado para que se possa atingir aos objetivos de aprendizagem de determinado conteúdo matemático.

Além disso, a BNCC (Brasil, 2018) apoia o uso das TD como instrumentos que potencializam o ensino e a aprendizagem da matemática. Nesse sentido, o documento preconiza que os professores devem mobilizar processos e ferramentas matemáticas, incluindo tecnologias digitais, para modelar e resolver problemas de diferentes naturezas, sejam eles cotidianos, sociais ou de outras áreas do conhecimento, validando as estratégias e os resultados obtidos. Essa orientação reforça a importância de integrar recursos tecnológicos de maneira intencional e planejada, de modo que os estudantes não apenas utilizem ferramentas digitais, mas também compreendam sua função na construção do conhecimento matemático e no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e reflexivo.

O uso de recursos tecnológicos digitais deve ser pensado como uma metodologia que melhore os processos de ensino e de aprendizagem na educação matemática. Bacich, Neto e Trevisani (2015, p. 41) afirmam que "o uso de tecnologias digitais no contexto escolar propicia diferentes possibilidades para trabalhos educacionais mais significativos para os seus participantes". Para que isso ocorra, é necessário que os educadores estejam em constante atualização e pesquisa sobre novas metodologias de ensino.

De acordo com Almeida (2000), o papel do educador consiste em criar condições para que o estudante construa o próprio conhecimento em um ambiente desafiador e motivador, que incentive a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e as descobertas. Nessa perspectiva, as TD configuram-se como recursos que respondem a essa demanda pedagógica, uma vez que proporcionam ambientes de aprendizagem mais interativos, dinâmicos e estimulantes, nos quais o estudante pode experimentar, testar hipóteses e desenvolver autonomia intelectual.

Valente (2005) concebe as TD como a convergência de diferentes mídias em um único artefato, englobando recursos como vídeo, computador, celular e realidade virtual. Já Kenski (2012) destaca que essas tecnologias não se limitam a transformar as formas de produção, organização e difusão da informação, mas também reconfiguram a percepção e a compreensão humana do mundo, ampliando as possibilidades de interação e construção de sentido.

Um exemplo eficaz da introdução das TD no ensino da matemática é o uso do GeoGebra, *software* livre e de código aberto que integra geometria e álgebra em um ambiente dinâmico e interativo. Uma de suas principais características é a possibilidade de movimentar elementos geométricos enquanto se preservam suas propriedades matemáticas, o que favorece a exploração ativa e a descoberta de relações entre diferentes representações (algébrica, geométrica e numérica) de um mesmo objeto. Além disso, o GeoGebra permite que o usuário manipule e anime construções sem que elas percam suas propriedades inerentes, possibilitando a posterior visualização das mesmas com vistas à percepção de generalizações e padrões (Mathias; Silva; Leivas, 2019).

Nesse contexto, a inserção de tecnologias como o GeoGebra na educação deve ser compreendida como um meio de promover o desenvolvimento de uma inteligência crítica, livre e criadora nos estudantes, conforme defendido por Miskulin (2008). Dessa forma, o GeoGebra destaca-se entre as tecnologias atuais por sua acessibilidade, versatilidade e potencial didático, razão pela qual foi adotado como ferramenta de investigação nesta pesquisa.

Para Mathias, Silva e Leivas (2019, p. 63) o GeoGebra "[...] possui um aspecto peculiar, que é o de proporcionar ao usuário a manipulação e a animação das construções realizadas, de forma que não percam suas propriedades inerentes". Além disso, os autores indicam que é possível visualizar posteriormente as construções, permitindo a percepção de generalizações. Essa capacidade de visualização é uma das habilidades exploradas na pesquisa apresentada neste artigo, destacando o potencial do GeoGebra como uma ferramenta educativa poderosa.

Bairral (2009) aponta diversas contribuições da GD para o processo de ensino e de aprendizagem. Entre elas, destaca-se a interação do sujeito com as tecnologias da informação e comunicação, que possibilita uma relação ativa e exploratória com o objeto de estudo. Ademais, a GD favorece a descoberta mediante tentativa e erro, incentivando o estudante a testar hipóteses e ajustar suas estratégias conforme os resultados obtidos. Outro aspecto relevante diz respeito à observação, ao levantamento e à verificação de conjecturas, habilidades essenciais para o desenvolvimento do pensamento matemático. Por fim, a GD oferece diferentes formas de representação do objeto em estudo, as quais não se restringem a representações estáticas, mas permitem visualizar transformações e relações de maneira dinâmica e flexível.

A GD facilita a construção geométrica e proporciona dinamicidade na visualização e na verificação de propriedades, além de favorecer uma maior autonomia dos estudantes na construção de conhecimentos. Melo e Silva (2013, p. 14) reforçam essa ideia ao afirmar que “o GeoGebra proporciona condições que permitem a elaboração de situações onde o próprio aluno constrói conhecimentos”, destacando a capacidade desse *software* de fomentar a autonomia dos estudantes. Nesse sentido, o uso dessa ferramenta digital transforma o estudante de mero receptor de informações em agente ativo do processo de aprendizagem, possibilitando que ele explore, conjecture e valide hipóteses de forma independente.

Diante do exposto, compreende-se que as TD, em especial os *softwares* de GD, constituem ferramentas pedagógicas que vão além da mera instrumentalização do ensino da geometria. Essas tecnologias possibilitam aos estudantes uma aproximação mais intuitiva e dinâmica aos conceitos matemáticos, uma vez que permitem a manipulação direta dos objetos geométricos, a visualização de propriedades e a transição entre diferentes registros de representação. Tal abordagem didática favorece o engajamento dos estudantes, estimula o interesse pela matemática e potencializa o desenvolvimento da criatividade, ao propiciar ambientes de exploração e descoberta.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa (estudo de caso), a qual se concentra na investigação de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de situações análogas por suas características significativas (Severino, 2016). Este estudo investiga a obtenção de regiões internas a um círculo por meio de cinco e seis pontos na sua fronteira, distribuídos de forma equidistante um do outro, explorando a visualização geométrica de objetos planos. A coleta dos dados permitiu aos pesquisadores terem uma visão da criatividade dos investigados no cenário que os engloba, bem como da transição entre representações figurais e numéricas.

A pesquisa descrita neste artigo utiliza o GeoGebra Tarefas, ferramenta do *software* GeoGebra, um ambiente de matemática dinâmica gratuito e de código aberto que integra geometria e álgebra, permitindo construções interativas e manipulações em tempo real. O GeoGebra Tarefas consta do livro GeoGebra, desenvolvido pelos autores para promover a investigação e coletar os dados para análise. Trata-se de um recurso que possibilita a criação de atividades estruturadas com instruções passo a passo, campos de resposta e elementos interativos, facilitando tanto a aplicação quanto o registro das produções dos participantes.

A pesquisa foi aplicada no ensino superior, em uma disciplina optativa sobre geometria, ministrada pelo primeiro autor em um programa de pós-graduação. A coleta de dados ocorreu no ano de 2024, com 14 estudantes de instituições parceiras do programa, sendo uma delas localizada na região Nordeste do Brasil. A disciplina foi oferecida de forma interinstitucional, com recursos próprios dos pesquisadores e em parceria entre três professores de diferentes regiões do Brasil e um de Portugal, sem financiamento externo.

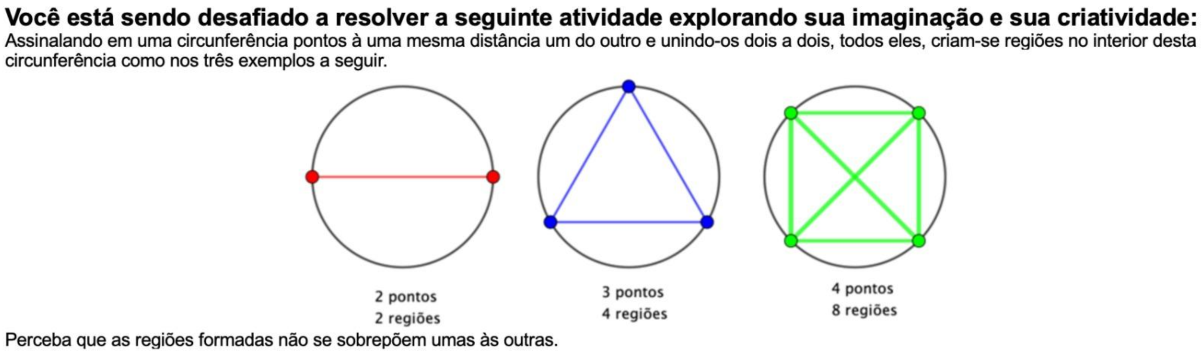
De acordo com Severino (2016) "[...] ensinar e prestar serviços à comunidade são tarefas da educação universitária, mas elas se realizam tendo sua fonte alimentadora na criação do conhecimento" (p. 23). Cada um dos professores contribuiu com sua especialização em um curso de 60 horas. Este formato alinha-se ao propósito do Ensino Superior que, segundo o autor, visa formar profissionais capacitados, introduzir os estudantes à prática científica e desenvolver sua consciência político-social. Essa abordagem diversificada na disciplina de geometria pode efetivamente contribuir para alcançar esses objetivos educacionais e formativos, reforçando a interdisciplinaridade e a internacionalização do currículo acadêmico.

Para Severino (2016, p. 27), há "três dimensões para a pesquisa no Ensino Superior: epistemológica, pedagógica e social". O conhecimento só acontece quando o indivíduo é ativo na construção do saber, não apenas receptor passivo. A fim de que o conhecimento se torne efetivo, não pode ser deixada de lado a dimensão pedagógica, com elementos didáticos apropriados a cada temática e que facilitem o fortalecimento social.

Em relação aos aspectos teóricos e bases psicopedagógicas, Sánchez Huete e Fernández Bravo (2006) indicam quatro fases da aprendizagem matemática. São elas: memorização; aprendizagem algorítmica; aprendizagem de conceitos e resolução de problemas. Atemo-nos à terceira, uma vez que não é fácil definir um conceito, visto que se torna necessária a abstração, o que vai ao encontro da visualização, como citado anteriormente. Os autores ressaltam que a aprendizagem de conceitos consiste em uma construção hierárquica, na qual o estudante vai estabelecendo relações cada vez mais complexas entre os elementos matemáticos. Por sua vez, a resolução de problemas configura-se como um processo de combinação dos diferentes conhecimentos e estratégias que o aluno já possui, mobilizando-os de forma integrada para enfrentar novas situações.

A aplicação envolveu 14 participantes em uma disciplina optativa de um programa de pós-graduação, permitindo que estudantes de outras instituições validassem créditos. Para preservar a identidade, os participantes serão referidos pelas siglas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M. Foi desenvolvida uma atividade no GeoGebra Tarefas com o objetivo de explorar como os participantes visualizam e identificam as regiões formadas por cordas de uma circunferência ao conectar pontos equidistantes, e estabelecem representações visuais e numéricas para quantificar essas regiões internas, usando 5 e 6 pontos. A partir do registro das respostas, foi feita a sua análise, sendo que inicialmente foi apresentada uma exemplificação de como seria com dois, três e quatro pontos, conforme ilustrado na Figura 1.

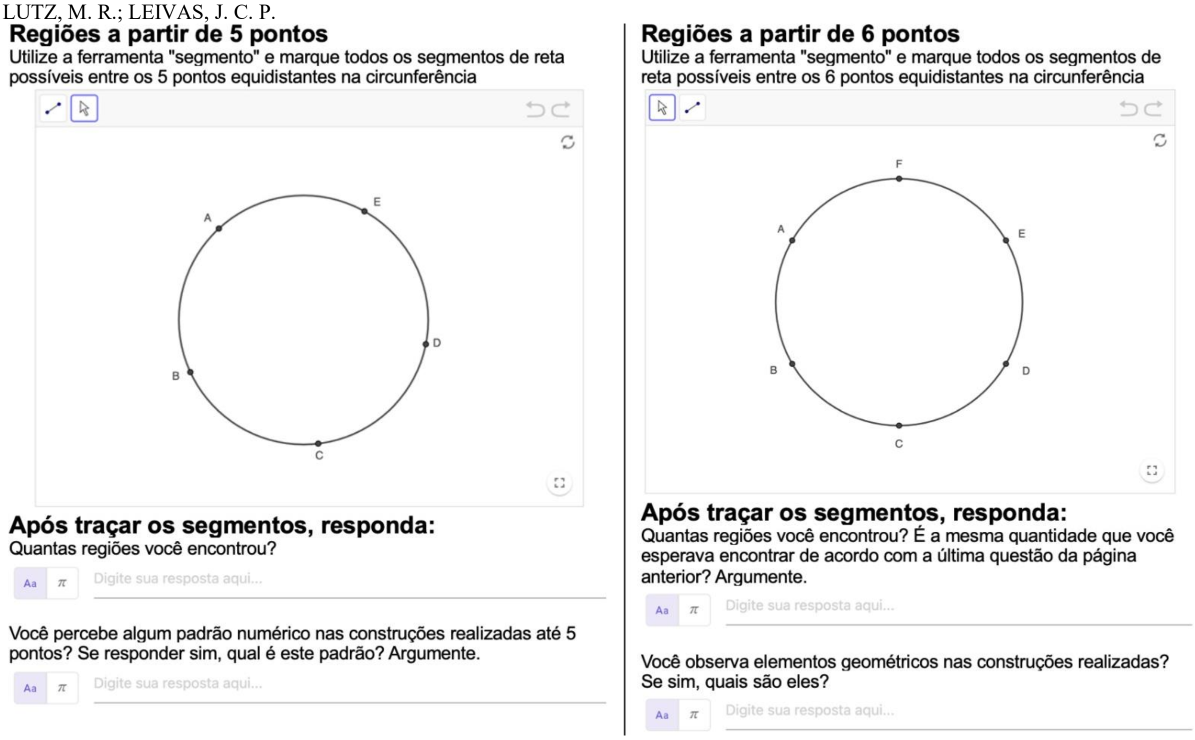
Figura 1 – Explanação inicial da atividade



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Na Figura 2, observam-se duas ferramentas do GeoGebra no canto superior esquerdo: o ponteiro e um segmento de reta, as únicas disponíveis para que os participantes explorassem a conexão entre dois pontos da circunferência e obtivessem as regiões correspondentes. Essa restrição foi intencional: disponibilizamos apenas as ferramentas "segmento" e "mover", bloqueando o acesso às demais funcionalidades do GeoGebra para direcionar a atenção dos participantes exclusivamente à construção dos segmentos (cordas) e à contagem das regiões formadas, evitando distrações e garantindo que o foco permanecesse no objetivo investigativo.

Figura 2 – As duas questões investigativas



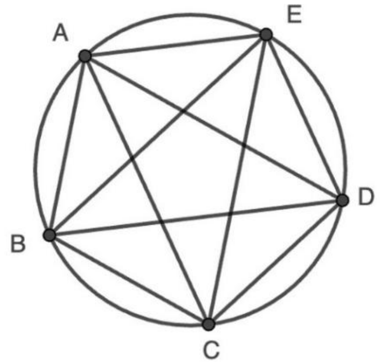
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A seguir, procederemos com a análise e discussão das respostas apresentadas pelos participantes da pesquisa. Enfatizamos a interpretação das representações visuais e numéricas das regiões internas, conforme registradas e exemplificadas nas figuras do estudo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No que segue, faremos a análise dos dados coletados. Primeiramente, vamos analisar as soluções propostas para as regiões obtidas com 5 pontos. A primeira questão abordava o número de regiões encontradas. Em todas as situações avaliadas, os participantes concordaram que o total de regiões possíveis é 16, conforme ilustrado na Figura 3. Esse resultado indica que os participantes conseguiram identificar corretamente todas as regiões formadas na configuração com 5 pontos.

Figura 3 – Representação das regiões obtidas com 5 pontos realizada pelo participante A



Fonte: acervo dos pesquisadores (2024).

A habilidade dos participantes em identificar corretamente as 16 regiões demonstra a importância da criatividade na matemática, conforme destaca Gontijo (2007a). Segundo ele, a criatividade envolve a capacidade de encontrar várias soluções adequadas para um problema, explorando diferentes aspectos e métodos de resolução. Além disso, Singer e Voica (2013) ressaltam que a precisão e a clareza na formulação dos problemas são fundamentais para haver uma aprendizagem, especialmente em contextos geométricos. Eles argumentam que a estrutura e as regras do problema desempenham um papel importante na compreensão e resolução dele.

Em relação ao segundo item desta primeira etapa, os participantes deveriam registrar se identificaram algum padrão numérico nas construções realizadas com até cinco pontos. Caso afirmativo, deveriam descrever o padrão e justificar sua observação com argumentos. Com este tipo de questão, estamos alinhados ao que é determinado pela BNCC, que afirma ser possível para os estudantes da educação básica demonstrar ou apresentar um contraexemplo para um resultado matemático afirmado. A BNCC recomenda:

> Ao formular conjecturas com base em suas investigações, os estudantes devem buscar contraexemplo para refutá-la e quando necessário, procurar argumentos para validá-las. Essa validação não pode ser apenas com argumentos empíricos, mas deve trazer também argumentos não “formais”, incluindo a demonstração de algumas proposições (Brasil, 2018, p. 540).

Consideramos fundamental estimular os estudantes a realizarem conjecturas. Segundo Morais Filho (2016), uma conjectura é uma afirmação que ainda não foi comprovada ou refutada. Brocardo (2001) destaca que a formulação de uma conjectura não é um simples palpite, mas um processo que requer uma compreensão aprofundada da situação e a capacidade de generalizar a partir de exemplos significativos. Esse cuidado é essencial para garantir a precisão e a validade das conjecturas formuladas pelos estudantes. A seguir, apresentamos algumas dessas respostas, observando que apenas um participante não respondeu e dois apresentaram justificativas incorretas.

> Sim. Até cinco pontos, o número de regiões segue o padrão relativo às potências de base dois, iniciando na primeira figura com duas regiões (dois elevado à primeira potência), e assim sucessivamente, até a quarta figura com cinco pontos, tendo um total de 16 regiões (dois elevado à quarta potência). Assim, percebo um padrão exponencial de crescimento. (participante E).
> Sim, o número de regiões está sendo dobrado (multiplicado por 2.). (participante K).
> Conforme o número de pontos aumenta em uma unidade, o número de regiões cresce como uma progressão geométrica. Ex: 2^1; 2^2; 2^3; 24. (participante L).

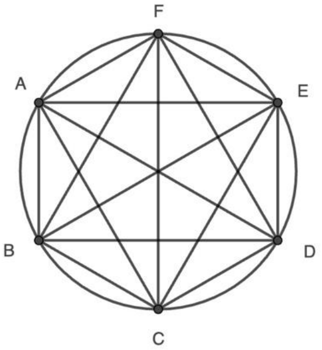
As respostas apresentadas indicam que a atividade propiciou condições para a formulação de conjecturas pelos participantes. A interação entre visualização e intuição constitui componente essencial no desenvolvimento do pensamento visual, conforme abordado por Flores (2012) e Costa (2002). A visualização desempenha papel fundamental no apoio à intuição e à formação de conceitos na aprendizagem da matemática, como destacado por Costa (2002) e Wijk (2005). A integração da visualização e da intuição no ensino da matemática contribui para fortalecer a formulação de conjecturas e enriquecer a compreensão conceitual dos estudantes.

Continuando com nossa análise, apresentamos as soluções encontradas para as regiões formadas pelos 6 pontos, totalizando 30 regiões identificadas. Entre os participantes, 11 (78,5%) encontraram a resposta correta, um identificou 22 regiões, enquanto dois não conseguiram contá-las, mas conjecturaram que poderia haver 32 regiões. No entanto, seguindo a lógica da questão anterior, essa conjectura não foi confirmada como correta.

A dificuldade na visualização, mesmo quando um desenho está disponível, pode estar na habilidade de interpretar e compreender as relações espaciais representadas. Mesmo com uma representação visual à disposição, algumas pessoas podem enfrentar dificuldades em identificar corretamente as partes, as interações entre os elementos ou a estrutura geral da imagem. Isso está alinhado com o conceito de Leivas (2009), que define visualização como o processo de criar representações mentais visuais para desenvolver e comunicar conceitos matemáticos específicos. No entanto, mesmo com o objeto gerado no GeoGebra disponível, três alunos ainda não conseguiram chegar à resposta correta.

Na Figura 4, apresentamos a solução do participante que relatou não conseguir contar as regiões. A análise detalhada dessa figura revela sua dificuldade em visualizar com precisão os objetos e suas relações. Como discutido por Cifuentes (2005), a habilidade de formar imagens mentais é fundamental não apenas para a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também para resolver problemas analíticos e geométricos.

Figura 4 – Representação das regiões obtidas com 6 pontos realizada pelo participante C



Fonte: acervo dos pesquisadores (2024).

Ao examinar a figura, observamos que o participante enfrentou desafios em discernir claramente as diversas regiões formadas pelos pontos, o que sugere uma limitação na sua capacidade de visualização. De acordo com Mathias, Silva e Leivas (2019), o GeoGebra possui a peculiaridade de permitir ao usuário manipular e animar construções sem que elas percam suas propriedades inerentes, além de possibilitar a visualização posterior das construções para a percepção de generalizações. Esse aspecto ressalta a complexidade envolvida na interpretação de representações visuais, mesmo quando estão disponíveis ferramentas como no *software* para auxiliar na visualização.

Para concluir a última questão, perguntamos aos participantes se eles haviam observado elementos geométricos na construção. As respostas foram diversas: mencionaram pontos, segmentos, e formas planas como triângulos, quadriláteros e hexágonos regulares, além de arcos de circunferência e pentágonos. Curiosamente, nenhum participante mencionou setores circulares. Quanto às justificativas fornecidas, destacam-se as seguintes:

> Confesso que não consegui contar, não é a mesma que eu esperava! Isso significa que a tendência de dobrar o número de regiões a cada novo ponto não se mantém consistentemente após o quinto ponto. (participante C).
> Foram encontradas 22 regiões. A hipótese estava incorreta, esperando encontrar 32 regiões. Não consegui identificar a função algébrica que satisfaça todos os casos (participante F).
> 30 regiões. Não é a mesma quantidade que eu esperava, pois, cada vez que adicionamos uma nova construção anteriormente, o número de regiões resultantes dobrava em relação à construção anterior. Como antes tínhamos 5 pontos e 16 regiões. Agora com 6 pontos prevíamos obter o dobro de 16, ou seja, 32 regiões (participante J).

Nas justificativas apresentadas, observamos uma conformidade com a visão de Cifuentes (2005) de que a visualização é fundamental para formar imagens mentais e constitui o ponto de partida para processos de abstração. No entanto, parece que essa habilidade ainda não está plenamente desenvolvida em alguns dos participantes investigados. Essa limitação pode ser explicada pelo conceito de Zimmermann e Cunningham (1991), os quais afirmam que a visualização é adquirida por meio da prática na formação e na aplicação de imagens para descobrir e compreender conceitos matemáticos, algo que nem sempre foi evidente nas justificativas apresentadas.

O relato do participante C, estudante de pós-graduação, evidencia a complexidade da visualização e da interpretação geométrica: "Encontrei dificuldades em contar o número de regiões em uma figura". Esse relato aponta para a necessidade de desenvolvimento contínuo da habilidade de visualização, mesmo entre profissionais em formação avançada, uma vez que a capacidade de analisar estruturas geométricas influencia diretamente a resolução de problemas e a compreensão conceitual em diversas áreas do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam a importância da visualização e da criatividade no ensino da Geometria. A análise das soluções propostas para as regiões obtidas com 5 pontos indicou que todos os participantes identificaram corretamente as 16 regiões, o que sugere familiaridade com a tarefa e domínio das estratégias de contagem nesse nível de complexidade. Tal desempenho pode ser associado à capacidade de mobilizar diferentes abordagens para resolver uma mesma situação-problema, conforme discutido por Gontijo (2007a).

Os dados analisados permitem afirmar que os participantes mobilizaram habilidades de visualização e criatividade de maneira distintiva ao longo da atividade. Gontijo (2007b) enfatiza que a criatividade matemática se manifesta em ambientes que favorecem a participação ativa e a escolha de estratégias pelos estudantes, condição observada no desenvolvimento da tarefa. Torrance (1974), por sua vez, destaca a fluência, flexibilidade e originalidade como componentes da criatividade, os quais se fizeram presentes nas diferentes formas de registro e justificativa apresentadas pelos participantes. Cifuentes (2003) e Costa (2002) contribuem ao situar a visualização como experiência construtora de significados e como veículo para a formação de conceitos geométricos, respectivamente. Flores (2012) completa essa discussão ao apontar a interdependência entre visualização e intuição no pensamento matemático. A articulação dessas referências indica que o desempenho dos participantes não decorreu de uma única habilidade isolada, mas da convergência de múltiplas competências cognitivas e criativas.

A atividade desenvolvida no GeoGebra Tarefas exigiu que os participantes construíssem segmentos (cordas) entre pontos equidistantes em uma circunferência, unindo-os dois a dois, e argumentassem sobre o número de regiões formadas em cada configuração. Inicialmente, os participantes elaboraram estratégias e determinaram corretamente o número de regiões para 5 pontos a partir das representações gráficas obtidas, sendo também solicitado que justificassem suas soluções.

Contudo, à medida que mais pontos foram adicionados (maior complexidade da tarefa), surgiram divergências entre as conjecturas dos participantes sobre o padrão observado para cinco pontos, mesmo com o uso do GeoGebra para visualização gráfica. Especificamente, 11 participantes (78,5%) identificaram corretamente as 30 regiões com 6 pontos. Esse resultado evidencia que o aumento da complexidade visual, decorrente do maior número de interseções e regiões a serem contadas, exige não apenas a percepção imediata, mas também a organização sistemática da informação e a verificação cuidadosa das fronteiras de cada região. A dificuldade observada reforça o relato de Cifuentes (2005) de que a visualização constitui ponto de partida para processos de abstração, mas demanda prática e desenvolvimento contínuo para ser efetiva em situações mais exigentes.

Concluímos que atividades como a realizada são pertinentes, pois permitem aos estudantes, especialmente da educação básica, desenvolver habilidades visuais, raciocínio lógico, matemática básica e, sobretudo, explorar elementos de geometria plana envolvidos no processo. Nesse sentido, o tópico em questão deve ser discutido na formação de docentes que atuam e/ou atuarão nesse nível de escolaridade.

A pesquisa cumpriu o objetivo de investigar como os participantes visualizam e identificam as regiões determinadas por cordas em uma circunferência. A abordagem desenvolvida pode ser estendida a estudos similares com outros grupos, como estudantes da educação básica, visando explorar e promover o desenvolvimento da visualização e da criatividade com o auxílio do GeoGebra.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. de. *ProInfo:* informática e formação de professores. v. 1. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação. 2000.

ARCAVI, A. The Role of Visual representations in the Learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v. 52, n. 3, p. 215-241, 2003.

AZEVEDO, G. P.; MENDES, S. P. F.; LEAL, S. de A. D.; CUSTÓDIO, E. S. Ensino de matemática e desempenho no Enem: caminhos para melhorar os resultados no Amapá. *Revista ERR01*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1-13, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/err01/article/view/8407. Acesso em: 2 maio. 2026.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. de M. *Ensino híbrido:* personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

BAIRRAL, M. A. *Tecnologias da informação e comunicação na formação e educação matemática.* v. 1. Seropédica: EDUR, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular.* Brasília: 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. *Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira (Inep)*. Microdados do Enem 2023. Brasília: Inep, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem. Acesso em: 2 maio 2026.

BROCARDO, J. *As investigações na aula de matemática:* um projeto curricular no 8º ano. Tese (Doutorado em Educação) – Umiversidade de Lisboa, Lisboa, 2001.

CIFUENTES, J. C.; SANTOS, A. H. dos. Da percepção à imaginação: aspectos epistemológicos e ontológicos da visualização em matemática. *Educere et Educare*, v. 14, n. 33, p. 1-21, 2019. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/22530. Acesso em: 12 mar. 2024.

CIFUENTES, J. C. Do conhecimento matemático à educação matemática: uma “odisséia espiritual”. *In*: CLARETO, S. M.; DETONI, A. R.; PAULO, R. M. (org.). *Filosofia, Matemática e Educação Matemática:* compreensões dialogadas. Juiz de Fora: Editora da UJFJ, 2010, p. 13-31.

CIFUENTES, J. C. Fundamentos estéticos da matemática: da habilidade à sensibilidade. *In*: BICUDO, M. A. V. (org). *Filosofia da Educação Matemática:* Fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas. Brasília: Editora Plano, 2003. p. 59-79.

CIFUENTES, J. C. Uma via estética de acesso ao conhecimento matemático. *Boletim GEPEM*, Rio de Janeiro, n. 46, p. 55-72, 2005.

CONWAY, J.; DOYLE, P.; GILMAN, J.; THURSTON, B. *Geometry and the imagination.* lecture notes published on the World Wide Web, 2010. Disponível em: https://math.dartmouth.edu/~doyle/docs/gi/gi.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

COSTA, C. Visualização, veículo para a educação em geometria. *In*: SARAIVA, M. J.; COELHO, M. I.; MATOS, J. M. (org). *Ensino e Aprendizagem de Geometria.* Lisboa: Portugal Editora, 2002, p. 157-184.

FLORES, C. R.; WAGNER, D. R.; BURATTO, I. Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. *Revista Educação Matemática e Pesquisa*, v. 14, n. 1, p. 31-45, 2012.

FROTA, M. C. R.; COUY, L. Estratégias para o ensino-aprendizagem de funções com um foco no Pensamento Visual. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., Brasília, 2009. *Anais do IV SIPEM*. Brasília: SBEM, 2009. p. 1-20.

GONTIJO, C. H. Criatividade em matemática: identificação e promoção de talentos criativos. *Revista Educação,* Santa Maria, v. 32, p. 481-494, 2007b.

GONTIJO, C. H. *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do Ensino Médio.* Tese (Doutorado em Psicologia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2007a.

GUTIÉRREZ, A. Book reviews: visual thinking in mathematics: an epistemological study. *Research in Mathematics Education*, v. 11, n. 2, p. 199-211, 2009.

KENSKI, V. M. *Educação e tecnologias:* O novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2012.

LEIVAS, J. C. P. *Imaginação, intuição e visualização:* a riqueza de possibilidades da abordagem geométrica no currículo de cursos de licenciatura de matemática. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LOUREIRO, C. Geometria no novo programa de matemática do ensino básico. Contributos para uma gestão curricular reflexiva. *Educação e Matemática*, Lisboa, n. 105, p. 61-66, 2009.

MATHIAS, C. V.; SILVA, H. A. da; LEIVAS, J. C. P. Provas sem palavras, visualização e GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, v. 8, n. 2, 2019.

MELO, A. L. C. D.; SILVA, G. S. da C. O uso do software GeoGebra no estudo de funções. *In*: ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 6., 2013. Aracaju. *Anais eletrônicos...* Aracaju: UNIT, 2013.

MELO, E. V. de; FIREMAN, E. C. Ensino e aprendizagem de funções trigonométricas por meio do software GeoGebra aliado à modelagem matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática* - REnCiMa, v.7, n.5, p. 12-30, 2016.

MISKULIN, R. G. S. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. *In*: FIORENTINI, D. (org.). *Formação de professores de matemática:* explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de letras, 2008. p. 217-248.

MORAIS FILHO, D. C. de. *Um convite à matemática com técnicas de demonstração e notas históricas.* 3. ed., Rio de Janeiro: SBM, 2016.

PIAGET, J. *O nascimento da inteligência na criança.* 4. ed. [reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Problem posing: images as a trigger element of the activity. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2023. DOI: 10.37001/ripem.v13i1.3274. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/ripem/article/view/3274. Acesso em: 2 maio. 2026.

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Teaching mathematics through problem posing: elements of the task. *The Journal of Mathematical Behavior*, v. 73, p. 1-12, 2024.

RITTER, A. M. *A visualização no ensino de geometria espacial:* possibilidades com o software calques 3D. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SÁNCHES HUETE, J. C.; FERNÁNDEZ BRAVO, J. A. *O ensino da matemática:* fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico.* São Paulo: Cortez, 2016.

SINGER, F. M.; VOICA, C. A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics*, v. 83, n. 1, p. 9-26, 2013.

TORRANCE, E. P. *Torrance tests of creative thinking.* Bensenville: Scholastic Testing Service, 1974.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador: o papel do computador no processo ensino-aprendizagem. *In*: ALMEIDA, M. E. B. B. P.; MORAN, J. M. (org.) *Integração das tecnologias na educação.* Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, 2005. p. 23-31.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem.* São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WIJK, J. J. van. *The value of visualization.* Dept. Mathematics and Computer Science, Technische Universiteit Eindhoven, 2005.

ZIMMERMANN, W.; CUNNINGHAM, S. *Visualization in teaching and learning mathematics:* a project sponsored by the Committee on Computers in Mathematics Education of The Mathematical Association of America. Washington, USA: Mathematical Association of America, 1991.

SOBRE OS AUTORES

Mauricio Ramos Lutz possui pós-doutorado (2023) e doutorado (2020) em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Franciscana (UFN). Mestre em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012). Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Santa Maria (2004). Atualmente, é Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Farroupilha (IFFar), Campus Alegrete, e docente do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional (ProfEPT) na mesma instituição.
mauricio.lutz@iffarroupilha.edu.br
https://orcid.org/0000-0003-1215-1933

José Carlos Pinto Leivas é doutor em Educação pela Universidade Federal do Paraná (2009). Mestre em Matemática Pura pela Universidade Federal de Santa Catarina (1985), especialista em Matemática pela Universidade Federal de Pelotas (1982) e licenciado em Matemática pela Universidade Católica de Pelotas (1974). Atualmente, é professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (UFN).
leivasjc@ufn.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-6876-1461

Recebido em 30 de jun. de 2024.
Aprovado em 1 de maio de 2026.
Publicado em 14 de maio de 2026.