



ENTRE O CONCRETO VIRTUAL: A REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL

Lucas Ferreira Rodrigues; lucas-ferreira.rodrigues@unesp.br

Modalidade: Artigo

Área Temática: Tecnologias Imersivas (RA/RV e Híbridos).

Resumo:

A visualização geométrica constitui uma dimensão central da aprendizagem matemática, sobretudo no ensino da Geometria Espacial, contexto no qual muitos estudantes enfrentam dificuldades para compreender figuras tridimensionais quando o ensino se restringe a representações planas e estáticas. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições do aplicativo *Sólidos RA* para a aprendizagem da Geometria Espacial, com ênfase no processo de redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos por estudantes do Ensino Médio. A pesquisa adotou abordagem qualitativa, de caráter exploratório e interpretativo, com articulação de atividades mediadas pela Realidade Aumentada com a aplicação de um questionário reflexivo composto por cinco questões abertas. A proposta investigou de que modo os estudantes ressignificam conceitos como faces, arestas, volume, superfície, simetria e espacialidade a partir da interação com modelos tridimensionais imersivos. A análise teórica e interpretativa evidencia que a Realidade Aumentada pode potencializar a aprendizagem ao tornar os objetos geométricos mais tangíveis, ampliar a percepção espacial, facilitar a apreensão de propriedades geométricas e fortalecer a articulação entre conceitos matemáticos e situações do cotidiano. Foram igualmente identificadas limitações relacionadas à necessidade de mediação docente qualificada, à disponibilidade de infraestrutura tecnológica adequada e ao risco de uso meramente demonstrativo da ferramenta. Os resultados indicam que o aplicativo *Sólidos RA* é configurado como um recurso pedagógico relevante para o ensino da Geometria Espacial, desde que integrado a uma proposta didática intencional, investigativa e orientada à construção de significados matemáticos.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Geometria espacial; Visualização geométrica; Tecnologias digitais; Educação Matemática.

Introdução

O ensino da Geometria ocupa lugar estratégico na formação matemática, uma vez que mobiliza competências relacionadas à percepção espacial, à interpretação de formas, à construção de representações e à resolução de problemas que envolvem medidas, relações e transformações. No âmbito da Educação Matemática, diferentes estudos têm destacado que a visualização constitui uma dimensão central do pensamento geométrico, pois permite ao



estudante interpretar, manipular e atribuir significado a objetos e relações espaciais (ARCAVI, 2003; GUTIÉRREZ, 1996; PRESMEG, 2006). Apesar dessa relevância, a aprendizagem geométrica ainda representa um desafio persistente no contexto escolar, especialmente no que se refere ao estudo de conteúdos relacionados à Geometria espacial, em que muitos alunos demonstram dificuldades para compreender a tridimensionalidade, interpretar sólidos em diferentes perspectivas e relacionar conceitos abstratos ao espaço vivido.

Parte desse problema decorre do ensino tradicional da Geometria, marcado pelo uso de imagens estáticas e explicações abstratas, limita a construção de significados pelos alunos em situações que exigem rotação mental, percepção de profundidade e mudança de perspectiva. Essa realidade evidencia uma lacuna nas práticas pedagógicas voltadas à visualização geométrica espacial, especialmente na Educação Básica. Nesse contexto, as tecnologias digitais surgem como alternativa promissora, conforme apontam Borba e Penteadó (2010) e Valente (2014), quando articuladas a propostas didáticas intencionais. Em particular, a Realidade Aumentada se destaca por permitir a manipulação e exploração de objetos tridimensionais em tempo real, abrindo possibilidades para o desenvolvimento da visualização espacial e a redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos no Ensino Médio.

É nesse contexto que se insere o presente estudo, desenvolvido a partir de uma atividade intitulada Redescoberta com o *Aplicativo Sólidos RA*, com o objetivo de analisar de que modo o uso desse instrumento contribui para a redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos e para o desenvolvimento da visualização geométrica no Ensino Médio. A hipótese central é de que a interação com modelos tridimensionais em Realidade Aumentada amplia a percepção espacial e torna mais tangíveis conceitos como faces, arestas, volume e simetria. Porém, é considerado que os efeitos pedagógicos desse recurso dependem da mediação docente e da intencionalidade didática, não sendo a ferramenta, por si só, suficiente para garantir aprendizagem significativa.

O objetivo geral deste estudo é investigar as contribuições do aplicativo *Sólidos RA* para a aprendizagem da Geometria Espacial, com ênfase no processo de redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos por estudantes do Ensino Médio. Do ponto de vista metodológico, a pesquisa adota abordagem qualitativa, de caráter exploratório e interpretativo, com articulação de três elementos centrais, que destacam a vivência dos participantes da pesquisa, sendo o aplicativo Sólidos RA, a mediação pedagógica realizada durante as atividades e a análise de um questionário reflexivo composto por cinco questões abertas. A interpretação dos dados é orientada pela busca de indícios de redescoberta conceitual, ampliação da visualização geométrica e compreensão das propriedades dos sólidos geométricos a partir da experiência com a Realidade Aumentada.

A relevância deste estudo reside tanto em sua contribuição para o campo da Educação Matemática quanto na discussão mais ampla sobre o uso pedagógico de tecnologias digitais imersivas. Ao investigar a experiência dos estudantes com o aplicativo Sólidos RA, o estudo busca oferecer elementos para compreender de que maneira a Realidade Aumentada pode favorecer processos de aprendizagem mais investigativos, visuais e significativos no ensino da Geometria espacial. Além disso, também são problematizados, limites importantes, como



a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada nas escolas, o risco de um uso apenas demonstrativo da ferramenta e a centralidade da mediação docente no processo de construção de significados.

Em síntese, os resultados discutidos ao longo do artigo indicam que a Realidade Aumentada pode constituir um recurso pedagógico relevante para o ensino da Geometria espacial, especialmente ao favorecer a exploração de sólidos em múltiplas perspectivas e ao estimular a reflexão dos estudantes sobre suas próprias aprendizagens. Contudo, tais contribuições se mostram mais consistentes quando o recurso é integrado a uma proposta didática intencional, crítica e centrada no desenvolvimento do pensamento geométrico. Desse modo, o estudo defende que o potencial pedagógico do aplicativo Sólidos RA não está apenas em seu apelo tecnológico, mas na possibilidade de promover experiências de redescoberta conceitual que ampliem a compreensão matemática dos alunos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Geometria constitui um campo de conhecimentos fundamentais para a percepção e compreensão do espaço e das formas, que possibilitam interpretar e representar objetos presentes no cotidiano. O estudo desse domínio matemático contribui para o desenvolvimento de competências relacionadas à percepção espacial, à interpretação de imagens e à construção de representações que auxiliam na leitura e na organização do mundo ao redor. Nesse sentido, é considerável que a aprendizagem geométrica pode favorecer o aprimoramento de habilidades cognitivas associadas à visualização e à experiência prática dos estudantes. Nessa perspectiva, se destaca a contribuição de Ferreira (2010, p. 10), ao afirmar que é

[...] necessário investigar diferentes formas de trabalhar a geometria para atingir um dos principais objetivos educacionais dessa disciplina: a capacidade de abstração espacial a partir de projeções nos espaços unidimensional, bidimensional e tridimensional. Tal competência se incrementa com atividades que possibilitam o desenvolvimento da habilidade de visualização para a formação do pensamento geométrico.

A habilidade tratada pelo autor envolve a compreensão e a interpretação de representações em diferentes dimensões, o que exige do aluno não apenas a memorização de conceitos, mas também a construção de imagens mentais e relações espaciais.

Em consequência disso, é notório que os artefatos tecnológicos exercem uma função intrínseca às questões sociais, principalmente na escola, percebida como o espaço de interação mais utilizado pelos professores e alunos, o que torna imprescindível o uso das TDIC's nas diversas ações de ensino e de aprendizagem, onde o professor se torna o principal responsável por possibilitar aos estudantes, habilidades básicas, como operar os softwares educacionais, as plataformas de pesquisas e programas de edição de texto, imagem e som, que serão essenciais para o desenvolvimento de diversas competências educacionais. (RODRIGUES, 2013a. P. 7)

Nesse sentido, atividades que estimulam a visualização geométrica são consideradas fundamentais, pois contribuem para o fortalecimento do pensamento geométrico e ampliam a



capacidade do estudante de compreender, representar e analisar formas e estruturas presentes tanto na Matemática quanto no cotidiano.

Para os matemáticos da Grécia Antiga, a visualização era reconhecida como um procedimento legítimo no âmbito da atividade matemática, e não apenas como um recurso auxiliar para a resolução de problemas geométricos. Séculos depois, especialmente a partir da década de 1970, no contexto do movimento de retomada do ensino da Geometria, essa dimensão voltou a ganhar destaque, ainda que de forma muitas vezes implícita nas propostas pedagógicas do período. Conforme assinala Kaleff, a valorização da visualização estava associada à recuperação de práticas de ensino que favorecessem a compreensão das formas, das relações espaciais e da construção do pensamento geométrico. Nesse sentido, destaca os objetivos iniciais desse movimento:

- a) Induzir no aluno o entendimento de aspectos espaciais do mundo físico e desenvolver sua intuição espacial e seu raciocínio espacial;
- b) Desenvolver no aluno a capacidade de ler e de interpretar os argumentos matemáticos utilizando a Geometria como o meio para representar conceitos e as relações Matemáticas. (Tomando o ensino da geometria em nossas mãos...”);
- c) Proporcionar aos alunos meios de estabelecer o conhecimento necessário para auxiliá-lo no estudo de outros ramos da Matemática e de outras disciplinas, visando uma interdisciplinaridade dinâmica e efetiva;
- d) Desenvolver no aluno habilidades que favoreçam a construção do seu pensamento lógico, preparando-o para os estudos mais avançados em outros níveis de escolaridade. (Kaleff, p. 20, 1994).

Embora o termo *visualização* não fosse mencionado explicitamente, seu conceito já estava presente nos objetivos educacionais propostos para essa época. Ainda assim, somente no final da década de 1990 esse tema passou a ganhar maior destaque nas pesquisas em Educação Matemática. Desde então, surgiram estudos que passaram a analisar a visualização como uma atividade semiótica no raciocínio geométrico, dentre os quais podemos destacar autores como Duval (1995, 2003), Fischbein (1993) e Van Hiele (1986), que formularam teorias sobre o raciocínio geométrico com evidência para a complexidade envolvida na interpretação mental das formas geométricas. Segundo essa perspectiva, o modo como o sujeito percebe e organiza a forma de um objeto interfere diretamente nos processos cognitivos mobilizados na aprendizagem da Geometria.

Esse movimento permitiu a compreensão de que a visualização geométrica constitui uma das dimensões mais relevantes da aprendizagem em Geometria, uma vez que envolve a capacidade de interpretar, representar, imaginar e transformar mentalmente objetos e relações espaciais. Não se trata apenas de ver figuras, mas de atribuir significado às representações, reconhecer propriedades, comparar estruturas e construir estratégias cognitivas para resolver problemas. Nesse sentido, a visualização é parte integrante do pensamento matemático e não um elemento periférico ou meramente ilustrativo.

Arcavi (2003) compreende a visualização como um componente essencial da atividade matemática e enfatiza que imagens, esquemas e representações visuais ajudam a organizar o raciocínio e a construir significados. Para o autor, o pensamento visual participa da formulação de conjecturas, da compreensão de conceitos e da comunicação de ideias matemáticas. Em



Geometria, essa dimensão se intensifica, pois a aprendizagem depende frequentemente da capacidade de operar com formas, dimensões e posições no espaço.

Uma das dificuldades recorrentes no ensino de Geometria está associada à capacidade de visualizar e interpretar objetos geométricos, tanto em sua forma plana quanto em sua configuração espacial. Essa habilidade é fundamental para a compreensão e a construção de conceitos matemáticos, uma vez que permite ao aluno estabelecer relações entre representações, propriedades e estruturas das figuras. Nesse sentido, a visualização desempenha papel relevante no processo de aprendizagem geométrica, pois favorece a interpretação das formas e da construção de significados conceituais. Nessa perspectiva, Garcia (2007, p. 1) destaca que

[...] observação, descrição, representação e análise das formas geométricas favorecem a formação de imagens mentais e são estímulos tanto visuais quanto mentais que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de visualização e representação, fundamentando o pensamento geométrico. E é essa capacidade de visualização e representação que faz-se necessário no momento da resolução de um problema.

Ao estimular simultaneamente aspectos visuais e cognitivos, tais atividades contribuem para o fortalecimento da visualização geométrica, habilidade essencial para a compreensão conceitual da Matemática. Dessa forma, quando o aluno enfrenta situações-problema, a capacidade de visualizar e representar mentalmente os objetos geométricos torna-se um recurso fundamental para analisar as informações apresentadas, estabelecer relações entre os elementos envolvidos e elaborar estratégias de resolução.

Corroborando com tal aspecto, Rodrigues (2023b) nos faz entender que

O uso da tecnologia na educação é uma importante ação que pode favorecer o ensino de conteúdos escolares, promover o desenvolvimento dos educandos com relação ao ensino direcionado pelo professor, dentre outras possibilidades. Porém, é recorrente sua necessidade de atualizar-se para que assim, sempre tenha domínio sobre essas ferramentas, fazendo com que possam contribuir para sua rotina de sala de aula. (RODRIGUES, 2023b, p.30)

Ferramentas digitais, quando utilizadas com domínio pedagógico pelo professor, ampliam justamente essas oportunidades de contato com diferentes formas de representação e manipulação dos objetos geométricos, tornando-se aliadas no processo de construção da visualização espacial.

A visualização geométrica envolve um conjunto de habilidades cognitivas, entre as quais se destacam, de acordo com a perspectiva de Gutiérrez (1996), a percepção espacial, a rotação mental, a interpretação de vistas e a leitura de representações bidimensionais de objetos tridimensionais. Essas habilidades não se desenvolvem de modo espontâneo em todos os estudantes e, por isso, demandam experiências didáticas que ampliam o contato com diferentes formas de representação e manipulação dos objetos geométricos.

De acordo com a concepção de Presmeg (2006), o pensamento visual favorece a intuição matemática e a resolução de problemas, sobretudo em situações nas quais a compreensão não se estabelece apenas por regras formais. A autora destaca que estudantes



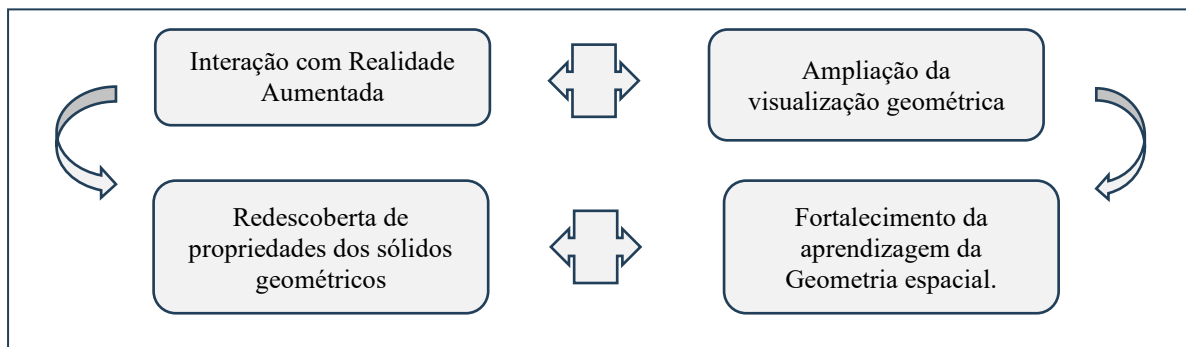
com oportunidades de mobilizar imagens mentais e estratégias visuais tendem a construir relações mais significativas com os conceitos, especialmente quando conseguem articular representações, linguagem matemática e experiência concreta.

Ao considerar essas contribuições, torna-se evidente que as dificuldades recorrentes no ensino da Geometria espacial não decorrem apenas do desconhecimento de fórmulas ou definições. Em muitos casos, elas se relacionam à fragilidade da visualização geométrica, isto é, à dificuldade de imaginar o sólido, compreender sua estrutura, perceber sua profundidade e interpretar suas propriedades em diferentes posições e contextos. Essa constatação reforça a necessidade de metodologias que valorizem a experiência visual, exploratória e investigativa no ensino da Matemática.

Sob o ponto de vista teórico, a contribuição da Realidade Aumentada para a aprendizagem da Geometria pode ser compreendida a partir da articulação entre três constructos centrais deste estudo, que enfatizam aspectos como a visualização geométrica, interação imersiva e redescoberta conceitual. A visualização geométrica corresponde ao conjunto de habilidades cognitivas e perceptivas que permitem interpretar e manipular mentalmente formas e relações espaciais. A interação imersiva diz respeito à possibilidade de o estudante explorar objetos tridimensionais de forma dinâmica, situando-os no espaço real e relacionando percepção, movimento e observação. Já a redescoberta conceitual refere-se ao processo pelo qual o aluno revisita, reconstrói e ressignifica conceitos já estudados, agora sob novas condições de experiência e compreensão.

Assim, o modelo teórico deste estudo, fundamentados nesses quatro constructos, pode ser sintetizado de acordo com o infográfico a seguir

Infográfico 01 – Modelo teórico da pesquisa



Fonte: organização do autor/2025

Esse encadeamento não ocorre de forma automática nem linear, pois depende de fatores como o planejamento das atividades, a qualidade da mediação docente, o repertório prévio dos alunos e as condições materiais de uso da tecnologia. Ainda assim, ele oferece uma chave interpretativa consistente para compreender os efeitos pedagógicos do uso do aplicativo no contexto investigado.

Além disso, o estudo dialoga com uma concepção construtiva e investigativa da aprendizagem, segundo a qual o conhecimento geométrico não é simplesmente transmitido, mas progressivamente elaborado pelo sujeito em interação com objetos, signos, situações e



mediações. Nesse sentido, a experiência com a Realidade Aumentada pode ser entendida como condição favorável para a produção de significados, especialmente quando o estudante é levado a observar, comparar, descrever, levantar hipóteses e reinterpretar conceitos à luz de uma vivência mais concreta e visualmente ampliada.

Dessa forma, a fundamentação teórica do presente estudo sustenta a ideia de que o uso pedagógico da Realidade Aumentada no ensino da Geometria espacial pode contribuir para enfrentar a dificuldade de visualização e interpretação de objetos tridimensionais, considerada como uma das fragilidades mais recorrentes da aprendizagem geométrica.

Ao articular contribuições da Educação Matemática, dos estudos sobre visualização geométrica e das discussões sobre tecnologias digitais, o referencial adotado permite compreender o aplicativo Sólidos RA não apenas como ferramenta tecnológica, mas como mediação didática potencialmente capaz de favorecer a redescoberta conceitual e a construção de significados matemáticos no Ensino Médio.

PESQUISA RELACIONADA

Esta seção apresenta produções acadêmicas que dialogam diretamente com o objeto deste estudo, com destaque para investigações voltadas ao uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino da Matemática, particularmente no campo da Geometria Espacial. O exame dessas pesquisas permite mapear contribuições teóricas e metodológicas acerca do potencial da RA para favorecer a visualização geométrica, promover a compreensão de conceitos tridimensionais e ampliar a interação dos estudantes com objetos matemáticos sob diferentes perspectivas.

Entre os trabalhos analisados, é atribuído especial relevância ao Trabalho de Conclusão de Curso de Amorim (2022), pela autoria e criação do aplicativo *Sólidos RA*, recurso tecnológico central nesta investigação. Sua pesquisa é orientada pela questão de como o aplicativo pode potencializar a capacidade dos estudantes de perceber, interpretar e manipular objetos geométricos em múltiplas perspectivas, com foco no desenvolvimento de habilidades específicas de visualização, tais como percepção figura-fundo, constância perceptiva, rotação mental, percepção de posições e relações espaciais e discriminação visual. Para isso, o estudo prevê a elaboração e aplicação de atividades voltadas ao ensino de Geometria na Educação Básica, articulando a RA como suporte pedagógico para enriquecer a compreensão de conceitos geométricos.

O aplicativo Sólidos RA teve sua versão inicial desenvolvida em 2020, como produto educacional de uma atividade acadêmica vinculada à disciplina de Tópicos Especiais em Educação Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Ainda no mesmo ano, a ferramenta foi disponibilizada gratuitamente para dispositivos móveis (smartphones e tablets), por meio da plataforma Google Play Store¹. Em sua configuração original, o aplicativo contava com dois módulos funcionais, sendo a Visualização e Criação. Com o passar do tempo, sucessivas atualizações foram incorporadas, expandindo suas funcionalidades com a adição de três novos módulos e ampliando sua acessibilidade linguística para outros idiomas além do português, contemplando o inglês, o espanhol, o alemão e o malaio (AMORIM, 2022).



Do ponto de vista funcional, o Sólidos RA proporciona uma experiência interativa de visualização e manipulação de sólidos geométricos por meio da leitura de QR codes via smartphone ou tablet. Ao acessar o menu de informações, o usuário pode realizar o download dos módulos disponíveis, cada qual acompanhado de QR codes específicos. Em sua versão atual, a ferramenta é estruturada em cinco módulos distintos, como Visualização, Planificação, Criação, Modelagem e Geoplano. O módulo de Visualização permite ao usuário rotacionar, ampliar e examinar detalhadamente as características espaciais dos sólidos geométricos, enquanto o módulo de Planificação viabiliza a representação das formas planas correspondentes a cada sólido, favorecendo a compreensão das relações entre as dimensões bidimensional e tridimensional das figuras. Os demais módulos, Criação, Modelagem e Geoplano, não constituíram objeto de análise no âmbito desta pesquisa. A seguir é apresentada a interface disposta do aplicativo com suas funcionalidades e protocolos de uso:

Imagem 01 – Interface do Aplicativo Sólidos RA



Fonte: Amorim (2022)

A presente investigação se diferencia da pesquisa original ao deslocar o foco do desenvolvimento técnico do aplicativo para a análise de seu potencial didático no contexto do Ensino Médio, com objetivo central consiste em analisar as contribuições do aplicativo *Sólidos RA* para a aprendizagem da Geometria Espacial, com ênfase no processo de redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos por estudantes do Ensino Médio, buscando compreender como a Realidade Aumentada pode favorecer a visualização geométrica, fortalecer a inteligência espacial e ampliar o engajamento discente no processo de construção de significados matemáticos.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e orientação interpretativa, uma vez que busca investigar de que modo o aplicativo Sólidos RA contribui para o processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial no contexto do Ensino Médio, com especial atenção à



capacidade da ferramenta de promover a redescoberta ativa das propriedades dos sólidos geométricos pelos estudantes.

Conforme aponta Yin (2016), a abordagem qualitativa oferece ao investigador condições para compreender os fenômenos humanos em toda a sua complexidade e particularidade, se valendo da pluralidade de caminhos metodológicos disponíveis para tal fim. Para Gil (1999, p. 56) “o principal objetivo da pesquisa exploratória é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, a fim de formular problemas mais precisos ou hipóteses de pesquisa para um estudo profundo”.

A pesquisa exploratória, de fundamental relevância para o avanço científico e formulação de novas teorias, sendo caracterizada pela abrangência de seus objetivos e pela aproximação do pesquisador às temáticas ainda incipientes ou insuficientemente estudadas. Predominantemente qualitativa, se valida de procedimentos como levantamento bibliográfico, entrevistas e observações, priorizando a compreensão do fenômeno em detrimento de sua mensuração. Quando de natureza primária, que é caso deste estudo, os dados são coletados diretamente junto aos sujeitos investigados, sendo a investigação conduzida pelo próprio pesquisador.

A opção por essa abordagem decorre do interesse em analisar não apenas resultados objetivos de desempenho, mas, sobretudo, os processos de compreensão, percepção e redescoberta conceitual manifestados pelos participantes ao interagirem com objetos geométricos tridimensionais em ambiente ampliado.

Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo se configura como uma pesquisa de campo, desenvolvida em contexto escolar com a participação de 29 estudantes do 3º ano do Ensino Médio em uma escola pública do Estado do Pará. A produção dos dados ocorreu a partir de uma atividade pedagógica intitulada “Redescoberta com o Aplicativo Sólidos RA”, elaborada com a finalidade de promover, por meio da Realidade Aumentada, a reflexão dos alunos sobre propriedades dos sólidos geométricos e sobre sua própria compreensão dos conceitos abordados. Conforme o roteiro da atividade, o instrumento foi composto por cinco questões abertas, organizadas para enfatizar o processo de redescoberta das principais propriedades dos sólidos geométricos potencializadas pelo uso do aplicativo Sólidos RA.

O documento da atividade deixa explícito, que as questões foram construídas para oportunizar ao aluno a reflexão sobre as experiências vivenciadas durante a pesquisa e sobre a contribuição da Realidade Aumentada para a ampliação da compreensão da Geometria espacial e de suas propriedades.

O instrumento de coleta de dados consistiu, portanto, em um questionário reflexivo de natureza discursiva, aplicado individualmente após a realização das atividades com o aplicativo. O contexto apresentado aos estudantes orientava que, ao lembrarem as atividades desenvolvidas, ponderassem sobre sua compreensão dos conceitos geométricos e sobre o modo como a interação com a Realidade Aumentada havia contribuído para a percepção das figuras geométricas.

As cinco questões propostas abordaram, respectivamente aspectos como a percepção de objetos geométricos em diferentes perspectivas e sua relação com o cotidiano, o potencial do aplicativo Sólidos RA para tornar mais tangíveis as propriedades dos sólidos, a visualização de um paralelepípedo em Realidade Aumentada e a compreensão de faces,



arestas e volume, a manipulação de um cubo no espaço real e a compreensão de conceitos como volume, superfície e simetria e, por fim, a espacialidade de figuras como cubo e esfera no estudo da Geometria espacial.

No que se refere aos materiais utilizados, o roteiro da atividade indicou o uso de questionário impresso, lápis, caneta, telefone celular e tablet com o aplicativo *Sólidos RA* instalado, sendo este o principal recurso digital empregado na intervenção pedagógica. O objetivo descrito no documento previu a entrega de uma cópia do questionário a cada aluno e a solicitação para que resolvessem as questões com o uso do aplicativo, articulando observação, interação e reflexão escrita. O procedimento metodológico foi desenvolvido em três momentos articulados, conforme observado a seguir:

Quadro 01 – Ações do procedimento metodológico da pesquisa

Ação	Objetivo
1º Momento – Exploração com o aplicativo Sólidos RA	Proporcionar aos estudantes a exploração e visualização de sólidos tridimensionais em ambiente de Realidade Aumentada, favorecendo a manipulação dos objetos geométricos e o desenvolvimento da percepção espacial.
2º Momento – Mediação pedagógica	Promover a reflexão sobre as propriedades geométricas dos sólidos por meio de intervenções pedagógicas que estimulem a observação, a comparação de diferentes perspectivas e a compreensão da relação entre representação, espacialidade e conceitos matemáticos.
3º Momento – Questionário reflexivo	Incentivar os estudantes a refletirem individualmente sobre a experiência vivenciada, registrando suas interpretações acerca da atividade realizada e dos conceitos matemáticos mobilizados durante a exploração.

Fonte: Organização do autor/2025

Embora o instrumento previsse, em seu enunciado, o registro de reflexões em diário de bordo, quando necessário, o corpus analítico deste estudo foi concentrado nas respostas escritas ao questionário. Para o tratamento e a análise dos dados, foi adotada uma análise qualitativa de caráter interpretativo, centrada nas respostas discursivas produzidas pelos participantes. Inicialmente, foi procedida a leitura integral dos 29 questionários, com vistas à familiarização com o corpus. Em seguida, as respostas foram organizadas por questão e submetidas a um processo de leitura analítica, buscando identificar unidades de sentido, recorrências temáticas, aproximações conceituais e indícios de ampliação da visualização geométrica. A interpretação foi orientada por eixos analíticos coerentes com os objetivos da pesquisa, entre os quais se destacam aspectos como percepção espacial, compreensão das propriedades dos sólidos geométricos, articulação entre conceitos matemáticos e situações do cotidiano, e contribuições da Realidade Aumentada para a aprendizagem.

A sistematização dos dados foi realizada de forma manual, sem emprego de software estatístico ou de programas de análise qualitativa assistida por computador. Dessa forma, não



houve utilização de código computacional, scripts de processamento ou algoritmos automatizados para o tratamento do material empírico. Em consequência, não há repositório de código a ser disponibilizado. Também não foi realizado pré-registro da pesquisa em plataformas específicas, razão pela qual não se aplica a indicação de código de pré-registro.

No que concerne à replicabilidade, o delineamento metodológico apresentado pode ser reproduzido em investigações futuras por meio da seleção de turmas do ensino médio, da aplicação de atividades com o aplicativo Sólidos RA, da utilização de questionário reflexivo com questões abertas e da análise interpretativa das respostas dos estudantes. Tal percurso pode, ainda, ser ampliado mediante a incorporação de outros instrumentos, como observação participante, gravação de interações, entrevistas semiestruturadas ou softwares de apoio à análise qualitativa, de modo a aprofundar a compreensão sobre o papel da Realidade Aumentada no ensino da Geometria espacial. O instrumento aplicado aos alunos pode ser observado a seguir:

Atividade

Título	Visualização Geométrica com o Aplicativo Sólidos RA
Objetivo	Proporcionar ao aluno a reflexão sobre as atividades da pesquisa e como o Aplicativo Sólidos RA pode ampliar seu entendimento da Geometria espacial e suas propriedades.
Material	Questionário impresso, lápis e caneta, celular, aplicativo Sólidos RA
Procedimento	Entregar para cada aluno uma cópia do questionário e solicitar que resolvam as questões com uso do Aplicativo

Formulário – Atividades de Redescoberta com a aplicativo Sólidos RA

Contexto:

Ao relembrar das atividades realizadas durante a aplicação da pesquisa, pedimos que você possa ponderar sobre sua compreensão dos conceitos de Geometria e de que forma a interação com a Realidade Aumentada contribuiu para sua percepção das figuras geométricas. Com base nesse contexto, responda às questões a seguir, registrando, quando necessário, suas reflexões no diário de bordo.

Questão 01



Considerando o uso de tecnologias como a Realidade Aumentada, de que forma a percepção de objetos geométricos em diferentes perspectivas pode transformar sua visão sobre o espaço e integrar conceitos matemáticos com situações do cotidiano?

Questão 02

Como o uso do aplicativo Sólidos RA pode potencializar o estudo de sólidos geométricos, tornando suas propriedades mais tangíveis e acessíveis, por meio da interação imersiva com modelos tridimensionais?

Questão 03

Ao utilizar o aplicativo Sólidos RA para observar um paralelepípedo em realidade aumentada, como você descreveria a experiência de visualizar essa figura tridimensional e como a interação com a forma no ambiente real ajuda a compreender melhores suas propriedades geométricas, como faces, arestas e volume?

Questão 04

Ao manipular um cubo com o aplicativo Sólidos RA, você observou as dimensões de sólidos geométricos no espaço real. Como você explica o processo de Visualização geométrica aplicada ao cubo e de que maneira a interação com o ambiente físico pode facilitar a compreensão de conceitos como volume, superfície e simetria?

Questão 05

Ao visualizar formas geométricas, como cubo e esfera, por meio da Realidade Aumentada, qual conceito perceptivo é fundamental para entender a espacialidade dessas figuras e suas relações e propriedades no estudo da Geometria espacial?

Fonte: Organização do autor/2025

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas ao questionário permitiram identificar diferentes níveis de elaboração conceitual entre os estudantes participantes da pesquisa. Foram selecionadas três respostas para cada pergunta, sendo organizadas em níveis interpretativos simples, intermediário e mais elaborado com o objetivo de evidenciar graduações na compreensão dos conceitos geométricos mobilizados durante a atividade com o aplicativo Sólidos RA.

De modo geral, foi observado que, mesmo nas respostas mais elementares, os estudantes já reconheciam a contribuição da Realidade Aumentada para tornar os sólidos geométricos mais visíveis e compreensíveis. À medida que o nível de elaboração das respostas aumentava, se tornava mais evidente a articulação entre percepção espacial, propriedades geométricas e situações do cotidiano, com indícios de ampliação da visualização geométrica e de compreensão das relações tridimensionais dos sólidos. A seguir, serão apresentadas as respostas dos alunos para cada uma das cinco questões propostas no questionário:



Questão 01 - Considerando o uso de tecnologias como a Realidade Aumentada, de que forma a percepção de objetos geométricos em diferentes perspectivas pode transformar a visão dos alunos sobre o espaço e integrar conceitos matemáticos com situações do cotidiano?

Nível 1 - resposta mais simples

[A Realidade Aumentada ajuda porque a gente consegue ver melhor as figuras e entender que elas não são só desenhos do livro. Assim fica mais fácil perceber as formas no cotidiano, como caixas, prédios e objetos da sala de aula].

Nível 2 - resposta intermediária

[Quando a gente vê os objetos em diferentes lados e posições, consegue entender melhor o espaço e como a figura realmente é. Isso ajuda a ligar a Matemática com situações do cotidiano, porque começamos a perceber formas geométricas em embalagens, móveis e construções].

Nível 3 - resposta mais elaborada

[A visualização em diferentes pontos de vista transforma a minha compreensão porque permite observar profundidade, altura, largura e posição no espaço, algo que nem sempre é possível em imagens planas. Com isso, os conceitos matemáticos deixam de parecer abstratos e passam a ser relacionados com objetos concretos do cotidiano. E isso favoreceu a minha aprendizagem da Geometria espacial].

Questão 02 - Como o uso do aplicativo Sólidos RA pode potencializar o estudo de sólidos geométricos, tornando suas propriedades mais tangíveis e acessíveis, por meio da interação imersiva com modelos tridimensionais?

Nível 1 - resposta mais simples

[O aplicativo ajuda porque mostra o sólido em 3D e fica mais fácil de entender. Dá para ver melhor as partes da figura].

Nível 2 - resposta intermediária

[O Sólidos RA facilitou o estudo porque consegui observar o sólido de vários ângulos e perceber melhor suas propriedades, como faces, arestas e tamanho. Isso torna o conteúdo mais acessível do que apenas olhar figuras no caderno ou no livro].

Nível 3 - resposta mais elaborada

[O uso do aplicativo torna o estudo dos sólidos geométricos mais realista porque me permitiu ter uma experiência imersiva de exploração tridimensional. Eu pude observar, aproximar e reposicionar a figura no espaço real. Isso me fez perceber melhor as propriedades como faces, arestas, vértices, superfície e volume, de forma mais clara e menos dependente de símbolos e equações].

Questão 03 - Ao utilizar o aplicativo Sólidos RA para observar um paralelepípedo em realidade aumentada, como você descreveria a experiência de visualizar essa figura



tridimensional e como a interação com a forma no ambiente real ajuda a compreender melhor suas propriedades geométricas, como faces, arestas e volume?

Nível 1 - resposta mais simples

[Foi mais fácil entender o paralelepípedo porque eu consegui ver ele como se estivesse na minha frente. Assim deu para perceber melhor as faces e as arestas].

Nível 2 - resposta intermediária

[Ver o paralelepípedo em realidade aumentada, ficou mais simples notar que ele tem várias faces retangulares e arestas que ligam essas faces. A interação no ambiente real me ajudou porque eu podia olhar de lados diferentes e imaginar melhor o espaço ocupado pela figura].

Nível 3 - resposta mais elaborada

[A experiência de enxergar o paralelepípedo em Realidade Aumentada tornou a figura mais concreta, mais realista. Deu para notar bem a escala, a perspectiva e a profundidade dentro do desenho real. Isso me ajudou muito a compreender suas propriedades geométricas. Quando consegui identificar melhor as faces e as arestas, entendi que o volume é um espaço que o sólido ocupa].

Questão 4 - Ao manipular um cubo com o aplicativo Sólidos RA, é possível observar as dimensões de sólidos geométricos no espaço real. Como você explica o processo de visualização geométrica aplicada ao cubo e de que maneira a interação com o ambiente físico pode facilitar a compreensão de conceitos como volume, superfície e simetria?

Nível 1 - resposta mais simples

[Com o cubo ficou mais fácil entender o tamanho e que os lados dele são formados por quadrados de mesmo tamanho. Também deu para perceber que ele é igual de vários lados e também ocupa sempre o mesmo espaço].

Nível 2 - resposta intermediária

[A visualização geométrica do cubo acontece quando conseguimos observar suas medidas e cada parte dele no espaço e não só em desenho. Isso me ajudou a entender o que significa volume porque dá para notar que suas faces ocupam lugar no espaço. Sobre a simetria, deu para entender que os lados têm a mesma forma e medida].

Nível 3 - resposta mais elaborada

[No caso do cubo, a visualização geométrica aconteceu pela observação das suas três dimensões no espaço real e deu para entender que isso significa comprimento, largura e altura. A interação com o ambiente real me ajudou a entender melhor que o volume é o espaço que o sólido ocupa, que a superfície é formada pelas faces que ficam por fora da figura e que a simetria aparece quando o objeto mantém o mesmo formato quando olhamos para ele de diferentes lados.

Questão 5 - Ao visualizar formas geométricas, como cubo e esfera, por meio da Realidade Aumentada, qual conceito perceptivo é fundamental para entender a espacialidade dessas figuras e suas relações e propriedades no estudo da Geometria espacial?

**Nível 1 - resposta mais simples**

[O principal conceito é a noção de espaço, porque ajuda a entender onde a figura está e como ela ocupa lugar].

Nível 2 - resposta intermediária

[Um conceito importante é a percepção espacial, porque com ela conseguimos entender profundidade, tamanho e posição das figuras. Isso me ajudou a comparar melhor o cubo e a esfera].

Nível 3 - resposta mais elaborada

[O conceito que consegui entender foi a visualização espacial, porque consegui ver profundidade, proporção, orientação e ocupação do espaço pelas figuras tridimensionais. Com isso, consegui analisar relações e características de sólidos como cubo e esfera, melhor do que se fosse só com o desenho planejado no livro].

Para fins de análise, as respostas dos alunos foram organizadas em categorias construídas a partir dos padrões recorrentes identificados nas produções coletadas. Esse processo de categorização se alinha à perspectiva exploratória preconizada por Gil (1999), segundo a qual esse tipo de pesquisa tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, a fim de formular problemas mais precisos ou hipóteses para estudos mais aprofundados. Nesse sentido, as respostas foram agrupadas conforme o grau de elaboração conceitual evidenciado, resultando em três níveis distintos: simples, intermediário e mais elaborado.

Tal organização não apenas conferiu maior sistematicidade à leitura dos dados, como também permitiu identificar progressões no pensamento geométrico dos alunos, oferecendo subsídios relevantes para a reformulação e o refinamento de conceitos relacionados ao processo de aprendizagem observado e corroborando com o caráter exploratório da investigação ao favorecer uma compreensão mais precisa e aprofundada do fenômeno estudado.

A tabela a seguir sintetiza as categorias de análise construídas a partir dos padrões recorrentes identificados nas respostas-modelo dos alunos, organizadas em níveis de elaboração simples, intermediário e mais elaborado.

Tabela 01 – Categorias de análise das respostas dos alunos

Categorias de análise	Descrição analítica	Questões associadas	Indicadores observáveis nas respostas
Ampliação da percepção espacial	As respostas indicaram que a Realidade Aumentada favoreceu a compreensão do espaço tridimensional ao permitir observar profundidade, posição, proporção e diferentes ângulos dos objetos geométricos. Essa	Questões 01, 03 e 05	Menções a ver a figura de vários lados; compreensão de profundidade, altura, largura e posição;

CONGRESSO INTERNACIONAL IDEA 2026

Inovação, Diálogo e Experiências na Aprendizagem

Educação e Humanidade: Conectando
Inteligências, Cultura e Propósito Global.

	categoria reúne indícios de que os estudantes passaram a perceber melhor a diferença entre representação plana e sólido em três dimensões.		referência à noção de espaço; percepção de que a figura não é apenas um desenho do livro.
Articulação entre Geometria e cotidiano	As respostas evidenciam aproximações entre os conceitos geométricos estudados e objetos presentes no cotidiano dos alunos. A tecnologia foi percebida como mediadora desse vínculo ao tornar mais fácil reconhecer formas espaciais em construções, embalagens, móveis e outros elementos do ambiente real.	Questão 01	Citações de caixas, prédios, objetos da sala, embalagens, móveis e construções; associação entre formas geométricas e situações do cotidiano; uso de expressões como “fica mais fácil perceber no cotidiano”.
Concretização das propriedades dos sólidos	As respostas sugerem que a interação imersiva com modelos tridimensionais tornou mais acessíveis propriedades tradicionalmente tratadas de modo abstrato. Nessa categoria, são destacados enunciados que apontam maior clareza na identificação de faces, arestas, vértices, superfície e volume.	Questões 02, 03 e 04	Referências a “ver melhor as partes da figura”; identificação de faces, arestas e vértices; compreensão do volume como espaço ocupado; menções à superfície e ao tamanho do sólido.
Visualização geométrica e manipulação ativa	Esta categoria reúne respostas que atribuem à manipulação do sólido no espaço real um papel central na aprendizagem. Os estudantes destacam ações como observar, aproximar, reposicionar e comparar perspectivas, indicando que a exploração ativa contribuiu para compreender a estrutura geométrica dos sólidos.	Questões 02, 03 e 04	Menções a observar o sólido em 3D, aproximar, girar, reposicionar ou olhar de ângulos diferentes; percepção de que o sólido estava “na frente” do aluno; compreensão mediada pela interação com o ambiente real.
Compreensão de conceitos estruturantes da Geometria espacial	As respostas mais elaboradas revelam avanço na apropriação de conceitos estruturantes da Geometria espacial, como espacialidade, simetria, superfície, volume e relações	Questões 04 e 05	Uso de expressões como “visualização espacial”, “percepção espacial”, “regularidade”, “ocupação do espaço”, “três dimensões”, “simetria” e



	entre dimensões. A categoria evidencia um movimento de passagem de descrições mais intuitivas para formulações com maior densidade conceitual.		“superfície”; explicações mais completas sobre relações entre comprimento, largura e altura.
--	--	--	--

Fonte: organização do autor/2025

A tabela de categorias de análise evidencia que as respostas dos alunos podem ser organizadas em eixos interpretativos que refletem diferentes dimensões da aprendizagem geométrica mediada pela Realidade Aumentada. De modo geral, é possível observar que as respostas apontam para quatro categorias centrais, sendo ampliação da visualização espacial, compreensão das propriedades dos sólidos geométricos, articulação entre conceitos matemáticos e situações do cotidiano e reconhecimento da percepção espacial como elemento fundamental para o estudo da Geometria tridimensional.

Na categoria relacionada à visualização espacial, associada principalmente às questões 01 e 05, destacaram que a possibilidade de observar os sólidos em diferentes perspectivas contribuiu para compreender melhor conceitos como profundidade, posição e orientação das figuras no espaço. As respostas indicam que a interação com modelos tridimensionais favoreceu a superação da limitação das representações bidimensionais presentes em livros didáticos, o que permitiu uma percepção mais próxima da realidade dos objetos geométricos.

Na categoria referente à compreensão das propriedades dos sólidos, observada especialmente nas questões 02, 03 e 04, demonstraram reconhecer com maior clareza elementos estruturais como faces, arestas, vértices, superfície e volume. A manipulação dos sólidos em ambiente de Realidade Aumentada permitiu que esses conceitos fossem percebidos de maneira mais concreta, com clara contribuição para uma compreensão menos abstrata e mais visual da Geometria espacial.

Outra dimensão relevante identificada na tabela se refere à articulação entre conceitos matemáticos e o cotidiano, presentes principalmente nas respostas da questão 01. Os sujeitos participantes da pesquisa mencionaram exemplos de objetos e estruturas do cotidiano, como caixas, prédios e embalagens, como indicativos de que a experiência com a Realidade Aumentada favoreceu o reconhecimento de formas geométricas em contextos reais, aproximando o conteúdo escolar da experiência vivida.

Por fim, a categoria relacionada à percepção espacial como conceito estruturante da aprendizagem geométrica, evidenciada sobretudo na questão 05, indica que os estudantes passaram a reconhecer a importância da visualização tridimensional para compreender relações entre sólidos geométricos. Esse resultado sugere que a experiência com o aplicativo *Sólidos RA* contribuiu de forma significativa para ampliar a percepção da espacialidade das figuras, elemento fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico no ensino da Geometria espacial.

De modo geral, a análise das respostas organizadas na tabela indica que o uso da Realidade Aumentada, associado à mediação pedagógica e à reflexão orientada, favoreceu processos de visualização, interpretação e redescoberta conceitual, com considerável contribuição para uma compreensão mais significativa dos sólidos geométricos pelos alunos.



Os resultados da pesquisa indicam que o uso do aplicativo Sólidos RA contribuiu para ampliar a visualização geométrica e favorecer a compreensão das propriedades dos sólidos pelos participantes. De modo geral, as respostas evidenciaram que a interação com modelos tridimensionais em Realidade Aumentada possibilitou observar as figuras em diferentes perspectivas, o que facilitou a identificação de elementos como faces, arestas, vértices, superfície e volume.

Esses resultados confirmam a hipótese inicial do estudo de que a exploração de objetos geométricos em ambientes tridimensionais pode tornar os conceitos mais tangíveis e acessíveis aos alunos e dialogam com Arcavi (2003), que destaca a visualização como elemento central na compreensão matemática, e com Gutiérrez (1996), que aponta a percepção espacial como fundamental para a aprendizagem da Geometria. Nesse contexto, a manipulação dos sólidos em Realidade Aumentada favoreceu o desenvolvimento dessas habilidades e permitiu aos estudantes observar os objetos de forma mais próxima de sua configuração espacial real. Tal observação também reforça a perspectiva de Presmeg (2006), segundo a qual o pensamento visual contribui para a compreensão matemática quando os alunos relacionam representações geométricas a experiências concretas.

Os resultados também corroboram com as discussões de Borba e Penteado (2010) e Valente (2014) sobre a contribuição das tecnologias digitais para ampliar experiências de aprendizagem em Matemática. Contudo, a pesquisa evidencia que esse potencial depende da mediação pedagógica e da intencionalidade didática. A exploração do aplicativo esteve articulada à orientação do professor e à reflexão dos estudantes por meio do questionário, o que contribuiu para que a tecnologia não fosse utilizada apenas como recurso visual, mas como instrumento de construção de significados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar as contribuições do aplicativo *Sólidos RA* para a aprendizagem da Geometria Espacial, com ênfase no processo de redescoberta das propriedades dos sólidos geométricos por estudantes do Ensino Médio. A partir da atividade proposta e da análise das respostas ao questionário reflexivo, foi possível identificar indícios de ampliação da visualização geométrica, maior compreensão das propriedades dos sólidos e aproximação entre conceitos matemáticos e situações do cotidiano. A interação com modelos tridimensionais em Realidade Aumentada favoreceu a observação dos sólidos em diferentes perspectivas e contribuiu para tornar conceitos como faces, arestas, volume, superfície e simetria mais compreensíveis pelos estudantes.

Do ponto de vista teórico, os resultados reforçam as discussões da Educação Matemática que destacam a visualização como elemento central para a aprendizagem geométrica. No plano pedagógico, o estudo indica que o uso da Realidade Aumentada pode enriquecer as práticas de ensino ao possibilitar experiências mais exploratórias e interativas com objetos tridimensionais. Contudo, também se evidencia que o potencial desse recurso depende da mediação docente e da organização de atividades didáticas intencionais.

Apesar das contribuições identificadas, o estudo apresenta algumas limitações, considerando que a investigação foi realizada com um grupo específico de 29 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, o que restringe a possibilidade de generalização dos resultados. Além



disso, a análise baseou-se exclusivamente nas respostas escritas ao questionário reflexivo, sem a utilização de outros instrumentos de coleta de dados, como entrevistas ou observações sistemáticas. Dessa forma, pesquisas futuras podem ampliar o número de participantes, utilizar diferentes instrumentos de investigação e explorar outros contextos de ensino, que busque um aprofundamento da compreensão sobre o uso da Realidade Aumentada na aprendizagem da Geometria espacial.

Em síntese, o estudo indica que o aplicativo Sólidos RA pode constituir um recurso pedagógico relevante para o ensino da Geometria espacial, desde que integrado a propostas didáticas voltadas à construção de significados matemáticos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Lucas Luppi. **Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada.** 2022. 104 f. Monografia – (Licenciatura em Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022.

ARCAVI, Abraham. The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, [S.I.] v.52, p. 215-241, 2003.

BORBA, Marcelo Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática.** 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

DUVAL, Raymond. **Sémiosis et pensée humaine.** Berne: Peter Lang, 1995.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: Machado, S. D. A. (Org.) **Aprendizagem em Matemática:** registros de representação semiótica. São Paulo: Papirus, 2003.

FERREIRA, Lúcia Helena da Cunha. **Desenvolvimento do pensamento geométrico com visualização de figuras espaciais por meio da metodologia de oficinas.** 2010. 137f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GARCIA, Luciane Maia Insuela. **Os Processos de Visualização e Representação dos Signos Matemáticos no Contexto Didático-pedagógico.** 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUTIÉRREZ, Angel. Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. In: PME CONFERENCE. THE PROGRAM COMMITTEE OF THE 18TH PME



CONFERENCE, 1996. p. 1-3. Disponível em:

<https://www.uv.es/777AQcjOjI+IQ8=/archivos1/textospdf/Gut96c.pdf> . Acesso em: 8 mar. 2025.

KALEFF, Ana Maria. **Vendo e entendendo Poliedros:** do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças geométricos e outros materiais concretos. 2. ed. Niterói: EDUFF, 1994.

PRESMEG, Norma Christine. N. Research on visualization in learning and teaching mathematics. In: GUTIÉRREZ, A.; BOERO, P. (Ed.). **Handbook of research on the Pshychology of Mathematics Education:** Past, Present and Future. Rotterdam: Sense Publishers, 2006. p. 205-235.

RODRIGUES, Lucas Ferreira. **Potencialidades Digitais Para uma Abordagem dos Poliedros de Platão:** Proposta de Formação Docente Sob o Contexto Tecnológico. 2023.208 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará, Belém/Pará. 2023. (a)

RODRIGUES, Lucas Ferreira; ALMEIDA, Talita Carvalho Silva de. **Guia didático para a formação docente:** Performance digital com os Poliedros de Platão. Produto educacional (Mestrado profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC). Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2023. (b). Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/742439/2/2023_Produto%20Educatcional_Lucas%20Ferreira%20Rodrigues%20\(1\).pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/742439/2/2023_Produto%20Educatcional_Lucas%20Ferreira%20Rodrigues%20(1).pdf) Acesso em: 8 mar. 2025.

VALENTE, Armando, José. **Blended Learning e as mudanças no Ensino Superior:** a proposta da sala de aula invertida. Educar em Revista, [S. l.], p. p. 79–97, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/3864> . Acesso em: 8 mar. 2025.

VAN HIELE, Pierre Marie. **Structure and Insight:** A theory of mathematics education. Orlando, FL: Academic Pres, 1986.

YIN, Robert Kuo-Zir. **Pesquisa qualitativa do início ao fim.** Porto Alegre: Penso, 2016

ⁱ disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LuMuGames.SolidosRA&hl=pt_BR