



Realidade aumentada e rotação por estações: proposta para o ensino aprendizagem da geometria espacial na sala de aula

Gabriel Willyan Pinheiro de Souza¹
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Manoel Fernandes Braz Rendeiro²
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

RESUMO

Este estudo discute o uso conjunto de um recurso tecnológico com uma metodologia ativa no ensino aprendizagem da matemática, pesquisa desenvolvida como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Licenciatura em Matemática, da Universidade do estado do Amazonas (UEA), no centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP). O objetivo foi analisar a metodologia de rotação por estações com um aplicativo de Realidade Aumentada, como proposta metodológica de ensino e aprendizagem a fim de minimizar as dificuldades da geometria espacial, poliedros, em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental. A pesquisa caracterizou-se como uma pesquisa-ação, de abordagem qualitativa, utilizando-se para a coleta de dados: entrevista semiestruturada, questionário misto, observação participante e formulário de avaliação de softwares educacionais. Para a análise, usamos a triangulação, contrapondo a opinião dos autores da pesquisa com os resultados coletados do professor/alunos, do software educacional/metodologia utilizada, onde chegamos a conclusão que a combinação do software Sólidos RA junto à metodologia das rotações por estações mostrou-se um recurso significativo e diferenciado para o ensino e aprendizagem da geometria espacial trabalhada em sala de aula.

Palavras-chave: Geometria Espacial. Sólidos RA. Rotação por estações.

Augmented reality and station rotation: proposal for teaching and learning spatial geometry

ABSTRACT

This study discusses the joint use of a technological resource with an active methodology in the teaching and learning of mathematics, a research developed as a Course Completion Work (TCC) of the Degree in Mathematics, at the University of the state of Amazonas (UEA), at the Centro de Estudos Superiors of Parintins (CESP). The objective was to analyze the methodology of rotation by stations together with an Augmented Reality application, as a teaching and learning methodological proposal in order to minimize the difficulties of spatial geometry, polyhedrons, in a 6th grade class of Elementary School. The research was characterized as an action-research, with a quantitative and qualitative approach, using for data collection: semi-structured interview, mixed questionnaire, participant observation and evaluation form of educational software. For the

Submetido em: 31/05/2023

Aceito em: 19/10/2023

Publicado em: 19/11/2023

¹Graduado em Licenciatura em Matemática pelo Centro de Estudos Superiores de Parintins, da Universidade do Estado do Amazonas (CESP/UEA). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas (PPGEEC/UEA). ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5778-2383>. E-mail: gwpds.mca23@uea.edu.br.

² Graduado em Processamento de Dados pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Especialista em Redes de Computadores pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Mestre em Educação em Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Professor do quadro de docentes da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), no Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP). ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-9252-5280>. E-mail: mrendeiro@uea.edu.br.

analysis, we used triangulation, opposing the opinion of the research authors with the results collected from the teacher/students, from the educational software/methodology used, where we reached the conclusion that the combination of the Sólidos RA software together with the methodology of rotations by stations showed It becomes a significant and differentiated resource for teaching and learning spatial geometry worked in the classroom.

Keywords: Spatial Geometry. RA solids. Station rotation.

Realidad aumentada y rotación de estaciones: propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría espacial

RESUMEN

Este estudio discute el uso conjunto de un recurso tecnológico con una metodología activa en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, una investigación desarrollada como Trabajo de Finalización de Curso (TCC) de la Licenciatura en Matemáticas, en la Universidad del Estado de Amazonas (UEA), en el Centro de Estudios Superiores de Parintins (CESP). El objetivo fue analizar la metodología de rotación por estaciones junto con una aplicación de Realidad Aumentada, como propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje para minimizar las dificultades de la geometría espacial, poliedros, en una clase de 6to grado de Educación Primaria. La investigación se caracterizó como una investigación-acción, con enfoque cuantitativo y cualitativo, utilizando para la recolección de datos: entrevista semiestructurada, cuestionario mixto, observación participante y formulario de evaluación de un software educativo. Para el análisis se utilizó la triangulación, contrastando la opinión de los autores de la investigación con los resultados recabados del docente/alumnos, del software educativo/metodología utilizada, donde llegamos a la conclusión que la combinación del software Sólidos RA junto con la metodología de rotaciones por estaciones mostradas Se convierte en un recurso significativo y diferenciado para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría espacial trabajada en el aula.

Palabras clave: Geometría espacial. Sólidos AR. Rotación de estaciones.

INTRODUÇÃO

A matemática sempre foi vista como uma disciplina difícil pela maioria dos alunos da Educação Básica, isso talvez esteja ligado a algumas questões como: o fato da disciplina ter muitos conceitos abstratos que requerem do aluno um maior esforço para a compreensão; o fato da maioria dos professores ainda trabalhar os conteúdos apenas de forma tradicional; ou pelo simples fato de que o aluno do século XXI tem uma nova forma de pensar e aprender e que as escolas ainda não correspondem às suas expectativas.

A escolha do 6º ano do ensino fundamental se justifica na busca em alinhar a pesquisa com as necessidades educacionais e os desafios específicos desse grupo de estudantes, pois os estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental estão em uma fase de desenvolvimento cognitivo em que começam a aprimorar suas habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e autonomia no aprendizado. Investigar a eficácia de diferentes métodos de ensino nessa série pode ajudar a otimizar o desenvolvimento dessas habilidades.

É importante destacar que a razão pela qual optamos do uso da metodologia de rotação por estações se sustentou por sua flexibilidade em adaptar o conteúdo e as atividades às necessidades individuais dos alunos, e ainda, esta metodologia permite a integração de tecnologia, o que nos levou ao software educacional de realidade aumentada, Sólido RA, que em suas características principais está a facilidade de seu manuseio por ser bastante intuitivo,

e por apresentar em suas configurações a opção do idioma português/br, o que proporciona uma oportunidade valiosa para investigar como essas abordagens podem influenciar o aprendizado e o desenvolvimento dos alunos em uma fase crucial de sua educação.

Durante minhas regências no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e no desenvolvimento do Estágio Supervisionado do Curso de Licenciatura em Matemática do Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP/UEA), em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, foi possível observar em sala de aula duas realidades que nos chamaram a atenção: as dificuldades de compreensão apresentadas por alguns alunos de conceitos básicos da geometria espacial e o ensino do conteúdo realizado pelo professor usando unicamente o livro didático e explicações no quadro.

Buscando responder a essa realidade verificamos algumas possíveis metodologias e/ou tecnologias que poderiam ser usadas, onde optamos por uma junção que nos levou ao nosso problema da pesquisa: Como a metodologia de rotação por estações com o aplicativo educacional de Realidade Aumentada podem ser usadas como proposta metodológica de ensino e aprendizagem a fim de minimizar as dificuldades da geometria espacial, poliedros, em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental?

Do problema idealizamos nosso objetivo geral, e dele nossos objetivos específicos que nortearam as ações de nossa pesquisa: i) identificar as metodologias que o professor de uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental adota para o conteúdo da geometria espacial; ii) elencar as dificuldades que os alunos apresentam relacionados ao conteúdo da geometria espacial; iii) verificar o potencial pedagógico do aplicativo Sólidos RA para o conteúdo da geometria espacial; iv) avaliar a metodologia de rotação por estações junto ao aplicativo educacional de Realidade Aumentada como proposta metodológica de ensino e aprendizagem da geometria espacial, poliedros.

O local da pesquisa selecionado foi a Escola Estadual Suzana de Jesus Azedo, em função de contatos prévios oriundos do estágio supervisionado ocorrido na escola, o que facilitou nosso acesso aos professores e as turmas. A determinação dos sujeitos da pesquisa ocorreu primeiramente pela seleção do professor do 6º ano do Ensino Fundamental, que se baseou na disponibilidade em ceder espaço em suas aulas para a aplicação do projeto e abertura para o uso de novas metodologias de ensino, condição aceita por apenas 1 dos professores. Já a escolha da turma ocorreu pela indicação do próprio professor, tendo como critério ser aquela com o maior número de alunos com dificuldade na assimilação dos conteúdos de matemática, ficando selecionada nessa condição uma turma de 26 alunos.

O percurso metodológico foi pautado na pesquisa do tipo pesquisa-ação, com uma abordagem qualitativa seguindo os pressupostos de Creswell (2007), onde por meio das respostas dos sujeitos da pesquisa e das percepções do pesquisador da aplicação do método, obtivemos como resultado os principais elementos subjetivos/qualitativos. Já do resultado do formulário padrão de avaliação de softwares educacionais buscamos trabalhar os elementos numéricos também na perceptiva qualitativa a fim de compreender mais plenamente o problema da pesquisa e respondê-lo.

Como técnicas de coleta dos dados utilizamos: a entrevista semiestruturada, o questionário misto, a observação participante e o formulário de avaliação de softwares educacionais. A entrevista semiestruturada (MINAYO, 2009), teve como objetivo trazer as respostas do professor da disciplina de matemática da turma do 6º ano do Ensino Fundamental quanto ao processo de ensino do conteúdo e metodologias adotadas.

O questionário misto foi usado com os alunos da turma do 6º ano do Ensino Fundamental para elencar aspectos acerca das dificuldades que estes apresentavam relacionados a matemática e ao conteúdo da geometria espacial. Segundo Gil (2008) é um instrumento de pesquisa formado por uma lista de perguntas (livres ou direcionadas) acerca de um assunto, no qual as respostas são obtidas por escrito.

A observação participante (LÜDKE; ANDRÉ, 2017) foi utilizada a fim de permitir um grau de envolvimento e interação maior com os sujeitos (alunos), no intuito de verificar o uso da metodologia de rotação por estações junto ao aplicativo de Realidade Aumentada, durante sua aplicação em sala de aula.

Para finalizar a coleta de dados, objetivamos avaliar o potencial pedagógico do Sólidos RA dentro do processo educativo da geometria espacial, onde adotamos o formulário de avaliação de softwares educacionais baseado no modelo criado por Oliveira (2001), voltado à análise de aspectos pedagógicos oferecidos por um software educacional para o ensino aprendizagem.

Na análise optamos pela técnica da triangulação (AZEVEDO et al, 2013), realizando a contraposição entre os dados obtidos na entrevista semiestruturada com o professor de matemática, na observação participante e questionário misto com os alunos e no formulário de avaliação do software Sólidos RA, para que pudessemos compreender como a metodologia de rotação por estações com um aplicativo de Realidade Aumentada podem ser usadas como proposta metodológica no ensino e aprendizado da geometria espacial.

Este artigo foi dividido em quatro seções e duas subseções, além das considerações finais para melhor apresentação dos resultados obtidos na pesquisa: O ensino de geometria espacial; Software educacional: Sólidos RA, com sua subseção: Avaliação do software educacional; Software RA e rotação de estações no ensino aprendizagem da geometria espacial – poliedros, com sua subseção: Oficina em sala de aula; Análise dos dados e dos resultados obtidos na pesquisa.

O ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL

A Matemática é uma área do conhecimento que propicia ao ser humano melhor compreensão acerca do mundo que o cerca, pois está presente em inúmeras situações do nosso dia a dia. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relata que:

No Ensino Fundamental, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. (BRASIL, 2017, p. 265).

A Geometria, como parte constituinte da Matemática, torna-se de fundamental importância no processo de ensino aprendizagem, por desenvolver capacidades e habilidades indispensáveis, seja no âmbito escolar como em situações do cotidiano que exijam este conhecimento. Para Susilawati, Suryade e Dahlan (2017) a geometria possibilita aos alunos um bom entendimento conceitual e procedimental espacial de sua vivência, sendo fundamental para a resolução de problemas espaciais encontrados no dia a dia.

O conhecimento geométrico é essencial para desenvolver a visualização espacial e “[...] várias capacidades cognitivas superiores: localizar-se no tempo e no espaço, raciocinar logicamente, abstrair e generalizar” (FERNER et al, 2016, p. 1). Esse conhecimento é importante, pois o ser humano vive em uma realidade espacial, de modo que essa visualização passa a desenvolver-se desde seus primeiros contatos com o mundo.

Segundo Boito (2018) é no 6º ano do Ensino Fundamental que o aluno inicia o principal componente da Geometria, trata-se da diferenciação entre as figuras planas e as figuras espaciais, as especificidades das figuras tridimensionais, planificações, propriedades e classificação conforme a quantidade de vértices, faces e arestas. Esse aluno estabelece

relações entre estas figuras e seu cotidiano e desenvolve o senso espacial a partir de desenhos, medições, construções, visualizações, comparações, transformações e classificações das formas geométricas espaciais.

A geometria espacial nos anos finais do Ensino Fundamental é trabalhada de maneira mais formal, de modo que precisa ser abordada mais profundamente, pois nesta fase o aluno passa a ter contato com suas propriedades e cálculos. É também neste momento, que a adoção ou não de metodologias adequadas pelo professor influenciará diretamente no processo de ensino aprendizagem deste conteúdo. Almouloud (2004) discorre que muitas das dificuldades na aprendizagem resultam do excesso de uso do livro didático aliado a utilização de metodologias inadequadas, ocasionando fragmentação do conhecimento e desmotivação do aluno para o processo de aprendizagem.

Para mudar essa realidade é imprescindível que o professor adote “uma metodologia de ensino que atenda às necessidades de formação do aluno como ser social, crítico e com capacidade de enfrentar os desafios do meio em que vive” (VICENTIN, 2016, p. 89). Esse método deve ser pautado no desenvolvimento da compreensão do conteúdo pelo aluno, em detrimento à memorização, regras e resolução de exercícios pré-estabelecidos.

É preciso refletir acerca de qual metodologia ou metodologias utilizar, pois são diversos os métodos que podem ser atrelados a abordagem de uma geometria espacial que possibilite ao aluno trabalhar em sala de aula situações do seu cotidiano e vice-versa e assim, significar este conhecimento. Dentre as práticas que podem ser aliadas à metodologia do professor em sala de aula, consta nas indicações da BNCC:

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. (BRASIL, 2017, p. 266).

No processo educativo dispomos de muitos recursos metodológicos que podem ser adotados na prática educativa do professor para a apresentação dos conteúdos programáticos da matemática. Entretanto, a não adoção ou uso inadequado de estratégias metodológicas diferenciadas no ensino dessa disciplina pode ocasionar dificuldades de aprendizagem para o aluno. Quando questionados sobre o conteúdo de poliedros, 22 dos 26 alunos desconheciam o assunto, logo, decidimos saber quais as principais dificuldades enfrentadas por estes na disciplina de matemática (Quadro 1).

Quadro 1 – O que você mais sente dificuldade nessa disciplina?

Alunos	Respostas do Aluno
A	<i>“Matemática é muito difícil, eu não consigo entender, os números, as letras, o que o livro diz e até mesmo o que o professor diz”.</i>
B	<i>“Acho que minha maior dificuldade é decorar a tabuada, decorar o que o professor pede do assunto”.</i>
C	<i>“Eu em quase tudo sinto dificuldade é muita coisa, a aula é chata às vezes, é sempre a mesma coisa”.</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Como podemos perceber nas falas dos alunos, a grande dificuldade parte do excesso de conteúdo apresentado, o método utilizado e a própria formalidade da matemática com seus termos e símbolos, o que tende a levá-los para a memorização daquilo que o professor trabalha em sala de aula.

Sabemos que a matemática é encontrada nas mais diversas situações do cotidiano, Silva (2014) afirma que a instituição escolar tem o dever explicitar essa constatação ao aluno, mostrando que a matemática faz parte da nossa vida e, portanto, precisamos concebê-la crítica e reflexivamente nos estudos dos conceitos e conteúdos dessa disciplina.

Assim, a introdução de uma metodologia capaz de relacionar todos os conceitos que envolvem o estudo dos poliedros poderia facilitar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Entretanto, Ribeiro e Paz (2012, p. 13), ressaltam que “[...] nossas salas de aula atualmente possuem um modelo pedagógico estático e restrito, onde alunos e professores vivem numa realidade presa a livros didáticos e aulas puramente expositivas”.

Diante dessa realidade, o ensino da matemática se mostra como um desafio, uma vez que para a construção desse conhecimento os alunos precisam ir além de aulas e materiais tradicionais adotados pelos professores. Partindo disso, buscamos investigar junto ao professor de uma escola pública de Parintins-AM sobre: Que metodologias você utiliza no ensino de geometria espacial, no 6º ano do Ensino Fundamental?

“É a relação da planificação com a parte sólida dos sólidos geométricos, então o método que uso, eu começo com as linhas poligonais que é o começo de tudo, depois eu passo para os polígonos até que eu chego na parte das bidimensionais e tridimensionais que a parte já que envolve a geometria espacial.

Eu começo pela planificação, eles desenharem as planificações, utilizando papel cartão, cartolina, papelão, porque a partir da planificação eles conseguem montar os sólidos que é a partir de quando passa da figura bidimensional que é a plana pra tridimensional que é o sólido, porque no Ensino Fundamental a gente trabalha a questão dos elementos, o que é vértice, o que é lado, o que é ângulo interno, só isso, só questão de identificar entendeu, não entra a parte de calcular volume, área, essas coisas não entram, é dessa maneira porque é mais fácil de se conseguir entender, eles mesmos construindo a parte e fazendo essa transformação do plano para um sólido.” (Professor).

Com base nesse relato, percebemos como o professor busca despertar a curiosidade do aluno mostrando como determinada figura é em sua forma plana, dando ênfase aos conceitos fundamentais e básicos que a compõem. Realizando assim, a modelagem para sintetizar o que foi expresso na teoria. A “Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.” (BASSANEZI, 2002, p. 16).

Para abordar a geometria espacial, o professor começa pela planificação, que consiste “na representação plana de todas as formas da superfície de uma figura tridimensional” (GUSE, 2018, p. 45). Essa representação é feita por meio de linhas poligonais (arestas), que juntas formam interseções originando os vértices que é o eixo X (abscissa) e o eixo Y (ordenada) dando forma a um polígono. O conjunto de figuras poligonais formam uma figura tridimensional, um sólido que apresenta os eixos X, Y como também o eixo Z (cota).

Através da modelagem, os alunos representam os planos através dos desenhos, que por sua vez contém traços que são as arestas, formando figuras poligonais que juntas constituem os sólidos geométricos, possibilitando aos alunos, na prática, a identificação dos elementos que compõem uma figura espacial, pois “[...] nossa imaginação espacial é determinada por manipular objetos. Você conhece os objetos com suas mãos, não com seus olhos. Logo, estar fora ou dentro do objeto é algo que está conectado com suas ações nos objetos” (SEGADAS et al, 2010, p. 47). Compreendemos, assim, como a manipulação dos sólidos, desde o plano até a montagem das figuras geométricas, contribuem para que o desenvolvimento da aprendizagem da geometria espacial seja satisfatório.

Na sequência, buscamos saber que aproveitamento foi obtido pelo professor e fizemos o seguinte questionamento: Que resultados você obteve com o uso de tais metodologias no ensino de geometria espacial? E a resposta foi: “Alcance de 95% das habilidades a ser desenvolvidas no aluno. ” (Professor). As habilidades que o professor se refere estão presentes na BNCC a saber:

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.

Reconhecer a abertura do ângulo como grandeza associada às figuras geométricas. (BRASIL, 2017, p. 303).

Trabalhando a técnica da modelagem, o professor é capaz de promover nos alunos o desenvolvimento considerável de habilidades como a percepção espacial, a partir da

resolução de problemas e do reconhecimento, quantificação e relação existente entre os elementos constituintes das figuras geométricas.

Mesmo com a resposta do professor sobre a porcentagem alcançada das habilidades, buscamos entender na visão dele quais as dificuldades que via no aprendizado do conteúdo pelos seus alunos. Para tanto perguntamos: Para você, quais são as principais dificuldades enfrentadas por seus alunos na aprendizagem de geometria espacial? Sua resposta foi: “Dificuldade em reconhecer os elementos dos sólidos.” (Professor).

Essa dificuldade pode ter origem na forma tradicional em que muitas vezes o conteúdo é apresentado na escola, com o quadro e usando apenas os livros didáticos. A utilização excessiva do livro didático torna a abordagem dos conteúdos de geometria espacial restrita ao reconhecimento e identificação das partes que formam as figuras espaciais, os exercícios são direcionados exclusivamente ao relacionamento deste conteúdo com imagens advindas do cotidiano do aluno, porém sem problematizações, sem instigar esse aluno a buscar novas maneiras para construir seu próprio conhecimento, reduzindo a aprendizagem meramente à questão visual (GUSE, 2018).

Concordamos com Souza (2007, p. 46) quando afirma que a geometria deve ser trabalhada para possibilitar “experiências de aprendizagem com a intenção de oportunizar uma forma específica de ação/pensamento, próprio da geometria”. Para isso, é necessário considerar os mais diversificados meios de abordagem dos conteúdos da geometria espacial que possibilitem ao aluno o aprimoramento da visualização espacial, por meio da observação e exploração dinâmica. Neste sentido, é fundamental que professor envolva em sua prática pedagógica metodologias diferenciadas, que sejam manipuláveis ou os métodos possibilitados pelas tecnologias digitais, como os softwares educacionais.

SOFTWARE EDUCACIONAL: SÓLIDOS RA

Para o ensino-aprendizagem de geometria espacial, propostas metodológicas a partir do uso de softwares educacionais têm se apresentado favoráveis no que concerne ao trabalho com os conteúdos da matemática, pois proporcionam uma abordagem mais dinâmica, interativa e visual, que estimula o engajamento dos alunos e facilita a compreensão de conceitos geométricos complexos. Para Silva (2021) atrelar recursos tecnológicos às metodologias tradicionais, pode contribuir consideravelmente para que as aulas se tornem mais significativas na compreensão desses conteúdos.

Os softwares educacionais oferecem oportunidades de exploração tridimensional, visualização de formas, manipulação de objetos geométricos e simulações de situações do mundo real, tornando o aprendizado da geometria espacial mais tangível e acessível. Além disso, eles permitem que os alunos testem hipóteses, resolvam problemas práticos e colaborem em projetos, enriquecendo sua compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos.

Na escola, alguns conteúdos da matemática, como o da geometria espacial, existe a necessidade da aplicação de metodologias e recursos que trabalhem principalmente sua característica tridimensional, de modo que, o aluno a compreenda em seu caráter real e abstrato. Um dos aspectos “[...] da matemática cujo ensino mais pode se beneficiar da incorporação de recursos computacionais digitais é a geometria, em particular a geometria espacial, por necessitar de visualizações mais detalhadas.” (VALENTIM, 2017, p. 19).

Nesse sentido, recursos tecnológicos digitais como da realidade aumentada poderiam ser usados em sala de aula a fim de permitir que o mundo real e digital se misturem, possibilitando ao professor trabalhar um conteúdo disciplinar no formato tridimensional, ou seja, explorando as três dimensões da geometria (altura, profundidade e largura), propiciando ao aluno maior aproximação entre sua realidade e o conteúdo.

Contudo, Macedo (2018, p. 85) enfatiza que “esse recurso deve ser integrado a fim de potencializar o ambiente de aprendizagem e não simplesmente substituir qualquer que seja de seus elementos”, desse modo a RA no ensino de geometria espacial surge como uma proposta pedagógica para facilitar a visualização e exploração de características dos poliedros, que nos livros didáticos são apresentadas de forma planificada, sendo assim um complemento para as metodologias já utilizadas no ensino deste conteúdo.

Utilizar a RA em âmbito escolar, além de facilitar a abordagem do conteúdo, propicia interatividade entre os materiais impressos e digitais, gerando interesse e motivação para o conteúdo abordado, promovendo um maior envolvimento dos alunos. A RA também pode ser utilizada sem a necessidade de conexão com internet, permitindo um baixo custo, uma vez que sua aplicação exige um dispositivo móvel com aplicativo instalado e material de apoio impresso com imagens ou códigos. (SAE DIGITAL, 2021).

O aplicativo Sólidos RA (FIGURA 1) é um exemplo desse recurso, o qual permite a visualização e manuseamento de sólidos geométricos em realidade aumentada por meio da leitura de QR codes (códigos de resposta rápida) pelo celular/tablet.

Figura 1 – Aplicativo Sólidos RA



Fonte: Lucas.Dev (2021)

O Sólidos RA Geometria em Realidade Aumentada é uma ferramenta utilizada a partir de leitura de códigos que são usados como marcadores da realidade aumentada e são disponibilizados para serem baixados em formato de documento *Word* ou PDF (*Portable Document Format*) no próprio aplicativo na tela de informações, encontrada no canto superior direito da tela inicial.

O aplicativo possui cinco módulos: Visualização, Planificação, Criação, Modelagem e Geoplano (LUCAS.DEV, 2021), possibilitando ao usuário ver um sólido a partir de diferentes formas, manipular sólidos primitivos e criar suas próprias cenas em realidade aumentada, sendo possível ainda realizar cálculos de área e volume. Dessa forma, pode promover, quando trabalhado adequadamente, melhor compreensão dos sólidos e facilitação da aprendizagem.

AVALIAÇÃO DO SOFTWARE EDUCACIONAL

Buscamos realizar a avaliação do *software* educacional Sólido RA Geometria em Realidade Aumentada quanto aos seus aspectos pedagógicos para o ensino aprendizagem do conteúdo da geometria espacial no 6º ano do Ensino Fundamental. Para isso, adotamos uma adaptação do modelo de avaliação criado por Oliveira (2001).

Nesse, são utilizadas listas de avaliações com pontuações máximas para as características do *software* como: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade e conteúdo voltado à disciplina, considerando, sobretudo as contribuições que este recurso proporciona às aulas para as quais é direcionado, sendo a característica com mais pontos a serem obtidos.

As principais características analisadas por meio do formulário de avaliação foram apresentadas no Quadro 2, bem como a pontuação máxima a ser alcançada e a pontuação obtida por meio da interpretação pelo pesquisador, considerando os aspectos positivos e negativos que permeiam a utilização do *software* Sólidos RA, no intuito de avaliar seu potencial pedagógico.

Quadro 2 - Avaliação Pedagógica do software Sólidos RA.

Características avaliadas	Pontuação máxima	Pontuação Obtida
Apresentação e Funcionalidade	22	16
Confiabilidade	06	06
Usabilidade	16	09
Eficiência	04	04
Manutenibilidade	08	07
Portabilidade	06	04
Conteúdo do software relacionado à disciplina	125	106
Total	187	152

Fonte: Uma proposta para a avaliação de software educacional (2001, p. 92).

Alguns aspectos foram analisados subjetivamente, de modo que interpretamos se a aplicação do Sólidos RA em sala de aula estaria em conformidade com o modelo de avaliação de Oliveira (2001). Contudo, a partir dos resultados obtidos foi possível constatar que o aplicativo Sólidos RA, é um recurso a nível “Excelente” (que é caracterizada entre 150 a 187 pontos), para utilização em sala de aula no que concerne aos conteúdos da geometria espacial, onde frisamos que possui potencial pedagógico para o ensino da matemática, no 6º ano do Ensino Fundamental.

Assim, a utilização desse recurso em âmbito educativo atrelado a uma boa metodologia pode se apresentar como uma proposta metodológica facilitadora do ensino aprendizagem de geometria espacial, dentro dessa perspectiva temos a metodologia de rotação por estações.

SOFTWARE SÓLIDOS RA E ROTAÇÃO DE ESTAÇÕES NO ENSINO APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL - POLIEDROS

A metodologia de rotação por estações é aquela quando “[...] os alunos revezam dentro do ambiente de uma sala de aula.” (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 27), o que possibilita ao professor apresentar o conteúdo em diferentes etapas, em uma espécie de circuito, onde a divisão de cada etapa proporcionaria diferentes maneiras do aluno aprender o conteúdo de forma individual e colaborativa.

No modelo de rotação por estações, “os alunos são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão” (FEITOSA; IGLIORI, 2022, p. 07). Nesse processo, o professor de matemática deverá criar uma discussão mais ampla sobre o conteúdo com os alunos, de forma espontânea, podendo usar recursos das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), o que será uma maneira de ajudar na construção do conhecimento individual e em grupo dos alunos da turma durante o momento de aplicação da metodologia das estações.

Neste sentido, utilizamos a metodologia de rotação por estações junto ao aplicativo Sólidos RA, uma vez que este recurso possibilita ao aluno uma melhor observação dos componentes de uma figura tridimensional, desde os mais simples aos mais complexos. Essa proposta metodológica foi aplicada em sala de aula contando com a participação de 26 alunos e aconteceu em forma de oficina.

OFICINA EM SALA DE AULA

A proposta foi aplicada em 2 etapas divididas em 3 tempos regulares de 45 minutos (tempos de aula da instituição).

Etapa 01: Nos primeiros 45 minutos de aula realizamos a exposição do conteúdo, poliedros, o que é. Suas formas, contextualização com cotidiano, leitura de conceitos e definições, pois para Silva (2021), a geometria espacial possui estrita relação com as aplicações do mundo real, portanto, o ensino aprendizagem deste conteúdo precisa ser desenvolvido a partir de métodos que possibilitem a visualização dos sólidos geométricos no espaço, dentro da realidade do aluno.

Em seguida fizemos a distribuição de impressos, que se tratava de um material para leitura referente ao assunto, ainda nessa etapa apresentamos o aplicativo (Sólidos RA) para os alunos, dando instruções para o seu manuseio e por fim, explicamos como iria proceder a metodologia de rotação por estação.

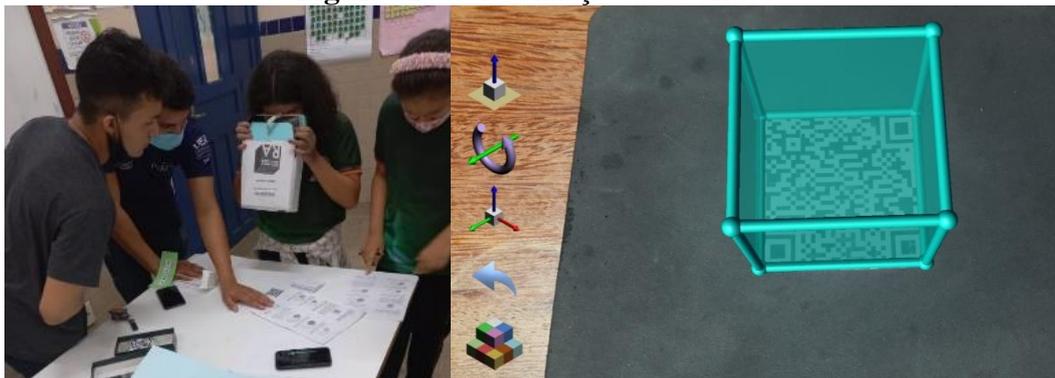
Etapa 02: Nos últimos tempos de aula (90 minutos) realizamos a aplicação da metodologia de rotação por estações junto com o aplicativo Sólido RA, do qual foram

utilizados somente os módulos de Visualização e Planificação. Essa etapa foi dividida em 4 estações:

1ª Estação: Identificação dos sólidos

Essa estação foi voltada para a apresentação de questões relacionadas ao conteúdo. Solicitamos aos alunos que utilizando o aplicativo Sólidos RA identificassem cada sólido geométrico através da leitura dos QR codes utilizando um óculos 3D artesanal.

Figuras 2 – Visualização dos sólidos

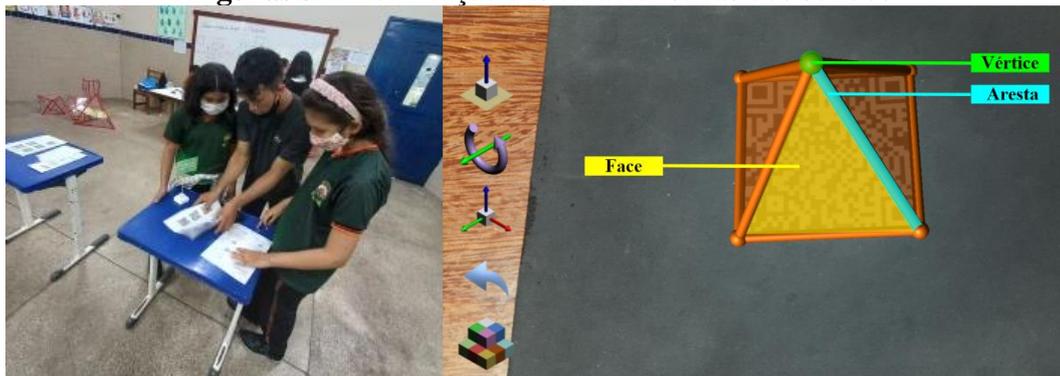


Fonte: Acervo pessoal de Gabriel Willyan (2022)

2ª Estação: Verificação das características dos sólidos geométricos

O material de leitura que foi entregue para estudo (fragmentado, com direcionamento ao sólido trabalhado na questão). Nessa estação o aluno tinha que citar as características das figuras de cada QR code na mesa, tais como face, aresta, vértice.

Figuras 3 – Verificação das características dos sólidos



Fonte: Acervo pessoal de Gabriel Willyan (2022)

3ª Estação: Planificação dos sólidos

Neste momento, nosso objetivo foi fazer relações, análises mais detalhadas que pudessem reunir o entendimento do que foi estudado anteriormente. Nesta seção utilizamos

o módulo de Planificação do aplicativo, onde os alunos puderam visualizar os sólidos em suas 3 dimensões e com a barra de escala do aplicativo viam este sólido se abrir até que estivesse planificado.

Figuras 4 – Planificação dos sólidos



Fonte: Acervo pessoal de Gabriel Willyan (2022)

4ª Estação: Modelagem

Nessa última estação da oficina, como forma de verificar os conhecimentos apreendidos pelos alunos em relação ao que trabalharam nas estações anteriores, direcionamos uma atividade de modelagem matemática onde ficaram responsáveis de reproduzir, colaborativamente, um determinado sólido geométrico indicado sobre a mesa, usando para tanto os seguintes materiais de construção disponibilizados: palitos de dente, palitos de churrasco e goma doce (jujuba).

Figuras 5 – Modelagem dos sólidos



Fonte: Acervo pessoal de Gabriel Willyan (2022)

Assim, como proposta de melhoria da aprendizagem dos alunos quanto à tridimensionalidade no trabalho com poliedros, usamos a metodologia de rotação por estações, estabelecendo em algumas dessas estações o uso do aplicativo Sólidos RA, a fim

de favorecer uma melhor identificação das diferentes dimensões que compõem um objeto da geometria espacial enfatizando uma percepção diferenciada através de figuras em 3D e suas planificações, o que junto com as outras estações, aliada aos métodos tradicionais de ensino, puderam ampliar as relações com seus conhecimentos existentes.

A avaliação da metodologia de rotação por estação se deu por meio da observação direta das atividades dos alunos durante a rotação por estações para avaliar seu engajamento, participação ativa e compreensão do conteúdo. E por meio das entrevistas e questionários com os alunos para coletar feedback qualitativo sobre sua experiência com a metodologia de rotação por estações.

Entendemos que essa proposta obteve êxito, pois o resultado desse processo de ensino aprendido foi bastante significativo para os alunos como podemos ver nas respostas do Quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – O que achou mais interessante na aula?

Alunos	Respostas dos Alunos
D	<i>“Eu achei interessante que as etapas que tinha, cada uma tinha uma atividade diferente que podia usar o celular e isso deixava mais fácil achar as arestas, faces e vértice ...”</i>
E	<i>“Acho o que foi mais legal na aula foi ter que mexer as figuras usando o celular o que parecia que era de verdade, consegui por na minha mão e na mão do meu colega, elas também podia abrir e formava pedaços de figuras que podiam ser montadas depois, tinha etapas bem legais, no final também foi legal montar uma figura 3D com jujuba e palito de dente, foi bem legal a aula.”</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Essas respostas confirmam o resultado de outra pergunta do questionário: Você gostou do jeito que a aula foi apresentada? Onde, por unanimidade, os 26 alunos responderam “Sim”. E desses 26 alunos, 1, no primeiro momento teve dificuldade de correlacionar o conteúdo apresentado com o seu cotidiano ou não entendeu alguma parte do conteúdo.

Esclarecemos que esse aluno tinha a necessidade de um acompanhante na sala de aula em decorrência do transtorno do espectro autista (TEA), mas como objetivávamos aplicar o projeto para todos os sujeitos que estavam participando da pesquisa então adaptamos as etapas para este aluno. Aqui vale ressaltar que a proposta de utilizar a realidade aumentada com a metodologia de rotação por estação foi mantida, e com o auxílio do acompanhante de sala as etapas foram repassadas compassadamente, seguindo o ritmo do aluno, que por fim conseguiu executá-las e compreendê-las.

ANÁLISE DOS DADOS E DOS RESULTADOS OBTIDOS NA PESQUISA

É importante destacar que para analisar os dados obtidos para essa pesquisa, foi necessário obter permissão antes, tanto do professor quanto dos alunos, especialmente porque os alunos envolvidos são menores de idade. O respeito à ética e à privacidade dos participantes é um princípio fundamental na pesquisa educacional, e isso é ainda mais crítico quando se trata de alunos mais jovens.

Para obter a permissão dos alunos, os procedimentos de consentimento informado envolveram a comunicação com os pais ou responsáveis legais, que foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa, a natureza da coleta de dados, como os dados seriam usados e quaisquer potenciais benefícios ou riscos envolvidos. Os pais ou responsáveis foram convidados a dar seu consentimento por escrito para a participação de seus filhos na pesquisa.

Além disso, os alunos, quando apropriado para sua faixa etária, também foram envolvidos no processo de consentimento, com uma explicação clara dos objetivos da pesquisa em termos que pudessem entender, eles foram incentivados a dar seu consentimento ou não participar, caso se sentissem desconfortáveis ou não desejassem participar.

A garantia de que todas as partes envolvidas na pesquisa tenham dado seu consentimento de forma informada é crucial para proteger os direitos dos participantes e garantir a integridade do estudo. A ética na pesquisa educacional é uma consideração central, e seguir procedimentos rigorosos de consentimento informado é essencial para manter os padrões éticos e legais adequados.

Através da observação participante, o que incluiu o acompanhando do professor dentro e fora da sala de aula, e o acompanhamento dos alunos frente a disciplina de matemática com os conteúdos em questão a serem trabalhados, encontramos uma maneira direta de identificar as metodologias que esse professor utiliza, como as estratégias de ensino, o uso de materiais didáticos, a interação com os alunos, assim também como esse aluno recebe as informações.

Essa técnica somou-se com outras técnicas de coleta de dados, que nessa pesquisa foram: a entrevista semiestruturada, o questionário misto e o formulário de avaliação de softwares educacionais. Além de identificar as metodologias que o professor utilizou para o conteúdo de geometria espacial - poliedros, com as técnicas elencamos as dificuldades que

os alunos apresentavam relacionados ao conteúdo, o que contribuiu no planejamento, execução e avaliação da pesquisa.

As entrevistas semiestruturadas e o questionário misto realizadas com o professor e com os alunos forneceram percepções sobre as abordagens de ensino e as dificuldades encontradas para a aprendizagem. As perguntas diretas e abertas ajudaram a entender as preferências metodológicas do professor e a maneira como o aluno ver e entende a aula.

A análise de cada método utilizado sustentou os resultados positivos da pesquisa, como a avaliação da metodologia de rotação de estações, que através da observação direta e dos questionários teve um aceite significativo, sobretudo alcançou as expectativas inicialmente desejadas que era de apresentar uma metodologia juntamente com um Software educacional para ensino e aprendizagem a fim de minimizar as dificuldades da geometria espacial, poliedros, em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental, também fomos felizes na escola do Sólidos RA Geometria em Realidade Aumentada como aplicativo, avaliamos seu potencial pedagógico seguindo o modelo de avaliação de Oliveira (2001).

Contudo, a combinação desses métodos e técnicas ajudaram a fornecer uma visão ampla da eficácia da metodologia de rotação por estações em conjunto com o software de realidade aumentada que contribuíram para uma investigação eficaz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou discutir a utilização de um recurso tecnológico aliado a uma metodologia ativa no processo educativo da matemática. Sendo nosso objetivo principal analisar a metodologia de rotação por estações junto com um aplicativo de Realidade Aumentada como proposta metodológica para o ensino e aprendizagem da geometria espacial, poliedros, a fim de minimizar as dificuldades em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental.

Pudemos conhecer as dificuldades apresentadas pelos alunos da turma do 6º ano estudada, relacionadas a geometria espacial, que giram em torno do excesso de conteúdos apresentados pelo professor, fazendo com que estes alunos busquem principalmente na memorização uma forma de internalizar aquilo que o professor ensina em sala de aula.

O professor relatou que utiliza a modelagem para desenvolver o processo de ensino e aprendizagem quando trabalha o conteúdo supracitado. Iniciando com a planificação até a montagem dos sólidos para possibilitar a visualização dos elementos que compõem uma

figura tridimensional, no entanto não apresenta mais nenhuma opção metodológica ou tendência complementar que possam ser usados caso a modelagem não seja suficiente.

Analisamos também, o aplicativo Sólidos RA para utilização em sala de aula no que concerne aos conteúdos da geometria espacial, onde frisamos que este recurso possui potencial pedagógico para o ensino da matemática, no 6º ano do Ensino Fundamental.

A fim de favorecer melhor identificação das diferentes dimensões que compõem um objeto da geometria espacial enfatizando uma percepção diferenciada através de figuras em 3D e suas planificações, apresentamos a utilização do *software* Sólidos RA atrelado à metodologia de rotação por estações, onde estabelecemos quatro estações: 1ª identificação dos sólidos; 2ª verificação das características dos sólidos (face, arestas e vértices); 3ª planificação de um sólido; 4ª modelagem.

A utilização do aplicativo se mostrou um recurso significativo e diferenciado, pois gerou nos alunos curiosidade e interesse, onde puderam ampliar as relações cognitivas da prática com seus conhecimentos existentes. Enquanto que a metodologia, dividida em partes planejadas, ajudaram o aluno a compor gradualmente sua compreensão do conteúdo, de forma individual e colaborativa, resultando em um aprendizado mais efetivo da geometria espacial trabalhada em sala de aula.

Cabe destacar que a adoção de recursos tecnológicos digitais em âmbito escolar precisa ser vista como um recurso de apoio no desenvolvimento das aulas, seu uso tal como do Sólidos RA não deve ser o principal recurso na apresentação deste conteúdo da matemática, uma vez que cairia na rotina das aulas, deixando de chamar a atenção dos alunos. E por esse motivo fazemos a proposta de juntar a tecnologia a uma ou mais metodologias ativas

Ademais, podemos dizer que essa proposta metodológica pode e deve ser utilizada para o ensino e aprendizagem da geometria espacial, poliedros. Mas que a inclusão de outras metodologias ou recursos podem se tornar possibilidades de investigação para futuras pesquisas, no sentido de desenvolver um ensino aprendizado cada vez melhor.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. *et al.* **A geometria no ensino fundamental**: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. *Revista Brasileira de Educação*, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782004000300007>. Acesso em: 15/03/2022.

- AZEVEDO, C. E. F. *et al.* **A estratégia de triangulação: objetivos, possibilidades, limitações e proximidades com o pragmatismo.** IV Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade Brasília, 2013.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática.** São Paulo: Contexto, 2002.
- BOITO, P. **Minecraft: um aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** -2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- FEITOSA, F. E. S.; IGLIORI, S. B. C. Uma situação de ensino híbrido no ensino de geometria para alunos do ensino fundamental - anos finais. **RIDEMA: Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática.** Juiz de Fora, v. 6, n. 1, p. 1-20, Jan. – Dez., e-ISSN: 2594-4673, 2022.
- FERNER, D. L. *et al.* **Geometria Espacial: Análise de uma coleção de livros didáticos no ensino médio** In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7, 2016, São Paulo Anais... São Paulo, 2016, p. 1-12. Disponível em: . Acesso em: 01/03/2022.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.
- GUSE, H. B. **Um caminho para o aprendizado da geometria a partir da visualização espacial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2018.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** Rio de Janeiro: E. P. U., 2017.
- MACEDO, Alex de Cassio. **Ensino e Aprendizagem de Geometria por meio da Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis: um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense.** Curitiba, 2018. Disponível em: <
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/58857/R%20-%20D%20-%20ALEX%20DE%20CASSIO%20MACEDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01/12/2021.
- MINAYO, M.C.S. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 28. ed. Petrópolis: Vazes, 2009.
- OLIVEIRA, Noé. **Uma proposta de avaliação de Softwares educacionais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30362580.pdf>. Acesso em: 01 de Novembro de 2021.

RIBEIRO, F. M.; PAZ, M. G. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos**, v.2, n.2. Osório, 2012. Disponível em: http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/modelos/agosto_2012/pdf/o_ensino_da_matematica_por_meio_de_novas_tecnologias.pdf. Acesso em: 01 de Outubro de 2022.

SAE DIGITAL. **O que é Realidade Aumentada e como ela pode ser aplicada na Educação**. Disponível em: <https://sae.digital/o-que-e-realidade-aumentada/>. Acesso em 30/11/2021.

SEGADAS, C. *et al.* **Atividades matemática para deficientes visuais**. Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, K. L. **CUBE MERGE**: uma proposta de sequência didática utilizando realidade aumentada como instrumento para ensinar geometria espacial no Ensino Médio. RENDEIRO, M. F. B. (orientador). Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática), Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, 2021.

SOUZA, S. **Geometria na educação infantil**: da manipulação empirista ao concreto piagetiano. Dissertação. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

SUSILAWATI, W; SURYADI, D; DAHLAN, J. A. **The Improvement of Mathematical Spatial Visualization Ability of Student through Cognitive Conflict International Electronic Journal of Mathematics Education Indonesia**. v 12, n. 2, p. 155-166, 2017. Disponível em: http://www.iejme.com/download/the_improvement-of-mathematical-spatial-visualization-ability-of-student-through_cognitive-conflict.pdf. Acesso em: 10/03/2022.

VALENTIM, T. A. **O uso da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. Dissertação de Mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://sca.proformat-sbm.org.br/proformat_tcc.php?id1=3745&id2=95393. Acesso em: 01 de Novembro de 2021.

VICENTIN, F. R. **Modelagem Matemática**: o relato e implicações de uma experiência no Ensino Médio. In: BRANDT, C. F., BURAK, D., and KLÜBER, T. E., orgs. *Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações* [online]. 2nd ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, pp. 89-105. ISBN 978-85-7798-232-5. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/epub/brandt-9788577982325.epub>. Acesso em 15/03/2022.