

Realidade Aumentada e o Jogo do Detetive no Estudo de Poliedros e Corpos Redondos

Augmented Reality and the Detective Game in the Study of Polyhedra and Round Bodies

Realidad Aumentada y Juego Detectivesco en el Estudio de Poliedros y Cuerpos Redondos

Fernando Eiji Fujii¹  

Fabiane de Oliveira²  

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa exploratória que consistiu na elaboração e implementação de um objeto educacional (jogo) com uso da tecnologia Realidade Aumentada (RA). O objetivo da pesquisa é verificar a receptibilidade da RA aliada ao jogo 'Detetive Geométrico', assim como investigar as possíveis contribuições que o jogo pode oferecer no Estudo dos Sólidos Geométricos. Os sujeitos da pesquisa foram alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio, participantes do 3º Encontro Regional PR03 Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC) / Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) na Escola (ONE). Os dados foram coletados por meio de um questionário com questões tipo Likert e questões abertas. Por meio da análise dos resultados verificou-se que os participantes consideraram a atividade desenvolvida com a RA e jogo 'Detetive Geométrico' interessante, divertida e empolgante. A RA auxiliou no reconhecimento dos nomes e formas dos sólidos geométricos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Geometria Espacial; Jogos; Realidade Aumentada, Tecnologia Educacional.

ABSTRACT

This article presents the results of an exploratory research that consisted of the development and implementation of an educational object (game) using Augmented Reality (AR) technology. The objective of the research is to verify the receptivity of AR combined with the game 'Geometric Detective', as well as to investigate the possible contributions that the game can offer in the study of Geometric Solids. The research subjects were elementary and high school students, participants of the 3rd Regional Meeting PR03 Junior Scientific Initiation Program (PIC) / Brazilian Mathematics Olympiad for Public Schools (OBMEP) at School (ONE). Data were collected through a questionnaire with Likert-type questions and open questions. Through analysis of the results, it was found that participants consider the activity developed with AR and the game 'Geometric Detective' interesting, fun and exciting. AR helped in recognizing the names and shapes of geometric solids.

Keywords: Mathematics Education; Spatial Geometry; Games; Augmented Reality, Educational Technology.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación exploratoria que consistió en el desarrollo e implementación de un objeto educativo (juego) utilizando tecnología de Realidad Aumentada (RA). El objetivo de la investigación es comprobar la receptividad de la RA combinada con el juego 'Geometric Detective', así como investigar las posibles aportaciones que el juego puede ofrecer en el Estudio de Sólidos Geométricos. Los sujetos de la investigación fueron estudiantes de enseñanza básica y media, participantes del 3er Encuentro Regional PR03 Programa de Iniciación Científica Juvenil (PIC) / Olimpíada Brasileña de Matemática para la Escuela Pública (OBMEP) en la Escuela (ONE). Los datos se recogieron a través de un cuestionario con preguntas tipo Likert y preguntas abiertas. Mediante el análisis de los resultados, se encontró que los participantes consideran interesante, divertida y emocionante la actividad desarrollada con AR y el juego 'Detective Geométrico'. AR ayudó a reconocer los nombres y formas de sólidos geométricos.

Palabras clave: Educación Matemática; Geometría Espacial; Juegos; Realidad Aumentada, Tecnología Educativa.

1 Graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Endereço para correspondência: Rua Augusto Ribas, 761, Centro, Ponta Grossa, PR, Brasil, CEP: 84010300. E-mail: ferfujii97@gmail.com.

2 Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professora Associada do Departamento de Matemática e Estatística da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Presidente Arthur Bernardes, 422, Sobrado 2, Neves, Ponta Grossa, PR, Brasil. CEP: 84020-370. E-mail: faboliveira@uepg.br.

INTRODUÇÃO

Com a crescente evolução da tecnologia no mundo atual, os dispositivos tecnológicos estão presentes desde muito cedo na vida dos alunos. Por isso, desde pequenos, os alunos de hoje estão sujeitos a se familiarizarem facilmente com esses dispositivos, o que tem sido um desafio para os professores. Afinal, surge a necessidade de implementar atividades ligadas à tecnologia, ao mesmo tempo que estimulem o interesse dos alunos pelo conteúdo ministrado.

Em particular, na Matemática, umas das áreas em que os alunos possuem mais dificuldades é a Geometria Espacial. Diversos autores têm pesquisado sobre o tema em busca de compreender como a Geometria tem sido ensinada e quais são as dificuldades encontradas. Entre eles pode-se citar Guerra e Ferreira (2024) com o tema “Uma reflexão sobre o ensino atual de Geometria”.

“este trabalho objetiva fazer uma contribuição reflexiva para as pesquisas sobre o ensino de geometria nas escolas básica brasileira, frente ao tipo de transposições didáticas nelas utilizadas, em busca de traços de um possível modelo epistemológico que as tenham subsidiado” (Guerra; Ferreira, 2024, p. 1).

Fortaleza e Rocha (2021) investigaram como foi o ensino da Geometria no final do século XIX com o tema: “Elementos do saber profissional do professor: uma geometria para ensinar do final século XIX”. Neste artigo os autores pretendem:

“caracterizar a geometria para ensinar que se manteve estável como elemento do saber profissional do professor na última década do século XIX, considerando os manuais de Affreixo e Freire (1890) e Coelho (1892)” (Fortaleza; Rocha, 2021, p. 22).

Settimy e Bairral (2020) relatam sobre o tema “Dificuldades envolvendo a visualização em geometria espacial”. Eles concluem que:

“A visualização é considerada uma habilidade importante do pensamento matemático, é um processo individual que não é inato e, portanto, precisa ser ensinado. A categoria discutida neste texto, intitulada de Dificuldades, evidenciou a necessidade da implementação de mais atividades com foco na visualização e na representação dos objetos trabalhados. Além disso, a variedade de recursos utilizados foi um elemento relevante para o aprendizado geométrico dos sujeitos” (Settimy; Bairral, 2020, p. 177).

Por meio do estudo de Settimy e Bairral (2020), observa-se que um dos obstáculos dos alunos se deve à dificuldade em relação à visualização espacial. Desta forma, os docentes começaram a buscar meios alternativos para conseguir contorná-los.

Partindo da ideia de que a Geometria Espacial exige a visualização de figuras geométricas tridimensionais, buscou-se recursos tecnológicos para suprir essa necessidade. Dentre eles destaca-se a Realidade Aumentada (RA) que já tem sido utilizada em diversas áreas tais como medicina, arquitetura, montagem e manutenção de peças, jogos e inclusive na área de educação.

De acordo com Tori e Hounsell (2020) experiências com RA no contexto educacional têm demonstrado que ela pode transformar os ambientes educacionais em uma experiência mais eficaz, engajadora, produtiva, prazerosa e interativa para os alunos. Os autores complementam afirmando que “uma das características mais significativas da RA, do ponto de

vista pedagógico, é que ela fornece um espaço essencialmente centrado no aluno e flexível para proporcionar oportunidades de aprendizagem.” (Tori; Hounsell, 2020, p. 404)

Para Figueiredo et al. (2015) a “Realidade Aumentada combina objetos virtuais com um ambiente real tridimensional, em tempo real. Os objetos virtuais e reais aparecem de forma que o utilizador vê o mundo real e os objetos virtuais sobrepostos”, dessa forma podemos aplicar a RA para a Geometria Espacial, onde a visualização tridimensional é de suma importância para a aplicação do conteúdo.

Na área de Matemática a Realidade Aumentada possui muitas vantagens. De acordo com Tori e Hounsell (2020), os alunos podem visualizar os objetos tridimensionais nos livros com Realidade Aumentada, sem precisar imaginá-los ou desenhá-los. Desta forma ele melhora a visualização tridimensional auxiliando os alunos na compreensão do conteúdo.

Uma forma de utilizar a RA no ensino é por meio de jogos.

“os jogos em grupo são importantes e propiciam aos envolvidos diversos benefícios, como por exemplo: noções de cooperação, aprendizado de como agir e se portar numa sociedade, limites de liberdade, entre outros” (Zorzal *et al.*, 2006, p. 500).

Os autores complementam afirmando que os jogos com Realidade Aumentada permitem que “ao lidar com os objetos tridimensionais sobrepostos no cenário, o jogador estimula sua capacidade de percepção e raciocínio espacial”

Portanto esta pesquisa tem por objetivo verificar a receptibilidade da RA aliada ao jogo “Detetive Geométrico”, assim como investigar as possíveis contribuições que o jogo pode oferecer no Estudo dos Sólidos Geométricos.

A atividade foi aplicada para os estudantes que participaram do 3º Encontro Regional PR03 Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC) / Olimpíada Brasileira de Matemática as Escolas Públicas (OBMEP) na Escola (ONE) o qual foi realizado na Universidade Estadual de Ponta Grossa. Os dados foram coletados por meio de questionários com questões abertas e tipo Likert.

Além da introdução, este trabalho está estruturado em mais quatro seções constitutivas: referencial teórico, metodologia, análises e resultados e considerações finais.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

O uso de tecnologia por docentes na sala de aula vem crescendo ao longo dos tempos. Este fato se deve ao desenvolvimento tecnológico que facilitou o uso da mesma. Dentre as tecnologias utilizadas no ensino, destaca-se a Realidade Aumentada.

Kirner e Sisscoutto (2007, p. 10) afirmam que a RA é “a sobreposição de objetos e ambientes virtuais com o ambiente físico, através de algum dispositivo tecnológico” possibilitando observar objetos em 3D para melhor visualização, o que antes víamos apenas em forma plana.

De acordo com Tori e Hounsell (2018, p. 38) “A RA, enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e vir-

tuais". Os autores complementam afirmando que "O objetivo é que o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação" (Tori e Hounsell, 2018, p. 38).

Na Figura 1, temos a inserção de um carrinho e um vaso virtuais sobrepondo o ambiente real. Podemos manipulá-los de tal forma que pareçam que realmente façam parte do ambiente, como pode-se observar ao lado esquerdo da figura.

Figura 1 – Realidade Aumentada com vaso e carros virtuais sobre a mesa



Fonte: Tori e Hounsell (2020, p. 34)

Com o crescente uso da Realidade Aumentada por docentes, a quantidade de trabalhos utilizando esta ferramenta vem aumentando. Diversos autores têm trabalhado com este tema.

Entre eles pode-se citar os artigos de Macedo, Silva e Buriol (2016), Moussa, Ymai e Camargo (2017), Siqueira (2019) e Santiago e Araújo (2024).

Macedo, Silva e Buriol (2016) desenvolveram o aplicativo AppiRAMide. O objetivo dos autores era auxiliar os alunos na compreensão do conteúdo matemático sobre pirâmides. Com o aplicativo aberto e o auxílio da câmera, é possível visualizar as pirâmides em 3D através de seus marcadores. A imagem tridimensional formada apresenta os vértices da pirâmide representados por letras do alfabeto e possui as ferramentas de planificar a pirâmide e apresentar uma animação do volume da pirâmide. Os autores mostram que os alunos acharam o aplicativo AppiRAMide uma ferramenta eficiente na visualização tridimensional e que sentiram-se motivados pela atividade a aprenderem mais sobre Geometria Espacial.

Moussa, Ymai e Camargo (2017) apresentam um aplicativo para dispositivos móveis, que utiliza a RA para a visualização de gráficos tridimensionais gerados por uma função. O objetivo do aplicativo é auxiliar os alunos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral III, a qual segundo os autores é a disciplina onde os alunos vêm apresentando maiores dificuldades. O aplicativo possibilita visualizar um exemplo de como seria o Sólido Geométrico formado pelas funções apresentadas pelo docente. O aplicativo atualmente possui cinco tipos de gráficos e está sendo desenvolvido para que no futuro este número seja ampliado.

Siqueira (2019) desenvolveu uma ferramenta de Realidade Aumentada e Realidade Virtual para mostrar o Sistema Solar de maneira mais próxima da realidade. As medidas usadas neste trabalho envolvem distâncias entre os planetas e o Sol, limites de distâncias mínimo e máximo, rotações, inclinações e excentricidades das órbitas elípticas. O autor mostra

os benefícios de utilizá-las em sala de aula com o objetivo de encorajar os professores a utilizar essas ferramentas. Os alunos não precisam fazer *download* de aplicativos e marcadores. A ferramenta pode ser utilizada em várias disciplinas como Geometria, Cálculo Diferencial e Integral, Estatística, Biologia, Química, Engenharia, entre outras, ou seja, todas as áreas que necessitem de representações tridimensionais.

O artigo Santiago e Araújo (2024) traz uma proposta proposta para o uso de Realidade Aumentada para o Ensino de Matemática. Os autores apresentam o aplicativo 'Sólidos RA' projetado para o ensino da Geometria a partir da Realidade Aumentada. A atividade foi aplicada em duas turmas do sexto ano do ensino fundamental. Com os dados da pesquisa os autores concluem que "o uso da Realidade Aumentada pode ser considerado um recurso pedagógico eficaz na promoção da aprendizagem de conteúdos matemáticos, particularmente sobre Sólidos Geométricos, para estudantes nesse nível de ensino" Santiago e Araújo (2024, p. 14).

A Realidade Aumentada também pode ser usada em jogos, como por exemplo o Pokémon GO. Este jogo foi desenvolvido para *smartphones* e pode ser utilizado nas plataformas Android e IOs. O jogo traz a utilização do dispositivo móvel junto a sua localização em tempo real, onde os Pokemons surgem na tela do dispositivo para que o usuário possa clicá-los a fim de capturá-los.

Desta forma pode-se aliar o uso da Realidade Aumentada com os jogos com o intuito de trazer uma atividade mais lúdica para a sala de aula. Segundo Lemes e Marcatto (2020, p. 13) "a ludicidade despertada com a prática de jogos é o principal benefício mais evidenciado nos textos, sendo atribuído a ela maior participação, motivação e interesse dos alunos nas atividades", sendo assim os jogos um meio facilitador da aprendizagem, além de possibilitar diferentes tipos de atividades.

Utilizando esta linha de pensamento, Dourado *et al.* (2015) desenvolveram o jogo Oceano Matemático, o qual utiliza a Realidade Aumentada. Os autores acreditam que os jogos fazem com que os indivíduos apresentem mais interesse e fiquem mais concentrados para concluir seus objetivos. Com o auxílio da câmera do dispositivo móvel, ao apontar no marcador, aparece um produto cartesiano com o oceano e ilhas em 3D. O objetivo do jogo é conduzir o navio através de coordenadas no plano e à medida que o jogo vai avançando, o jogador deverá resolver uma expressão matemática que irá apontar outro ponto no plano, até chegar ao destino correto. Os autores constatam que a maioria dos alunos achou o jogo divertido, de fácil entendimento e uma boa forma de praticar os conteúdos previamente estudados.

Desta forma o objeto educacional desenvolvido neste trabalho traz uma proposta lúdica e que proporciona a utilização dos conceitos matemáticos. Para este fim desenvolveu-se o jogo "Detetive Geométrico" que utiliza a Realidade Aumentada com a finalidade de fixar o conteúdo de Geometria Espacial.

METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória. De acordo com Gil (2017) este tipo de pesquisa propicia uma maior familiaridade com o problema. A abordagem do problema é quali-quantitativa.

A pesquisa foi realizada em atividade implementada no 3º Encontro Regional PR03 Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC) / Olimpíada Brasileira de Matemática nas Escolas Públicas (OBMEP) na Escola (ONE), realizado na Universidade Estadual de Ponta Grossa em 2019. Os sujeitos da pesquisa foram alunos do Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM), participantes do PIC / ONE.

A amostra é composta por 29 participantes sendo 18 estudantes do sexo feminino e 11 do sexo masculino. Com a finalidade de garantir a integridade dos respondentes, cada questionário foi identificado por um número e utilizou-se a letra (P) para indicar o participante. Por exemplo, para indicar o participante de número 6, utilizou-se a sigla P6.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por questões abertas e do tipo Likert, compostas por cinco níveis de concordância considerando: discordo muito, discordo pouco, não concordo nem discordo, concordo pouco e concordo muito.

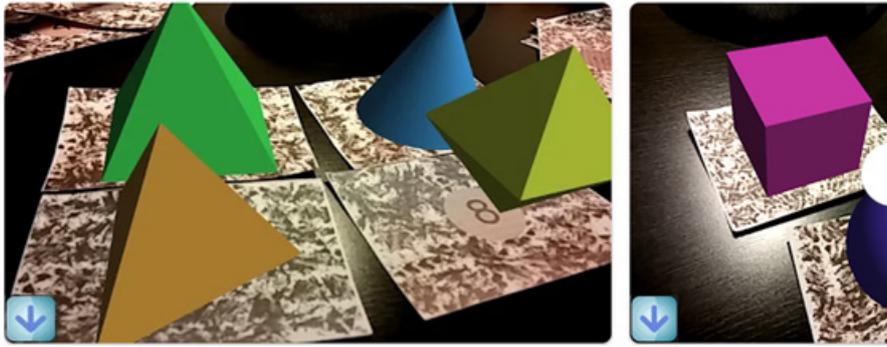
O jogo utiliza um o aplicativo “*Augmented Polyhedron*³” disponível no Play Store e um *tablet* para visualizar os marcadores. O aplicativo conta com doze marcadores numerados de um a doze. Cada um dos marcadores representa um Sólido Geométrico. Para o jogo foram utilizados nove marcadores. Os sólidos geométricos escolhidos e seus respectivos números foram: (1) Cubo, (2) Paralelepípedo, (3) Esfera, (4) Cilindro, (5) Cone, (6) Pirâmide Quadrangular, (7) Pirâmide Triangular, (8) Prisma Triangular e (9) Prisma Trapezoidal. A Figura 2 ilustra os marcadores e a visualização com o auxílio de um dispositivo tecnológico.

O jogo conta com a participação de dois ou mais jogadores, onde um deles será o detetive e os outros serão os policiais. O jogo contém nove cartões, onde cada um deles contém a informação do crime. Os participantes policiais, escolherão um dos cartões para ler as informações ao detetive. Cada investigação contém cinco suspeitos identificados pela polícia, que serão representados pelos seus respectivos números nos marcadores. Também é informada uma dica sobre o suspeito.

O detetive pegará os marcadores indicados pela investigação e com o auxílio de um dispositivo tecnológico e o aplicativo ele irá analisar os suspeitos.

Se mesmo com as informações dos policiais o detetive não identificar o suspeito, ele poderá solicitar mais uma dica, para assim poder encerrar o caso. Se mesmo com a dica extra o detetive falhar em encontrar o suspeito, tome cuidado, porque temos um criminoso à solta!

³ *Augmented Polyedrons*, desenvolvido por CHARDINE, M. Polyèdres augmentés – Mirage. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miragestudio.polygons&hl=en_US. Acesso em 07 maio. 2024.

Figura 2 – Marcadores e visualização com o auxílio do dispositivo tecnológico

Fonte: Chardine (2024)

A Figura 3 ilustra um exemplo do cartão presente no jogo, onde o escolhido foi o cartão de número nove.

Figura 3 – Cartão do crime

<p>Investigação número 9</p> <p>Segundo informações da polícia, estão investigando um caso em que um sólido geométrico roubou a Escola Geométrica de Geometrix. A polícia conseguiu com as investigações uma lista de suspeitos. Estão entre eles os sólidos geométricos de número 2, 6, 7, 8 e 9. Temos uma pista sobre o suspeito, ele possui 1 base. Mesmo com todas essas informações, não estão nem perto de descobrir quem foi, por isso pedimos ajuda a você, o detetive Geométrico.</p> <p>Analise os sólidos geométricos da lista de suspeitos e peça mais uma dica ao seu assistente, mas lembre-se tem apenas mais uma dica. Boa sorte na investigação!</p> <p>Resposta: Pirâmide Triangular. Número 7.</p> <p>Propriedades: 4 faces, 6 arestas, 4 vértices e 1 base.</p> <p>Achado o suspeito, para preencher o formulário criminal, informe a quantidade de faces, vértices, arestas e bases que o suspeito possui.</p>

Fonte: Os autores (2019)

A seguir é apresentada a simulação de uma jogada com o uso da “Investigação número 9”. Os jogadores são o participante policial e o detetive.

Participante Policial: Segundo informações da polícia, estão investigando um caso em que um sólido geométrico roubou a Escola Geométrica de Geometrix. A polícia conseguiu com as investigações uma lista de suspeitos. Entre eles estão os sólidos geométricos de números 2, 6, 7, 8 e 9. Mesmo com todas essas informações, não estão nem perto de descobrir quem foi, por isso pedimos ajuda a você, o Detetive Geométrico.

Detetive: O detetive separa os marcadores que correspondem aos sólidos geométricos suspeitos conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Marcadores correspondentes aos suspeitos do crime

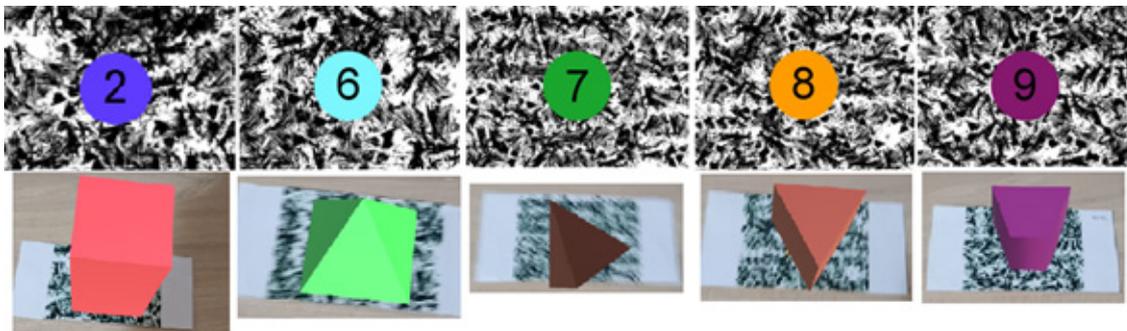
Fonte: Adaptada de Chardine (2024)

Participante Policial: Temos uma pista sobre o suspeito. Ele possui uma base.

Detetive: O detetive utiliza o dispositivo tecnológico (*tablet* ou *smartphone*) com o aplicativo de RA e irá analisar os suspeitos.

A Figura 5 apresenta a imagem em RA para cada marcador.

Figura 5 – Marcadores e sua imagem em Realidade Aumentada



Fonte: Os autores (2024)

Detetive: O detetive irá excluir todos os marcadores referentes aos sólidos geométricos que não possuem uma única base. Restaram agora os marcadores 6 e 7. O sólido é uma pirâmide! Mas como há duas pirâmides entre os suspeitos ele irá precisar de mais uma dica.

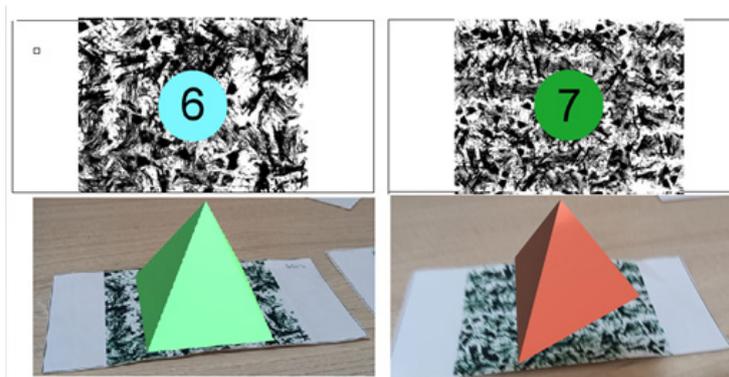
Participante Policial: Analise os sólidos geométricos da lista de suspeitos e peça mais uma dica ao seu assistente, mas lembre-se tem apenas mais uma dica. Boa sorte na investigação!

Detetive: Como o sólido é uma pirâmide preciso saber qual é o tipo de pirâmide. Vou perguntar qual é a base para identificar.

Participante Policial: O participante policial olha na ficha e verifica que o tipo de base não consta nas propriedades, mas na resposta consta que é uma pirâmide de base triangular, logo a base é um triângulo.

Detetive: O detetive utiliza o aplicativo novamente e rotaciona os marcadores 6 e 7 para analisar as bases das pirâmides conforme mostra a Figura 6. Dessa forma verifica que a pirâmide referente ao marcador 7 tem uma base triangular. E assim está identificado o suspeito: A criminosa é uma Pirâmide de base triangular.

Figura 6 – Pirâmides em Realidade Aumentada



Fonte: Os autores (2024)

Após desmascarar o criminoso, o detetive terá que preencher o formulário criminal para registrar as informações do criminoso na delegacia. A Figura 7 apresenta a ficha criminal. Com o aplicativo de RA o detetive irá preencher a ficha. Para isso ele pode mover o marcador explorando a rotação dos sólidos e visualizando-o em diferentes perspectivas. Assim ele terá uma visualização adequada para realizar a contagem do número de faces, arestas, vértices e bases.

O policial irá conferir os dados em sua ficha de investigação.

Figura 7 – Ficha criminal

Ficha criminal	N° do sólido: _____
Série/ano: _____	
Quantidade de faces: _____	
Quantidade de arestas: _____	
Quantidade de vértices: _____	
Quantidade de bases: _____	
Tipo da base: _____	

Fonte: Os autores (2019)

Como a atividade foi aplicada em um evento que envolvia alunos de diversos níveis, para auxiliá-los foram utilizados cartazes envolvendo conceitos de Geometria Espacial. Nestes cartazes haviam ilustrações e conceitos de prismas, pirâmides e corpos redondos. Tipos de bases, números de faces, vértices e arestas dos sólidos geométricos. Os participantes poderiam pesquisar nos cartazes sempre que necessário.

Após o jogo, os participantes preencheram um questionário. A próxima seção apresenta a análise dos resultados obtidos.

ANÁLISES E RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos na análise do questionário aplicado. O objetivo desse questionário é a coleta de opiniões dos participantes sobre a Realidade Aumentada no estudo da Geometria Espacial e a análise da experiência que os participantes tiveram ao jogarem o “Detetive Geométrico”. O questionário aplicado, constava de dez questões, as quais são apresentadas e analisadas a seguir.

A primeira questão indagava se o aluno já teve acesso a algum jogo ou aplicativo para o estudo de Geometria. Nota-se que 76,92% dos alunos responderam que nunca utilizaram nenhum jogo ou aplicativo para estudo de Geometria. Alguns indicaram algumas tecnologias como Khan Academy e GeoGebra e os jogos Minecraft e de tabuleiros. Este re-

sultado corrobora com Moran (2012, p. 121) que afirma “A educação só tem utilizado os jogos na educação infantil. Parece que, depois dela, o ensino é ‘sério’ e os jogos, cada vez mais, são deixados de lado.”

Em relação a questão 2, foi perguntado qual o conhecimento do aluno a respeito do aplicativo de RA. Obteve-se que 65,52% dos participantes não conheciam nenhum aplicativo que envolvesse RA e 35,48% dos alunos já conheciam algum aplicativo que utilizasse a RA. Dos que conheciam aplicativo de RA, três citaram o Pokémon GO. Apesar da Realidade Aumentada ser uma tecnologia muito utilizada nos dias atuais, seu uso não é muito comum nas escolas.

Por outro lado, encontra-se autores que têm defendido o seu uso na área da educação. Pode-se citar Lopes et al. (2019) que realizaram uma revisão sistemática apresentando trabalhos que mostram como fatores positivos da RA, o auxílio na compreensão dos conteúdos ensinados e motivação dos estudantes. Os autores citam como barreira no uso da RA a dificuldade no desenvolvimento das atividades por parte dos professores.

A questão 3 procurou investigar se o aluno já conhecia algum jogo que envolvesse investigação criminal. Com as respostas, tem-se que 68,97% dos alunos já conheciam algum jogo que envolvesse investigação criminal.

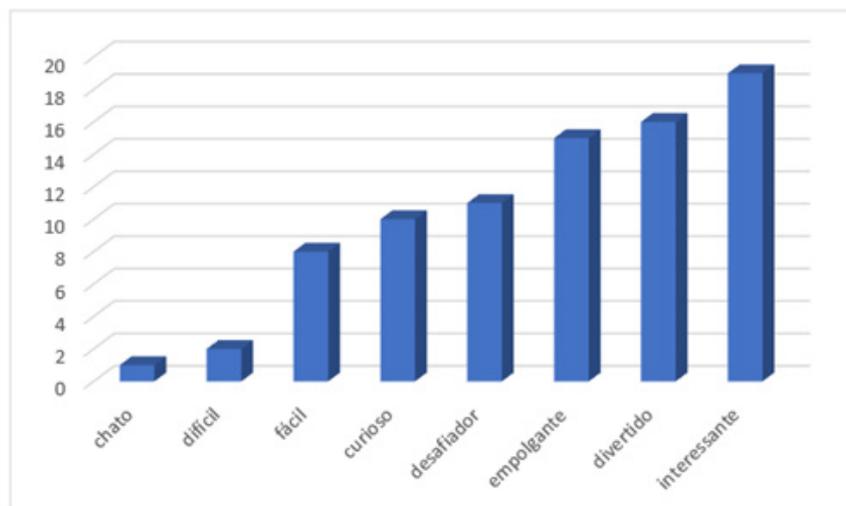
A questão 4 tem por finalidade saber se o aluno entendeu o objetivo do jogo, caso a resposta fosse afirmativa, o aluno deveria expor o objetivo. Tem-se que a maior parte dos alunos (86,21%) entendeu o objetivo do jogo. A maioria das opiniões sobre qual era o objetivo do jogo eram “aprender as formas geométricas” e “identificar o culpado”.

Entre as respostas obtidas pode-se destacar:

- P5:** *sim, de sabermos as formas geométricas e raciocinar;*
- P7:** *sim, é tentar descobrir se a gente sabe sobre sólidos;*
- P29:** *sim, estudar os sólidos em 3D, analisar melhor depois.*

Observa-se que a maior parte dos participantes entendeu que o objetivo do jogo “Detetive Geométrico” é “identificar o sólido geométrico culpado pelo crime”. Alguns participantes além de identificarem o objetivo do jogo também acrescentaram o objetivo da atividade: “fixar o conteúdo de Geometria Espacial”.

Para verificar a impressão que o jogo despertava nos alunos, a questão 5 apresentava nove alternativas sobre o jogo, sendo elas: empolgante, desafiador, chato, interessante, curioso, monótono, divertido, fácil e difícil. O participante deveria escolher três dessas características que representassem o que eles sentiram ao jogar. A Figura 8 apresenta as escolhas realizadas.

Figura 8 – Assinale três alternativas que mais representam o que você sentiu no jogo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Verifica-se na Figura 8, que as alternativas mais selecionadas foram: empolgante, divertido e interessante. Apenas um participante considerou o jogo chato e dois o classificaram como difícil. Observou-se durante a aplicação que alguns participantes tinham muita dificuldade no conteúdo, o que prejudicava o jogo e fazia com que eles sempre perdessem. Acredita-se que estas características negativas possam ser atribuídas a estes fatores. Os jogos fazem parte do dia a dia dos participantes do evento. Os atributos positivos, são características dos jogos e corroboram com as falas de Mattar (2013) e Moran (2012).

Na questão 6 buscou saber se o jogo ajudou os participantes a diferenciarem os sólidos geométricos trabalhados na atividade. A Figura 9 apresenta os resultados obtidos pela escala Likert. Verifica-se na Figura 9 que 65,51% dos participantes escolheram a opção “concordo muito” e 24,14% “concordo pouco” com a assertiva. Conforme Moran (2012, p. 120) “os jogos são meios de aprendizagem adequados para as novas gerações”. Mattar (2013, p.XX) complementa afirmando que “os jogos ensinam uma série de habilidades e possibilitam o aprendizado com a colaboração dos colegas.”

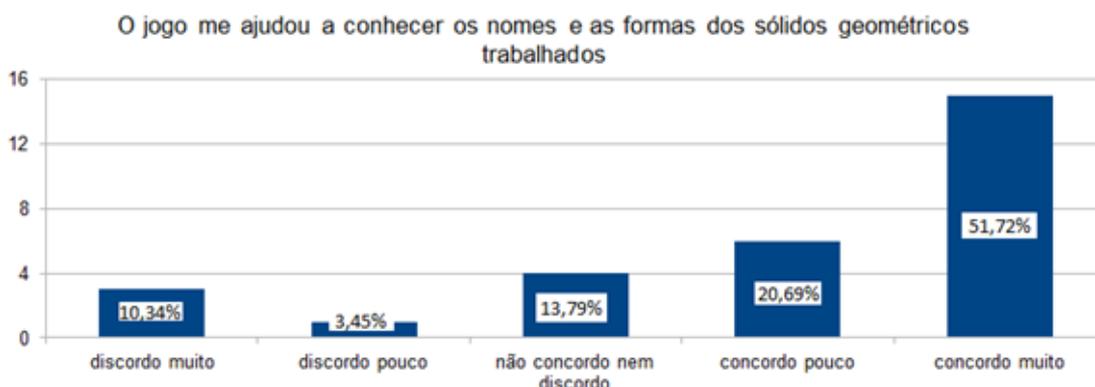
Figura 9 – Análise da questão 6

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A questão 7 tem por objetivo verificar se o jogo os ajudou a conhecer os nomes e formas dos sólidos vistos na atividade. Conforme apresentado na Figura 10 verifica-se que

51,72% e 20,69% escolheram a opção “concordo muito” ou “concordo pouco” com a assertiva, 13,79% não concordaram e nem discordaram.

Figura 10 – Análise da questão 7



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

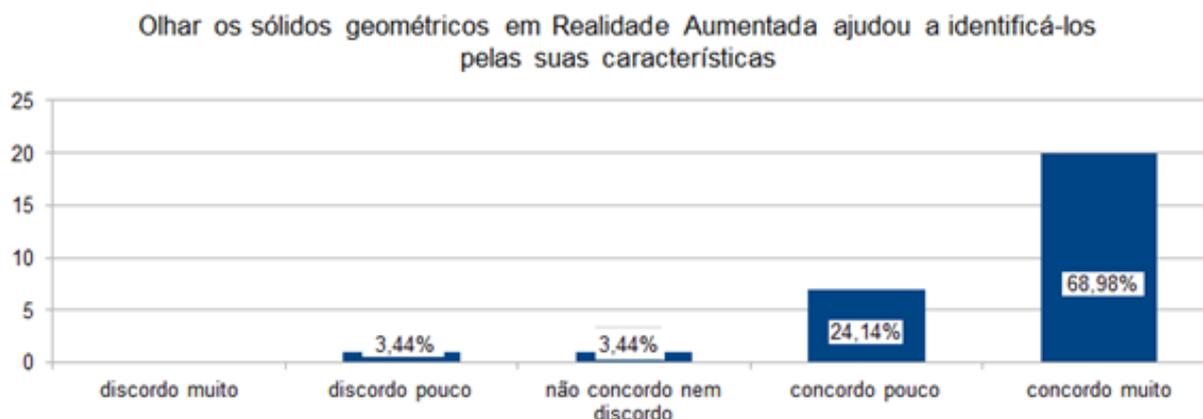
Pode-se dizer que a maioria dos participantes considera que a atividade envolvendo jogos com Realidade Aumentada contribuiu para o reconhecimento dos nomes e formas dos sólidos geométricos. Este resultado corrobora com Cans e Moretti (2024) os quais demonstram que:

“a construção geométrica constitui a primeira forma de ver em Geometria, no entanto, essa forma sozinha não é suficiente, a aprendizagem da Geometria requer outras formas de ‘ver’, com um apelo muito mais heurístico para fazer aparecer formas que não estão explícitas nas figuras geométricas” (Cans; Moretti, 2024, p. 17, grifos do autor).

Portanto a Realidade Aumentada pode ser utilizada como uma das formas de auxílio na aprendizagem.

Em relação a questão 8, perguntou se a RA facilitou a identificação dos sólidos pelas suas características. Obteve-se que 68,97% dos alunos marcaram a opção ‘concordo muito’ e nenhum dos alunos marcou a opção ‘discordo muito’. De acordo com Tomaschko e Hohenwarter (2019) visualizar objetos em Realidade Aumentada permite que os alunos possam ‘caminhar’ ao redor do sólido e explorá-lo em diversas perspectivas. Desta forma eles conseguem identificar com mais facilidade as características dos sólidos, conforme manipulam a figura e investigam cada detalhe.

Figura 11 – Análise da questão 8



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A questão 9 investigava quais as dificuldades os participantes tiveram no jogo e abria espaço para algumas sugestões. Entre as respostas obtidas pode-se destacar:

P8: *ficha criminal;*

P14: *muito fácil;*

P19: *poderia ser mais desafiador;*

P26: *um pouco difícil de reconhecer as formas.*

Verificou-se que 74% dos participantes não encontraram dificuldades no jogo. Dos participantes que citaram as dificuldades a principal foi o preenchimento da ficha criminal. Este fato deve-se ao trabalho de contar os vértices, faces, arestas e bases do polígono. A maior parte classificou a atividade como fácil e sugeriram uma atividade mais desafiadora. Esta diferença na avaliação se deve ao nível escolar dos participantes. Como a oficina foi aplicada em um evento envolvendo alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio para alguns participantes o conteúdo era fácil e para outros não.

Durante a aplicação da oficina observou-se que alguns participantes de nível mais avançado tinham algumas respostas mais criativas para descobrir qual era o sólido, envolvendo algumas vezes questões que não estavam no cartão do crime. Uma das questões utilizadas foi: "Qual é a fórmula utilizada para calcular o volume do sólido?".

Na questão 10 questionou-se o que os participantes mais gostaram no jogo. As análises das respostas foram agrupadas em categorias e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – O que os participantes mais gostaram no jogo?

	Categoria	Percentual
1	Realidade Aumentada	45,16
2	Modo Diferente de Estudar Geometria	9,68
3	Jogo do Detetive	16,13%
4	Tudo	29,03
	Total	100%

Fonte: Elaboração pelos autores (2019)

Observa-se na Tabela 1 que a maior parte dos participantes gostou da Realidade Aumentada. A segunda maior proporção é a dos participantes que gostaram de tudo, tanto da Realidade Aumentada como do jogo do detetive. Algumas das respostas dos participantes estão apresentadas a seguir:

P6: *o mistério;*

P10: *a realidade aumentada e as "histórias";*

P15: *a gente ter que pensar e descobrir o criminoso.*

Com base nas discussões dos participantes durante o jogo, verificou-se que alguns deles começaram a reconhecer padrões. Por exemplo, ao observar que o sólido só tinha uma base ele sabia que poderia ser uma pirâmide ou um cone pois os prismas têm duas bases. Para descobrir qual era o sólido bastaria saber qual era o formato da base.

Finalizando a análise pode-se enfatizar que o conteúdo de sólidos geométricos está presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no sexto ano, na Unidade Temática Ge-

ometria. Tendo como objeto de conhecimento “Prismas e pirâmides: planificações e relações entre seus elementos (vértices, faces e arestas)”, (BRASIL, 2017, p. 294) e como habilidade (EF06MA17) “Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.” (BNCC, p. 295).

Por meio do questionário verificou-se que o jogo Detetive Geométrico envolveu uma parte do objeto de conhecimento e sua habilidade. O professor pode complementar o jogo utilizando outros aplicativos de RA que utilizem a planificação.

Com a análise das respostas pode-se concluir que:

1. A maioria dos participantes (76,92%) nunca utilizaram jogos ou aplicativos para estudo de Geometria;
2. Mais da metade dos participantes (65,52%) não conheciam aplicativos de RA;
3. O objetivo do jogo foi entendido por 86,21% dos participantes “identificar o sólido geométrico culpado pelo crime”. Alguns deles identificaram o objetivo da atividade: “fixar o conteúdo de Geometria Espacial”;
4. O jogo foi classificado como empolgante, divertido e interessante;
5. O jogo ajudou os participantes a diferenciarem os sólidos geométricos e a conhecer os nomes e formas dos sólidos;
6. O jogo facilitou a identificação dos sólidos geométricos pelas suas características;
7. A principal dificuldade encontrada por alguns participantes foi o preenchimento da ficha criminal (características dos sólidos);
8. Os participantes gostaram da Realidade Aumentada, do modo diferente de estudar Geometria e do Jogo do Detetive.

Desta forma pode-se concluir que a Realidade Aumentada despertou o interesse dos participantes pelo conteúdo auxiliando-os na visualização das figuras. Para um grande percentual dos participantes a RA chamou mais atenção que o próprio jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Realidade Aumentada vem crescendo no campo educacional, por se tratar de uma tecnologia inovadora e muito prática. Ela proporciona a visualização de objetos tridimensionais que os livros didáticos trazem de forma plana, fazendo com que o aluno tenha mais facilidade em observar a imagem e assim compreender melhor o conteúdo ministrado.

Esta tecnologia proporciona aos conteúdos matemáticos uma maior praticidade, principalmente nos conteúdos de Geometria Espacial. Além de dinamizar a aula e trazer uma atividade lúdica, conseqüentemente, desperta o interesse do aluno, fazendo com que o mesmo assimile melhor o conteúdo trabalhado.

Embasados nas ideias de Tori e Hounsell (2020) sobre o uso da Realidade Aumentada para auxiliar a visualização de figuras tridimensionais e de Zorzal et al. (2006) a respeito do

uso de jogos na educação procurou-se com esta pesquisa mostrar que o uso de Realidade Aumentada aliada aos jogos pode ser uma proposta para o professor abordar conceitos de Geometria Espacial no ensino de Matemática.

Desta forma, com base na análise dos questionários e observações realizadas durante a aplicação da oficina observou-se que:

Os participantes ficaram empolgados com o uso da tecnologia Realidade Aumentada aliada ao jogo Detetive Geométrico. Isso sugere aos docentes uma forma de utilizar essas ferramentas para tornarem as aulas mais dinâmicas e lúdicas, tornando o ambiente de ensino um lugar que envolva o aluno ao conteúdo ministrado.

A RA auxiliou os participantes na visualização de figuras tridimensionais e na identificação de suas características, facilitando dessa forma a aprendizagem do aluno.

Com um auxílio na visualização das figuras a RA também ajudou na aprendizagem dos alunos, pois desta forma eles aprenderam (lembraram) os conceitos geométricos utilizados no jogo.

O jogo fez com que o participante raciocinasse para que pudesse vencer o adversário. Isso fez com ele se interessasse pelo conteúdo, procurasse formas de “descobrir” o sólido geométrico utilizando diversos conceitos (vértices, lados, bases, entre outros). Alguns participantes foram capazes de reconhecer padrões e outros de relembrar as fórmulas dos sólidos.

Pelo fato de poucos participantes terem tido contato com a RA percebe-se a importância de cursos de formação para professores, apresentando as contribuições da RA no ensino-aprendizagem da Matemática e ensinando-os a trabalhar com o aplicativo.

Diante dos resultados analisados pode-se concluir que a Realidade Aumentada aliada ao jogo Detetive Geométrico tem um grande potencial para despertar o interesse e a motivação do aluno, assim como auxiliar nas dificuldades de visualização de figuras tridimensionais.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Educação é a Base. MEC/CONSED/UNDIME, Brasília: 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> . Acesso em: 21 maio. 2024.

CANS, Adalberto; MORETTI, Mércles T. Construção e Desconstrução Geométrica: gestos intelectuais fundamentais para a aprendizagem da geometria. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 48, e2024004, 2024. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024004.id591>

CHARDINE, M. Augmented Polyedrons. 2024. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miragestudio.polygons&hl=en_US . Acesso em: 7 maio. 2024

DOURADO, B. J.; SANTOS, A. B.; SILVA, J. S.; SILVA, F. J. M. S.; BORTOLI, A. BEZERRA, A. Desenvolvimento e avaliação de um jogo com tecnologia de RA para auxiliar no ensino de matemática. XIV SBGames. Proceedings of SB Games. Teresina – PI, 2015.

FIGUEIREDO, Mauro; AMADO, Nélia; BIDARRA, José; CARREIRA, Susana. A realidade aumentada na aprendizagem da matemática no ensino secundário. In: I **Conferência Internacional do Espaço Matemático em Língua Portuguesa**. CIEMeLP, Coimbra, 2015. Disponível em: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/4566/1/CiEMeLP-2015_paper_145.pdf Acesso em: 07 maio. 2024.

FORTALEZA, Francisca Janice dos Santos; ROCHA, Maria Lúcia Pessoa Chaves. Elementos do saber profissional do professor: uma geometria para ensinar do final do século XIX. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura–REMATEC**, Belém/PA, v. 16, n. 38, p. 19-34, Maio-Ago., 2021. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-141.2021.n38.p19-34.id334>

GUERRA, Renato Borges; FERREIRA, Raquel Soares Do Rêgo. Uma reflexão sobre o ensino atual da geometria. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 48, e2024008, 2024. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024008.id595>

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

LEMES, Jean Carlos; MARCATTO, Flávia Sueli Fabiani. Vertentes da pesquisa brasileira sobre a metodologia de jogos nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática nos anais do ENEM. **Revemop**, Ouro Preto, Brasil, v. 2, e202016, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202016>

LOPES, Luana Monique Delgado; VIDOTTO, Kajiana Nuernberg Sartor; POZZEBON, Eliane; FERENHOF, Helio Aisenberg. Inovações Educacionais com o uso da Realidade Aumentada: Uma Revisão Sistemática. **Educação em Revista**. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698197403>

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson (Org.) **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis – Rio de Janeiro: Editora SBC, 2007. Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf. Acesso em: 07 maio. 2024.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (Org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2018. Disponível em: http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018_livroRVA.pdf. Acesso em: 24 maio. 2024.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (Org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/66/291/540>. Acesso em: 24 maio. 2024.

MACEDO, Alex de Cassio; SILVA, João Assumpção da; BURIOL, Tiago Martinuzzi. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, 2016. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.70688>

MATTAR, João. **Games em Educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo, Brasil: Editora Pearson Prentice Hall, 2013.

MORAN, José Manuel. **A Educação que desejamos Novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas – São Paulo: Editora Papirus, 2012.

MOUSSA, Ahmad Hassan; YMAI, Leandro Hayato; CAMARGO, Sandro da Silva. Gráficos RA: Um Aplicativo baseado em Realidade Aumentada para Ensino de Cálculo. **Revista do CCEI**, Bagé, v. 22, n. 37, p. 52-62, 2017. Disponível em: http://revista.urcamp.tche.br/index.php/Revista_CCEI/article/view/239. Acesso em: 12 de nov. 2023.

SANTIAGO, Paulo Vitor da Silva; ARAÚJO, Francisco Cleuton de; Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos Geométricos para o Ensino Fundamental: relato de experiência em uma escola pública de Fortaleza–CE-Brasil. *Educação Matemática em Revista*. Brasília: v. 29, n. 82, p. 01-15, jan./mar. 2024. Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/3465/2525>. Acesso em: 25 maio. 2024.

SETTIMY, Thaís Fernanda de Oliveira; BARRAL, Marcelo Almeida. Dificuldades envolvendo a visualização em geometria espacial. **VIDYA revista eletrônica**, v. 40, n. 1, p. 177-195, jan./jun., 2020–Santa Maria, 2020. ISSN 2176-4603. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3219/2530>. Acesso em: 21 maio. 2024.

SIQUEIRA, Paulo Henrique. Ambiente web de realidade aumentada e realidade virtual para visualização dos planetas do sistema solar. In XIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Rio de Janeiro, 2019. v.1. Anais do Grafica 2019. p. 1143-1154. Disponível em: http://www.graphica2019.org/assets/doc/Anais_Grafica_2019.pdf. Acesso em: 07 maio. 2024.

TOMASCHKO, Melanie; HOHENWARTER Markus. Augmented Reality in Mathematics Education: The Case of GeoGebra AR. **Augmented Reality in Educational Settings**. Lieden: BRILL, p. 325-346, 2019. https://doi.org/10.1163/9789004408845_014

ZORZAL, Ezequiel Roberto; KIRNER, Claudio; CARDOSO, Alexandre; LAMOUNIER Edgard. A Jr. Viabilizando o Desenvolvimento de Jogos Espaciais com Realidade Aumentada. Anais do XXVI Congresso da SBC. p. 488-502. Campo Grande, MS. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266354813>. Acesso em 07 maio. 2024.

Histórico

Recebido: 27 de maio de 2024.

Aceito: 14 de julho de 2024.

Publicado: 17 de agosto de 2024.

Como citar – ABNT

FUJII, Fernando Eiji; OLIVEIRA, Fabiane de. NRealidade Aumentada e o Jogo do Detetive no Estudo de Poliedros e Corpos Redondos. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, Belém/PA, n. 47, e2024036, 2024. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024036.id625>

Como citar – APA

Fujii, F. E., & Oliveira, F. de. (2024). Realidade Aumentada e o Jogo do Detetive no Estudo de Poliedros e Corpos Redondos. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (47), e2024036. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n47.e2024036.id625>