

Development and Implementation of an Augmented Reality App for the Three-Dimensional Graphic Geometry Course during Remote Teaching at the Federal University of Pernambuco.

Frederica Dias Martins Teixeira¹, Pedro Martins Alessio¹

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil
frederica.teixeira@ufpe.br; Pedro.alessio@ufpe.br

Abstract. This study explores the educational use of Augmented Reality (AR) for teaching Three-Dimensional Graphic Geometry (GGT) within the Engineering curriculum at the Federal University of Pernambuco. GGT course faces high failure rates due to students' spatial skill limitations and struggles with visual comprehension. To address this, the GGT-RA app was developed, enabling real-time visualization of 3D models from the course ebook using AR. A survey evaluated impressions, yielding insights for app improvement, with feedback from students, teaching assistants, and professors during remote 2021 usage. While the application has shown promise, forthcoming improvements should place a priority on ensuring compatibility across devices and enhancing system flexibility. This will improve accessibility and facilitate understanding of 3D Graphic Geometry for students.

Keywords: Augmented Reality, Education, Graphical Geometry, 3D Graphic Representation, Real-Time Rendering Engines.

1 Introdução

Este estudo apresenta uma experiência que utiliza a Realidade Aumentada (RA) como ferramenta educacional na disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional (GGT), componente obrigatório do ciclo básico dos cursos de Engenharia na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em ensino remoto.

Nesta disciplina, estudantes ingressantes aprendem sobre a representação das formas tridimensionais mais usadas nos principais sistemas de representação gráfica, com o objetivo de desenvolver a capacidade de visualização espacial e a habilidade de expressão, operação e de interpretação gráfica.

A disciplina aborda três tipos de Projeções Cilíndricas bastante utilizadas em disciplinas de desenho técnico, são elas: Cavaleira, Isometria e Sistema Mongeano. Além disso, a disciplina trata de temas como Vistas Auxiliares, Verdadeira Grandeza e o estudo da Seção Plana nos sólidos básicos (Fulgêncio et al., 2016).

GGT tem apresentado altos índices de reprovação entre os cursos de Engenharias nos semestres de 2016 a 2020, de acordo com o relatório da DPELAG, Diretoria Estratégica de Planejamento, Avaliação e Gestão da UFPE (DEPLAG, 2022). Essa dificuldade pode estar relacionada à deficiência de habilidades visoespaciais por parte dos estudantes, conforme apontado em pesquisas anteriores (Gravina, 1996; Lopes et al., 2019), que indicam que muitos ingressantes chegam à Universidade com lacunas significativas em geometria e com dificuldades de aprendizado na área relacionada à percepção visual.

Ao longo do tempo, o Departamento de Expressão Gráfica juntamente com o Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica (LABGRAF) tem desenvolvido uma variedade de materiais didáticos para a disciplina. Esses recursos incluem um ebook abrangente e diversos modelos digitais das peças utilizados nos exercícios da disciplina. No âmbito desse esforço, foi concebido o aplicativo GGT-RA, com o propósito de auxiliar os estudantes na visualização de modelos tridimensionais que são apresentados no ebook e em exercícios usando a tecnologia de Realidade Aumentada.

O aplicativo foi construído utilizando as plataformas Unity e Vuforia, que serão descritos neste artigo, e sua aplicação pode superar diversos desafios no processo de ensino-aprendizagem (Silva et al., 2020). Com a RA, os estudantes podem visualizar, de forma dinâmica e interativa, objetos tridimensionais na tela do monitor, telefones portáteis ou tablets, estabelecendo conexões com representações anteriormente apenas bidimensionais. Essa abordagem interativa proporciona uma experiência imersiva e enriquecedora, fomentando uma melhor compreensão dos conceitos apresentados na disciplina.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

1.1 Realidade Aumentada no Ensino da Expressão Gráfica

A Realidade Aumentada tem sido cada vez mais adotada como ferramenta didática em ambientes educacionais. Diversos estudos têm explorado sua influência na percepção e motivação dos usuários para com os materiais didáticos, proporcionando benefícios significativos para a aprendizagem em várias áreas do conhecimento (Akçayır & Akçayır, 2017; Diao & Shih, 2019; Lopes et al., 2019; Vuta, 2021).

Na geometria e expressão gráfica, a utilização de modelos 3D em Realidade Aumentada demonstra potencial para melhorar o engajamento dos

estudantes e aprimorar suas competências gráficas e habilidades visuoespaciais. A apresentação de modelos 3D em RA pode dinamizar o ensino do desenho técnico, oferecendo oportunidades para professores e estudantes resolverem problemas relacionados aos desafios cognitivos das representações gráficas tridimensionais. Alguns experimentos nessa área têm indicado resultados notáveis (Calderón Uribe, 2017; Gomes et al., 2019; Ibili et al., 2020; Macedo & Góes, 2019).

Apresentaremos brevemente alguns destes experimentos que ilustram as oportunidades que trazem a Realidade Aumentada aplicada como recurso didático. O software de educação matemática GeoGebra possui uma instância em dispositivos móveis capaz de gerar experiências em Realidade Aumentada notadamente para visualização de sólidos e soluções de problemas em geometria gráfica como planificações. A página do aplicativo disponibiliza diversos exemplos e ideias de lições, mas que, no entanto, são principalmente voltados para problemas e representações em geometria analítica (Brzezinski, 2018).

GeometriAR é um aplicativo educacional que utiliza RA para contribuir no ensino de geometria espacial. O aplicativo reproduz sólidos geométricos em 3D a partir de imagens de figuras planas com animação e vários modos de visualização (Gomes et al., 2019).

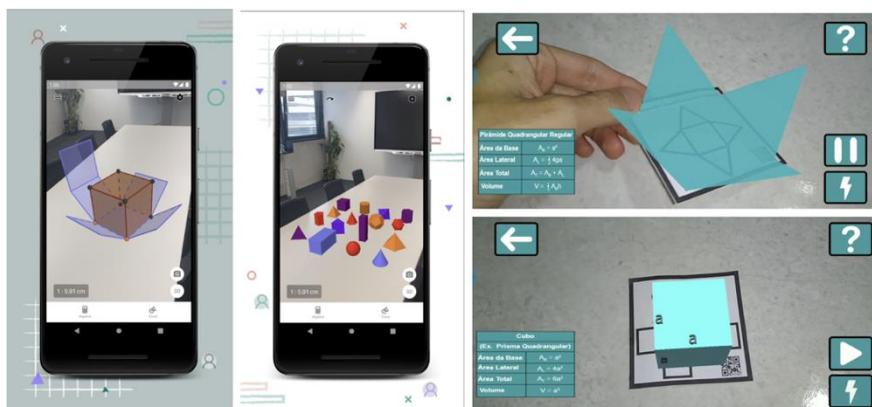


Figura 1. GeoGebra e GeometriAR. Fonte: geogebra.org; Gomes et al., 2019.

Outro caso de integração da Realidade Aumentada como recurso didático foi o projeto PolyedRA, da Universidade Federal do Paraná. A equipe do projeto criou um material didático impresso e dotado de marcadores que exibe objetos virtuais correspondentes quando focalizados com a câmera de um dispositivo móvel (ver figura 2). O desenvolvimento do aplicativo decorreu da dificuldade de encontrar um aplicativo gratuito em português que atendesse aos interesses da pesquisa (Macedo & Góes, 2019).

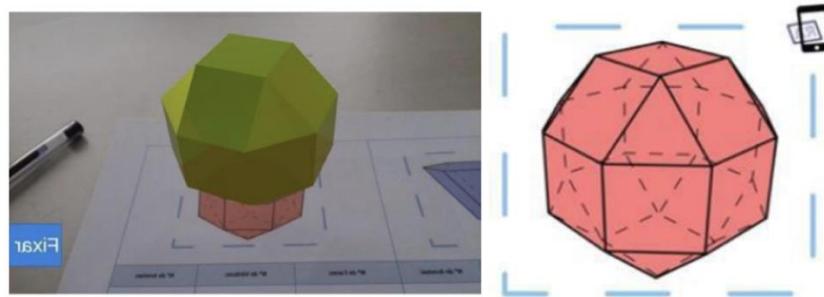


Figura 2. Marcador e tela do aplicativo PolyedRA. Fonte: Macedo, 2019.

Na experiência, os telefones portáteis utilizados pertenciam aos estudantes, o que tornou desnecessário a utilização de um laboratório de informática. Houve também compartilhamento de dispositivos e alguns estudantes realizaram a atividade em duplas ou trios. Segundo os autores dessa pesquisa, a característica mais importante da RA é a sua capacidade de vincular os mundos reais e virtuais, dessa forma, ela pode ajudar os estudantes a criar conexões informacionais entre esses dois mundos com mais facilidade e tornar os conhecimentos mais concretos (em contraponto aos bidimensionais e abstratos).

A partir destes cenários, levantou-se a oportunidade de inserir a tecnologia em termos de ensino-aprendizagem, na disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional do ciclo básico de Engenharias.

2 Metodologia

O presente artigo parte de uma pesquisa exploratória e qualitativa, desenvolvida em 2022 como dissertação de mestrado no departamento de design da Universidade Federal de Pernambuco. Ela tem como abordagem uma experiência educacional com Realidade Aumentada aplicada à disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional.

Realizamos uma revisão de literatura e analisamos as plataformas de Realidade Aumentada mais conhecidas e compatíveis. Escolhemos o Unity e o Vuforia pelos seus usos em projetos analisados e também em projetos de laboratórios parceiros na UFPE. Em seguida entramos em contato com a coordenadora da disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional para entender quais seriam as necessidades e solicitar a autorização de realizarmos a pesquisa junto aos estudantes.

O uso de dispositivos pessoais, computadores e dispositivos móveis, foi adotado para a experiência, pelo contexto de pandemia e do ensino remoto. O computador foi utilizado para visualizar PDFs dotados de marcadores que

exibem os modelos virtuais correspondentes quando focalizados com a câmera do dispositivo móvel com o uso do aplicativo.

Foram estruturados formulários para serem aplicados depois da experiência para buscarmos as principais dificuldades e percepções sobre o aplicativo e seu uso.

Por último, realizou-se uma avaliação que consistiu em relacionar as respostas dos formulários, tanto dos estudantes, como dos monitores e professores da disciplina. O objetivo foi estabelecer uma conexão entre a experiência e a aplicabilidade da Realidade Aumentada como instrumento mediador e facilitador da compreensão dos modelos tridimensionais abordados na disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional. O intuito desse procedimento foi verificar se essa ferramenta atua efetivamente como recurso tecnológico no processo de ensino-aprendizagem relacionado à Geometria Gráfica Tridimensional.

3 Desenvolvimento

O aplicativo GGT-RA foi desenvolvido a partir da plataforma Unity associado ao Vuforia Engine. O Unity é uma plataforma de desenvolvimento de ambientes 3D interativas em tempo real e o Vuforia Engine é uma plataforma que oferece recursos de visão por computador ao Unity fazendo com que os aplicativos criados tenham acesso à câmera e aos algoritmos de reconhecimento de imagens e pontos em imagens.

O Unity foi utilizado para a criação do aplicativo e o Vuforia permitiu associar representações ensinadas na disciplina de GGT (Cavaleira, Isometria e Sistema Mongeano) com seus respectivos modelos tridimensionais representados. O recurso utilizado do Vuforia foi o Image Target que permite levar imagens para a base de dados da plataforma, para que estas sejam reconhecidas através do rastreamento da câmera do dispositivo móvel e, a partir disso, são sobrepostos os modelos digitais que foram atrelados a elas no Unity.

No projeto, dentro do Unity, os modelos 3D digitais são associados às suas representações. Essa associação no projeto digital é levada para o mundo real quando o aplicativo, instalado no dispositivo móvel, faz a leitura dos pontos das imagens impressas ou abertas na tela do computador, através da câmera, mostrando o modelo 3D digital equivalente à representação em Realidade Aumentada na tela do dispositivo móvel.

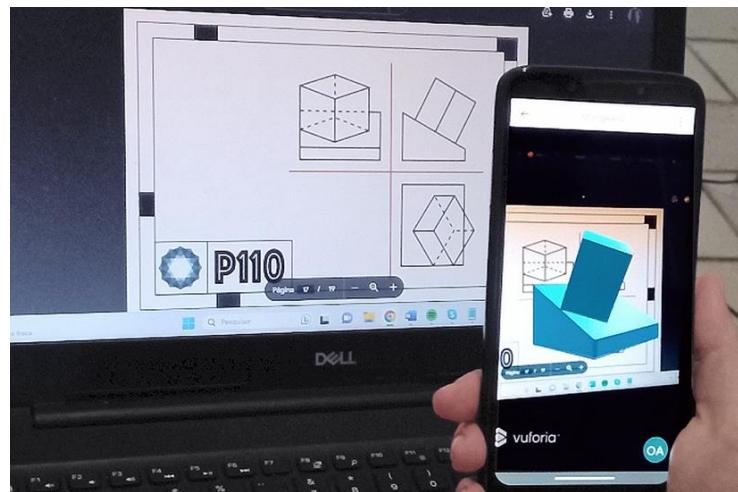


Figura 3. Imagem na tela do computador e modelo 3D em RA no app. Fonte: Autora, 2022.

A pesquisa contou com o suporte e o material do Laboratório LABGRAF. Parte da equipe do laboratório é também responsável pelo ensino da disciplina de Geometria Gráfica tridimensional e seus materiais didáticos. O site oferece o ebook da disciplina, como também modelos digitais das peças do ebook e dos exercícios de desenho no formato 3D, STL. As peças foram baixadas do site e editadas no software Blender onde foram criadas texturas com bordas pretas e de maior espessura que destacam as arestas dos modelos 3D. Estas texturas tinham o intuito de facilitar a visualização das peças e simular melhor as linhas dos sistemas de representação evitando também efeitos de serrilhamento das arestas finas renderizadas em tempo real. A partir do Blender as peças foram exportadas com texturas no formato Collada (.DAE) para serem levadas ao Unity onde posteriormente receberam cores variadas.

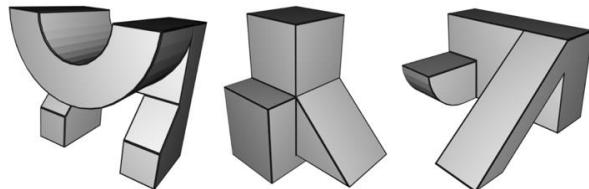


Figura 4. Peças e texturas produzidas pela autora. Fonte: LABGRAF/Autora, 2021.

A ideia inicial do aplicativo era a criação de um catálogo geral associado ao ebook e às peças disponibilizadas no site. Após testes iniciais, entendeu-se que a melhor estratégia seria associar as peças (modelos 3D digitais) às

representações estudadas na disciplina. Desta forma, foram criadas imagens dessas representações que serviriam como marcadores (Image Targets) para a renderização e visualização das peças.

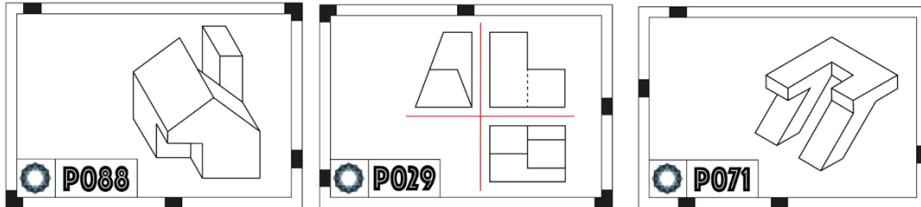


Figura 5. Exemplo de marcador criado pela autora. Fonte: Autora, 2021.

As imagens/marcadores foram desenvolvidas de forma a serem visualizadas na tela do computador, sem a necessidade de impressão, já que nem todo estudante tem impressora disponível em casa e o experimento foi realizado durante a pandemia. Desta forma, os marcadores foram pensados para serem visualizados em posição vertical, na tela do computador.

Para criar marcadores, foram feitos alguns estudos e testes com o objetivo de encontrar um modelo ideal para que fossem reconhecidos com mais precisão pela tecnologia utilizada. Foi percebido então que quanto mais pontos fossem identificados pelo aplicativo, melhor seria a resposta em mostrar o modelo 3D digital certo associado ao marcador. No site do Vuforia é possível visualizar a quantidade de pontos identificados no marcador (ver figura 6).

No projeto, dentro do Unity, todos os modelos 3D digitais são associados aos seus respectivos marcadores (ver figura 6). Essa associação no projeto digital é levada para o real quando o aplicativo instalado no dispositivo móvel faz a leitura das imagens (marcadores), através da câmera, e mostra o modelo 3D digital equivalente à representação em Realidade Aumentada na tela do dispositivo móvel, conforme demonstrado anteriormente na Figura 3.

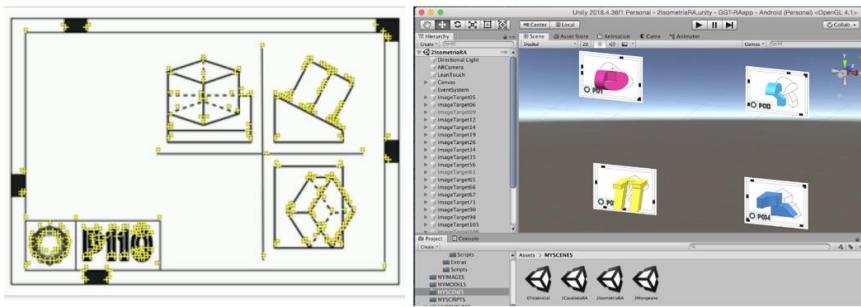


Figura 6. Marcadores (Image Target) e o rastreamento dos pontos para leitura em RA no site do Vuforia; Associação das peças digitais com seus marcadores no Unity.

Fonte: Vuforia.com; Unity3d.com

Também foram realizados estudos e testes relacionados às texturas dos modelos digitais que seriam renderizados em Realidade Aumentada para tentar gerar peças que fossem mais fáceis de serem visualizadas e entendidas pelos estudantes. Testes de uso de cores e transparência foram realizados. Opções de transparência foram descartadas devido à sobreposição da peça na imagem alvo e às suas próprias arestas, ocasionando uma certa confusão visual pela quantidade de informação.

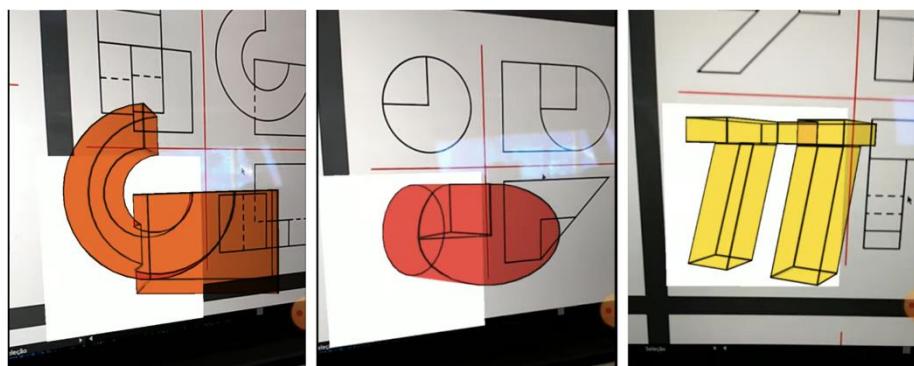


Figura 7. Exemplo de modelos digitais transparentes descartados. Fonte: Autora, 2021.

Durante o processo de desenvolvimento, alguns recursos foram sendo implementados, como o Lean Touch do Unity que possibilita a rotação das peças através de gestos feitos com dois dedos tocando e movendo na tela. Inicialmente, o modelo ficava estático na tela, sendo necessário o estudante mover-se com o dispositivo móvel no ambiente para visualizar diferentes ângulos do modelo 3D.

Outro recurso importante, criado para auxiliar o estudante na visualização das peças, foi a possibilidade de exibir o Ortoedro Auxiliar (OA), ou Ortoedro de Referência, de cada peça. Este recurso pode ser ativado/desativado em um botão disponível na tela durante o uso.

A interface e aspectos visuais dos aplicativos foram sendo atualizados durante o processo. Um vídeo tutorial foi disponibilizado no site do Laboratório LABGRAF. A primeira versão do aplicativo disponibilizada tinha apenas representações Cavaleira; na segunda foi inserida Isometria; e a versão final contava também com o Sistema Mongeano, a visualização do Ortoedro Auxiliar e o recurso Lean Touch. O aplicativo está disponível para download também no site do laboratório.

Informações mais detalhadas sobre recursos utilizados no projeto, como o Image Target do Vuforia e o Lean Touch, encontram-se disponíveis na biblioteca do desenvolvedor do Vuforia (Vuforia, 2023) e na loja de assets da Unity (Wilkes, 2022).

4 Resultados

O estudo avaliou a utilização de um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) como ferramenta auxiliar no entendimento das peças da disciplina de Geometria Gráfica Tridimensional (GGT).

Para avaliar a eficácia do aplicativo foi conduzido uma avaliação obtida por meio de formulários aplicados aos estudantes, professores e monitores da disciplina no final do semestre.

O formulário dos estudantes obteve 70 respostas. A maioria das respostas (88,4%) foram de estudantes do curso básico de Engenharia, seguidos de respostas de estudantes de Engenharia Cartográfica e de Produção (5,8% cada). Destes estudantes, 90% estavam cursando o primeiro período e 10% o segundo. Em sua maioria, os estudantes tomaram conhecimento do aplicativo GGT-RA através dos professores (82,6%), seguido do site do Laboratório (14,5%) e de monitores (2,9%).

Sobre dificuldades encontradas com o uso do aplicativo, 60,9% dos estudantes relataram que não tiveram nenhum problema. Os demais tiveram problemas com a manipulação das peças na tela do dispositivo móvel (15,9%); com a visualização das peças em RA (8,9%); com a instalação do app (5,8%); não puderam baixar o app por não ser disponível para iOS (2,8%); tiveram que usar o dispositivo móvel Android de outra pessoa (1,4%); o app não funcionou no seu dispositivo (1,4%); e (2,9%) responderam que não haviam utilizado o aplicativo. Ainda assim, a grande maioria dos estudantes avaliou o aplicativo como útil no entendimento das peças.

Quanto ao aplicativo ter auxiliado no entendimento das peças, em uma escala de 1 (não ajudou) a 5 (ajudou bastante), 47,7% dos estudantes assinalaram 5; 35,4% assinalaram 4; 13,8% assinalaram 3; nenhum assinalou 2; e 3,1% assinalou 1. Sobre o recurso de ativar o Ortoedro Auxiliar (OA), 96,7% dos estudantes afirmaram que facilitou a visualização espacial do objeto e a sua representação.

Alguns estudantes afirmaram que gostariam de visualizar outras peças específicas no aplicativo, assim como peças de exercícios anteriores e todas as peças do ebook.

Dos 12 monitores que responderam ao formulário, a maioria não relatou dificuldades com o aplicativo, e todos consideraram o recurso de ativar o Ortoedro Auxiliar (OA) como útil para a visualização espacial das peças. Alguns monitores indicaram a inclusão de outras peças do ebook e de provas anteriores no aplicativo para ampliar sua utilidade.

Os professores também relataram algumas dificuldades com o aplicativo e acreditaram que ele auxilia na visualização das peças. Eles sugeriram recursos adicionais, como a adição de furos, visualização do eixo de coordenadas, orbitar a peça e mostrar seção através de planos gerenciáveis. Além disso, mencionaram a possibilidade de disponibilizar o aplicativo para dispositivos iOS.

5 Discussão

Em geral, tanto os estudantes quanto os professores e monitores consideraram o aplicativo útil e apontaram sugestões valiosas para aprimorá-lo e expandir sua utilidade na disciplina de Geometria Gráfica tridimensional. Apesar de sua maioria apontar que não tiveram dificuldades com a utilização do aplicativo, cabe mencionar algumas dificuldades encontradas e sugestões indicadas nos formulários.

Alguns problemas foram recorrentes nos resultados levantados, como problemas com a manipulação das peças na tela do dispositivo móvel, problemas com a visualização das peças em RA e a não utilização do aplicativo devido à incompatibilidade do dispositivo móvel.

No contexto da manipulação das peças na tela, o recurso Lean Touch recebeu avaliações positivas, mas é crucial reexaminar a questão de manipular peças com dois dedos e explorar alternativas de movimento mais intuitivas. A restrição da rotação das peças em torno do eixo Z foi adotada para evitar perda de controle durante a rotação, e apesar de exigir um certo esforço, foi incentivada a interação do usuário em torno da peça.

Em relação à compatibilidade, é preciso considerar que, apesar da maioria dos dispositivos móveis atuais suportarem a RA, nem todo estudante tem disponível um dispositivo que consiga rodar a tecnologia. Ainda, é preciso mencionar que essa versão inicial do aplicativo foi desenvolvida apenas para o sistema Android e que a ideia é de futuramente ampliar a disponibilidade para o sistema iOS.

Além disso, sugere-se aprimorar o aplicativo, incluindo mais peças e recursos, como a visualização do eixo de coordenadas. A divulgação do aplicativo também é considerada essencial para aumentar sua adoção pelos estudantes. Dentre as possibilidades de aplicação futura, destaca-se a associação das peças em RA aos exercícios propostos pelos professores e às vistas propostas nos exercícios. O Aplicativo poderia servir, portanto, como auxílio para exercícios ou simplesmente para revelar a resposta para tarefas em casa e durante a aula, guiando assim o estudante para o desenho manual. Esta nova estratégia requer produzir marcadores e cenas dedicadas para cada exercício e desta forma, seriam criadas imagens dessas representações que serviriam como marcadores (Image Targets) para a renderização e visualização das peças de exercícios sob demanda.

É preciso também a exploração de formas de integração do aplicativo no ambiente da sala de aula, pois o estudo aconteceu durante a pandemia e em um contexto de ensino remoto.

A partir dessa experiência e do retorno por parte de estudantes, monitores e professores, acreditamos que o aplicativo cumpriu sua função didática e foi uma ferramenta essencial para muitos estudantes que, neste momento de ensino remoto, não podiam contar com a ajuda direta de professores e monitores. O método da pesquisa e desenvolvimento contaram com resultados de alguns formulários e diálogos e essa estratégia se revelou

essencial na descoberta de recursos e melhorias como foi o caso da função de apresentar o ortoedro de referência citado na seção de resultados.

Segundo (Gargrish et al., 2020), apesar das possibilidades tecnológicas disponíveis para estudantes dos cursos de Engenharias, é imprescindível que desenvolvam habilidades de visualização tridimensional e as habilidades cognitivas necessárias ao desenho bidimensional para que seus projetos sejam melhor resolvidos e construídos desde os primeiros esboços à soluções mais complexas.

Neste contexto, a Realidade Aumentada se mostra uma excelente ferramenta de baixo custo para superar muitos desafios impostos a este processo de ensino-aprendizagem. A Realidade Aumentada possibilita que o estudante possa praticar e consolidar os conceitos acessando a tecnologia, direto do seu dispositivo, relacionada ao material de apoio, auxiliando no aprendizado (Silva et al., 2020).

Referências

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Brzezinski, T. (2018). Augmented Reality: Ideas for Student Explorations. *Augmented Reality: Ideas for Student Explorations*. <https://www.geogebra.org/ar>
- Calderón Uribe, F. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la geometría descriptiva. *AUS*, 0(18), 18–22.
- Diao, P.-H., & Shih, N.-J. (2019). Trends and Research Issues of Augmented Reality Studies in Architectural and Civil Engineering Education—A Review of Academic Journal Publications. *Applied Sciences*, 9(9), Artigo 9.
- DEPLAG, (2021). Diretoria Estratégica de Planejamento, Avaliação e Gestão da UFPE. Taxa de Reprovação nas disciplinas que mais reprovaram (ano de referência 2021) <https://deplag.shinyapps.io/IndicadoresGraduacao/>
- Fulgêncio, V., Lopes, A., Seabra, S., & Magno, A. (2016). Ensino da geometria gráfica tridimensional para alunos de engenharia: Um comparativo entre a abordagem analógica e a digital. *Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/3/anais/anais.html>
- Gargrish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented Reality-Based Learning Environment to Enhance Teaching-Learning Experience in Geometry Education. *Procedia Computer Science*, 172, 1039–1046.
- Gomes, A. P. L., Ramos, R. A., de Brito, L. F., Batista, M. F., & Leal, B. G. (2019). GeometriAR: Aplicativo educacional com realidade aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos. *RENOTE*, 17(1), 405–414.
- Gravina, M. A. (1996). Geometria Dinâmica: Uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 1, 1–13.

- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billinghamurst, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 51(2), 224–246.
- Lopes, L., Vidotto, K., Pozzebon, E., & Ferenhof, H. (2019). Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: Uma revisão sistemática. Educação em Revista, 35.
- Macedo, A., & Góes, A. (2019). A integração da realidade aumentada em sala de aula: A pesquisa aplicada em colégios públicos do litoral paranaense. Revista Novas Tecnologias na Educação, 17(1), 1–10.
- Silva, F., Lima, J., Jucá, S., Mesquita, A., & Monteiro, A. (2020). O ensino da disciplina de Projeto Arquitetônico auxiliado pela realidade aumentada. Revista Educar Mais, 4(3), Artigo 3.
- Vuforia Developer Portal, Image Target (2023)
<https://library.vuforia.com/objects/image-targets>
- Vuta, D. (2021). Augmented reality technologies in education—A literature review. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, 13, 35.
- Wilkes, C, Unity Asset Store (10 novembro 2022) Lean Touch
<https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/lean-touch-30111>