



Realidade Aumentada Aplicada a Visualização Espacial de Conceitos Relacionados à Projeção Ortogonal*

Augmented Reality Applied to Spatial Visualization of Concepts Related to Orthogonal Projection

Eugenio Fossile Filho¹
Anderson Roges Teixeira Góes²
Alex de Cassio Macedo³
Heliza Colaço Góes⁴

Resumo

Este texto apresenta a avaliação de um material didático interativo, desenvolvido com a tecnologia Realidade Aumentada (RA), cujo objetivo é facilitar a visualização tridimensional de objetos e apoiar o ensino e aprendizado de conceitos de Projeções Cotadas. Na concepção do desenvolvimento do material didático, a tecnologia no ambiente escolar é considerada parte do processo de ensino e aprendizagem, não sendo tratada como complementar ao ensino como ainda presenciamos na educação brasileira. São apresentadas considerações sobre o desenvolvimento do material didático impresso e do aplicativo em RA, bem como, a avaliação de usabilidade e aceitação da tecnologia por estudantes egressos da disciplina que aborda conceitos de Projeções Cotadas no curso de bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná. Para a avaliação da usabilidade e aceitação da RA, foram utilizados questionários nos quais os participantes expressaram suas impressões em relação à integração desta tecnologia como recurso pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. Os resultados mostram que os participantes avaliam positivamente o uso dessa tecnologia, apontando benefícios e demonstrando a viabilidade de aplicação do material desenvolvido em turmas regulares.

*Submetido em 13/06/2019 - Aceito em 10/03/2020

¹Bacharel em Expressão Gráfica, Universidade Federal do Paraná, Brasil – eugenio.fossile@hotmail.com

²Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia, professor no Departamento de Expressão Gráfica e Programa de Pós-graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino, ambos na Universidade Federal do Paraná, Brasil – artgoes@ufpr.br

³Mestre em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino da Universidade Federal do Paraná. Professor da rede estadual de educação do Estado do Paraná, Brasil – proflecao@gmail.com

⁴Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná. Professora do Instituto Federal do Paraná - Campus Curitiba, Brasil – heliza.goes@ifpr.edu.br

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Tecnologia educacional. Projeção ortogonal. Expressão Gráfica.

Abstract

This paper presents the evaluation of interactive didactic material, developed with the technology Augmented Reality (AR), whose objective is to facilitate the three-dimensional vision of objects and to support concepts of teaching and learning of orthographic projection. In the conception of the development of didactic material, technology in the school environment is considered part of the teaching and learning process, not being treated as complementary to teaching as we still witness in Brazilian education. Considerations are presented about the development of the printed teaching material and the AR application, as well as the evaluation of usability and acceptance of the technology by students who concluded the discipline that approaches concepts of orthographic projections of the Bachelor's Degree in Graphic Expression at the Federal University of Paraná. To assess the usability and acceptance of AR, questionnaires were used in which the participants expressed their impressions regarding the integration of this technology as a pedagogical resource in the teaching and learning process. The results show that the participants evaluate positively the use of this technology, pointing benefits and demonstrating the feasibility of applying the developed material in regular classes.

Keywords: Augmented Reality. Educational technology. Orthographic projection. Graphic Expression.

1 INTRODUÇÃO

O termo “tecnologia” para a maioria dos indivíduos remete a utilização de equipamentos tecnológicos como computadores, celulares, vídeo games, *tablets* e outras “máquinas”. No entanto, para Kenski (2012, p. 23) a tecnologia é muito mais que isso, pois “é a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações”. Diante disto, no ambiente escolar são incluídos outros materiais utilizados com frequência como o livro, o lápis, caneta, entre outros.

Como alerta Moran (2003, p. 151), “tecnologias são os meios, os apoios, as ferramentas que utilizamos para que os alunos aprendam”; assim, a forma como são organizados os grupos em salas ou em outros espaços, assim como, o giz, a lousa, os livros, as revistas e jornais são, igualmente, tecnologias e devem ser bem utilizadas.

É evidente a necessidade de integrar os recursos atuais aos já citados e, ainda, desenvolver novas tecnologias educacionais que se utilizem de técnicas modernas, e sejam apoiadas por metodologias adequadas que visem à compreensão de conceitos no processo de ensino e aprendizagem (GÓES; GÓES, 2015). As tecnologias, sejam elas emergentes ou clássicas, precisam se integrar ao processo de ensino e aprendizagem, trazendo a forma de ensino e aprendizagem defendida por Paulo Freire (1991; 1996) que é totalmente contrária a pedagogia do conteúdo.

A tecnologia no ambiente escolar deve fazer parte do processo de ensino e aprendizagem, não se pode pensá-la como um apêndice, ou um anexo, a esse processo, ou seja, não é aceitável que estejam sendo utilizadas apenas como uma forma de introduzir ou reforçar conceitos de forma isolada. Ela deve “tornar-se parte integrante; incorporar-se” (FERREIRA, 2001, p. 394), ou seja, se integrar ao ambiente escolar da mesma forma que faz parte do cotidiano da sociedade muitas vezes passando desapercebidas (KENSKI, 2012). Como defende Macedo e Góes (2019), qualquer processo de integração necessita de interesses ou necessidades de seus agentes (integrante e integrado), provocando mudanças no conjunto resultante do processo de ensino e aprendizagem.

Uma das tecnologias educacionais emergentes que possui a característica de integradora no ambiente escolar, e que não exclui as tecnologias clássicas, é a Realidade Aumentada (RA). Geralmente é integrada ao processo educacional para apresentar, representar, analisar e visualizar conceitos. Dessa forma, pode-se afirmar que esta tecnologia possui interface com o campo de estudos Expressão Gráfica, definido por Góes (2013, p. 20) como

um campo de estudo que utiliza elementos de desenho, imagens, modelos, materiais manipuláveis e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos. Dessa forma, a expressão gráfica pode auxiliar na solução de problemas, na transmissão de ideias, de concepções e de pontos de vista relacionados a tais conceitos. (GÓES, 2013, p. 20).

A RA permite que o usuário, por meio de dispositivos digitais, veja parte do mundo

real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com os do mundo real, complementando a realidade ao invés de substituí-la, conforme indicado por Santee e Gomes (2010). Essa tecnologia também proporciona o uso em dispositivos móveis (*smartphone*, *tablet*, entre outros), possibilizando a integração na sala de aula, não sendo necessário outro ambiente (como o laboratório de informática) para que as novas tecnologias sejam integradas ao processo de ensino e aprendizagem, conforme Kenski (2012).

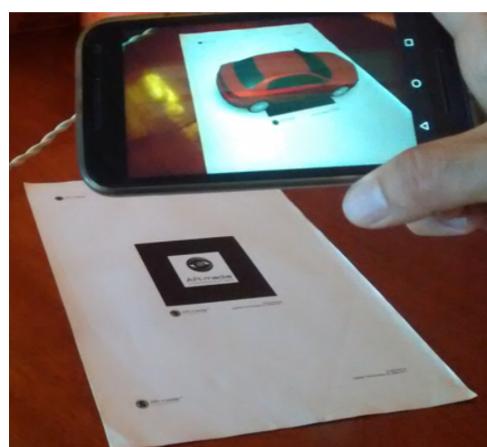
Segundo Santee e Gomes (2010), o primeiro sistema “funcional” de RA foi desenvolvido por Ivan Sutherland, em 1968, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). O dispositivo denominado de Utopia possuía a função principal de imergir os humanos em um ambiente tridimensional, de tal maneira que não se poderia distinguir o real do virtual.

A RA é um conceito que deriva da realidade virtual e teve sua origem na computação gráfica. Para Kirner e Tori (2006), essa tecnologia reúne técnicas computacionais que, a partir de um dispositivo tecnológico digital é capaz de gerar, posicionar e mostrar objetos virtuais integrados a um cenário real, mantendo o usuário com o senso de presença no mundo real, mas complementando sua visão com elementos virtuais. Esse recurso enfatiza a qualidade das imagens e a interação do usuário com esses objetos em tempo real, integrando o usuário que pode mover-se livremente em torno do objeto virtual visualizado e explorar todas suas vistas.

Existem três características descritas por Azuma (1997) para que uma aplicação possa ser considerada como RA: (1) combinar real e virtual, (2) interatividade em tempo real e (3) registro tridimensional. Com isso, uma aplicação é considerada RA se integrar algo de “concreto” (um objeto ou uma sala, por exemplo), com algo virtual (imagem, maquete, personagem, entre outros) que seja produzido pela visualização computacional. Essa visualização computacional necessita reconhecer o posicionamento do objeto virtual, e possibilitar a interação em tempo real com ele para que possa ser manuseado e visto por todos os seus lados de maneira integrada ao ambiente.

A Figura 1 apresenta um sistema de funcionamento de RA em que um símbolo (marcador), posto em frente à câmera do *smartphone*, é decodificado por um software. Com isso, é inserido na tela o objeto virtual pré-definido para cada símbolo criado, resultando na cena de RA.

Figura 1 – Aplicação de realidade aumentada exemplo disponibilizado pelo AR-media



Fonte: Os autores.

Essa tecnologia é utilizada em diversas áreas, pois como indicam Luz et al. (2009) e Prezotto et al. (2013), existem várias aplicações de RA na medicina, na publicidade, na indústria, na arquitetura e na engenharia. Também é aplicada a diversos ambientes como museus, jogos e digital *scrapbook*, em que, nesse último, as anotações de um álbum de recordações físico servem como marcadores para acessar conteúdos como vídeos, fotos e áudios.

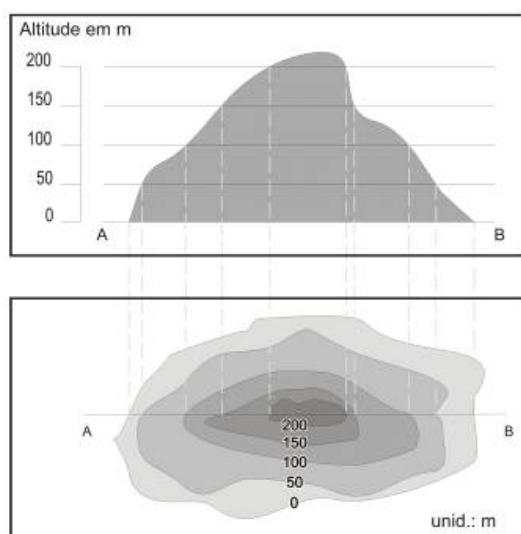
Em relação ao processo de ensino e aprendizagem, pode-se observar que essa tecnologia oferece características como alto grau de manutenção do interesse e facilitação da compreensão dos conceitos estudados, pois permite a possibilidade de interação direta com seus objetos representativos (FORTE; KIRNER, 2009).

As aplicações de RA possuem a capacidade de usar objetos físicos para manipular as informações virtuais de maneira intuitiva. Com isso, pessoas sem grande conhecimento de computação podem ter uma experiência de interação com a aplicação, sem mouse ou teclado para serem operados, possibilitando a todos o contato e a autonomia com a tecnologia e, assim, participarem de uma rica experiência de aprendizado (MACEDO; GÓES, 2019).

Diversos trabalhos abordam a utilização da RA no processo de ensino e aprendizagem (LIMA et al., 2008; FORTE; KIRNER, 2009; SANTOS, 2015; FRANÇA, 2015; MORALES; GARCÍA, 2017; MACEDO; GÓES, 2019), contemplando disciplinas que envolvem visão tridimensional, e em diferentes níveis de ensino. Por meio da leitura desses trabalhos é que surge o questionamento, ponto de partida desta pesquisa, “como utilizar a RA em atividades pedagógicas com a finalidade de simplificar apresentações e proporcionar a compreensão de conceitos e, até mesmo, solucionar dúvidas frequentes em relação à visualização tridimensional”?

Diante desse questionamento buscamos verificar a viabilidade de integrar a tecnologia RA como recurso pedagógico na disciplina de Projeções Cotadas. As Projeções Cotadas são projeções de objetos realizadas em apenas um plano de projeção em que, para determinar a altura de cada ponto do objeto, são especificadas suas cotas no desenho. Essa forma de representação é usualmente utilizada na topografia, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Curvas de nível e perfil topográfico



Fonte: Os autores.

Na Figura 2, temos a representação de um perfil topográfico de um relevo (ilustração

contida no retângulo superior – Figura 2a) e a representação de curvas de nível desse relevo (representação delimitada pelo retângulo inferior - Figura 2b). É evidente que para interpretar a Figura 2b (que pode ser considerada como sendo a projeção cotada do relevo) isolada, é necessária a formação da imagem mental, o que dificulta a visualização por aqueles que não possuem totalmente desenvolvida a inteligência Visual-Espacial da teoria de Gardner (1994).

A escolha dos conceitos de Projeções Cotadas para a aplicação dessa pesquisa se deve ao fato deles serem parte de uma disciplina acadêmica do curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil, a primeira disciplina da grade curricular que utiliza a percepção visual e, por isso, gera o maior índice de retenção de acadêmicos.

A saber, no final do ano de 2016 havia 22 alunos retidos nessa disciplina, representando 15% dos acadêmicos com registros ativos no curso ou, ainda, se comparado com o total de egressos por ano, esse quantitativo representa 50% (CEGRAF, 2016). Dessa forma o desenvolvimento de um material impresso juntamente com a aplicação RA contribui com a visualização tridimensional, e apoia o aprendizado de conceitos estudados na referida disciplina, desenvolvendo assim a inteligência Visual-Espacial da teoria das inteligências múltiplas de Gardner (1994).

Diante desse cenário, apresentamos neste artigo o desenvolvimento de um material impresso e do aplicativo, bem como a avaliação de usabilidade e aceitação da tecnologia como recurso pedagógico realizada com estudantes egressos da disciplina. E assim, buscamos ampliar as discussões acerca da utilização da RA como recurso educacional, apresentando uma aplicação aos conceitos de Projeções Cotadas e o resultado da pesquisa realizada com os acadêmicos.

2 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO

Para o desenvolvimento do material didático foram selecionados conceitos de Projeções Cotadas (também denominada de Geometria Descritiva com projeções ortográficas realizada em um único plano), constante em notas de aulas utilizadas por professores do Departamento de Expressão Gráfica da UFPR. Os conceitos abordados são os iniciais da disciplina acadêmica como construções básicas de figuras geométricas (que podem ser interpretados como conceitos de desenho geométrico, pré-requisitos para o desenvolvimento de projeções), passando por projeções de pontos, linhas e planos, processos descritivos (rebatimento e rotação), finalizando com aplicações em coberturas e topografia.

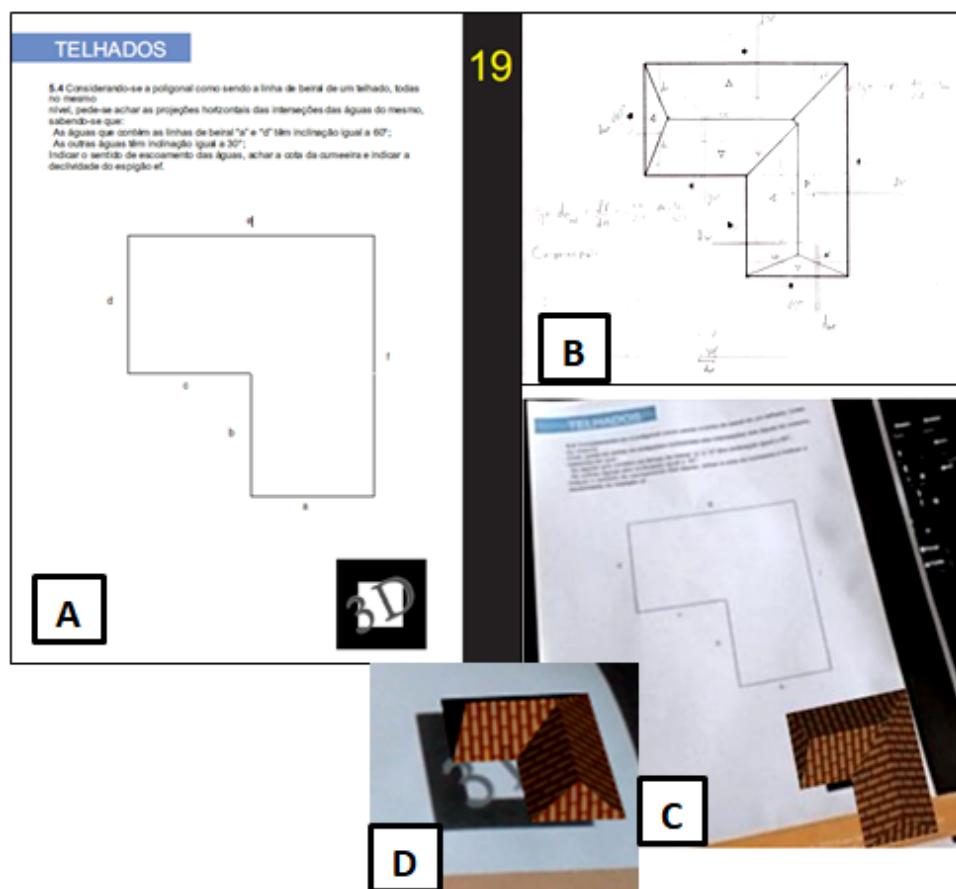
O desenvolvimento do aplicativo para dispositivos móveis utilizou o *plug-in* do *AR-media* para *Google SketchUp*, ambos possuem versões para teste de forma gratuita, para utilização em sistema *Android*. Tanto o *Google SketchUp* quanto o *AR-media* possuem tutoriais disponíveis na web para utilização. A decisão em utilizar essas duas ferramentas se justifica pela facilidade de uso para usuários iniciantes.

A construção do aplicativo iniciou-se com a criação de modelos 3D e/ou cenas no *Goo-*

gle SketchUp, em relação ao solicitado em atividades do material impresso. Tendo os modelos e/ou cenas construídos, foi utilizado o *plug-in* do *AR-media* para criar os marcadores, configurar parâmetros de posição e rotação dos objetos virtuais na cena de RA e, por fim, salvar o arquivo de RA. Os marcadores foram incluídos no material impresso na diagramação final, em local adequado para a interação (Figura 3A).

Para a visualização da RA nos dispositivos móveis com sistema *Android* foi necessário salvar o arquivo de RA, gerado pelo *AR-media*, no aparelho e instalar o *AR-media Player*. Ao abrir o *AR-media Player* é selecionado o arquivo desejado e direcionada a câmera do dispositivo móvel para o marcador. Desta forma, o modelo 3D é visualizado na tela (Figuras 3C e 3D) e o usuário pode interagir rotacionando o objeto e realizando zoom, conforme os parâmetros utilizados no *plug-in* do *AR-media* no *Google SketchUp*.

Figura 3 – Funcionamento do material didático interativo



Fonte: Os autores.

A Figura 3A apresenta a página 19 do material desenvolvido na pesquisa, em que consta atividade referente à aplicação de projeção cotada em cobertura (telhado). Pode-se verificar que, além da descrição da atividade e o contorno da cobertura em que são aplicados os conceitos, há no canto inferior direito um marcador. A Figura 3B apresenta a resolução da atividade solicitada utilizando os instrumentos de desenho.

A representação da resolução da Figura 3B não permite a visualização da forma tridimensional sem a análise detalhada, e a elaboração do modelo tridimensional em uma imagem mental, dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

A partir desse ponto temos a maior contribuição da RA nesse material didático, pois o marcador apresentado na Figura 3A gera na tela do dispositivo móvel a visualização tridimensional da atividade, conforme destaque nas Figuras 3C e 3D.

Com o marcador de RA, constante no material desenvolvido, os acadêmicos podem visualizar a forma da cobertura, realizando assim uma autocorreção e interpretação da atividade solicitada. Cabe ressaltar que, à medida que o dispositivo móvel é movimentado, é possível visualizar a cobertura sob diversos pontos de vista (Figuras 3C e 3D), facilitando a compreensão e visualização da forma.

Foram desenvolvidas 30 atividades e essas foram aplicadas a estudantes que já concluíram a disciplina como forma de verificar os benefícios e a usabilidade do material na disciplina. As percepções e opiniões dos estudantes são descritas na próxima seção.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Com a finalidade de analisar as contribuições do material didático (caderno impresso e aplicativo de RA), foi realizada uma pesquisa qualitativa com estudantes do curso de bacharelado em Expressão Gráfica da UFPR que já cursaram a disciplina de Projeções Cotadas. Assim, todos os estudantes do referido período foram convidados a participar da pesquisa, no entanto, apenas nove estudantes aceitaram participar. Esse número de participantes é condizente com a abordagem qualitativa em pesquisas educacionais, em que se utiliza uma amostra reduzida. Como forma de manter a identidade dos estudantes, esses são denominados de E1 a E9.

Optou-se por selecionar estudantes do sexto período por dois motivos: verificar a viabilidade de utilização do material desenvolvido em turmas regulares da disciplina de Projeções Cotadas; e o departamento de Expressão Gráfica não oferta a referida disciplina, para o curso em questão, no semestre letivo em que foi aplicada a presente pesquisa.

Com a análise dos dados coletados é possível indicar se o material pode ser aplicado em disciplinas regulares, tanto no curso de bacharelado em Expressão Gráfica quanto em outras graduações, como as engenharias, em ocasiões futuras.

A aplicação do material ocorreu em um encontro de duas aulas, ou seja, em 1h40min. No primeiro momento, os participantes assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido aceitando participar da pesquisa de forma voluntária. No segundo momento, os participantes responderam a um questionário (Figura 4 – Questionário 01) composto de nove questões, em que se procurou compreender a metodologia dos professores que ministraram a disciplina a esses estudantes, os recursos utilizados, o comportamento dos estudantes frente à metodologia que foi utilizada e o desempenho do participante na disciplina.

Figura 4 – Questionário 01: sondagem sobre a disciplina de Projeções Cotadas

- 1) Quando você cursou a disciplina de Projeções Cotadas?
- 2) Como foi seu desempenho na referida disciplina, em relação aos demais alunos que a cursaram?
- 3) Com a metodologia utilizada pelo professor foi possível visualizar os exemplos expostos em sala de aula para auxiliar na resolução de outras atividades?
- 4) Como era o comportamento dos estudantes frente àquela metodologia?
- 5) Quais materiais você utilizava durante a aula?
- 6) Quais materiais você utilizava em atividades extraclasse?
- 7) Você utilizou algum software ou aplicativo durante a disciplina?
- 8) Qual a principal dificuldade que você recorda em relação a essa disciplina?
- 9) Você recorda como foi o nível de aprovação/reprovação/desistência na disciplina? A que você relaciona tal nível de aprovação/reprovação/desistência?

Fonte: Os autores.

No terceiro momento foi apresentado o material, houve a disponibilização do aplicativo e dos arquivos necessários para gerar as imagens em RA. Por fim, no quarto momento foi aplicado um questionário (Figura 5 – Questionário 02) com sete questões, cuja finalidade foi verificar a usabilidade do material e as possíveis contribuições no processo de ensino e aprendizagem de Projeções Cotadas. Ainda, ao final da aplicação foi solicitado que, aqueles que quisessem, poderiam registrar comentários gerais sobre a aplicação.

Figura 5 – Questionário 02: usabilidade e contribuições no processo de ensino e aprendizagem

- 1) No primeiro momento, o que mais lhe chamou a atenção ao utilizar a Realidade Aumentada?
- 2) A visualização dos conceitos de Projeções Cotadas despertou seu interesse em verificar mais atividades na compreensão de conceitos com esta tecnologia?
- 3) Essa tecnologia teria sido útil quando você cursou a disciplina de Projeções Cotadas? Justifique.
- 4) Com essa tecnologia você conseguiu visualizar/compreender algo que não tinha conseguido quando cursou a disciplina?
- 5) Expresse que sentimento você teve em relação à Realidade Aumentada, conforme sua resposta da questão 3.
- 6) Houve discussão de informações com seus colegas de sala ao utilizar esta tecnologia?
- 7) Você acredita que, agora, com utilização da Realidade Aumentada, os conceitos estão consolidados? Ou seja, consigo recordar os conceitos por meio das imagens? Justifique.

Fonte: Os autores.

Algumas considerações em relação aos questionários podem ser evidenciadas, como em relação ao Questionário 02, em que as questões de 1 a 5 procuram evidenciar os aspectos rela-

cionados a atenção, relevância, confiança e satisfação. Ainda, a questão 2 pode ser enquadrada no aspecto experiência do usuário, e a questão 4 também procura evidenciar a habilidade/competência e divertimento. A interação social, com e sem o uso da RA é possível de ser verificada nas questões 6 do Questionário 02 e nas questões 3 e 4 do Questionário 01. Por fim, a questão 7 buscou verificar se o conhecimento se consolidou com a utilização dessa tecnologia.

4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS E DAS OBSERVAÇÕES DURANTE A APLICAÇÃO

Ao responderem o Questionário 01, sete participantes indicam que cursaram a disciplina de Projeções Cotadas em 2015, um participante cursou em 2014 (E7) e um participante (E6) cursou duas vezes a disciplina: em 2014, quando não obteve êxito na disciplina e em 2016 quando foi aprovado. Com exceção do participante E6, todos indicaram que o desempenho na disciplina foi suficiente ou acima da média para aprovação.

Sobre a metodologia utilizada pelos professores, os participantes indicaram a aula expositiva com auxílio de recursos como imagens com representações tridimensionais e maquetes, sendo esse último indicado apenas pelo participante E2. Os participantes E3, E4, E5, E6, E7, E8 e E9 explicitaram que ao iniciar a disciplina, a metodologia utilizada dificultava a compreensão dos conceitos principalmente pelo fato do estudante ter que imaginar uma imagem tridimensional a partir de uma projeção (imagem bidimensional). No entanto, quando ocorre a aplicação dos conteúdos na parte prática (final da disciplina), é possível visualizar e compreender o exposto pelos professores, fato indicado principalmente por E1, E2, E5 e E8. Sobre o fato da aplicação dos conteúdos ocorrer somente no final da disciplina, os participantes E5, E7 e E8 indicaram que os estudantes são desestimulados, sendo um dos motivos que ocasiona o grande número de desistência (evidenciado por E1, E2, E3, E4 e E7) e reprovações (E2 e E4), ou seja, os estudantes abandonam a disciplina, e muitas vezes o curso, por não visualizarem os conceitos abordados pelos professores que são pré-requisitos para outros componentes curriculares do curso de bacharelado em Expressão Gráfica. Essas análises demonstram características da educação bancária que Freire contesta há décadas, em que a percepção do ato de ensinar está focada na transmissão de conteúdos teóricos, onde se convoca “o povo à escola para receber instruções, postulados, receitas” (FREIRE, 1991, p. 16). Necessitamos de uma educação que produza participação coletiva do estudante na “construção de um saber, que vai além do saber de pura experiência feito, que leve em conta as suas necessidades” (FREIRE, 1991, p. 16).

Sobre os materiais utilizados pelos participantes durante a disciplina, todos os participantes indicaram apenas os materiais tradicionais de desenho (régua, esquadro e compasso) e afirmam que recursos relacionados às tecnologias mais recentes como computador, celulares e outros, não foram utilizados. Isso corrobora as afirmações de Góes e Góes (2015) em relação à necessidade dos professores refletirem sobre como explorar os diversos recursos para que o estudante comprehenda os conceitos de forma efetiva.

Quanto ao Questionário 02, quatro participantes (E1, E4, E7 e E9) indicaram que a visualização rápida e imediata da imagem de resolução da atividade foi o fato que mais chamou atenção ao se utilizar o material com RA. Ainda, dois participantes (E6 e E8) descreveram que houve melhor compreensão do objetivo da atividade solicitada, e três participantes (E3, E3 e E5) afirmaram que o fato de verificar a resolução do exercício em imagem tridimensional interativa é o que mais deteve a atenção ao se utilizar o material, demonstrando satisfação na utilização. Isso confirma o que se encontra em Santee e Gomes (2010) sobre a visualização de objetos que complementam o mundo real e não a substitui, tornando-o um fator de interesse ao usuário.

Todos os participantes comentaram que ao verem a resolução de uma atividade foi despertada a motivação e interesse em verificar mais conceitos e conteúdos da disciplina, mostrando a mobilização que esta tecnologia pode trazer. Isso corrobora as afirmações de Góes e Góes (2015, p. 117) que as tecnologias atuais contribuem com o processo de ensino e aprendizagem sendo “inequívoco afirmar que essa ferramenta auxilia o educador em seu trabalho, cabendo a esse profissional o papel de mediação para que o uso desse recurso seja significativo”.

Os participantes afirmaram que o uso da RA teria sido uma ótima ferramenta se aplicada na disciplina de Projeções Cotadas no momento que cursaram a disciplina com os conceitos apresentados. Principalmente pelo fato da disciplina ser ofertada a alunos ingressantes no curso e terem dificuldade de visualização tridimensional. Sobre essas considerações, os participantes E5 e E9 fazem observação que esta tecnologia seria útil também em outras disciplinas, como Projeto Arquitetônico, e outras áreas de conhecimento, demonstrando que a dificuldade de visualização ocorre também em outras disciplinas do curso, mas ao mesmo tempo em que mostram a confiança em relação à relevância da RA na solução de novos desafios. Ainda, o participante E8 relata que “quando se entende o que está sendo estudado, o interesse pelo assunto é automático”. Essas observações também foram vivenciadas por Macedo e Góes (2019) em sua pesquisa ao utilizar a RA com estudantes do ensino médio na disciplina de matemática e, ainda, contribuem com as afirmações sobre a integração das tecnologias atuais no ambiente escolar realizadas por (KENSKI, 2012, p. 45), uma vez que a imagem e o movimento “oferecem informações mais realistas em relação ao que está sendo ensinado. Quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado”.

A fala do participante E3, “você terá a noção do que resultaria a atividade e também saberia o que você está resolvendo”, nos faz pensar que muitos estudantes memorizam procedimentos de resolução sem compreender a figura/solução gerada no espaço tridimensional. Isso demonstra que ainda estamos em um sistema educacional inadequado. Paulo Freire, citado por (GADOTTI, 2002, p. 5), já afirmava que “conhecer é descobrir e construir e não copiar”, ou seja, o conhecimento não é apenas se apropriar de algo, como ocorre na chamada pedagogia dos conteúdos.

Quanto à questão 04 do Questionário 02, seis estudantes descreveram que a RA contribuiu para a compreensão de conceitos. Três participantes (E3, E8 e E9) consideraram que para eles a RA não contribuiu na compreensão, pois esses participantes sem a utilização da RA

conseguiam formar imagens tridimensionais ao resolverem as atividades. No entanto, afirmaram que seria muito útil para aqueles que não possuem essa habilidade/competência. Portanto, percebe-se que a maioria indicou a utilização da RA como recurso didático. Os três participantes que disseram já ter a visualização tridimensional do objeto, sem utilizar a RA, corroboram com as afirmações de Gardner (1994) sobre a teoria das inteligências múltiplas, em que indivíduos possuem desenvolvidas com maior facilidade algumas das oito inteligências, nesse caso, a Visual-Espacial.

Em relação ao sentimento gerado ao utilizar a RA, os participantes indicaram as seguintes sensações: “interessante” (E1), “felicidade” (E3), “surpresa” (E4, E7 e E8), “expectativa” (E9), “entusiasmo” (E6, E7 e E9) e “entendimento” (E2 e E5). Também apontam que a RA gerou, para maioria dos participantes (E1, E4, E5, E6, E7 e E8), a interação social uma vez que discutiram diversos assuntos com os colegas como a compreensão das representações (E4, E6, E7 e E8) e utilização em outras disciplinas (E5).

Por fim, seis participantes (E1, E4, E5, E7, E8 e E9) afirmaram que o material desenvolvido ajudou a consolidar os conceitos estudados na disciplina de Projeções Cotadas. O participante E2 afirmo que o material ajudou apenas na visualização, pois “o conteúdo precisa ser estudado”. Já os participantes E3 e E6 descrevem que precisariam de mais tempo de utilização para responder à questão, no entanto, “as possibilidades desta tecnologia quando aliadas ao curso de Expressão Gráfica são inúmeras” (E6). As falas obtidas corroboram nossa intenção em desenvolver e avaliar o material, pois assumimos o papel de ensinar e procurar renovar nossa forma pedagógica para, da melhor maneira, atender aos estudantes, “pois é por meio do comprometimento e da ‘paixão’ pela profissão” (FREIRE, 1996, p. 31) que a educação ocorre.

5 REFLEXÕES FINAIS

É evidente que os aparatos tecnológicos digitais estão presentes no cotidiano dos indivíduos e, com isso, a educação precisa aproveitar os benefícios que esses recursos trazem para potencializar a compreensão de conceitos acadêmico-escolares, facilitando o processo de ensino e de aprendizagem (KENSKI, 2012). Além de potencializar os recursos e possibilidades em sala de aula é necessário que se repense as metodologias e posturas, com vistas a integrar as tecnologias educacionais emergentes de maneira que essas possam modificar o modo como as pessoas aprendem (MORAN, 2003).

Nesse sentido, a presente pesquisa mostra a utilização de uma tecnologia emergente na busca de soluções para velhos problemas ou, ao menos, apresenta uma possibilidade de integração tecnológica na busca do aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem. Em especial, nesse caso, uma contribuição da Expressão Gráfica (GÓES, 2013) no que se refere a questão da visualização tridimensional e da compreensão de conceitos da disciplina de Projeções Cotadas.

Com a pesquisa foi possível verificar a viabilidade do uso do material interativo com

recursos computacionais acessíveis e de fácil desenvolvimento, sem grandes custos ou complicadas implementações, uma vez que o *Google SketchUp* complementado pelo *plug-in* do *AR-media* se mostrou uma ferramenta de desenvolvimento de cenas de RA sem grandes complicações e com documentação vasta e acessível. O que torna possível aos professores efetivarem seu papel (FREIRE, 1991; 1996) no processo de ensino.

A avaliação realizada com estudantes que já cursaram a disciplina com conceitos de Projeções Cotadas mostra que a metodologia tradicionalmente empregada pelos professores da disciplina é predominante do método expositivo e, assim, a compreensão de conceitos relacionados às representações tridimensionais fica prejudicada por exposições bidimensionais. Segundo os participantes o fato de não compreender claramente os conceitos desmotiva os estudantes e prejudica seu desempenho, isso gera a desistências e a reprovação, uma vez que a consolidação dos conceitos ocorre, na maioria dos casos, apenas ao final da disciplina com as aplicações dos conceitos/conteúdos. É importante destacar que a maioria dos participantes teve bom desempenho na disciplina e apresentaram uma visão crítica da mesma.

Outro ponto de destaque é a ausência (nas respostas do questionário) da utilização de recursos computacionais (tecnologias emergentes) no processo de ensino e aprendizagem da visualização tridimensional dos estudantes, pois apenas régua, esquadro e compasso foram citados. Quanto à utilização desses materiais é importante ressaltar que o fato de se utilizar a RA em um material didático não desfavorece nem desconsidera a possibilidade de utilizá-los, pois são necessários para o registro e execução do solicitado. Assim, uma tecnologia deve ser potencializada no ambiente escolar, não substituindo as clássicas que possuem sua importância nesse processo (GÓES; GÓES, 2015).

Após a utilização do material desenvolvido, os participantes consideraram que:

1. A visualização interativa chama a atenção para a realização da atividade;
2. A possibilidade de visualizar a solução tridimensional da atividade motiva o estudo, estimula o interesse por compreender mais conceitos, ajuda a assimilar o objetivo da questão mais claramente;
3. O uso da RA contribui na adaptação do aluno ao curso, uma vez que esta disciplina é a primeira disciplina da grade que desenvolve a visualização tridimensional. Caso algum estudante não possua a inteligência Visual-Espacial (GARDNER, 1994) bem desenvolvida, o material poderia ser muito válido;
4. O fato de ser possível a visualização da atividade promove a autocorreção, deixa de lado o mecanismo do aprendizado e faz os estudantes e os professores mais conscientes de seu papel (FREIRE, 1991; 1996).

Os participantes apresentaram interação social ao utilizar a RA (MACEDO; GÓES, 2019), discutiram as atividades propostas e consideraram que ao rever os assuntos da disciplina alguns conceitos foram consolidados. Ao serem perguntados quanto ao sentimento vivenciado no uso da RA, os mais frequentemente indicados foram surpresa e entusiasmo. Além desses aspectos

durante a aplicação, os participantes indicaram a possibilidade de se ampliar o uso desta tecnologia em outras disciplinas do curso e a importância dela para a própria formação do bacharel em Expressão Gráfica.

Por fim, o material didático interativo foi pensado como forma de estimular o interesse para melhor compreensão de conceitos que necessitam da visualização tridimensional na disciplina de Projeções Cotadas da UPPR. Ainda, é indicado pelos participantes o prosseguimento da pesquisa aplicando a RA em outras disciplinas ou nível de ensino, bem como, realizar a aplicação das atividades com participantes que estão cursando a referida disciplina.

REFERÊNCIAS

- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, MIT Press, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.
- CEGRAF – Coordenação do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica. **Relatório disciplinas x situação**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: [s.n.], 2016.
- FERREIRA, A. B. de H. **Miniaurélio Século XXI Escolar**: O minidicionário da língua portuguesa. 4 ed., rev. e ampliada. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2001.
- FORTE, C. E; KIRNER, C. Usando realidade aumentada no desenvolvimento de ferramenta para aprendizagem de física e matemática. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 6., 2009, Santos, **Anais...** Santos: Universidade de Santa Cecília, 2009. Disponível em <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2009/008.pdf>> Acesso 21 de jan. de 2018.
- FRANÇA, J. S. **Uma proposta didática da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) — Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
- FREIRE, P. **A educação na cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GADOTTI, M. Paulo Freire Cinco anos depois, um legado de esperança: Um legado de esperança. 2002. ENCONTRO INTERNACIONAL, 3., 2002, Los Angeles. Documento do Fórum Paulo Freire. São Paulo: Centro de Referência Paulo Freire, 2002. Disponível em: <acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3250/1/FPF_PTPF_01_0375.pdf>. Acesso em 20 de ago. de 2018.
- GARDNER, H. **Estruturas da Mente**: A teoria das inteligências múltiplas. 1994. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- GÓES, A. R. T.; GÓES, H. C. **Ensino da matemática: concepções, metodologias, tendências e organização do trabalho pedagógico**. Curitiba: InterSaberes, 2015.
- GÓES, H. C. Um esboço de conceituação sobre expressão gráfica. **Revista Educação Gráfica**, v. 17, n. 1, p. 1–21, 2013.
- KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: O novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- KIRNER, C; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. In: KIRNER, C.; TORI, R.; SISCOUTO, R. (ed.) **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Ed. SBC, 2006. p. 22-38.
- LIMA, A. J. R. de; CUNHA, G. G.; HAGUENAUER, C. J. Realidade aumentada no ensino de geometria descritiva. **Journal Virtual Reality**, v. 1, n. 2, p. 14–27, 2008.
- LUZ, R. A. et al. Análise de aplicações de realidade aumentada na educação profissional: Um estudo de caso no senai dr/go. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 8., 2009, Santos: **Anais...** Santos: Universidade Santa Cecília, 2009.

MACEDO, A. de C.; GÓES, A. R. T. A integração da realidade aumentada em sala de aula: a pesquisa aplicada em colégios públicos do litoral paranaense. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2019.

MORALES, P. T.; GARCÍA, J. M. S. Realidad aumentada en educación primaria: efectos sobre el aprendizaje. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 16, n. 1, p. 79–92, 2017. Disponível em: <<https://relatec.unex.es/article/view/2810/2004>>. Acesso em 10 de abr de 2018.

MORAN, J. M. Gestão inovadora da escola com tecnologias. **Gestão educacional e tecnologia**, p. 151–164, 2003. São Paulo: Avercamp.

PREZOTTO, E. D; SILVA, T. L da; VANZIN, R. Realidade aumentada aplicada a educação. In: ENCONTRO ANUAL DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 1., 2013, Frederico Westphalen. **Anais...** Frederico Westphalen: UFSM, 2013. p. 322-326, 2013. Disponível em <<http://www.eati.info/eati/2013/assets/anais/artigo322.pdf>>. Acesso em 22 de jan. de 2018.

SANTEE, N. R.; GOMES, S. H. A. 2010. Realidade aumentada: Origem, Funcionamento e Usos. In: SEMINÁRIO MÍDIA E CULTURA DA FACOMB, 2., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2010.

SANTOS, F. C. **Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino de Geometria Espacial: Um Desafio para a Educação Matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) — Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.