

Teaching Platonic Polyhedrons through Augmented Reality and Virtual Reality

Fernando C. C. Alves Júnior
Universidade Federal do Pará
Belém – PA - Brasil
fernando.alves.junior@icen.ufpa.br

Abel Rodrigues
Universidade Federal do Pará
Belém – PA - Brasil
nandikki@gmail.com

Marcos M. Diniz
Faculdade de Matemática
Universidade Federal do Pará
Belém – PA - Brasil
dionne@ufpa.br

Dionne C. Monteiro
Faculdade de Computação
Universidade Federal do Pará
Belém – PA - Brasil
dionne@ufpa.br

ABSTRACT

The act of teaching has become a challenge as the content becomes more democratic and present in the daily life of elementary and middle school students. Mathematics has presented great difficulty for students to understand since several of its contents, of an abstract nature, need to be presented efficiently, mainly due to the lack of appropriate didactic resources. The present work presents three software for the teaching of mathematics of Plato's Polyhedrons through the visualization of their characteristics: faces, vertices, edges, planning and separation of faces, using technologies of Augmented Reality and Virtual Reality, so that the user can manipulate and view in 3D. The goal of software development was to provide accessible, easy-to-use tools that draw students' attention to help math teachers in basic education.

CCS CONCEPTS

Computing methodologies → Computer graphics → Graphics systems and interfaces → Mixed / augmented reality

KEYWORDS

Regular polyhedrons; Augmented Reality; Virtual Reality; Geometry.

ACM Reference format:

Fernando C. C. Alves Júnior, Abel Rodrigues, Dionne C. Monteiro and Marcos M. Diniz. 2018. Ensinando Poliedros de Platão através da Realidade Aumentada e Realidade Virtual. In *17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC-2018)*, October 22-26, 2018, Belém, Brazil. ACM, New York, NY, USA, 4 pages. <https://doi.org/10.1145/3274192.3274243>

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

IHC 2018, October 22–26, 2018, Belém, Brazil
© 2018 Association for Computing Machinery.
ACM ISBN 978-1-4503-6601-4/18/10..\$15.00
<https://doi.org/10.1145/3274192.3274243>

1 INTRODUÇÃO

O ensino de matemática, assim como as demais disciplinas do currículo escolar para a educação básica, possui vários desafios a serem superados. A adoção de equipamentos ou softwares para utilização no cotidiano da sala de aula pode ser de grande ajuda para superação destes desafios. Segundo Contel e Martinil (2015) [1], o sucesso da adoção de tecnologias para fins educacionais está em preocupar-se com vários aspectos que vão desde a estrutura física (espaço e dispositivos) até a capacitação dos professores para utilização dos instrumentos tecnológicos, passando pela incorporação da cultura tecnológica no projeto político pedagógico da escola. Rocha e Joye (2013) [2] apontam o aluno como um ator ativo no processo de educação, enfatizando que qualquer instrumento tecnológico utilizado no processo de ensino e aprendizagem deva promover um aprendizado significativo para o aluno. Toschi (2005) [3] amplia esta visão, afirmando que a tecnologia deve ser pensada como instrumento de auxílio a todos os participantes do processo (alunos, professores, gestores, etc).

Segundo Piovesan, Passerino e Pereira (2012) [4], a utilização de técnicas de realidade virtual e aumentada para fins educacionais pode promover uma verdadeira revolução nas metodologias de ensino, citando entre outras características, a motivação dos alunos em experimentar tecnologias desta natureza, fator que pode ser muito bem aproveitado para o ensino de conteúdos escolares.

Para auxiliar professores de Matemática, foi desenvolvido um projeto cujo objetivo foi a construção de aplicações em realidade aumentada e realidade virtual, voltadas para o ensino da disciplina Matemática, especificamente o conteúdo de Geometria no tocante aos poliedros regulares (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro), também denominados de Poliedros de Platão, no sentido de oferecer ferramentas para professores de Matemática da educação básica para o ensino deste conteúdo. Os softwares se propõem a apresentar as características dos poliedros (faces, vértices e arestas) de forma manipulável pelo usuário, bem como possibilitar a visualização de planificação e separação de faces

dos mesmos, permitindo aos professores da disciplina Matemática demonstrar de forma prática os conceitos relacionados aos poliedros. Por se tratarem de softwares de realidade virtual e aumentada esperava-se que, pela sua natureza, atraíssem naturalmente a atenção dos alunos.

2 APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS

A primeira aplicação consiste na visualização dos poliedros utilizando realidade aumentada. Como imagens-alvo foram utilizados QR-Codes e, após a visualização do Poliedro, há a possibilidade de interagir com os mesmos através de botões. A aplicação foi desenvolvida para a plataforma Android. A segunda aplicação foi desenvolvida com os mesmos requisitos funcionais, porém com foco em realidade virtual para utilização com dispositivo móvel (smartphone) com sistema operacional Android, associado a óculos de realidade virtual como Google CardBoard® ou similares. A terceira aplicação é uma evolução da segunda, pois foi desenvolvida para o dispositivo de realidade virtual HTC Vive®, permitindo maior imersão e envolvimento, com as funcionalidades sendo implementadas nos variados botões dos controles manuais do conjunto.

2.1 Poliedros em Realidade Aumentada

Por meio de entrevista com um professor especializado em educação matemática, foram levantados os casos de uso do quadro 1 e posteriormente a especificação dos requisitos.

Quadro 1: Casos de Uso da Aplicação

ATOR	CASO DE USO
Usuário	01 - Mostrar Poliedro
	02 - Planificar Poliedro
	03 – Separar Faces
	04 - Mostrar Faces
	05 - Mostrar Vértices
	06 - Mostrar Arestas
	07 - Modificar Cor
	08 - Sair da Aplicação

A aplicação funciona utilizando a câmera do celular para captação de imagens. Ao reconhecer uma imagem alvo, é apresentado o poliedro correspondente. A visualização inicial mostra um poliedro regular em sua forma sólida completa, com faces, vértices e arestas visíveis, atendendo ao caso de uso 01. Os botões que satisfazem aos demais casos de uso estão sempre na tela, mesmo que não haja visualização de um poliedro, como forma de familiarizar o usuário com as possibilidades de interação e com as propriedades dos poliedros, chamando a atenção do aluno para as mesmas. A interface da aplicação pode ser vista na Figura 1.

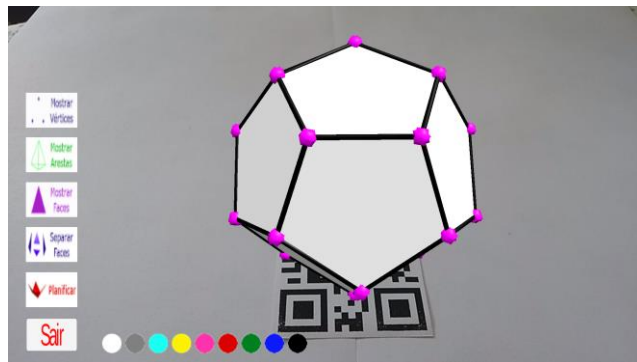


Figura 1: Interface da aplicação em realidade aumentada. O QR-Code é um marcador para visualização do poliedro. Exemplo de visualização do dodecaedro

Para os casos de uso 02 e 03 (planificar e separar faces), foram criadas animações, de modo que a transição de um estado para o outro não fosse apenas uma transição direta de posições das faces, mas que pudessem ser vistas como uma transformação dinâmica, como o desabrochar de uma flor, carregando de sentido e significado estas propriedades. A Figura 2 mostra um exemplo de poliedro em estado “planificado” e a Figura 3 exemplifica um poliedro com “faces separadas”.

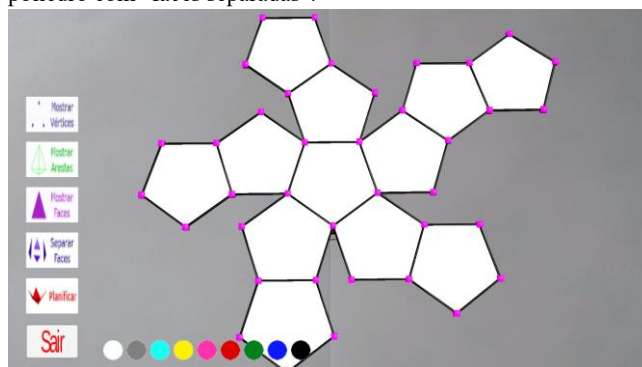


Figura 2: Exemplo de visualização do dodecaedro totalmente planificado, após animação de planificação

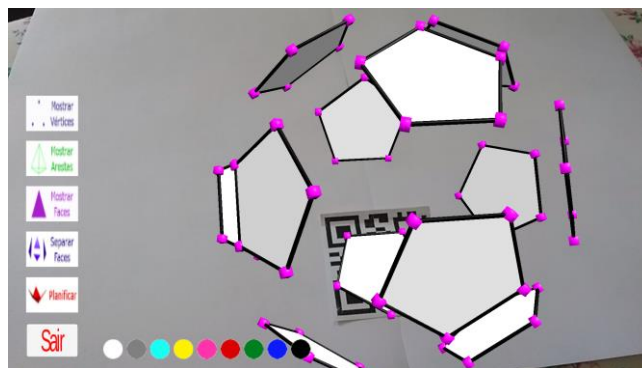


Figura 3: Exemplo de visualização do dodecaedro com faces separadas, após animação de separação

As duas animações foram codificadas de modo a serem reproduzidas ao toque dos botões com rótulos “Planificar” e “Separar Faces”, sendo iniciadas somente se o poliedro estiver em sua forma sólida, ou seja, se um poliedro estiver planificado não poderá ter suas faces separadas e a recíproca também é verdadeira. Esta característica foi necessária para promover a separação de conceitos destas características, auxiliando o trabalho do professor.

Os casos de uso 04, 05 e 06, pertinentes à visualização das faces, vértices e arestas foram configurados para funcionar ao toque dos botões com rótulos “Mostrar Vértices”, “Mostrar Arestas” e “Mostrar Faces”, promovendo a ativação/desativação da visualização destas estruturas do poliedro em quaisquer estados que se encontrem (sólido, planificado ou faces separadas). Esta característica auxilia o entendimento do aluno sobre a composição estrutural dos poliedros, facilitando a explanação do professor sobre estas estruturas. A Figura 4 mostra algumas possibilidades de visualização das estruturas dos poliedros. A combinação de visualizações destas estruturas também é perfeitamente possível.

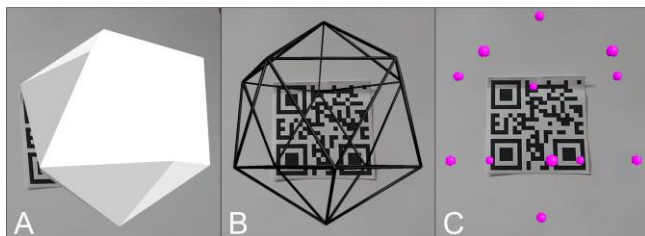


Figura 4: Exemplos de visualização das estruturas do dodecaedro: A – Somente Faces; B – Somente Arestas e; C – Somente Vértices

2.1 Poliedros em Realidade Virtual com Google VR®

O projeto teve continuidade com o desenvolvimento de uma aplicação em realidade virtual para ser utilizada em smartphones da plataforma Android juntamente com um acessório CardBoard® ou similar. Para este software foram implementados os casos de uso 02, 03, 04, 05 e 06 (tabela 1).

Foi modelada uma sala virtual simples, para que não houvesse comprometimento no desempenho de renderização dos objetos e consequente diminuição da qualidade da experiência de realidade virtual. Os poliedros foram dispostos ao redor da sala virtual e um retículo foi colocado no centro do campo de visão do usuário. Uma vez que o usuário apontasse o retículo para algum poliedro, surgiam botões ao redor do poliedro com rótulos referentes à função que desencadeavam. Vale ressaltar que esta tecnologia não possibilita o rastreamento do deslocamento do usuário pelo ambiente, portanto, a simulação do ambiente virtual funciona considerando que o usuário esteja parado no centro da sala, sendo reproduzidos na cena virtual os movimentos originados pela cabeça do usuário. Para facilitar a interação com o ambiente virtual, foi adotada a utilização de um joystick conectado ao

smartphone via *Bluetooth* para realizar o clique nos botões da sala virtual. O retículo deveria ser apontado para o botão virtual e o usuário deveria pressionar o botão do joystick para desencadear a função do botão. Uma tela em visão estereoscópica do produto desta iteração pode ser vista na Figura 5.

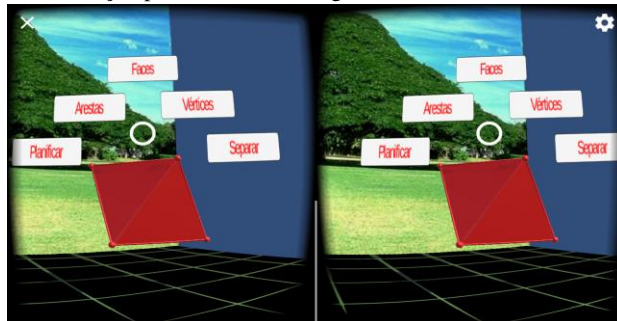


Figura 5: Visão estereoscópica do aplicativo em realidade virtual com Google VR®

2.1 Poliedros em Realidade Virtual com HTC Vive®

A continuidade do projeto se deu com o desenvolvimento de um terceiro software, desenvolvido para a plataforma Steam® para utilização com o óculos de realidade virtual HTC Vive®. Este equipamento possui maior capacidade de processamento gráfico e com a possibilidade de rastreamento do deslocamento real pelo ambiente. Foram implementados os mesmos casos de uso da versão em realidade virtual com Google VR®.

Devido ao maior desempenho do dispositivo, foi possível modelar um ambiente com maior riqueza de detalhes, tornando a experiência imersiva mais robusta se comparada ao software desenvolvido anteriormente. O dispositivo também dispõe de controladores a serem utilizados nas mãos do usuário, que tiveram seus botões programados para ativar as funções dos casos de uso em cada poliedro. Uma amostra do ambiente pode ser vista na Figura 6.

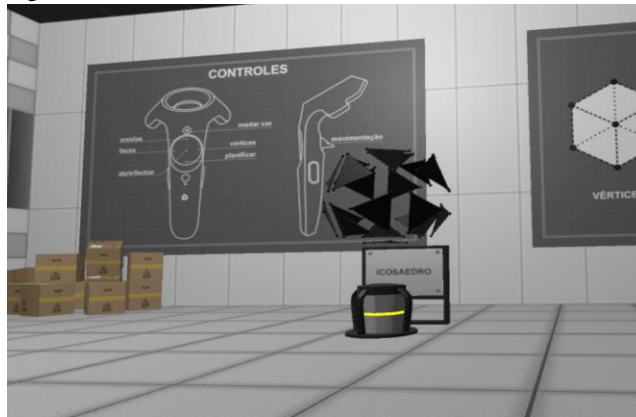


Figura 6: Ambiente virtual de visualização dos poliedros com óculos HTC Vive®. Detalhe para o icosaedro com faces separadas e as paredes com recursos didáticos.

Esta plataforma também permite que o professor acompanhe a visão do mundo virtual que o aluno está visualizando diretamente em um monitor. Aproveitando-se disto, foram colocadas nas paredes do ambiente virtual algumas imagens para serem utilizadas como recurso didático para o professor.

3 TESTES COM USUÁRIOS

Os aplicativos desenvolvidos foram apresentados e disponibilizados para experimentação em uma escola pública municipal em Belém-PA e em escolas ribeirinhas da região das ilhas da cidade, por ocasião da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Outubro de 2017. Professores, pais e alunos puderam vivenciar as oportunidades de inovação metodológica por meio do uso dos aplicativos. O retorno foi muito significativo, desde os alunos, que formavam filas enormes para experimentar os softwares até os professores, que elogiaram o trabalho desenvolvido e também desejavam utilizá-los em sua prática pedagógica.

Os alunos foram indagados se os softwares poderiam ser utilizados para o ensino do conteúdo de matemática. Praticamente a unanimidade respondeu que sim. Alguns ressaltaram que a escola ficaria muito mais interessante se houvesse esse tipo de aula. Quanto à facilidade de uso, a maioria classificou os softwares como fáceis de utilizar, porém, em todos os casos, foi necessária uma explicação prévia das funcionalidades.

Para os professores foi perguntado sua impressão sobre o uso de tais aplicações e se a sua utilização poderia trazer benefícios para sua metodologia. Todos os professores consideraram os softwares excelentes para o que se propõem, inclusive enfatizando a facilidade de utilização dos mesmos e a que o maior benefício seria a atenção que os alunos teriam em suas aulas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de aplicações em realidade aumentada e realidade virtual pode se tornar um importante aliado no processo de ensino e aprendizagem para os professores de matemática, uma vez que é possível apresentar de forma atrativa conceitos de natureza abstrata.

A aplicação em realidade aumentada pode ser utilizada em qualquer material impresso a ser utilizada pelos professores, desde apostilas até livros didáticos, desde que sejam impressos os QR-Codes para a visualização dos poliedros. Outra possibilidade é utilizar os QR-Codes soltos para livre manipulação. De posse dessa liberdade, as possibilidades se tornam tão grandes quanto a criatividade dos docentes. Os alunos poderão ter o aplicativo em seu smartphone para utilização em sua casa, ultrapassando os limites da sala de aula no processo de aprendizagem.

A aplicação em Realidade Virtual com Google VR® ou similares também se mostra de grande valia para o processo de ensino e aprendizagem. Destacamos a imersão, característica intrínseca desta tecnologia, como elemento diferencial no ensino dos alunos, especialmente com aqueles que possuem déficit de atenção, que geralmente não conseguem acompanhar o raciocínio do professor, haja vista que qualquer outra coisa pode tomar sua atenção

durante uma explanação. Por meio da realidade virtual, o aluno é inserido em um ambiente totalmente controlado, com foco no que realmente interessa: o conteúdo.

A realidade virtual com HTC Vive®, também atende às necessidades educacionais anteriormente citadas, bem como as potencialidades mencionadas. Entretanto, esta já se enquadra em um meio particular de ensino, devido ao alto custo do dispositivo. É uma boa oportunidade para escola com disponibilidade financeira, no sentido de disponibilizar tecnologia eficiente para melhoria de suas estratégias metodológicas. De modo geral, as aplicações em realidade virtual apresentadas neste trabalho podem ser utilizadas de acordo com o descrito por Alves (2014) [5], que discorreu sobre a possibilidade de utilização de aplicações desta natureza em cursos de formação específica. Uma vez que as disciplinas escolares possuem suas especificidades, é possível empregar estas mesmas técnicas para obtenção de sucesso no processo de ensino-aprendizagem, colocando o aluno em cenários virtuais totalmente seguros e livre dos eventuais perigos de um ambiente real, como propõe o autor.

Considerando a interação dos usuários com o software, podemos perceber que os dois lados envolvidos na utilização (professores e alunos) possuem suas características atendidas. Os professores em sua necessidade de ensinar o conteúdo de poliedros regulares dispõem de um instrumento eficaz para tal e fácil de utilizar, não necessitando treinamento específico para utilização dos softwares. Da mesma forma os alunos têm nos softwares instrumentos educativos atrativos, tornando o aprendizado significativo. Como não se trata de um projeto encerrado, os futuros esforços devem estar concentrados na melhoria da usabilidade através do feedback de uma amostra maior de usuários.

REFERÊNCIAS

- [1] Elaine Contel and Rosa Maria Filippozzi Martinil. As Tecnologias na Educação: uma questão somente técnica?. *Educação e Realidade*, vol. 40, pp. 1191-1207, Out/Dez 2015. [Online]. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623646599>
- [2] E. M. Rocha and C. R. Joye. Uso das Tecnologias Digitais em Contexto Educacional: Modalidades, Limites e Potencialidades - Virtualização das Relações: Um desafio da Gestão Escolar. *A Escola do Século XXI*, vol. 3, 2013.
- [3] Mirza Seabra Toschi. Tecnologia e Educação: contribuições para o ensino. *Periódico do Mestrado em Educação do UCDB*, pp. 35-42, jan/jun 2005. [Online]. <http://www.gpec.ucdb.br/serie-estudos/index.php/serie-estudos/article/view/433/335>
- [4] S. D. Piovesan, L. M. Passerino, and A. S. Pereira. (2012) Virtual Reality As A Tool In The Education. [Online]. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED542830.pdf>
- [5] Roberto C. M. Alves. A Realidade Virtual como Ferramenta de Aprendizagem na Formação do Profissional da Construção Civil. PPGEC - Universidade Federal do Pará, Belém, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) 2014.