

CONTRIBUIÇÕES DO APLICATIVO SÓLIDOS RA PARA O DESENVOLVIMENTO DA VISUALIZAÇÃO GEOMÉTRICA NA PERSPECTIVA DA REALIDADE AUMENTADA

LUCAS LUPPI AMORIM

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

E-mail: lucasluppam@gmail.com

RONY CLÁUDIO DE OLIVEIRA FREITAS

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

E-mail: freitasrco@gmail.com

RESUMO:

Estudos do campo da neurociência evidenciam a importância das vias visuais e das conexões entre diferentes vias do cérebro para a aprendizagem de matemática e, conseqüentemente, a importância de estímulos visuais durante os processos de ensino. Existe, assim a necessidade de investir em estratégias que potencializem a aprendizagem mediante estímulos visuais e, nessa perspectiva, a realidade aumentada acessada por meio de um dispositivo móvel pode ser uma boa aliada, especialmente para estudos no campo da visualização geométrica. Esta pesquisa teve por objetivo analisar potencialidades na utilização do aplicativo da realidade aumentada Sólidos RA, desenvolvido por um dos autores deste trabalho, como um recurso para auxiliar o desenvolvimento da visualização geométrica por estudantes. Para alcançá-lo, foi realizada uma pesquisa qualitativa que faz uso da metodologia de intervenção do tipo participante, contando com estudantes de duas turmas do 8º ano e uma do 9º ano do ensino fundamental, realizando atividades de geometria com o uso da realidade aumentada por meio do aplicativo Sólidos RA. Os dados obtidos indicam que as atividades realizadas contribuíram positivamente para o desenvolvimento de habilidades de visualização pelos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE:

Visualização geométrica, realidade aumentada, aplicativo Sólidos RA.

CONTRIBUTIONS OF THE SÓLIDOS RA APPLICATION FOR THE DEVELOPMENT OF GEOMETRIC VISUALIZATION IN THE PERSPECTIVE OF AUGMENTED REALITY

ABSTRACT:

Studies in neuroscience highlight the importance of visual pathways and the connections between different brain pathways for mathematical learning, and consequently, the importance of visual

stimuli during teaching processes. Therefore, there is a need to invest in strategies that can enhance the learning from visual stimuli, and, from this perspective, augmented reality accessed through a mobile device can be a good ally, especially for studies in the field of geometric visualization. This work seeks to analyze potentialities in the use of the Sólidos RA application, developed by one of the authors of this work, as a resource to aid the development of geometric visualization by students. To achieve this, a qualitative research was conducted using a participatory intervention methodology, with students from two classes of the 7th grade and one of the 8th grade of Middle School, performing geometry activities with the use of augmented reality through the Sólidos RA application. The data obtained indicate that the activities carried out contributed positively to the development of visualization skills by the students.

KEYWORDS:

Geometric visualization, augmented reality, Sólidos RA application.

1. INTRODUÇÃO

Estudos da área de neurociência apontam que nosso cérebro é composto por módulos separados, embora interconectados, que são ativados sob várias condições, como ler, ver ou imaginar. Detecções feitas por meio de técnicas de tomografia e ressonância magnética indicam que, ao trabalharmos com tarefas matemáticas, a atividade cerebral é amplamente distribuída, em grande parte, nas mesmas regiões onde ocorre o processamento visual. Resultados obtidos por estudos do campo da neurociência evidenciam a importância das vias visuais e das conexões entre diferentes vias do cérebro para a aprendizagem matemática e, conseqüentemente, a importância de estímulos visuais durante processos de ensino e de aprendizagem.

Para Gutiérrez (1996), a visualização é uma ação física ou mental em que imagens mentais são envolvidas e os indivíduos devem ser capazes de adquirir e melhorar um conjunto de “habilidades” de visualização para realizar os processos necessários com imagens mentais específicas para um determinado problema. Algumas dessas habilidades são as seguintes: capacidade de isolar uma figura de um background; capacidade de executar rotações mentais; capacidade de relacionar diversos objetos uns aos outros; habilidade de relacionar as posições de um objeto a si mesmo; capacidade de reconhecer que algumas propriedades de um objeto são independentes de tamanho, cor, textura ou posição e manter o entendimento do objeto em diferentes orientações.

Na matemática escolar, a geometria é responsável por apresentar conceitos e tarefas que podem contribuir para o desenvolvimento da visualização. Entretanto, livros-texto utilizados nas salas de aula apresentam geometria 3D aos estudantes de forma limitada, por meio de representações planares ou projeções em perspectivas paralelas ou ortogonais. Com a evolução da tecnologia, contudo, têm surgido diversos dispositivos digitais, aplicativos e softwares capazes de representar sólidos geométricos de diferentes maneiras numa tela, permitindo também a manipulação desses sólidos.

Segundo alguns estudos, como os de Boaler (2016), softwares dinâmicos, aplicativos de alta qualidade e jogos digitais podem ser ferramentas poderosas que contribuem para que estudantes desenvolvam as vias visuais cerebrais. Segundo essa pesquisadora, quando estudantes

aprendem através de vias visuais, a matemática muda para eles, pois passam a ter acesso a novas e profundas formas de conhecimento.

Muitos professores já utilizam em suas aulas recursos visuais e materiais diversos, para colaborar na compreensão de conceitos matemáticos, porém ainda há muito que avançar, especialmente quando nos referimos a processos educacionais que acompanhem o dinamismo das evoluções tecnológicas, embora tais indicações já venham sendo discutidas no Brasil há algum tempo. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), por exemplo, já destacavam a necessidade crescente do uso de computadores e softwares por alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que estejam atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizem para as demandas sociais presentes e futuras. Porém, a sociedade avança e junto avança, de forma acelerada, o desenvolvimento tecnológico.

Nesse sentido, Meier (2017) diz que a utilização de tecnologias móveis pode ser importante em escolas que tenham dificuldades relacionadas a laboratórios de informática para alunos que não possuam computadores em casa ou, ainda, para aqueles que precisam aproveitar seu tempo para estudar onde estiverem. Em seu trabalho, a autora detalha, entre outras coisas, o crescimento do uso de dispositivos móveis (smartphones) por brasileiros de todas as faixas etárias.

Alinhado à rápida explosão da tecnologia móvel, o uso da realidade aumentada (RA) também tem crescido rapidamente em virtude de sua popularidade em diferentes campos, especialmente no campo educacional. A RA é uma tecnologia que permite ao usuário ver o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real por meio de uma tela. O uso da RA para a educação matemática também está aumentando atualmente, mediante estudos apontando que alguns dos grandes benefícios estão associados ao aumento da confiança e entendimento dos alunos, às melhorias nos processos de visualização e ao aprendizado interativo. Estudos destacam também maior conhecimento de figuras geométricas, especialmente as espaciais, pelos alunos após o uso da RA (AHMAD; JUNAINI, 2020).

Pensando na potencialidade pedagógica da realidade aumentada para o ensino de visualização geométrica, foi desenvolvido por um dos autores deste artigo um aplicativo

denominado Sólidos RA. A primeira versão do aplicativo surgiu como resultado de um trabalho de disciplina do curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Posteriormente ele foi objeto de estudo no trabalho de conclusão de curso intitulado Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada (AMORIM, 2022). Este artigo foi organizado a partir da pesquisa realizada, o qual tem por objetivo analisar potencialidades na utilização do aplicativo de realidade aumentada Sólidos RA como um recurso para auxiliar o desenvolvimento da visualização geométrica por estudantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Essa pesquisa é pautada em teorias que possuem bases epistemológicas já bastante consolidadas no ambiente acadêmico. Assim, buscamos encontrar, em cada uma delas, elementos que são costurados para dar significados ao que temos como objetivo. Começamos por discutir nossa compreensão sobre visualização, passando, em seguida, para a importância de estímulos visuais no ensino da geometria. Depois apresentamos algumas bases teóricas que defendem o uso de dispositivos móveis no ensino de geometria, discutimos um pouco sobre a realidade aumentada e apresentamos o aplicativo Sólidos RA.

2.1. VISUALIZAÇÃO

Ao entrar no campo da visualização, muitos termos relacionados surgem, tais como: raciocínio visual, imaginação, pensamento espacial, imagens mentais, imagens visuais, imagens espaciais, entre outros. Esses termos são, muitas vezes, encontrados relacionados a trabalhos de diferentes áreas, como psicologia, arte, medicina, economia, química, e muitos outros. Isso demonstra, entre outras coisas, que o campo da visualização é importante para uma ampla quantidade de atividades e pessoas de diferentes campos desenvolveram significados diferentes para as mesmas palavras (GUTIÉRREZ, 1996).

Em seu trabalho, Gutiérrez (1996) fez um levantamento dos conceitos de visualização de diversos autores, unificando a terminologia usada e criando um framework que caracteriza a atividade de visualização na matemática. Ao fazer isso, ele considera que

[...] “visualização” em matemática é o tipo de atividade de raciocínio baseada no uso de elementos visuais ou espaciais, mentais ou físicos, realizados para resolver problemas ou provar propriedades. A visualização é integrada por quatro elementos principais: imagens mentais, representações externas, processos de visualização e habilidades de visualização. (GUTIÉRREZ, 1996, p. 9)

Para o pesquisador, as imagens mentais são o elemento básico da visualização, sendo qualquer tipo de representação cognitiva de um conceito ou propriedade matemática por meio de elementos visuais ou espaciais.

Nessa perspectiva, uma representação externa pertinente à visualização é qualquer tipo de representação verbal ou gráfica de conceitos ou propriedades (figuras, desenhos, diagramas...) que ajude a criar ou transformar imagens mentais e a fazer raciocínio visual. Um processo de visualização é uma ação mental ou física em que as imagens mentais estão envolvidas, configurando-se em dois processos: interpretação visual de informações, para criar imagens mentais; e interpretação de imagens mentais, para gerar informações.

Relacionado ao seu framework, Gutiérrez (1996) afirma que indivíduos devem adquirir e melhorar um conjunto de habilidades de visualização para executar os processos necessários com imagens mentais específicas para um determinado problema. Dependendo das características do problema matemático a ser resolvido e das imagens criadas, estudantes devem ser capazes de trabalhar com um conjunto de diferentes habilidades visuais específicas, sendo as principais, segundo Gutiérrez (1996), estas:

- Percepção figura-fundo: capacidade de identificar uma figura específica isolando-a de um fundo complexo.
- Constância perceptiva: capacidade de reconhecer que algumas propriedades de um objeto (real ou uma imagem mental) são independentes de tamanho, cor, textura ou posição e de permanecer sem confusão quando um objeto ou imagem é percebido em diferentes orientações.
- Rotação mental: capacidade de produzir imagens mentais dinâmicas e visualizar uma configuração em movimento.
- Percepção da posição no espaço: capacidade de relacionar um objeto, imagem ou imagem mental a si mesmo.

- Percepção de relações espaciais: capacidade de relacionar vários objetos, imagens e/ou imagens mentais entre si ou simultaneamente consigo mesmo. Por exemplo, a correspondência de um sólido geométrico a sua planificação.
- Discriminação visual: capacidade de comparar vários objetos, figuras e/ou imagens mentais para identificar semelhanças e diferenças entre eles.

De acordo com Yakimanskaya (1991), a criação de imagens mentais é possível pelo acúmulo de representações que servem como ponto de partida e como condições necessárias para a realização do pensamento. Quanto mais rico e diversificado o estoque de representações espaciais, mais aperfeiçoados são os métodos de criação de representações e mais fácil é o uso de imagens. Para a pesquisadora, os computadores podem desempenhar um papel muito relevante para ajudar o aluno a adquirir e desenvolver habilidades de visualização no contexto da geometria espacial.

Os estudos de Gutiérrez (1996) entram em sintonia com estudos mais recentes, como o de Boaler (2016), que destaca a importância da matemática visual para o cérebro e o aprendizado. Segundo a autora, quando estudantes aprendem através de vias visuais, a matemática muda para eles, que passam a ter acesso a novas e profundas formas de conhecimento, e isso tem explicações em estudos da área da neurociência.

2.2. A IMPORTÂNCIA DE ESTÍMULOS VISUAIS NO ENSINO DE GEOMETRIA

Estudos da área de neurociência têm avançado na compreensão de como o cérebro humano funciona. De acordo com Gregory (1979), nosso cérebro é, em maior parte, composto por módulos separados, embora interconectados, que são ativados sob várias condições, como ler, ver ou imaginar. As ativações, que são detectadas por meio de técnicas de tomografia e ressonância magnética, indicam que, em geral, as mesmas regiões do cérebro são ativadas nos processos de ver e no de imaginar coisas visualmente, e cerca da metade do córtex cerebral é associada com o processamento visual.

Boaler (2016) afirma que, quando trabalhamos com atividades matemáticas, a atividade cerebral é amplamente distribuída, em grande parte, nas mesmas regiões onde ocorre o processamento visual (as vias visuais versais e dorsais). Mesmo quando trabalhamos em um

cálculo numérico, por exemplo, o pensamento matemático é fundamentado no processamento visual.

A pesquisadora mencionada no parágrafo anterior cita um estudo da universidade de Stanford na Califórnia, o qual mostra que, à medida em que as crianças crescem, elas desenvolvem parte da via visual ventral e o cérebro se torna mais sensível e especializado na representação de formas numéricas visuais. O estudo também mostrou uma interação importante e aumentada entre ambas as vias visuais. Isso indica que, à proporção que as crianças aprendem e se desenvolvem, o cérebro se torna mais interativo, conectando o processamento visual de formas numéricas simbólicas.

Ela continua afirmando que diferentes áreas do cérebro estão envolvidas quando pensamos matematicamente, incluindo as redes frontais, o lobo temporal medial e o hipocampo. Isso indica que a base neurobiológica da cognição matemática envolve uma comunicação complexa entre os sistemas cerebrais de memória, controle e detecção e as regiões de processamento visual do cérebro. Essa complexidade entre o aprendizado de matemática e as ativações do sistema visual evidencia que, quando estudantes aprendem por meio de vias visuais, a matemática muda para eles, passando a ter acesso a novas e profundas formas de conhecimento (BOALER, 2016).

Muitos professores já utilizam em suas aulas recursos visuais e materiais diversos para colaborar para a compreensão de conceitos matemáticos. No entanto, ainda há muitas práticas docentes que desprezam essas potencialidades, focando excessos na algebrização de processos com ênfase em números e símbolos. Para Boaler (2016), isso limita as oportunidades de desenvolvimento da compreensão visual e prejudica alunos que apresentam preferência pelo raciocínio visual ou que poderiam ser beneficiados com interações visuais nos processos de ensino e de aprendizagem. Ela sugere que softwares dinâmicos, aplicativos de alta qualidade e jogos digitais podem ser ferramentas poderosas para desenvolver as vias visuais cerebrais dos estudantes.

2.3. O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE GEOMETRIA

De acordo com Gutiérrez (1996), a visualização é um componente básico no aprendizado e ensino da geometria tridimensional e a evolução tecnológica com a popularização de

computadores e ferramentas multimídia proporcionou aos professores e pesquisadores novos elementos que podem reformular as formas de ensinar geometria espacial, como os programas de visualização de objetos tridimensionais. Visto que a única maneira que os livros didáticos têm de apresentar geometria tridimensional é por meio de representações planas, essas novas ferramentas podem atenuar essas limitações, fornecendo novas formas de visualização e interação.

Ainda de acordo com o mesmo autor, os livros-texto utilizados nas salas de aula apresentam geometria 3D aos estudantes com base em representações planares ou projeções em perspectivas paralelas ou ortogonais. Em muitos casos, professores tentam lidar com as limitações dos livros-texto utilizando outro material didático para representar objetos geométricos. Com a evolução da tecnologia, surgiram computadores com softwares capazes de representar sólidos geométricos de diferentes maneiras numa tela, permitindo também a manipulação desses sólidos.

[...] A revolução tecnológica ocorrida na última década, com a popularização dos computadores e outras ferramentas multimídia, forneceu a professores e pesquisadores novos elementos que podem reformular as formas de ensinar geometria espacial. Essas novas possibilidades devem ser investigadas e analisadas em profundidade como um primeiro passo para sua implementação nas salas de aula. Uma das novas ferramentas que podem ser utilizadas em sala de aula são os programas de computador que dão uma representação tridimensional de objetos espaciais e permitem que os usuários transformem esses objetos dinamicamente (transformações como rotações, translações, ampliações ou cortes por planos). (GUTIÉRREZ, 1996, p. 5)

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), ou PCNs, já destacavam a necessidade crescente do uso de computadores e softwares por alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que estes estejam atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizem para as demandas sociais presentes e futuras. De acordo com esse documento:

Quanto aos softwares educacionais, é fundamental que o professor aprenda a escolhê-los em função dos objetivos que pretende atingir e de sua própria concepção de conhecimento e de aprendizagem, distinguindo os que se prestam mais a um trabalho dirigido para testar conhecimentos dos que procuram levar o aluno a interagir com o programa de forma a construir conhecimento. (BRASIL, 1997, p. 35)

Ainda de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais:

O computador pode ser usado como elemento de apoio para o ensino (banco de dados, elementos visuais), mas também como fonte de aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades. O trabalho com o computador pode ensinar o aluno a aprender com seus erros e a aprender junto com seus colegas, trocando suas produções e comparando-as. (BRASIL, 1997, p. 35)

Os PCNs não deixam de mencionar as dificuldades que a necessidade do uso de computadores dentro de escolas pode trazer devido à falta de recursos. Existe a preocupação com a falta de investimento e condições reais das escolas, pois muitas não têm materiais básicos para trabalhar nem muito menos acesso a computadores. Essa é uma preocupação que exige posicionamento e investimento em alternativas criativas para que as metas sejam atingidas.

De acordo com Meier (2017), a utilização de tecnologias móveis pode ser importante em escolas que tenham dificuldades relacionadas a laboratórios de informática para alunos que não possuam computadores em casa ou, ainda, para aqueles que precisam aproveitar seu tempo para estudar onde estiverem. Em sua tese de doutorado intitulada *O uso de dispositivos móveis e tecnologia touchscreen em atividades de geometria*, a pesquisadora buscou investigar as contribuições de tecnologias touchscreen para o desenvolvimento do pensamento matemático. Ela considera que para a sociedade contemporânea são incontestáveis o uso das tecnologias nas diferentes áreas da atuação humana e as muitas modificações trazidas desde sua utilização.

Em seu trabalho, Meier afirma que as tecnologias móveis estão fortemente presentes nas salas de aula, sobretudo mediante o uso de aparelhos celulares (smartphones), ainda que muitas instituições resistam e apliquem restrições com relação à utilização de celulares pelos alunos. Para demonstrar isso, ela apresenta dados de números de aparelhos smartphones no Brasil, que indicam, por exemplo, que há mais smartphones que computadores no país.

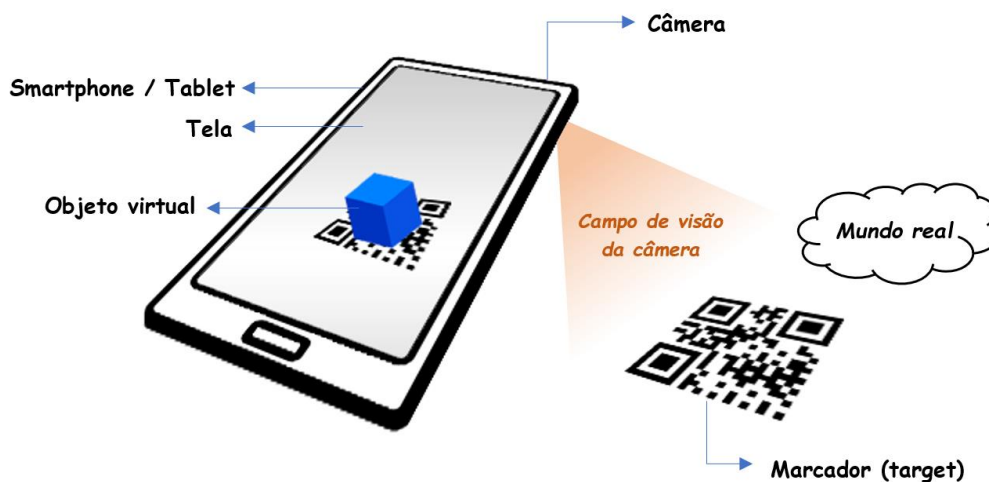
De acordo com trabalho publicado por Ahmad (2020), alinhado à rápida explosão da tecnologia móvel, o uso da realidade aumentada também tem crescido rapidamente em virtude de sua popularidade em diferentes campos, especialmente no campo educacional.

2.4. REALIDADE AUMENTADA

Segundo Azuma (1997), a realidade aumentada é uma tecnologia de visão computacional que permite ao usuário ver o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real, por meio de uma tela, a qual pode ser a de um smartphone, um tablet ou um computador, por exemplo. Sendo assim, a RA “aumenta” a realidade, adicionando novas informações à cena do mundo real, aparentando ao usuário que o mundo virtual e o real coexistem no mesmo espaço.

Aplicativos da realidade aumentada podem ser divididos basicamente em dois tipos: os que usam e os que não usam marcadores (targets) para a composição dos objetos virtuais com a cena do mundo real. Na Figura 1, apresentamos o esquema de funcionamento de um sistema da realidade aumentada que utiliza marcadores para a composição dos objetos virtuais com o mundo real mediante um smartphone ou tablet.

Figura 1: Esquema da realidade aumentada com um smartphone/tablet.



Fonte: Autoria própria (2022)

O sistema é composto por um aplicativo (software) de realidade aumentada que é executado num dispositivo (smartphone ou tablet), uma câmera do dispositivo que capta imagens do ambiente (mundo real), uma tela para exibição das imagens e um ou mais marcadores. O software do aplicativo fica constantemente escaneando as imagens captadas pela câmera utilizando técnicas de visão computacional em busca de marcadores registrados pelo aplicativo. Os marcadores podem ser qualquer imagem (como QR codes, no caso da Figura 1). Esses

marcadores, também chamados de targets ou alvo, servem como base para o posicionamento de objetos virtuais sobre a cena captada pela câmera. O objeto virtual é apresentado na tela do dispositivo com apoio na posição do marcador.

O uso da realidade aumentada na educação aumentou à medida em que abriu novas possibilidades em processos de ensino e de aprendizagem (AHMAD; JUNAINI, 2020). Segundo esses autores, estudos apontam que alguns dos grandes benefícios da RA estão associados ao aumento da confiança e entendimento dos alunos, às melhorias nos processos de visualização e ao aprendizado interativo. Os estudos destacam também maior conhecimento de figuras geométricas pelos alunos após o uso da RA para ensino de geometria.

Em consonância com Gutiérrez (1996) e Boaler (2016), a importância da inserção das tecnologias às práticas de ensino é ressaltada por estudos que afirmam que ignorar as possibilidades que as tecnologias trazem para as práticas de ensino tira dos alunos oportunidades de aprendizagens significativas e é importante que os professores estejam alinhados às tendências mundiais que fazem parte das diferentes esferas do cotidiano dos alunos (CASTRO; KAMPFF, 2021).

A realidade aumentada tem-se consolidado como uma ferramenta para potencializar os processos de ensino e de aprendizagem e tem ganhado espaço em segmentos que buscam inovação desde o protagonismo do usuário e a participação ativa dos indivíduos. Todavia, seu uso deve ser empregado com um bom planejamento e metodologias de ensino apropriadas, para que o uso da tecnologia contribua na construção do conhecimento sem atrapalhar ou tirar a atenção dos estudantes (CASTRO; KAMPFF, 2021).

2.5. O APLICATIVO SÓLIDOS RA

O Sólidos RA¹ é um aplicativo para o ensino de geometria com a realidade aumentada, cujo desenvolvimento foi iniciado, em 2020, por um dos autores deste artigo. Uma primeira versão do aplicativo surgiu como resultado de um trabalho de disciplina do curso de licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), que envolvia a elaboração de um material didático para o uso em sala de aula. No fim de 2020, o Sólidos RA foi disponibilizado

¹ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LuMuGames.SolidosRA&hl=pt_BR&gl=US>



gratuitamente para smartphones e tablets Android para download via Play Store. Posteriormente ele foi objeto de estudo no trabalho de conclusão de curso intitulado *Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada* (AMORIM, 2022). O aplicativo atualmente possui cinco módulos: visualização, criação, planificação, modelagem e geoplano, com cada módulo permitindo diferentes interações com objetos geométricos de maneiras diferentes.

Figura 2: Menu principal do Sólidos RA.



Fonte: Autoria própria (2022)

O Sólidos RA utiliza marcadores de realidade aumentada que são rastreados pelo aplicativo para que os objetos virtuais sejam posicionados na tela do aplicativo com base no resultado do rastreamento dos marcadores. Todos os marcadores utilizados pelos módulos do Sólidos RA são imagens de QR codes que estão organizadas em um documento criado para o uso em conjunto com o aplicativo chamado “material de apoio” (Figura 3). O material de apoio é dividido em seções, com cada seção possuindo os QR codes referentes a um dos módulos do aplicativo. O material de apoio é essencial para o uso do Sólidos RA e pode ser baixado na tela de informações do aplicativo, acessada pelo menu principal.

Figura 3: Material de apoio do Sólidos RA.



Fonte: Autoria própria (2022)

Cada um dos cinco módulos do aplicativo é descrito brevemente a seguir:

- **Módulo de visualização:** Permite ao usuário do aplicativo a visualização de diferentes sólidos geométricos, ao apontar a câmera do dispositivo que está sendo utilizado para um dos QR codes do material de apoio. Há um total de 42 sólidos geométricos disponíveis para visualização e interação. Ao apontar a câmera para um dos QR codes, o objeto é exibido sobre a superfície na tela do dispositivo. O usuário pode visualizar os sólidos geométricos de diferentes formas (faces opacas, transparentes ou invisíveis, exibição ou não das arestas e vértices dos sólidos). Também é possível interagir com os objetos realizando operações de translação, rotação e escala tocando a tela com os dedos e realizando os gestos necessários para realizar cada transformação. Na Figura 4, apresentamos o uso do módulo de visualização para a exibição do objeto cubo.

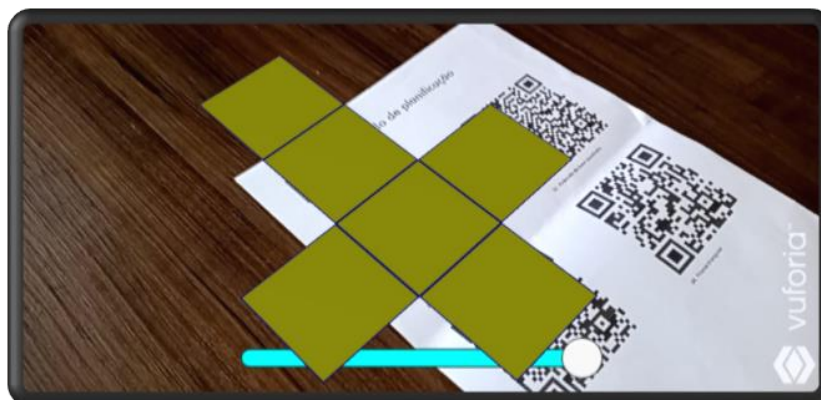
Figura 4: Exibindo o cubo no módulo de visualização.



Fonte: Autoria própria (2022)

- Módulo de planificação: O usuário pode executar uma animação de planificação dos sólidos geométricos disponíveis, ao tocar a tela com o dedo, para manipular um controle deslizante. Na Figura 5, ilustramos a planificação do cubo no módulo de planificação.

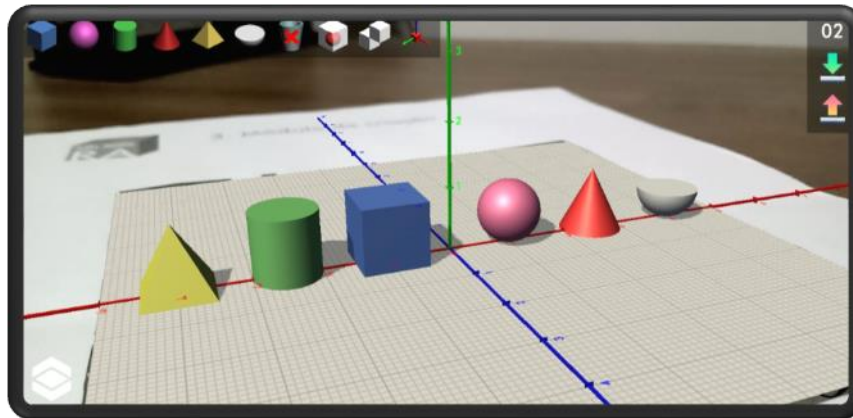
Figura 5: Planificação do cubo no módulo de planificação.



Fonte: Autoria própria (2022)

- Módulo de criação: Permite a criação de cenas em realidade aumentada pelo usuário por meio da criação e manipulação de objetos primitivos, a saber: o cubo, a esfera, o cilindro, o cone, a pirâmide e a semiesfera. O usuário interage nesse módulo criando objetos primitivos e efetuando operações de translação, rotação e escala nos objetos para gerar a cena que deseja construir. Na Figura 6, exibimos o ambiente de criação de cenas do módulo de criação com os seis objetos primitivos criados.

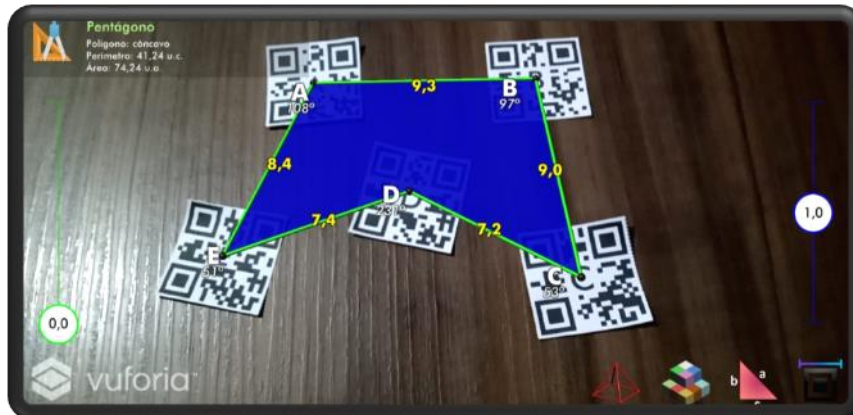
Figura 6: Cena criada com seis objetos primitivos no módulo de criação.



Fonte: Autoria própria (2022)

- Módulo de modelagem: O usuário utiliza vários QR codes em conjunto para gerar figuras geométricas em realidade aumentada. É possível criar segmentos de retas, polígonos, circunferências e sólidos geométricos, tais como prismas, pirâmides, troncos de pirâmides, cones e troncos de cones. Na Figura 7, apresentamos um pentágono criado no módulo de modelagem do aplicativo. Nesse módulo, cada QR code está associado a uma letra, possuindo inclusive uma letra em seu centro. Cada QR code vai representar um vértice ou ponto na figura que se deseja construir, e a figura apresentada é redesenhada à medida que o usuário modifica as posições dos QR codes na cena, adiciona ou remove QR codes da cena ou faz modificações nos controles disponíveis na tela. O aplicativo também apresenta informações da figura criada, como a distância entre os pontos, a área e perímetro da base, além de volume, quando se trata de um sólido. Quando é um polígono, o aplicativo informa se ele é côncavo ou convexo, e aponta as medidas de todos os seus ângulos.

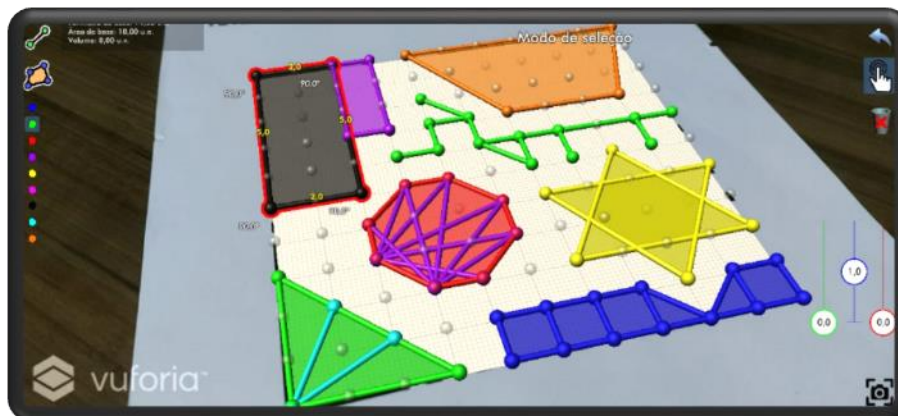
Figura 7: Pentágono côncavo criado no módulo de modelagem.



Fonte: Autoria própria (2022)

- Módulo de geoplano: Apresenta uma versão em realidade aumentada de um geoplano. É possível escolher entre os tipos de geoplano: quadrangular, triangular, circular e 3D (geoespaço). Em cada geoplano, o usuário pode criar linhas, polígonos e sólidos geométricos tocando nas esferas e ligando-as a outras. Na Figura 8, apresentamos uma cena no módulo do geoplano com vários objetos criados.

Figura 8: Planificação do cubo no módulo de planificação.



Fonte: Autoria própria (2022)

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa é qualitativa e utiliza a metodologia de intervenção do tipo participante. De acordo com Chassot e Silva (2018), a pesquisa participante não visa a produzir mudanças de comportamento ou um processo de conscientização previamente determinado, por não possuir caráter utilitário. Complementarmente, ela se diz participante por se configurar no diálogo “com”

e “entre” os atores da pesquisa: pesquisador, professor e estudantes, visando à produção coletiva de conhecimento.

Iniciamos o planejamento para a execução da pesquisa preparando um plano de aula com um conjunto de atividades para o ensino de geometria utilizando o aplicativo. Tal plano contemplaria três encontros de 50 minutos de duração cada um. As atividades foram aplicadas em duas turmas do 8º ano e em uma turma do 9º ano de uma escola municipal de ensino fundamental localizada na cidade de Vitória-ES em agosto de 2022. Cada turma possuía aproximadamente 30 alunos. A aplicação das atividades teve o apoio do professor de matemática das turmas e ocorreu em duas visitas durante uma mesma semana na escola. Os alunos tinham à disposição tablets fornecidos pela escola, ou também poderiam utilizar os próprios smartphones. Para a produção dos dados, foram utilizados registros fotográficos, diário de bordo e respostas dadas pelos alunos verbalmente ou por escrito, além das criações feitas por eles no aplicativo.

Para a análise dos dados, buscamos perceber se a realização das atividades e especialmente o uso do aplicativo para a melhoria pelos alunos no desenvolvimento de habilidades relacionadas à visualização, conforme propostas por Gutiérrez (1996): Percepção figura-fundo, constância perceptiva, rotação mental, percepção da posição no espaço, percepção de relações espaciais e discriminação visual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada um dos três encontros realizados com as turmas envolveu atividades utilizando diferentes módulos do Sólidos RA. O primeiro encontro teve como tema a construção de figuras planas e sólidos geométricos utilizando o módulo de modelagem do aplicativo. O segundo encontro teve por tema o reconhecimento de sólidos geométricos utilizando o módulo de visualização. O tema do terceiro encontro foi a criação de cenas de realidade aumentada por meio de figuras primitivas utilizando o módulo de criação. Devido à limitação de espaço, neste artigo analisaremos apenas o terceiro encontro.

No terceiro encontro, os alunos iniciaram uma atividade de criação de cenas de realidade aumentada com base em objetos primitivos e transformações aplicadas sobre esses objetos, utilizando o módulo de criação. Esse módulo requereu uma explicação detalhada de como gerar

20



objetos primitivos (cubo, esfera, cilindro, cone, pirâmide e semiesfera) e manipular a posição, rotação e escala desses objetos. Durante a explicação, foi desenhada uma cena no quadro e a mesma cena foi recriada no aplicativo utilizando as ferramentas do módulo de criação com os alunos. Após um tempo explorando o módulo de criação, os alunos começaram a desenvolver cenas com mais objetos. Alguns exemplos de cenas criadas pelos alunos estão apresentados na Figura 9.

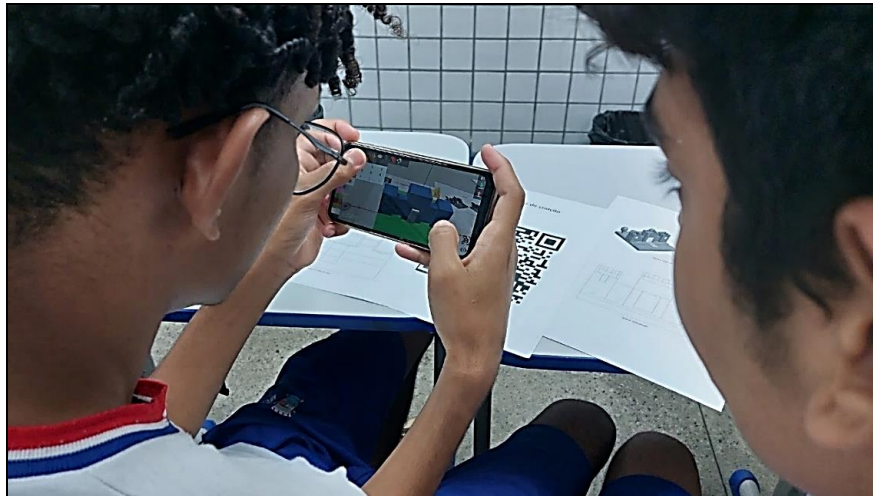
Figura 9: Diversas criações de alunos no módulo de criação.



Fonte: Autoria própria (2022)

Seguindo as atividades do encontro, foi proposto aos alunos o desafio de criar uma cena específica. Foi proposta aos grupos de alunos a criação da cena de um castelo, composto basicamente por blocos e algumas esferas e cilindros. Para referência, os alunos receberam um material impresso com a cena que eles devem criar em diferentes perspectivas de visualização, contendo uma prévia de como deveria ser o resultado, além de visões frontal, lateral e de topo da cena. Na Figura 10, ilustramos um grupo de alunos criando o castelo.

Figura 10: Alunos criando o castelo.



Fonte: Autoria própria (2022)

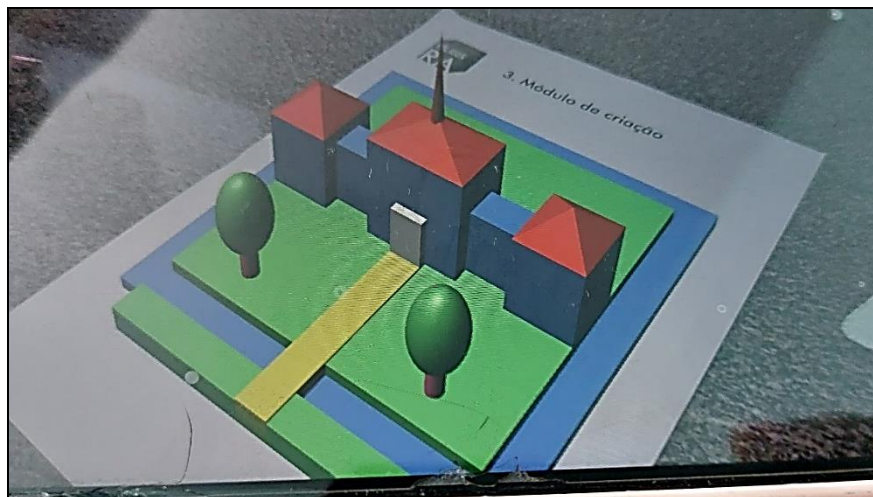
Durante a criação da cena do castelo, foram observados grupos que, para cada elemento da cena, criava um novo objeto na origem e configurava posição e escala dos objetos da cena com base nas configurações padrão. Entretanto, alguns grupos perceberam que poderiam simplesmente duplicar objetos e espelhá-los em relação ao sistema de coordenadas, invertendo o sinal de alguma coordenada, já que boa parte dos elementos dessa cena são posicionados simetricamente em relação a um eixo do sistema de coordenadas. Tal percepção indica capacidade de produzir imagens mentais dinâmicas e visualizar uma configuração em movimento, o que Gutiérrez (1996) chama de rotação mental.

Ao analisarmos a produção dos grupos de alunos enquanto eles estavam livres para desenvolver suas cenas explorando o modo de criação, percebíamos em alguns alunos dificuldades relacionadas à translação dos objetos. Porém, após algumas tentativas e intervenções dos pesquisadores, passaram a associar melhor a posição do sólido com as coordenadas x , y e z , bem como a movimentação dos marcadores em relação a seu corpo, melhorando a percepção de deslocamentos em um sistema tridimensional e no espaço em que coexistem sujeitos e objetos reais e virtuais. Essa associação da posição dos objetos nos eixos coordenados e em relação a seu corpo indica que o aluno, ao utilizar o módulo de criação do Sólidos RA, está trabalhando com sua habilidade de percepção da posição no espaço (GUTIÉRREZ, 1996), que envolve a capacidade de relacionar um objeto, imagem ou imagem mental a si mesmo.

No desenvolvimento da cena do castelo, os alunos tinham acesso a imagens de visão frontal, lateral e superior do castelo. Um grupo de alunos que foi acompanhado era frequentemente observado, quando comparavam os elementos entre as três visualizações do cenário, buscando identificar os elementos equivalentes para posicioná-los corretamente na cena em realidade aumentada. As imagens nas diferentes perspectivas possuem diversos elementos que precisavam ser isolados e percebidos como elementos distintos para que fossem corretamente transportados para a cena em realidade aumentada.

O resultado satisfatório do castelo desenvolvido por este grupo (Figura 11) indica que os estudantes foram capazes de perceber os diversos objetos em diferentes perspectivas, utilizando, para a realização desta tarefa, diversas habilidades de visualização, como a percepção figura-fundo, constância perceptiva, rotação mental e discriminação visual (GUTIÉRREZ, 1996).

Figura 11: Castelo finalizado por uma dupla de alunos.



Fonte: Autoria Própria (2022)

As observações feitas depois das produções dos estudantes mostram que, embora a experiência tenha sido curta, foram identificadas evidências quanto às potencialidades no uso do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à visualização geométrica. Acrescentamos a isso a motivação dos estudantes e do professor regente com o uso de uma tecnologia avançada, porém muito acessível.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a evolução e disseminação da tecnologia, os educadores têm à disposição novas ferramentas para produção de diferentes abordagens pedagógicas, de modo a conceber aulas mais motivadoras, uma vez que podem promover maior aproximação entre vivências dos estudantes fora do contexto escolar das práticas de sala de aula. Porém, para além disso, a inserção dessas tecnologias tem potencial para permitir outras formas de abordagens e, conseqüentemente, facilitar aprendizagens do que já se faz e estruturação de novas formas de ensinar, aprender e produzir matemática.

O aplicativo Sólidos RA surge nessa perspectiva, por fazer uso de tecnologia atualmente mais acessível, como um smartphone, bem como possibilitar a utilização da realidade aumentada, que incorpora objetos virtuais manipuláveis ao espaço físico onde os estudantes se encontram. O fato de o aplicativo ter sido desenvolvido no contexto de uma licenciatura em Matemática por um dos autores deste artigo torna a pesquisa aqui apresentada inovadora, de certa forma.

Neste artigo, apresentamos uma pesquisa que teve por objetivo analisar potencialidades na utilização do aplicativo Sólidos RA como um recurso para auxiliar o desenvolvimento da visualização geométrica por estudantes. A visualização geométrica é considerada um conceito relevante para a educação, entre outras coisas por apoiar a intuição e a formação de conceitos e para o desenvolvimento do pensamento matemático.

Para atingir o objetivo proposto, uma série de tarefas foi aplicada com estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental, que foram convidados a responder a algumas questões mediante a manipulação do aplicativo. As análises dos dados produzidos foram feitas tomando por referência habilidades visuais específicas, como proposto por Gutiérrez (1996). Trazemos, neste texto, a análise de uma das atividades propostas que propunha o uso de um dos módulos do Sólidos RA, o módulo de criação, por propiciar condições para que os estudantes utilizem sua criatividade, ao mesmo tempo que fazem uso de objetos geométricos em três dimensões.

Como resultado, observamos que o aplicativo tem potencialidades para contribuir para o desenvolvimento da visualização geométrica, ao notarmos que emergiram, com apoio nas observações feitas, algumas das habilidades propostas por Gutiérrez (1996). Sabemos que outras

pesquisas deverão ser feitas, a fim de que apontemos novas formas de fazer matemática por meio da utilização da realidade aumentada com o aplicativo investigado. Contudo, já notamos aspectos importantes ante as atividades desenvolvidas, a atividade matemática em que se inserem possíveis representações concretas enquanto se descobrem as relações abstratas de interesse nos processos de ensino e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, Nur; JUNAINI, Syahrul. Augmented reality for learning mathematics: A systematic literature review. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 15, n. 16, p. 106-122, 2020.
- AMORIM, Lucas Luppi. **Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada**. 2022. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória-Es, 2022.
- AZUMA, Ronald T. A survey of augmented reality. **Presence: teleoperators & virtual environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BOALER, Jo et al. Seeing as understanding: The importance of visual mathematics for our brain and learning. **Journal of Applied & Computational Mathematics**, v. 5, n. 5, p. 1-6, 2016.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.
- CHASSOT, C. S.; SILVA, R. A. N. A pesquisa-intervenção participativa como estratégia metodológica: relato de uma pesquisa em associação. **Psicologia & Sociedade**, Recife, v. 30, e181737, 2018. DOI: 10.1590/1807-0310/2018v30181737.
- CASTRO, Thomas Selau de; KAMPPF, Adriana Justin Cerveira. Realidade aumentada na educação: algumas reflexões. In: GIRAFFA, Lucia (org.). **Recursos digitais na escola, volume 1**. Jaçoba: Editora Unoesc, 2021. p. 111-127.
- GREGORY, Richard L. **Eye and brain: The psychology of seeing**. McGraw-Hill, 1973.
- GUTIÉRREZ, Angel et al. Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. In: Pme Conference. **THE PROGRAM COMMITTEE OF THE 18TH PME CONFERENCE**, 1996. p. 1-3.
- MEIER, Melissa. O uso de dispositivos móveis e tecnologia touchscreen em atividades de geometria. 2017.
- YAKIMANSKAYA, I. Sarry. The Development of Spatial Thinking in Schoolchildren. Soviet Studies in Mathematics Education. Volume 3. National Council of Mathematics, 1906 Association Drive, Reston, VA 22091, 1991.