

DOI: 10.46943/IX.CONEDU.2023.GT13.030

O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

FRANCISCO CLEUTON DE ARAÚJO

Professor da Secretaria Municipal de Educação (SME – Fortaleza), doutorando em Ensino de Ciências e Matemática (RENOEN), pela Universidade Federal do Ceará (UFC); e-mail: cleutonaraujo86@gmail.com

RESUMO

Este artigo pretende relatar uma experiência pedagógica no ensino de Sólidos Geométricos, utilizando o GeoGebra como ferramenta de apoio. A pesquisa foi realizada em duas turmas de 6º anos, dos anos finais do Ensino Fundamental, em uma escola municipal localizada em Fortaleza (CE). Tratando-se de um estudo de caso, com abordagem do tipo qualitativa e quantitativa. Os objetivos foram: estimular o interesse e a compreensão de conteúdos matemáticos, explorando o potencial educacional do *software* de geometria dinâmica GeoGebra; desenvolver a percepção espacial dos estudantes; estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas. Para coleta de dados, foram utilizados os resultados de desempenho dos alunos em uma avaliação escrita, combinada com nossa observação participante durante as aulas. A análise dos resultados observados revelou que o uso da ferramenta GeoGebra, nas aulas de Matemática, contribuiu com aspectos significativos no ensino de Geometria. Neste sentido, a utilização desta ferramenta proporcionou uma aprendizagem mais dinâmica e interativa, permitindo que os estudantes explorassem visualmente os sólidos geométricos e compreendessem suas propriedades de forma mais concreta. Deste modo, a abordagem pedagógica em questão possibilitou uma maior imersão no estudo dos conceitos geométricos, estimulando a participação ativa dos estudantes. Para além disso, percebemos que o uso do GeoGebra proporcionou às turmas analisadas características relevantes, tais como: motivação, empenho, interesse e engajamento. Assim, a integração do GeoGebra como ferramenta de apoio pedagógico possibilitou uma compreensão mais profunda dos conteúdos estudados. Ressalta-se, portanto, os benefícios da exploração desta ferramenta tecnológica no processo de ensino-aprendizagem e a importância de aprimorar as práticas pedagógicas com a utilização de

recursos inovadores, no intuito de promover uma educação mais dinâmica, interativa e significativa. Os resultados reforçam que o uso de recursos tecnológicos no ensino de Matemática pode promover maior interesse e compreensão pelos conteúdos abordados, especialmente na Geometria.

Palavras-chave: Matemática, Ensino, GeoGebra, Sólidos Geométricos.

INTRODUÇÃO

O contínuo avanço das tecnologias educacionais desempenha um papel fundamental no aprimoramento do ensino de Matemática, proporcionando perspectivas inovadoras e amplas oportunidades para aprofundar a compreensão dos mais diversos conteúdos.

No contexto específico desta pesquisa, abordamos o emprego do **software** de geometria dinâmica GeoGebra no ensino de sólidos geométricos, reconhecendo a crescente relevância das tecnologias digitais no processo educacional.

Nota-se que a crescente adoção de tecnologias educacionais destaca a necessidade de explorar novas abordagens pedagógicas que maximizem a eficácia do ensino-aprendizagem. Neste sentido, a realidade aumentada, recurso presente no GeoGebra 3D, surge como uma ferramenta promissora, demonstrando seu potencial para aprimorar de maneira significativa a compreensão de conceitos intrincados, especialmente os relacionados ao estudo da geometria espacial.

Por seu turno, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sustenta que a aprendizagem em Matemática está, intrinsecamente, ligada à compreensão dos significados inerentes aos objetos matemáticos, sem negligenciar suas aplicações. Destaca-se com isso a importância do uso de recursos diversos, incluindo **softwares** de geometria dinâmica, os quais desempenham papel relevante na compreensão e aplicação de noções matemáticas. Estes materiais devem estar integrados a contextos que estimulem a reflexão e a sistematização, propiciando o início de um processo de formalização (BRASIL, 2018).

Em particular, ressaltamos o GeoGebra no ensino, especificamente no contexto do estudo de sólidos geométricos. Este **software**, ao combinar elementos de álgebra, geometria e cálculo, proporciona uma abordagem interativa e visual para o aprendizado matemático. No que concerne aos sólidos geométricos, esta ferramenta oferece recursos tridimensionais que permitem aos alunos explorar e manipular essas formas de maneira mais concreta e dinâmica.

Desta maneira, a integração do GeoGebra ao ensino de sólidos geométricos permite que os estudantes visualizem e manipulem sólidos tridimensionais de forma interativa, o **software** pode contribuir para a formação de conexões significativas entre estes objetos e outros componentes matemáticos, bem como suas aplicações no cotidiano.

A capacidade de representar e explorar diferentes perspectivas dos sólidos geométricos no GeoGebra tende a favorecer a contextualização e a reflexão, elementos fundamentais para o início do processo de formalização.

A experiência pedagógica que ora apresentamos foi conduzida em duas turmas de 6º anos, dos anos finais do Ensino Fundamental em uma escola municipal de Fortaleza – Ceará. Utilizando o GeoGebra como suporte, a pesquisa assume a forma de um estudo de caso com abordagem qualitativa, visando não apenas estimular o interesse dos estudantes, mas também promover uma compreensão mais significativa dos conceitos matemáticos relacionados aos sólidos geométricos.

O fundamental desta investigação não se concentra na mera transmissão de conteúdos, mas sim em desenvolver ativamente a percepção espacial dos estudantes. A abordagem pedagógica adotada busca estabelecer relações entre vértices, faces e arestas, proporcionando uma compreensão mais holística e integrada dos sólidos geométricos. Nesta perspectiva, o GeoGebra emerge como um recurso pedagógico poderoso para atingir estes objetivos, oferecendo uma abordagem prática e interativa que transcende os métodos do ensino tradicional.

Com isto, visamos contribuir para a discussão sobre o uso efetivo de tecnologias educacionais em sala de aula, destacando o recurso da realidade aumentada presente no GeoGebra como uma ferramenta valiosa para o ensino de Matemática, especificamente no contexto da geometria espacial.

TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

De acordo com Kenski (2012), tecnologia engloba o conjunto de conhecimentos e princípios científicos aplicados no planejamento, construção e utilização de equipamentos em atividades específicas. Esta definição transcende a mera concepção de dispositivos físicos, abrangendo um conjunto amplo de saberes científicos e princípios que orientam não apenas a aplicação de instrumentos, como também o processo de planejamento e construção que fundamenta a criação e utilização destes artefatos.

Adotando esta perspectiva mais abrangente, que abarca não apenas máquinas físicas, mas também ferramentas digitais, os educadores podem enriquecer o ensino de Matemática com abordagens inovadoras capazes de potencializar a compreensão dos mais variados assuntos. Neste cenário, destaca-se a importância do planejamento cuidadoso e da estratégia pedagógica apropriada, visando

métodos que integrem eficazmente os recursos tecnológicos ao processo de ensino-aprendizagem.

Desta maneira, a integração de **softwares**, aplicativos e recursos on-line dinamiza o aprendizado de Matemática e permite a adaptação dos conteúdos de acordo com as necessidades individuais de cada estudante. Esta abordagem não só contribui para o desenvolvimento das competências matemáticas, mas também prepara os educandos para um mundo onde habilidades tecnológicas são essenciais. O papel central do professor é, portanto, destacado, pois a seleção criteriosa e a integração hábil destes recursos tornam-se fundamentais para uma prática pedagógica efetiva e alinhada com as demandas contemporâneas.

Deste modo, a formação de qualidade dos professores deve ser considerada dentro de um amplo contexto de complementação às disciplinas pedagógicas convencionais, incorporando, entre outros aspectos, um sólido conhecimento no manuseio de computadores, redes e outros recursos de mídia. Este conhecimento é fundamental para a realização de diversas atividades de aprendizagem, sendo imperativo empregar estas ferramentas de forma apropriada. Assim, é essencial não apenas adquirir competências técnicas, mas também desenvolver a habilidade de identificar as melhores abordagens tecnológicas para explorar temas específicos ou projetos, alinhando as características do suporte pedagógico ao objetivo primordial de promover a qualidade na aprendizagem dos alunos (KENSKI, 2012).

Dentro desta perspectiva, a integração efetiva das tecnologias educacionais pode assumir um papel significativo. A familiaridade dos educadores com ferramentas computacionais e redes proporciona não apenas uma ampliação das possibilidades de ensino, mas também a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e atrativos.

Ao explorar as potencialidades das tecnologias, os professores podem conceber estratégias que vão além do simples uso de meios digitais. A utilização de recursos como simulações interativas, jogos educativos, plataformas on-line especializadas e **softwares** educacionais pode transformar o ensino da Matemática em uma experiência mais factível e contextualizada para os educandos.

Para além disso, a reflexão sobre a escolha e aplicação das tecnologias deve estar intrinsecamente ligada aos objetivos pedagógicos específicos de cada conteúdo matemático a ser trabalhado. Identificar quais ferramentas são mais adequadas para abordar determinados conceitos ou para estimular a resolução

de problemas contribui diretamente para o alinhamento entre as características do suporte pedagógico e a promoção efetiva do ensino-aprendizagem.

Com efeito, a formação docente no uso destas tecnologias não se limita à aquisição de habilidades técnicas, mas também engloba a capacidade de pensamento crítico e reflexivo sobre como integrar essas ferramentas de maneira a potencializar as práticas de ensino-aprendizagem em Matemática. Esta abordagem, alinhada ao propósito maior da qualidade educacional, tende a contribuir para a formação de alunos mais competentes e engajados no domínio dos conhecimentos matemáticos.

Destarte, podemos elencar algumas características relacionadas ao aspecto visual na educação matemática, promovidas pelas tecnologias digitais. A visualização emerge como um meio alternativo de explorar o conhecimento matemático, uma vez que a compreensão de conceitos desta disciplina demanda a consideração de múltiplas representações, sendo as simbologias visuais capazes de redefinir o entendimento destes conceitos. A visualização integra-se à atividade matemática e também representa uma abordagem para a resolução de problemas. Nas instituições de ensino, observamos a presença de tecnologias dotadas de interfaces visuais robustas, cuja aplicação no contexto do ensino e aprendizagem da matemática requer uma apreciação profunda dos processos visuais subjacentes (BORBA; VILLARREAL, 2005).

A geometria espacial, ao exigir a apreensão de formas tridimensionais e suas múltiplas relações, beneficia-se significativamente das representações visuais, as quais têm o poder de redefinir a percepção e compreensão destas entidades geométricas. Logo, a visualização não é apenas uma ferramenta adicional. Ela se torna parte integrante do processo de atividade matemática, proporcionando uma abordagem dinâmica para a resolução de problemas específicos a essa área.

Bona (2009) afirma que os **softwares** educacionais desempenham um papel significativo como ferramentas auxiliares no processo de aquisição de conceitos por parte dos alunos em áreas específicas do conhecimento. Isto se deve à extensa gama de situações, procedimentos e representações simbólicas proporcionadas por tais **softwares**, revelando um potencial abrangente que atende eficazmente a uma considerável porção dos conteúdos disciplinares.

Especialmente no campo da geometria espacial, estes **softwares** educativos podem desempenhar um papel importante no contexto do ensino-aprendizagem de sólidos geométricos. Ao proporcionar um conjunto diversificado de situações,

recursos e representações simbólicas, estas ferramentas oferecem aos alunos uma abordagem dinâmica e interativa para explorar e compreender conceitos tridimensionais.

A visualização destes sólidos pode ser desafiadora em um ambiente tradicional de sala de aula, mas os **softwares** educativos contribuem com a superação dessa limitação ao oferecer modelos tridimensionais interativos. Isto permite que os educandos manipulem virtualmente os sólidos, observando diferentes perspectivas, seções transversais e propriedades, o que contribui para uma compreensão mais sólida e intuitiva.

Ademais, estas ferramentas muitas vezes incorporam abordagens lúdicas e desafios que estimulam o interesse dos alunos, tornando o aprendizado da geometria espacial mais envolvente.

Desta forma, no contexto do ensino de geometria espacial, os **softwares** de geometria dinâmica, como o GeoGebra, podem desempenhar um papel fundamental na facilitação da compreensão das propriedades dos sólidos geométricos, promovendo, assim, uma abordagem mais acessível, dinâmica e eficaz para o processo de aprendizagem.

As inovações tecnológicas e a ampla gama de **softwares** educativos disponíveis na internet desempenham um papel significativo ao facilitar o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando aos educadores uma variedade de alternativas didáticas. Os **softwares** educacionais, cada vez mais, emergem como soluções reveladoras e fascinantes, sendo aplicados em diversas situações, como simulações que substituem sistemas físicos da vida profissional. Estas simulações permitem testar diferentes estratégias de otimização, oferecendo uma abordagem prática e inovadora. Ademais, estes recursos tecnológicos podem contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico e, por conseguinte, promover a autonomia dos estudantes. Ao utilizar tais **softwares**, os alunos têm a oportunidade de formular hipóteses, realizar inferências e tirar conclusões com base nos resultados apresentados (BONA, 2009).

Ao integrar estes recursos tecnológicos, os alunos podem não apenas visualizar, mas também manipular objetos geométricos em ambientes virtuais. Estimulando o raciocínio lógico e fortalecendo a compreensão conceitual ao permitir que os educandos levantem hipóteses, realizem inferências e tirem conclusões com base nas interações virtuais. Desta maneira, a tecnologia pode facilitar o ensino de assuntos matemáticos e promover a autonomia dos alunos na exploração

e compreensão das propriedades da geometria espacial, alinhando-se às demandas contemporâneas da educação matemática.

A combinação das novidades tecnológicas, como por exemplo o GeoGebra, com a exploração das propriedades da geometria espacial, proporciona um ambiente educacional potencialmente mais rico, fortalecendo a experiência de aprendizagem dos alunos.

No domínio da educação matemática, a tecnologia não apenas se limita a aprimorar a compreensão de conceitos específicos, mas também desempenha um papel importante na promoção da colaboração e interatividade entre os alunos. Fortalecendo as habilidades matemáticas individuais e desenvolvendo habilidades sociais e de trabalho em equipe, preparando os educandos para os desafios colaborativos que encontrarão em suas futuras trajetórias acadêmicas e profissionais.

Para além disso, a adaptabilidade dos recursos tecnológicos proporciona uma resposta eficaz às diferentes modalidades de aprendizagem dos alunos. A tecnologia oferece a flexibilidade necessária para atender a essa diversidade, permitindo que os educadores personalizem estratégias de ensino de acordo com as necessidades individuais de cada educando. Esta abordagem personalizada não apenas melhora a eficácia do processo de ensino, mas favorece uma cultura de aprendizagem inclusiva e equitativa.

Neste contexto, a realidade aumentada emerge como uma ferramenta inovadora que transcende as limitações do ambiente tradicional da sala de aula. A tecnologia, portanto, complementa e redefine a experiência educacional, proporcionando aos alunos novas perspectivas e abordagens para a compreensão da geometria espacial.

Entretanto, é fundamental ressaltar que a implementação efetiva da tecnologia na educação matemática demanda uma abordagem contínua de capacitação dos professores. A formação profissional deve ir além do simples domínio técnico, englobando uma compreensão aprofundada das melhores práticas pedagógicas associadas ao uso dessas ferramentas. Os educadores precisam adquirir habilidades técnicas e também desenvolver a capacidade de avaliar criticamente as tecnologias disponíveis e integrá-las de maneira significativa ao currículo. Esta abordagem reflexiva e informada assegura que a tecnologia seja utilizada como um meio eficaz para alcançar objetivos educacionais, alinhando-se à visão de uma educação matemática de qualidade.

Em síntese, a integração da tecnologia na educação matemática representa não apenas uma evolução dos métodos de ensino, mas também uma revolução na maneira como os estudantes interagem e compreendem os conceitos matemáticos. Deste modo, a tecnologia não é apenas uma ferramenta adicional, mas um catalisador para transformar a sala de aula em um ambiente dinâmico, colaborativo e adaptável. Ao capacitar os professores e inspirar os estudantes, a tecnologia se torna uma aliada poderosa na promoção de uma educação matemática que prepara os alunos para os desafios acadêmicos e para a complexidade das demandas tecnológicas do mundo contemporâneo.

A REALIDADE AUMENTADA

A realidade virtual, aumentada e suas variantes constituem técnicas de interface computacional que exploram o espaço tridimensional, permitindo uma interação multisensorial do usuário. Anteriormente limitadas ao espaço bidimensional das telas de monitor, as interfaces computacionais possibilitavam apenas aplicações multimídia, enquanto a evolução para realidade virtual e aumentada ampliou as percepções sensoriais. Cabe observar que, apesar das diferenças dimensionais, ambas compartilham elementos como interações multisensoriais e processamento em tempo real, sendo a visão predominantemente enfatizada devido ao foco histórico dos computadores nos aspectos gráficos das aplicações (KIRNER; KIRNER, 2011).

Compreendemos que houve uma significativa transição das interfaces computacionais do tradicional espaço bidimensional para o mais avançado tridimensional. Salientando-se também a relevância intrínseca da interação multisensorial nestes contextos. O contraste com as interfaces convencionais, confinadas às limitações da tela do monitor, não apenas evidencia a evolução tecnológica, mas também realça a continuidade entre a era da multimídia e as novas tecnologias. Deste modo, elementos compartilhados, como interações multisensoriais e processamento em tempo real, são sublinhados como pontos de convergência. A predominância da visão nestas interfaces pode ser justificada pela histórica ênfase nos aspectos gráficos das aplicações, revelando, assim, uma notável evolução nas abordagens de interação homem-máquina ao longo da trajetória temporal.

De maneira oposta a realidade virtual, que busca imergir o usuário em um ambiente virtual, a realidade aumentada preserva o ambiente físico deste,

introduzindo elementos virtuais por meio de dispositivos tecnológicos. Neste contexto, a interação do usuário com os elementos virtuais ocorre de maneira orgânica e intuitiva, dispensando, assim, a necessidade de qualquer adaptação ou treinamento (KIRNER; KIRNER, 2011).

No ambiente educacional, a aplicação de interfaces tridimensionais, como a realidade virtual e aumentada, representa um avanço significativo na maneira como os educandos podem interagir e assimilar o conhecimento. Esta transição do espaço bidimensional para o tridimensional nas interfaces computacionais amplia sobremaneira as possibilidades de aprendizado, possibilitando experiências mais imersivas e envolventes.

Nesta perspectiva, a interação multisensorial oferecida por estas tecnologias pode contribuir para uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, permitindo que os alunos explorem ambientes virtuais que replicam situações da vida real. Além de promover a retenção dos conhecimentos, também estimula a criatividade e a resolução de problemas.

Ao introduzir elementos virtuais no ambiente físico dos estudantes, a realidade aumentada torna-se uma ferramenta valiosa para contextualizar conceitos considerados abstratos, tornando o aprendizado mais tangível e aplicável.

Para além disso, a facilidade de integração destas tecnologias na sala de aula, aliada à sua natureza intuitiva, reduz fortemente barreiras de aprendizagem e torna o acesso ao conhecimento mais inclusivo. Alunos de diferentes estilos de aprendizagem podem se beneficiar de abordagens mais dinâmicas e interativas, promovendo um ensino mais personalizado e adaptado às necessidades individuais.

Desta maneira, podemos assinalar que a evolução das interfaces tridimensionais, especialmente a realidade aumentada, oferece oportunidades transformadoras para aprimorar a experiência educativa, proporcionando aos educandos uma jornada de aprendizado mais envolvente, acessível e alinhada com as demandas da sociedade contemporânea.

Nesta conjuntura, ressalta-se a relevância das interfaces computacionais avançadas, nomeadamente a realidade virtual e a realidade aumentada, que, até o presente momento, não foram extensivamente incorporadas à sociedade (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

A integração expandida destas tecnologias pode representar um avanço significativo no processo de ensino-aprendizagem. Tais interfaces têm o potencial de redefinir a apresentação, demonstração e compreensão de conceitos matemáticos.

Ao imergir os alunos em ambientes tridimensionais, a visualização de conceitos considerados abstratos torna-se mais acessível, tornando a aprendizagem paupável e envolvente.

A realidade aumentada possibilita a sobreposição de conhecimentos matemáticos ao mundo real, criando experiências práticas e interativas. Esta abordagem é especialmente benéfica para a resolução de problemas e demonstrações práticas, oferecendo aos alunos uma abordagem mais prática para o aprendizado matemático.

Entretanto, torna-se essencial abordar questões de acessibilidade, assegurando que estas tecnologias estejam disponíveis de maneira equitativa para todos os educandos. E, para além disso, é fundamental proporcionar suporte adequado aos professores para que possam integrar efetivamente estas ferramentas inovadoras em seus métodos de ensino, maximizando assim seus benefícios educacionais.

Nas últimas duas décadas, testemunhamos uma maior acessibilidade a estas aplicações, impulsionada pela convergência de técnicas de visão computacional, avanços em **software** e dispositivos mais acessíveis em termos de custo. Um aspecto essencial deste avanço reside na habilidade de incorporar objetos virtuais ao espaço físico do usuário por meio de sobreposição, facilitando interações paupáveis de forma mais intuitiva, eliminando a necessidade de dispositivos especializados. Esta evolução coloca a realidade aumentada como uma perspectiva concreta para se tornar a próxima geração de interfaces populares, com potencial para uma adoção generalizada nas mais diversas situações (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Neste cenário, o progresso e a crescente acessibilidade das aplicações de realidade aumentada podem ter implicações significativas no ensino de sólidos geométricos. Dispositivos mais acessíveis proporcionam uma oportunidade única para aprimorar a compreensão destas formas tridimensionais no ambiente educacional.

Deste modo, a incorporação da realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos não só permite a criação de experiências de aprendizado mais envolventes, criativas e interativas, mas também proporciona a sobreposição de objetos virtuais no espaço físico do educando, oferecendo uma abordagem prática e visualmente estimulante para explorar as características e propriedades destas formas. Isto inclui a manipulação virtual de cilindros, cubos, pirâmides e esferas, proporcionando aos alunos uma compreensão mais aprofundada devido à experiência prática.

Para além disso, a realidade aumentada facilita a criação de simulações e atividades dinâmicas, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar conceitos complexos de geometria de forma mais intuitiva, visando contribuir para um aprendizado mais significativo e duradouro.

Logo, a integração da realidade aumentada no ensino de Matemática não apenas capitaliza a evolução tecnológica das últimas décadas, mas também promove experiências de aprendizado envolventes, lúdicas e práticas, alinhadas com as demandas da sociedade contemporânea.

De acordo com Kirner e Siscoutto (2007, p. 11), “essa tecnologia deverá ter grande impacto no relacionamento das pessoas, através de novas maneiras de realizar visualização, comunicação e interação com pessoas e informação”.

Diante desta perspectiva promissora, torna-se fundamental a condução de um processo de implementação metódico, que inclua uma análise detalhada das necessidades educacionais específicas de cada contexto. A consideração atenta destes elementos é crucial para otimizar os benefícios inerentes a esta abordagem no atual cenário educacional.

Segundo Bortolossi (2020), existem configurações e propriedades geométricas específicas que apresentam desafios na sua representação concreta, devido a limitações técnicas. Neste contexto, associados ao fascínio que exercem sobre os estudantes, dispositivos como computadores, *tablets*, *smartphones* e *softwares* como o GeoGebra emergem como ferramentas promissoras para o ensino da Geometria Espacial. Este potencial é ainda mais amplificado com a incorporação de recursos inovadores, como a Realidade Aumentada. Observa-se ainda que a Realidade Aumentada do GeoGebra elimina a necessidade de cartões ou páginas impressas, simplificando o processo ao exigir apenas o dispositivo.

Em síntese, a evolução do recurso realidade aumentada desencadeia uma transformação significativa na experiência escolar. Estas interfaces proporcionam não apenas uma transição tecnológica marcante, mas também destacam a continuidade entre a era da multimídia e as inovações atuais. A aplicação destas tecnologias representa um avanço considerável, oferecendo experiências imersivas que transcendem as limitações do espaço bidimensional, promovendo assim uma compreensão ampliada dos conceitos matemáticos. Diante deste cenário promissor, é fundamental conduzir uma implementação criteriosa que garanta que a tecnologia seja utilizada de maneira eficaz no contexto educacional.

PERCURSO METODOLÓGICO

De acordo com Yin (2001), a metodologia do estudo de caso surge como uma abordagem empírica de pesquisa destinada à análise de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto natural. Sua utilidade torna-se particularmente clara quando as fronteiras entre o contexto e o fenômeno em questão são pouco evidentes. Ao empregar uma variedade de fontes de evidência, o estudo de caso busca atingir uma compreensão aprofundada do fenômeno em análise, possibilitando, assim, uma investigação minuciosa.

Desta maneira, a abordagem estudo de caso foi utilizada para analisar de perto o impacto da intervenção realizada. E ao coletarmos dados quantitativos e qualitativos visamos obter com isso uma compreensão mais minuciosa do fenômeno em estudo.

Neste sentido, o estudo de caso envolve a coleta e exame de informações relacionadas a um indivíduo específico, uma família, um grupo ou uma comunidade. Este método busca explorar diversos aspectos da unidade em questão, conforme o foco da pesquisa. Classificado como uma abordagem de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa, o estudo de caso é concebido como uma categoria de investigação destinada a examinar a fundo uma unidade particular. A condução bem-sucedida deste tipo de investigação requer a observância de requisitos essenciais, tais como rigor, objetividade, originalidade e coerência (PRODANOV; FREITAS, 2013).

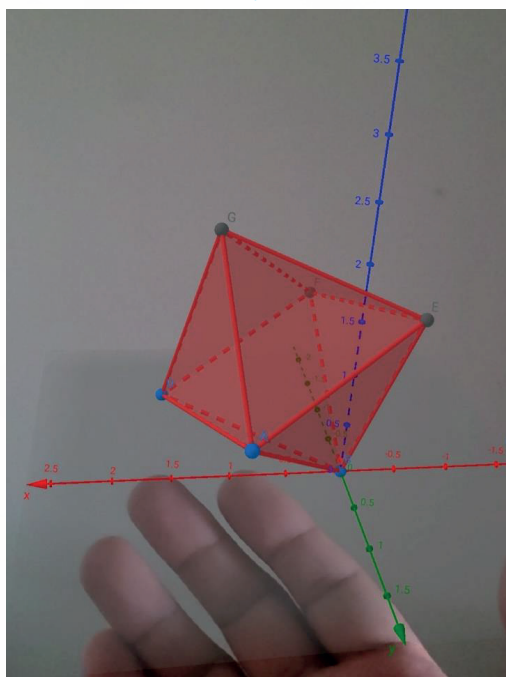
Por sua vez, a abordagem qualitativa destaca a valorização da subjetividade, a contemplação de diversas perspectivas e a contextualização dos dados, promovendo uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos sociais e humanos. Para além disso, a pesquisa qualitativa concentra-se no processo de pesquisa em si, reconhecendo a importância da interação entre o pesquisador e os participantes, assim como o papel ativo desempenhado pelo pesquisador na construção do conhecimento (YIN, 2016).

A pesquisa foi realizada por meio da implementação de uma sequência de atividades distribuídas ao longo de quatro momentos distintos com os alunos de ambas as turmas.

Nas três aulas iniciais, desenvolvemos uma sequência didática que englobou exposição conceitual interativa, juntamente com atividades práticas voltadas para a compreensão de elementos dos poliedros, tais como vértices, faces e arestas, bem como a planificação de sólidos.

Para a coleta de dados, empregamos os resultados de uma prova escrita individual realizada na última aula, aliados à nossa observação participante ao longo do período de investigação.

Figura 1: Manipulação do GeoGebra 3D



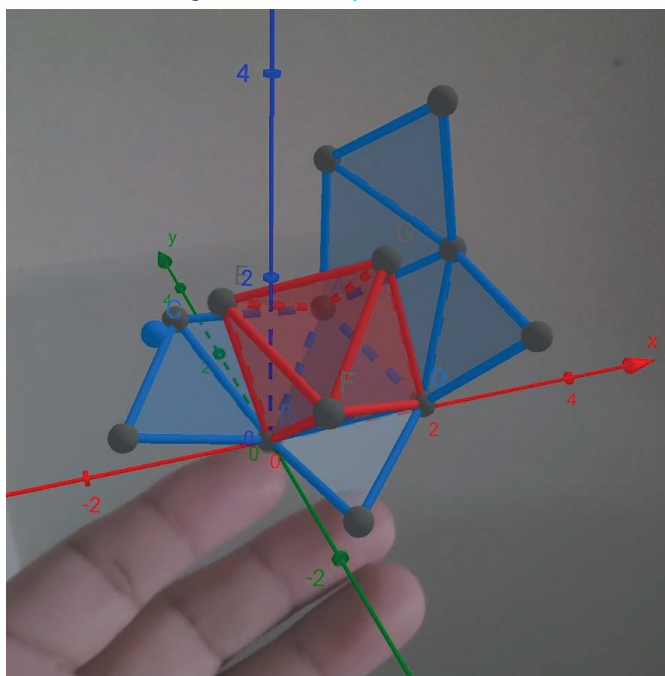
Fonte: o autor

A escolha metodológica mostrou-se acertada, permitindo uma imersão profunda no contexto real de ensino dos sólidos geométricos. A flexibilidade inerente ao método de estudo de caso foi fundamental em nossa análise, proporcionando uma compreensão mais abrangente das interações dinâmicas entre os educandos e o uso do GeoGebra no processo de aprendizagem. Por conseguinte, ao contemplarmos a natureza diversificada do ensino de geometria, esta abordagem nos proporcionou explorar diversas nuances muitas vezes negligenciadas em métodos mais rígidos.

Por seu turno, a ênfase na subjetividade e contextualização dos dados enriqueceu nossa análise, proporcionando uma visão holística do impacto da realidade aumentada na compreensão dos alunos sobre sólidos geométricos. A interação ativa entre pesquisador e participantes desempenhou um papel relevante na obtenção

de uma compreensão mais profunda, transcendendo resultados numéricos para abraçar as complexidades do processo educativo. Desta maneira, buscamos não apenas avaliar o desempenho dos estudantes, mas compreender as experiências individuais e as distintas nuances do ambiente de aprendizagem, enriquecendo a interpretação dos resultados obtidos.

Figura 2: Planificação do Octaedro



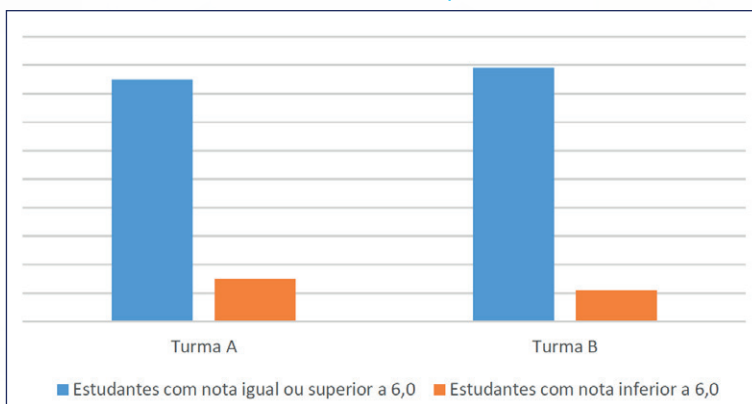
Fonte: o autor

Em suma, a implementação prática deste estudo envolveu uma sequência didática ao longo de quatro encontros, proporcionando uma estrutura sólida para avaliar o impacto do GeoGebra no ensino de sólidos geométricos. As atividades planejadas, desde a exposição conceitual até a prática direta com a ferramenta, foram meticulosamente desenvolvidas para otimizar a compreensão dos educandos sobre a identificação e quantificação de vértices, faces, arestas e a planificação de sólidos. A coleta de dados adotada pode ser considerada abrangente, fornecendo com isso uma base sólida para as conclusões e contribuindo para o avanço do conhecimento no campo do ensino de geometria com o uso de interfaces computacionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prova escrita compreendeu dez questões, das quais sete eram de natureza objetiva e três subjetivas, todas centradas na temática dos sólidos geométricos. O gráfico a seguir oferece uma representação detalhada da porcentagem de estudantes que alcançaram notas iguais ou superiores a 6,0, correspondente à média escolar.

Gráfico 01: Redimento na prova escrita



Fonte: o autor

Analisando os dados obtidos nesta avaliação, observamos que o desempenho das turmas foi satisfatório. Notamos que na turma denominada “A”, 85% dos educandos atingiram um desempenho igual ou superior a 6,0, enquanto na turma “B” 89% alcançaram este patamar. Indicando com isso um resultado geral excelente.

Os resultados obtidos indicam que a incorporação do **software** GeoGebra, especialmente sua interface de realidade aumentada, nas aulas de Matemática, proporcionou contribuições significativas para o ensino da Geometria. Neste cenário, a utilização desta ferramenta favoreceu uma abordagem mais dinâmica e interativa, permitindo que os educandos explorassem visualmente os sólidos geométricos, compreendendo suas propriedades de maneira mais efetiva.

Tornando-se notável que a introdução do GeoGebra 3D nas turmas analisadas promoveu características altamente relevantes, como motivação, empenho, interesse e engajamento. Para além disso, é digno de nota que a integração da realidade aumentada por meio do GeoGebra não apenas despertou o interesse dos

estudantes, mas também facilitou uma compreensão mais profunda e abrangente dos conceitos geométricos tratados em sala de aula.

Com efeito, a sobreposição de objetos virtuais no ambiente real dos alunos proporcionou uma experiência imersiva, facilitando a visualização tridimensional dos sólidos geométricos. Esta abordagem suscitou a participação ativa dos educandos nas atividades propostas, criando um ambiente de aprendizado envolvente e motivador.

A análise dos dados revelou que a interatividade oferecida pelo GeoGebra, especificamente quando combinada com a realidade aumentada, impulsionou a motivação e o empenho dos educandos. A capacidade de manipular virtualmente os sólidos geométricos, girá-los, ampliá-los e explorar suas características dinamicamente contribuiu significativamente para a compreensão dos temas tratados. Ademais, a observação participante ao longo das sessões didáticas constatou um aumento na colaboração entre os estudantes, que compartilhavam descobertas e estratégias, promovendo assim um ambiente colaborativo e enriquecedor para todos.

CONCLUSÃO

A observação quantitativa dos resultados da prova escrita fornece uma medida tangível do impacto da intervenção no ensino, validando a eficácia da metodologia escolhida. Os percentuais elevados de alunos que alcançaram um desempenho igual ou superior a 6,0 indicam que a intervenção pedagógica contribuiu positivamente para a compreensão dos conceitos de sólidos geométricos.

Por sua vez, os dados qualitativos, revelados na observação participante, corroboram com os resultados quantitativos da avaliação, sugerindo que a eficácia desta prática educacional não é apenas mensurável por números.

Neste sentido, os resultados obtidos demonstram a capacidade dos recursos tecnológicos no ensino de Matemática para estimular um maior interesse e compreensão, especialmente no âmbito da Geometria. Nesta perspectiva, a pesquisa sublinha a relevância do GeoGebra, particularmente quando integrado à realidade aumentada, como uma ferramenta importante no ensino de sólidos geométricos. A experiência mais dinâmica e interativa proporcionada pela manipulação prática facilitou uma compreensão mais concreta e abrangente destas formas geométricas tridimensionais.

De maneira mais geral, podemos dizer que os aspectos positivos observados, como aumento da motivação, engajamento e compreensão aprofundada, indicam o potencial transformador desta abordagem metodológica no cenário educacional. No entanto, é importante destacar a necessidade contínua de apoio aos educadores para otimizar os benefícios destas tecnologias, assegurando uma transição bem-sucedida para práticas de ensino mais inovadoras e eficazes.

As evidências sugerem que a introdução de tecnologias digitais como o GeoGebra 3D, alinhada a objetivos educacionais específicos, fundamentada metodologicamente, pode positivamente alterar a dinâmica do processo de ensino-aprendizagem no campo da Matemática. Contudo, é crucial um cuidado constante na implementação, considerando não apenas os aspectos técnicos, mas também os pedagógicos envolvidos na adoção deste aparato em sala de aula. A interação ativa entre professores, estudantes e a tecnologia emerge como um componente importante para o sucesso desta abordagem, demandando um comprometimento contínuo com a formação e atualização docente.

Diante do exposto, este estudo contribui para a discussão sobre o uso efetivo de tecnologias digitais educacionais, especialmente o GeoGebra e sua interface realidade aumentada, no contexto específico do ensino de sólidos geométricos nos anos finais do Ensino Fundamental. Com efeito, as implicações positivas observadas fornecem subsídios para a reflexão sobre a necessidade de incorporar abordagens inovadoras e tecnológicas no processo educacional contemporâneo. No entanto, é relevante ressaltar que esta pesquisa não esgota, de forma alguma, esta temática, abrindo, portanto, espaço para investigações futuras que aprofundem aspectos específicos, como a duração dos efeitos observados e a generalização destes resultados para distintos contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

BONA, B. O. Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p.35-55, mar. 2009. Disponível em: < https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID71/v4_n1_a2009.pdf >. Acesso em: 03 jul. 2023.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. v. 39, New York: Springer, 2005.

BORTOLOSSI, H. J. Movimentos, Pensamentos e GeoGebra: alguns aspectos neurocientíficos no ensino e aprendizagem da matemática. IN: BASNIAK, M. I; RUBIO-PIZZORNO, S. (Org.) **Perspectivas teórico-metodológicas em pesquisas que envolvem tecnologia na Educação Matemática: o GeoGebra em foco.** São Paulo: Pimenta Cultural, 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** – BNCC. Educação é a Base. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2018.

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

KIRNER, C; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. IN: Ribeiro, M. W. S; ZORZAL, E. R. (Orgs). **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências.** XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Uberlândia: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2011.

KIRNER, C; SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações.** Petrópolis: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** 14^a. ed. São Paulo : Cortez, 2017.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Tradução: Daniel Grassi. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim.** Tradução: Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016.