

EXPLORANDO NOVAS DIMENSÕES NA EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE DA VALIDADE DO APLICATIVO *PLATONIC SOLID VIEWER* COMO RECURSO PEDAGÓGICO

DOI: <https://doi.org/10.33871/rpem.2024.13.31.8538>

Tainara Aparecida Lotoski Faria¹
Clodogil Fabiano Ribeiro Dos Santos²

Resumo: Este trabalho apresenta uma oficina sobre a utilização do aplicativo Platonic Solid Viewer (PSV) na educação, focando na exploração dos sólidos platônicos em Realidade Aumentada (RA). O objetivo foi integrar teoria e prática para os acadêmicos e testar a eficácia do PSV no ensino de geometria. Destinado a professores e alunos, o PSV foi bem recebido, com percepções positivas sobre sua utilidade. A RA, destacada como uma ferramenta promissora, foi apresentada de maneira contextualizada, permitindo que os participantes visualizassem e interagissem com sólidos platônicos em 3D, utilizando tablets e smartphones Android. A sequência didática incluiu a construção física dos sólidos seguida pela visualização interativa via RA, culminando em discussões sobre as semelhanças e diferenças entre as construções físicas e virtuais.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Oficina. Matemática. Sólidos Platônicos.

EXPLORING NEW DIMENSIONS IN EDUCATION: AN ANALYSIS OF THE VALIDITY OF THE PLATONIC SOLID VIEWER APPLICATION AS A PEDAGOGICAL RESOURCE

Abstract: This work presents a workshop on the use of the Platonic Solid Viewer (PSV) application in education, focusing on the exploration of Platonic solids in Augmented Reality (AR). The objective was to integrate theory and practice for academics and to test the effectiveness of PSV in teaching geometry. Intended for teachers and students, PSV was well received, with positive perceptions of its utility. AR, highlighted as a promising tool, was presented in a contextualized manner, allowing participants to visualize and interact with Platonic solids in 3D using Android tablets and smartphones. The didactic sequence included the physical construction of the solids followed by interactive visualization via AR, culminating in discussions about the similarities and differences between the physical and virtual constructions.

Keywords: Augmented Reality. Workshop. Mathematics. Platonic Solids.

Introdução

Este trabalho tem como objetivo relatar uma oficina que ocorreu na Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), no campus de Irati, com acadêmicos do 4º ano do curso de Licenciatura em Matemática, distribuída ao longo de três aulas da disciplina Laboratório de Tecnologias Digitais para o Ensino de Matemática. A oficina foi realizada com o apoio do

¹ Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste, Câmpus Cedeteg. Professora da Rede Pública do Estado do Paraná. E-mail: lotoskitainara@gmail.com – ORCID: : <https://orcid.org/0009-0000-0502-9812>.

² Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. Docente do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Câmpus Irati. E-mail: clodogil@unicentro.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3557-0463>.

projeto "Cultura Maker na Comunidade"³.

Durante a oficina, foi utilizada a sequência didática (SD intitulada "Geometria em 3D: explorando sólidos platônicos com massinha e realidade aumentada". A abordagem incorporou o uso do aplicativo de realidade aumentada denominado Platonic Solid Viewer (PSV). O objetivo da oficina, além de possibilitar uma ação educativa que articula teoria e prática aos acadêmicos, foi testar e validar a utilização do aplicativo PSV para a explanação dos cinco sólidos platônicos, desenvolvido como parte do produto educacional durante o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Para a realização desta oficina, inicialmente, foi feita a divulgação junto aos acadêmicos da disciplina, contando com o apoio do docente responsável. A promoção envolveu a apresentação dos objetivos e da importância da oficina, incentivando a participação dos estudantes. Posteriormente, a oficina foi conduzida conforme detalhado em um capítulo específico deste trabalho. Durante a oficina, foi aplicado um formulário aos participantes, cujas respostas constituíram os dados analisados neste artigo. A análise dos dados coletados foi realizada de maneira quantitativa, permitindo uma avaliação objetiva dos resultados obtidos.

Observa-se que a matemática se faz presente no cotidiano de todos. Dominar a os conceitos relacionados a esta área do conhecimento é necessário para entender a dinâmica da sociedade atual. Por isso, no contexto educacional, torna-se indispensável ensinar matemática com o objetivo de promover um entendimento mais profundo e útil, sendo assim, é importante que a formação inicial dos professores ofereça recursos para que eles possam entender e refletir sobre a contextualização nas aulas de Matemática (Conceição; Jesus; Madruga, 2018).

Ainda, salienta-se que a Geometria destaca como um campo adequado para o ensino de outras disciplinas matemáticas, como aritmética e álgebra, por despertar grande interesse nos alunos e fomentar a habilidade de "investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes" (Brasil, 2018, p. 271).

Assim, pressupõe-se que apresentar, aos futuros docentes, novos recursos em sala de aula pode amplificar a aprendizagem. Dentre esses recursos, propomos a utilização da Realidade Aumentada (RA) durante a oficina, observando ser uma tecnologia em acessão e que permite a sobreposição de elementos virtuais ao ambiente físico, proporcionando uma experiência interativa e enriquecedora. No contexto educacional, a RA tem se mostrado uma ferramenta poderosa para o ensino, especialmente em disciplinas como a Matemática, onde conceitos abstratos podem ser visualizados de maneira mais concreta e envolvente.

³ Projeto de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, PIEPEX.

Deste modo, a SD utilizada na oficina “Geometria em 3D: explorando sólidos platônicos com massinha e realidade aumentada (RA)” exemplifica essa aplicação, combinando atividades práticas com massinha e a utilização do aplicativo PSV. Essa abordagem não só facilita a compreensão dos sólidos platônicos, mas também promove uma integração efetiva entre teoria e prática, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Assim, durante a oficina, os acadêmicos tiveram a oportunidade de explorar esses conceitos de maneira colaborativa e interativa, proporcionando um ambiente propício para discussões e reflexões sobre a eficácia das tecnologias digitais no ensino de Matemática.

Para tanto, nesse texto, apresentamos o conceito de Realidade Aumentada e suas contribuições para o ensino, especificamente na disciplina de matemática. Além disso, detalhamos a oficina aplicada, incluindo a SD e o aplicativo utilizado, e compartilhamos as percepções dos participantes durante a aplicação da oficina.

Realidade Aumentada

Com a ascensão das tecnologias de informação e comunicação (TIC), têm-se observado transformações e avanços nos métodos convencionais de ensino. A incorporação dessas tecnologias viabiliza uma experiência de aprendizado mais relevante, alterando a maneira como o conhecimento é compartilhado entre educadores e estudantes no ambiente escolar (Prensky, 2012).

Entre essas emergentes tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), a realidade aumentada tem se destacado como uma das mais promissoras em estudos e eventos científicos, apresentando considerável potencial para aplicação no cenário educacional (Lopes *et al.*, 2019).

A RA teve seus primeiros desenvolvimentos durante a Guerra Fria, iniciando em 1950 com Morton Heilig, que criou o simulador *Sensorama*, uma máquina mecânica para exibição de filmes curtos com imersão sensorial via movimentos corporais, aromas e vento. Apesar do potencial inovador, a falta de financiamento impediu a replicação do dispositivo. O *Sensorama* representou uma abordagem pioneira na criação de uma experiência cinematográfica imersiva, proporcionando aos espectadores sensações adicionais além da tela (Nascimento; Bonfim; Cruz, 2022).

Posteriormente, em 1961, surgiram os capacetes tecnológicos, conhecidos como *Head Mounted Display* (HMD), e em 1968, Ivan Sutherland e Bob Sproull desenvolveram o primeiro sistema de realidade virtual e aumentada, chamado “*The Sword of Damocles*”. Essa evolução permitiu a interação com o ambiente virtual através do movimento da cabeça. A realidade

aumentada progrediu com a introdução de luvas de dados em 1977, o “*Super Cockpit*” em 1982 e o surgimento das luvas *Powerglove* em 1989 para *videogames*. O termo “realidade aumentada” foi cunhado por Tom Caudell em 1996, e atualmente, com dispositivos como *smartphones* e óculos de RA, a tecnologia permite sobrepor imagens digitais ao mundo real, sendo amplamente utilizada em jogos, aplicativos de informação e assistência ao consumidor (Kirner; Tori, 2006).

A RA representa uma tecnologia que funde elementos reais com componentes virtuais, sobrepondo informações digitais em um contexto físico. Esse processo é comumente realizado por meio de dispositivos como *smartphones*, *tablets* ou óculos especializados. As principais características da RA englobam a integração com o ambiente real e a oferta de uma experiência interativa. Portanto, a RA é um sistema que aprimora a realidade física ao introduzir objetos virtuais, podendo ser aplicada em sistemas simples ou mais avançados. Conforme descrito por Kirner e Tori (2006, p.25), a RA é um “o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, em tempo real”. Uma vantagem notável da RA é a sua capacidade de ser implementada interativamente em tempo real, sem a necessidade de dispositivos tecnológicos excessivamente dispendiosos.

O aplicativo *Platonic Solid Viewer*

A criação do PSV se deu observando que, além do documento conclusivo em formato de dissertação, o mestrado profissional, na área de ensino, inclui a elaboração de uma proposta para um Produto Educacional. Deste modo, objetivou-se desenvolver um aplicativo destinado a *tablets* e *smartphones*, visando oferecer uma ferramenta que promova a interação, o aproveitamento e, principalmente, a compreensão dos conceitos relacionados ao eixo de Geometria na disciplina de Matemática. Esse produto foi concebido para servir como um recurso auxiliar gratuito tanto para professores quanto para alunos.

Para sua elaboração, utilizou-se o site de design *Canva* e plataformas de codificação, como *Unity* e *Vuforia*, com base nas principais dificuldades identificadas na pesquisa principal do mestrado. Para tanto desenvolveu-se um aplicativo *mobile*, voltado a dispositivos *Android*, com propriedades de realidade aumentada.

Portanto, o aplicativo desenvolvido, denominado *Platonic Solid Viewer* — cuja tradução seria Visualizador de Sólidos Platônicos — é uma aplicação de realidade aumentada que possibilita aos usuários observar e interagir com os cinco sólidos platônicos — Tetraedro, Cubo, Octaedro, Dodecaedro e Icosaedro — em um cenário virtual em 3D. A figura 1 mostra a tela inicial do aplicativo.

Figura 1: Tela Inicial do PSV



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Exibição AR (*augmented reality*): nesta tela é possível visualizar os cinco sólidos platônicos em realidade aumentada — usando a câmera do *smartphone* ou *tablet*, os usuários podem apontar para os marcadores⁴, os quais são imagens em 2D dos sólidos e os visualizar flutuando sobre ela em 3D.

Informações: Na segunda tela, o usuário conhece um pouco mais sobre a história associada aos cinco sólidos Platônicos, e também pode acessar o menu de opções, onde pode descobrir sobre cada sólido em específico (figura 2).

Figura 2: Captura de tela: Informações e Menu de Opções



Fonte: Autoria Própria (2023)

⁴ Disponíveis em:

https://drive.google.com/drive/folders/1ZYRRMtni-vaUTqTM9r1_CK6nCyzRWBkM?usp=sharing

Ao selecionar um sólido específico, o usuário pode acessar informações detalhadas sobre sua Geometria, além de fatos históricos e curiosidades sobre a sua descoberta (figura 3).

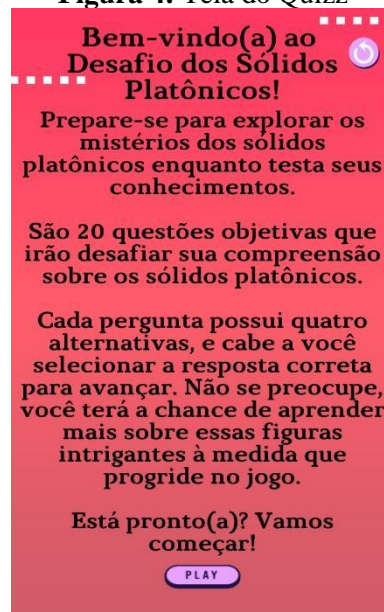
Figura 3: Telas dos Sólidos



Fonte: A autoria Própria (2023)

Área de aprendizado: O aplicativo possui uma seção específica para aprendizado (Figura 4)) onde os usuários podem estudar mais profundamente os conceitos teóricos relacionados aos sólidos platônicos e apresentados via questionários.

Figura 4: Tela do Quiz



Fonte: A autoria Própria

Para ser utilizado o usuário deve baixar o aplicativo disponível em: <https://github.com/lotoskitainara/PSV.git> e ter um *smartphone* ou *tablet* compatível com tecnologia RA. Ao abrir o aplicativo, é necessário permitir o acesso à câmera do dispositivo. Em seguida, o usuário deve apontar o dispositivo para os marcadores e aguardar que os sólidos

platônicos apareçam. A partir daí, ele pode começar a explorar e interagir com cada sólido platônico, bem como acessar informações detalhadas sobre cada um deles.

Descrição da Oficina

A oficina foi realizada com quatro alunos do 4º ano do curso de Licenciatura em Matemática, durante as aulas da disciplina Laboratório de Tecnologias Digitais para o Ensino de Matemática. Os alunos foram previamente informados sobre a oficina, permitindo que se preparassem adequadamente para as atividades propostas.

A oficina começou com uma breve explicação sobre a Realidade Aumentada, abrangendo seu contexto histórico e sua utilização atual. Os alunos foram introduzidos aos conceitos fundamentais da RA e como essa tecnologia se diferencia da Realidade Virtual. Em seguida, foi explicado como ela tem sido aplicada em diversas áreas, especialmente na educação, para tornar o aprendizado mais interativo e envolvente.

Logo após a contextualização, os alunos formaram um grupo e incentivados a trabalhar de forma colaborativa. Realizaram construções físicas dos cinco sólidos platônicos usando massinha, depois utilizaram o aplicativo PSV para visualizar e explorar os sólidos construídos, permitindo uma compreensão mais concreta e prática dos conceitos geométricos.

Durante as atividades, os alunos encontraram dificuldades na construção dos dois maiores sólidos platônicos, o icosaedro e o dodecaedro. Essas dificuldades foram discutidas em grupo, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativa onde os alunos puderam compartilhar estratégias e soluções para superar os desafios.

Ao final da oficina, os alunos expuseram suas considerações sobre a experiência, destacando os aspectos positivos e as dificuldades encontradas. Além disso, responderam a um formulário elaborado no Google Formulários, que foi disponibilizado por meio de um QR code. Esse feedback foi fundamental para avaliar a eficácia da oficina e do aplicativo PSV no ensino dos sólidos platônicos.

Sequência didática

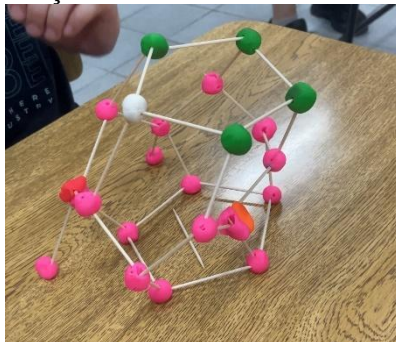
Durante a oficina, a SD⁵ foi aplicada, começando com a contextualização sobre a RA e a importância da Geometria. A oficina teve duração total de aproximadamente 2,5 horas-aula. Os acadêmicos se dedicaram cerca de 1,5 hora-aula à construção dos sólidos, procurando

⁵ A sequência completa pode ser acessada em:
<https://drive.google.com/file/d/1lqBE9zDwqawQPdE9l1PobGGydnHYomz0/view?usp=sharing>

reproduzi-los com a maior precisão possível em relação às suas propriedades conhecidas. O restante do tempo foi utilizado para a exploração dos sólidos em RA através do aplicativo PSV, além da resolução do quiz sobre os cinco sólidos platônicos, disponível no próprio aplicativo.

Deste modo, para realizar essa sequência foi disponibilizado aos participantes palitos de madeira e massinha de modelar. Em seguida, propôs-se a construção dos sólidos, com palitos e massinha, de tal modo, os participantes deveriam identificar o número de faces, vértices e arestas, bem como, as formas das faces, apenas através da visualização bidimensional dos mesmos. Nessa etapa, os participantes trabalharam em conjunto, para construir os cinco sólidos platônicos (Figura 5). Deste modo, eles foram encorajados a discutir e colaborar, garantindo que todos os membros do grupo participassem ativamente da construção. Em seguida, eles explicaram como construíram os sólidos e destacaram as características específicas que observaram durante o processo.

Figura 5: Representação do Dodecaedro construído durante a oficina



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Como próxima etapa foi explicado aos participantes que estes usariam um aplicativo de realidade aumentada para ver os sólidos de Platão de uma forma interativa (Figura 6), e também disponibilizado, conjuntamente, os marcadores para ativar a realidade aumentada. Na sequência fora orientado os grupos a acessarem o aplicativo no tablet disponibilizado, de maneira concomitante, os participantes foram instruídos a posicionar o dispositivo sobre as imagens disponibilizadas. Assim, o aplicativo sobrepôs a imagem digital dos sólidos de Platão, permitindo que os eles observassem como suas construções se comparam aos modelos virtuais.

Figura 6: Sobreposição da RA aos marcadores



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Após explorarem os sólidos de Platão no aplicativo de realidade aumentada, a oficina foi encerrada com uma discussão sobre as semelhanças e diferenças entre as construções físicas dos grupos e os modelos virtuais. Nesta ocasião, fora proposto aos participantes que respondessem a um formulário, buscando as constatações dos mesmos sobre a sequência apresentada, bem como, o aplicativo disponibilizado.

Resultados e discussões

Ao final da pesquisa os participantes acessaram um formulário contendo nove questões do tipo escala de *Likert*⁶ e quatro discursivas, a partir das quais foram obtidos os gráficos 1 a 9.

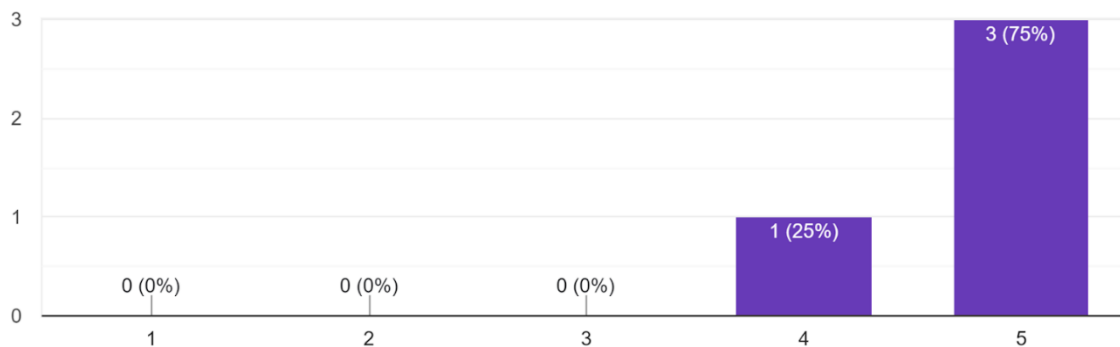
O Gráfico 1, apresenta os resultados da escala Likert, onde os participantes deveriam assinalar sua compreensão quanto a eficiência da massinha de modelar e palitos na construção dos sólidos, sendo 0 para pouco eficientes e 5 para muito eficientes.

Observou-se que todos os participantes acreditam que este material pode facilitar a compreensão dos poliedros. Corroborando com os resultados obtidos, Lorenzato (2009, p.61) aponta que:

O material concreto exerce um papel importante na aprendizagem. Facilita a observação e análise, desenvolve o raciocínio lógico, crítico e científico, é fundamental para o ensino experimental e é excelente para auxiliar o aluno na construção de seus conhecimentos.

⁶ Consiste em uma série de afirmações às quais os respondentes indicam seu grau de concordância ou discordância.

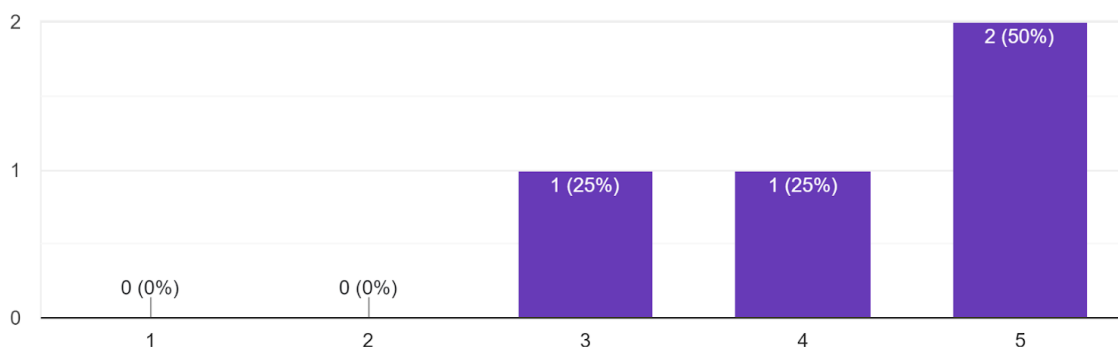
Gráfico 1: Quão eficientes foram os palitos de madeira e massinha de modelar na construção dos sólidos em termos de facilitar a compreensão das características dos poliedros?



Fonte: Autoria Própria (2023)

Logo, destaca-se a relevância do material concreto no processo de aprendizagem, sublinhando sua contribuição em vários aspectos educacionais, tais como a capacidade do material concreto em facilitar a observação e análise, proporcionando aos alunos uma experiência tangível que pode enriquecer sua compreensão dos conceitos, bem como promovendo uma abordagem mais prática e interativa no aprendizado.

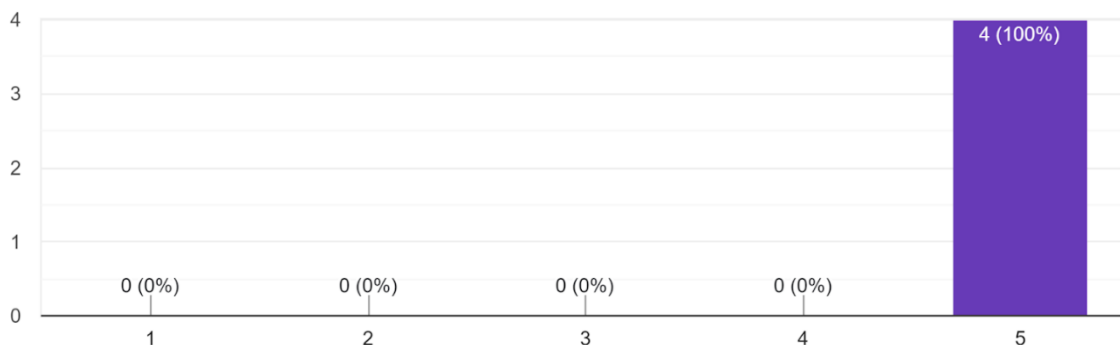
Gráfico 2: Você considera a utilização de palitos de madeira e massinha de modelar materiais adequados para atingir os objetivos propostos?



Fonte: Autoria Própria (2023)

O Gráfico 2 reitera o resultado obtido anteriormente, onde os participantes classificaram como “pouco adequado” (0) ou “muito adequado” (5), os materiais manipuláveis propostos na sequência. Logo, podemos denotar que os mesmos acreditam, em sua maioria, que tais materiais são adequados e de tal modo pode proporcionar aulas mais significativas na disciplina de matemática, e em específico a conceitos geométricos.

Gráfico 3: Como você avalia a eficácia da atividade para abordar os sólidos de Platão em sala de aula?

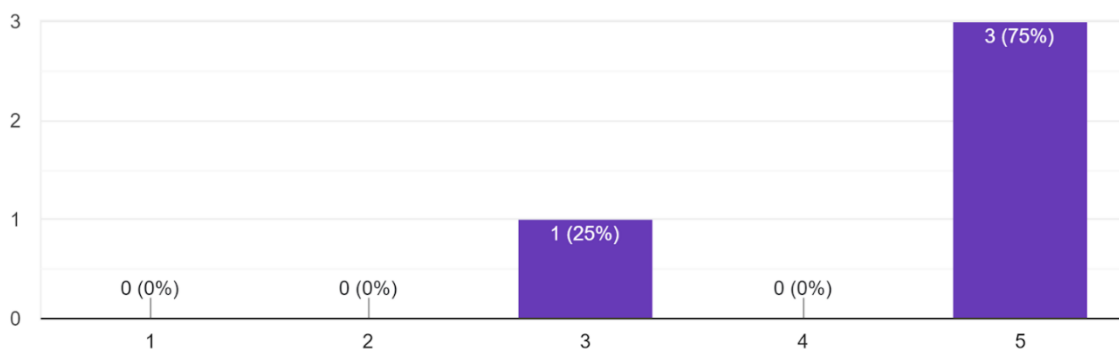


Fonte: Autoria Própria (2023)

Em seguida, os participantes da oficina foram indagados sobre a eficácia da sequência didática apresentada para o ensino dos sólidos Platônicos em sala de aula. Nesse contexto, é relevante ressaltar que a definição de sequência didática, conforme apresentada por Zabala (1998), destaca a importância de um conjunto ordenado de atividades para alcançar objetivos educacionais específicos. Embora não faça uma distinção clara entre sequência didática e sequência de atividades, Zabala oferece critérios fundamentais para sua construção, desenvolvimento e avaliação, delineando três fases cruciais de intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação.

Sendo assim, observando que ao serem indagados sobre a eficácia da sequência didática no ensino dos sólidos Platônicos, os participantes rotularam a proposta como "Muito satisfatória" (5). Essa avaliação positiva sugere que a abordagem proposta não apenas atendeu aos critérios de Zabala, mas também emergiu como uma ferramenta valiosa capaz de promover uma compreensão sólida e satisfatória dos conceitos relacionados aos sólidos geométricos.

Gráfico 4: Em relação à comparação das construções na segunda etapa, qual foi o grau de precisão observado em relação às características dos poliedros apresentados, considerando a aplicabilidade dessa experiência na futura prática docente?



Fonte: Autoria Própria (2023)

Em seguida, os participantes foram questionados quanto ao grau de precisão observado em relação à construção realizada e a visualização tridimensional fornecida pelo PSV, bem como a aplicação dessa sequência em sala de aula. Nesse contexto, os participantes apontaram, em sua maioria, “Muita precisão” (5), e como consequência, a aplicabilidade dela em sala em sua futura prática docente.

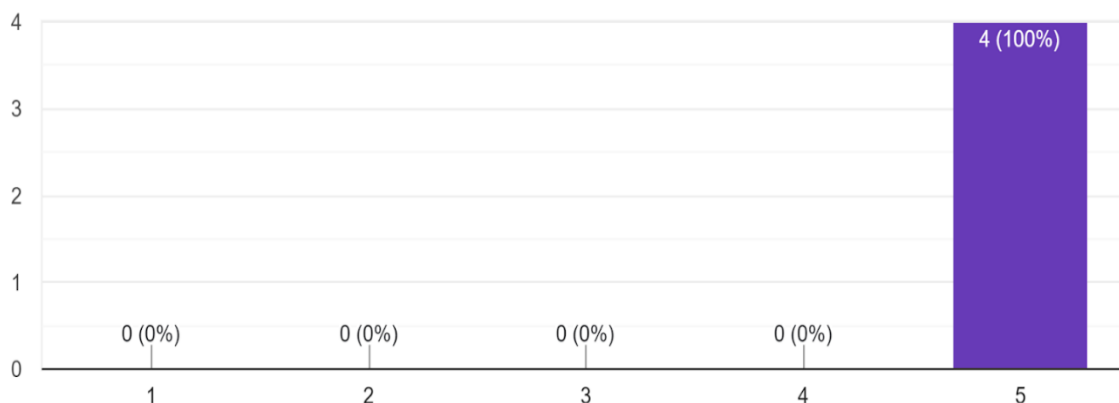
Esses resultados destacam que a sequência didática desenvolvida com a integração de materiais concretos e o aplicativo de realidade aumentada é reconhecida pelos participantes como uma ferramenta eficaz para o ensino da matemática. Em consequência, podemos enfatizar a relevância de apresentar aos futuros docentes abordagens inovadoras no campo educacional, deste modo Costa e Gontijo (2021, p.3) dialogam que

[...]podemos compreender que a inovação resulta da mudança de padrões, seja por força de uma necessidade, para melhorar, reconstruir, reformular ou reformar algo que já estava pronto e que necessita de um novo olhar, na intenção de propor uma nova abordagem

Logo, a inovação é um processo em constante movimento que envolve o rompimento das barreiras estabelecidas, a exploração de novas perspectivas e a criação de alternativas. Assim, adotar práticas inovadoras em sala de aula e buscar métodos que transcendam o uso convencional do livro didático é uma estratégia promissora para engajar os estudantes no processo de aprendizagem matemática.

Contudo, para efetivar essa mudança, é essencial capacitar tanto os licenciandos quanto os docentes em práticas inovadoras. Nesse sentido, fornecer formações que os habilitem a explorar abordagens criativas torna-se crucial, proporcionando-lhes as ferramentas necessárias para inspirar uma transformação positiva na experiência de aprendizado de seus alunos.

Gráfico 5: Como você caracteriza a discussão sobre as semelhanças e diferenças entre construções físicas e modelos virtuais?



Fonte: Autoria Própria (2023)

Em sequência, os participantes foram indagados quanto as discussões proporcionadas após as observações dos sólidos construídos com massinha e os apresentados pelo PSV, os dados apresentados no Gráfico 5 - 0 para “pouco enriquecedora” 5 e “muito enriquecedora”.

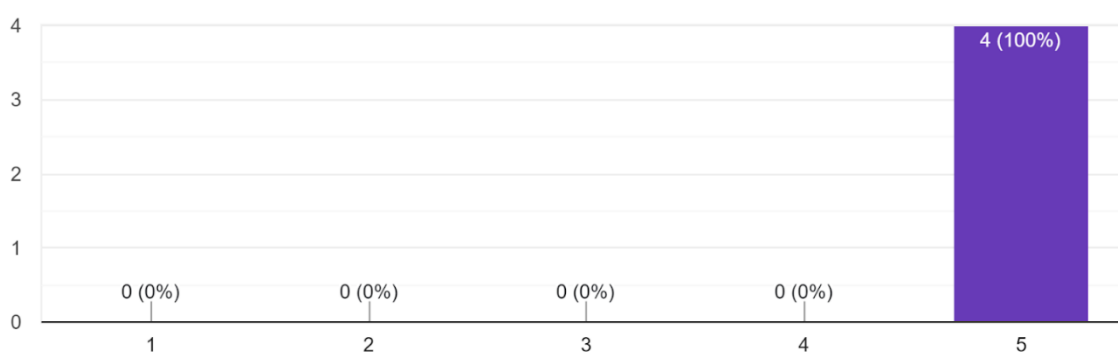
Desse modo, podemos observar que os participantes acreditam no potencial do diálogo para a construção do saber matemático, Ambrosio (2023, p.1073) corrobora quando diz:

[...] o diálogo entre professor e aluno é essencial no processo ensino-aprendizagem, pois somente através dele o professor tem condições de conhecer o pensamento do aluno e pode auxiliá-lo em suas dúvidas e inquietações sobre o que se está aprendendo.

Num sentido mais amplo, proporcionar momentos durante os quais os alunos possam discutir suas constatações, bem como atividades onde estes possam pensar criticamente. Com isso, os estudantes podem, gradualmente, construir seu conhecimento matemático de forma significativa .

De fato , essas interações promovem um ambiente estimulante, incentivando a troca de ideias e a colaboração entre os estudantes, além de promover a aplicação prática dos conceitos aprendidos, consolidar o entendimento dos alunos. Sendo assim, o aspecto colaborativo é um ponto significativamente importante da proposta ora apresentada.

Gráfico 6: Na sua percepção, quão fácil foi utilizar o aplicativo de realidade aumentada para visualizar os sólidos de Platão, considerando a possibilidade de aplicar tecnologias semelhantes em aulas futuras?

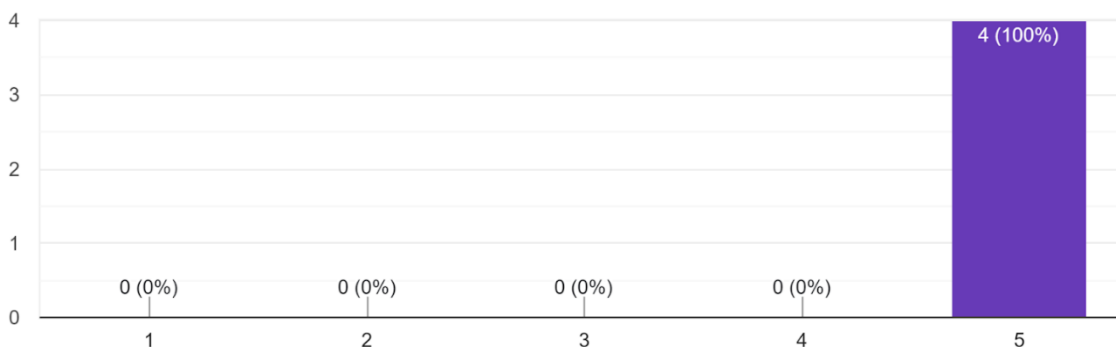


Fonte: Autoria Própria (2023)

Com base nos dados apresentados no gráfico 6, é notório os participantes da oficina possuem uma visão positiva em relação à facilidade de utilizar o PSV, em uma escala de 0 (muito difícil) a 5 (muito fácil). As respostas mostraram que os participantes reconhecem o aplicativo como uma ferramenta de fácil utilização, bem como, de acesso intuitivo.

Essa receptividade indica a eficácia do aplicativo em atender às expectativas e demandas dos usuários, e sugere que o PSV não apenas cumpre sua função principal, mas também se destaca por proporcionar uma experiência amigável e acessível aos participantes da oficina, tais fatos, afirmam uma experiência positiva no uso do aplicativo.

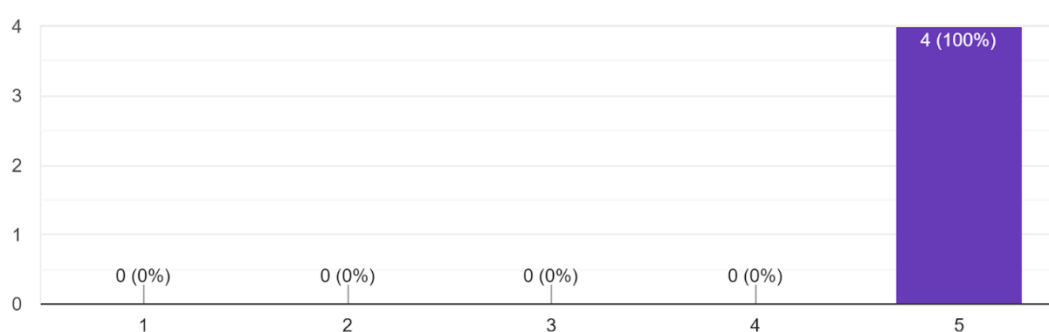
Gráfico 7: Na experiência geral de utilização do aplicativo, como você avalia a facilidade de navegação e utilização das diferentes funcionalidades oferecidas?



Fonte: Autoria Própria (2023)

Corroborando com os resultados obtidos anteriormente, o Gráfico 7 nos aponta que os participantes vislumbram o PSV como um aplicativo de fácil manipulação — 0 (muito difícil) a 5 (muito fácil). Essa constatação sugere que o PSV atende a expectativas em termos usabilidade, o que pode influenciar positivamente a adoção contínua do aplicativo.

Gráfico 8: Após utilizar o aplicativo, em que medida você acredita que ele pode contribuir para o ensino e aprendizado de conceitos relacionados aos sólidos platônicos em sala de aula?

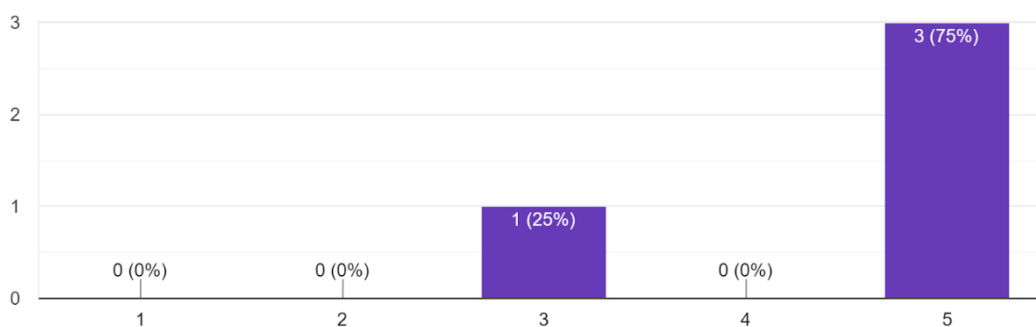


Fonte: Autoria Própria (2023)

As respostas coletadas no Gráfico 8 - 0 (contribuição mínima) a 5 (contribuição significativa), revelaram uma receptividade bastante positiva em relação à contribuição do aplicativo para o ensino e aprendizado de conceitos relacionados aos sólidos platônicos em sala de aula. Todos os participantes expressaram a opinião de que o aplicativo oferece uma abordagem inovadora e envolvente para a exploração desses conceitos, destacando a capacidade do PSV em tornar os conteúdos mais acessíveis e visualmente estimulantes. Nesse sentido, a

RA proporcionada pelo aplicativo, e suas outras funcionalidades, pode fazer com que as aulas “se tornem mais atrativas e se aproximem mais da realidade tecnológica vivida pelos nossos alunos fora da sala de aula” (Oliveira , 2016, p.32).

Gráfico 9: Considerando a proposta de integração de tecnologia e aprendizado, em que medida o Platonic Solid Viewer atende às expectativas de um aplicativo educacional na disciplina de Matemática?



Fonte: Autoria Própria (2023)

Os resultados da pergunta 9 (Gráfico 9) revelam uma percepção notavelmente positiva em relação ao PSV, com 75% dos participantes indicando que o desempenho está “Acima das expectativas”. Esse expressivo percentual de respostas favoráveis sugere uma recepção extremamente positiva em relação ao objeto de avaliação.

Do mesmo modo, se faz interessante observar que um quarto dos participantes (25%) expressou uma opinião neutra, essa parcela de respostas neutras pode ser interpretada de diversas maneiras, desde uma ausência de opinião formada até uma percepção balanceada entre as expectativas e a realidade observada.

No entanto, os resultados apresentados apontam para uma recepção amplamente positiva entre os respondentes da pesquisa. Nesse sentido, as respostas corroboram com o fato de que o aplicativo, e especificamente a RA “melhora o processo de ensino-aprendizagem , permitindo criar um ambiente mais atrativo em sala de aula, motivador e inovador” (Macedo; Silva; Buriol , 2016, p.4)

No final do formulário, os participantes foram convidados a responder quatro questões discursivas, o objetivo destas foi o de verificar a concepção dos pesquisados sobre a utilização da sequência apresentada, e de maneira concomitante, o PSV em sala de aula, de forma mais livre.

Sendo assim, a primeira questão elaborada foi “*Na construção dos sólidos platônicos com palitos de madeira e massinha, como você visualiza a dinâmica de trabalho em grupo? Quais os desafios e benefícios dessa abordagem colaborativa?*” para qual obtivemos as seguintes respostas:

P1: A dinâmica em grupo é ótima e enriquecedora, promovendo a construção de novos conhecimentos, além de contribuir para a colaboração dos alunos entre si. *P2:* O trabalho em equipe é muito importante para a montagem dos sólidos, pois o grande problema é sustentar os sólidos enquanto estávamos montando. O conhecimento sobre o conteúdo foi muito significativo para a futura formação. *P3:* A colaboração é indispensável, afinal é muito difícil manter a estabilidade dos sólidos com apenas duas mãos. Acredito que nessa abordagem há apenas benefícios e nenhum desafio a mais. *P4:* O trabalho em grupo proporciona as discussões no momento de construção, possibilitando que os alunos se ajudem na hora da visualização e construção.

Conforme as respostas obtidas, percebemos que os participantes acreditam no potencial das atividades colaborativas para o ensino da matemática. Nesse sentido, Torres (2007, p. 339) define “aprendizagem colaborativa como uma metodologia de aprendizagem na qual, através do trabalho em grupo e da troca entre os pares, as pessoas envolvidas no processo aprendem juntas”. No cenário da atividade elaborada, bem como respostas recebidas, percebeu-se que os benefícios superaram quaisquer desafios, e a troca de ideias durante as discussões propiciou uma ajuda mútua entre os participantes, facilitando a visualização e a edificação dos sólidos. Logo, destaca-se que, o sucesso da atividade por meio desta metodologia está intimamente ligado à participação ativa de cada membro. Para tanto, cabe ao professor proporcionar atividades que demandem o engajamento e, a interação dos estudantes.

Na sequência, os participantes foram indagados quanto “*Após utilizar o Platonic Solid Viewer, quais foram os aspectos mais positivos em relação à exibição em realidade aumentada dos sólidos platônicos?*”

P1: Os sólidos foram verificados com maior precisão além de verificá-los de diferentes ângulos. *P2:* Fácil de usar, bem dinâmico. *P3:* A exatidão alinhada a visualização em todas as faces faz a experiência ser mais real. *P4:* A possibilidade de comparar o que foi construído com os palitos e a massinha, além das informações que o aplicativo disponibiliza e o quizz.

As respostas a essa questão destacam diversas observações favoráveis ao PSV. Em primeiro lugar, os participantes notaram que a verificação dos sólidos tornou-se mais precisa, possibilitando uma análise minuciosa e a observação sob diferentes ângulos. Além disso, ressaltaram a facilidade de uso do aplicativo, descrevendo-o como uma ferramenta dinâmica e acessível. A precisão alinhada à visualização em todas as faces foi destacada como um fator que proporcionou uma experiência mais realista.

Outro ponto positivo mencionado pelo pesquisado *P4* foi a capacidade de comparar o que foi construído fisicamente com palitos e massinha com a representação digital fornecida pelo aplicativo, enriquecendo a compreensão dos sólidos. Essa resposta, bem como as fornecidas pelos outros participantes, sugerem que a RA oferecida pelo PSV não apenas

aprimorou a precisão da visualização dos sólidos, mas também enriqueceu a experiência educacional de forma significativa.

Corroborando com as afirmações dos participantes, Macedo, Silva e Buriol (2016, p. 2-3) discorrem que:

Ao “misturar” o mundo virtual com o real é possível criar formas de interação com objetos que só estão limitados à nossa imaginação. A possibilidade de visualizar, explorar livremente vários pontos de vista e interagir com objetos virtuais tridimensionais pode sugerir inúmeros benefícios potenciais para o ensino de sólidos geométricos. O uso dessas tecnologias oferece aos alunos a possibilidade de explorar tópicos da disciplina de matemática de forma mais intensa, desenvolvendo sua intuição e sua consciência dos conteúdos.

Essa fusão de realidades oferece aos alunos a chance única de aprofundar seu entendimento sobre os tópicos da disciplina de matemática. Logo, a possibilidade de interagir com objetos tridimensionais de maneira virtual cria um ambiente de aprendizado envolvente e interativo, permitindo que os estudantes desenvolvam uma consciência mais profunda dos conteúdos matemáticos e, assim, promovendo uma abordagem mais prática e significativa ao aprendizado

Ainda, no mesmo formulário os participantes foram indagados quanto “*Considerando a proposta da sequência didática como um todo, como você acha que ela poderia ser aprimorada para tornar a experiência ainda mais enriquecedora para os participantes?*”

P1: Deixar os sólidos coloridos na realidade aumentada, o restante está ótimo. *P2:* Sim, pode ser usados outros materiais para montar os sólidos. *P3:* Tornar a visualização dos sólidos no app (*sic*) ainda melhor, com transparência e destaque das arestas (se possível) *P4:* Deixar os sólidos de uma cor mais leve, próximo ao transparente para possibilitar que os alunos sobreponham as figuras no que eles construíram com a massinha, podendo comparar no final.

Essas respostas nos sugerem pequenas atualizações na sequência proposta, bem como, no aplicativo. Em sua maioria destacam a importância da estética visual na experiência do usuário, visando a facilitação na identificação das propriedades básicas dos sólidos — faces, arestas e vértices. Ainda, o participante *P2* enfatiza a flexibilidade na escolha dos materiais para a construção física dos sólidos, tal fato deve-se a dificuldade encontrada quanto a estabilidade dos sólidos Dodecaedro e Icosaedro.

A quarta pergunta apresentada foi “*Considerando a experiência geral com a sequência didática e o aplicativo, de que maneira essas ferramentas poderiam ser adaptadas ou expandidas para atender melhor às necessidades de aprendizagem dos estudantes?*”

P1: As ferramentas já estão em uma ótima versão. Porém, poderiam ser coloridos os sólidos na realidade aumentada. *P2:* Colocar botões para alunos com necessidades especiais (surdos, cegos, ...) *P3:* Após a construção dos sólidos com massinha e

palitos seria interessante levantar as dúvidas mais comuns e deixar o questionamento aos alunos. *P4*: Possibilidade de inclusão de alunos com deficiências em relação ao aplicativo.

Em suma, as sugestões apontam para a necessidade de melhorias visuais, acessibilidade, interatividade e inclusão, e as alternativas propostas visam atender a essas demandas, proporcionando uma experiência mais rica e acessível a todos os alunos.

As respostas apontadas pelos participantes *P2* e *P4* destacam a importância da acessibilidade, nota-se que ambos argumentam sobre a inclusão de botões específicos para alunos com necessidades especiais, como surdos ou cegos. Isso evidencia a necessidade de tornar o aplicativo mais inclusivo, garantindo que todos os alunos, independentemente de suas capacidades, possam utilizar a ferramenta de maneira eficaz. Para tanto, tais sugestões visam ser implementadas em próximas atualizações do PSV, deste modo, a inclusão de áudio ou descrições verbais, serão consideradas.

No geral, as respostas obtidas apontam para uma boa percepção acerca da sequência didática apresentada e o aplicativo fornecido. Deste modo, a combinação da abordagem prática de construção de sólidos geométricos com a aplicação de tecnologia de realidade aumentada foi bem recebida pelos participantes. As sugestões apresentadas refletem um interesse genuíno em aprimorar ainda mais a experiência dos alunos, acrescentando elementos visuais atrativos, considerando necessidades especiais e promovendo uma interação mais significativa.

Considerações Finais

O artigo descreve uma oficina realidade aumentada com graduandos do 4.º ano do curso de Licenciatura em Matemática para mostrar uma alternativa ao ensino da Geometria, e apresentar novas ideias aos futuros professores de Matemática, bem como, mostrar maneiras de integrar o mundo tecnológico à sala de aula.

Durante a realização da oficina, foi utilizada a sequência didática “Geometria em 3D: explorando sólidos platônicos com massinha e realidade aumentada”, qual revelou-se como uma experiência enriquecedora e inovadora no contexto do ensino de Matemática. A integração da RA por meio do aplicativo *Platonic Solid Viewer* proporcionou uma abordagem dinâmica e interativa, transformando a tradicional explanação de conceitos geométricos.

Os resultados obtidos por meio do formulário de avaliação preenchido pelos participantes indicaram uma recepção positiva em relação à abordagem proposta. A análise da

natureza didática da sequência e a avaliação da utilidade do aplicativo PSV para o ensino de geometria revelaram percepções valiosas sobre a eficácia dessa estratégia.

Neste contexto o aplicativo PSV, demonstrou ser uma ferramenta eficaz para a exploração e compreensão dos Sólidos Platônicos. Sua interface intuitiva e funcionalidades, como a exibição em realidade aumentada e a seção de aprendizado, mostraram-se elementos-chave para o sucesso da oficina.

A sequência didática demonstrou ser uma estratégia eficaz para o ensino dos sólidos de Platônicos, integrando a manipulação de materiais concretos com a tecnologia de RA. Os resultados positivos indicam o potencial dessa abordagem para promover uma aprendizagem mais significativa e envolvente na disciplina de matemática.

Em síntese, este trabalho não apenas relata a experiência da oficina e a utilização do aplicativo PSV, mas também ressalta a importância da realidade aumentada como uma ferramenta transformadora no contexto educacional.

Referências

AMBROSIO, A. C. S.. O diálogo em Paulo Freire: contribuições para o ensino de matemática em classes de recuperação intensiva. **Colloquium Humanarum: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Presidente Prudente, v. 10, n. Especial, p. 1072-1077, jul – dez, 2013. Disponível em: <https://encurtador.com.br/coCY8>. Acesso em: 08 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 09 jan. 2024.

CONCEIÇÃO, J. de S.; JESUS, G. B. de; MADRUGA, Z. E. de F. Contextualização no ensino de matemática: concepções de futuros professores. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 6, n. 2, p. 291–309, 2018. DOI: 10.26571/REAMEC.a2018.v6.n2.p291-309.i6941. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/6941>. Acesso em: 12 jul. 2024.

COSTA, I. L.; GONTIJO, C. H. Oficinas de criatividade: o desafio de inovar no ensino-aprendizagem da Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. 1–21, 2021. DOI: 10.26843/rencima.v12n6a07. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/3256>. Acesso em: 8 dez. 2023

KIRNER, C., TORI, R. Fundamentos de Realidade Aumentada. In: TORI, R., KIRNER, C., SISCOOTTO, R. ed. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, Porto Alegre, SBC, 2006, p. 2-21. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Romero-Tori/publication/216813069_Fundamentos_de_Realidade_Virtual/links/5d234774458515c11c1c5cdb/Fundamentos-de-Realidade-Virtual.pdf. Acesso em: 04 dez. 2023.

LOPES, L. M. D. *et al.* Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada . **Educação em Revista**: EDUR, Belo Horizonte, v. 35. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/D8BG7VqVDPmYk3d5xmCJyF/#>. Acesso em: 04 dez. 2023.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 2ªed. Campinas – São Paulo: Autores associados, 2009

NASCIMENTO, J. L. G; BONFIM, A. O; CRUZ, W. C. S.. Breve histórico da realidade aumentada e sua importância na pesquisa científica. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS - CONAPESC, 6., 2021, Evento Online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2021/TRABALHO_EV161_MD1_SA10_2_ID1732_27082021170631.pdf. Acesso em: 04 dez. 2023.

MACEDO, A. C.; SILVA, J. A.; BURIOL, T. M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/303973680>. Acesso em: 08 dez. 2023.

OLIVEIRA, P. S. **Procedimentos pedagógicos para o processo ensino aprendizagem de matemática no ensino médio: intervenção pela realidade aumentada**. 2016. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/436>. Acesso em: 08 dez. 2023.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2012. 575 p.

TORRES, P. L. Laboratório on-line de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem eureka@kids. **Cadernos CEDES**, São Paulo, v. 27, n. 73, p. 335-352, set./dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/ckbm4n4pD9HyTTqj8f9c5xy/> Acesso em: 08 dez.2023

ZABALA, A. **A prática educativa como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.