



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VI – POETA PINTO DO MONTEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

BRUNO VINÍCIUS DE LIMA ARAÚJO

REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL NOS ANOS
FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

MONTEIRO – PB

2023

BRUNO VINÍCIUS DE LIMA ARAÚJO

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL NOS ANOS
FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura Plena em Matemática do Centro de Ciências Humanas e Exatas, da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências legais para a obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Me. Tiago Marques Madureira

MONTEIRO-PB

2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A663r Araujo, Bruno Vinicius de Lima.
Realidade aumentada no ensino da geometria espacial nos anos finais do ensino fundamental [manuscrito] / Bruno Vinicius de Lima Araujo. - 2023.
54 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Exatas, 2023.

"Orientação : Prof. Me. Tiago Marques Madureira, Coordenação do Curso de Matemática - CCHE. "

1. Geometria espacial. 2. Tecnologias de ensino. 3. Realidade aumentada. 4. Ensino de geometria. I. Título

21. ed. CDD 372.7

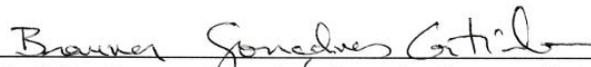
BRUNO VINÍCIUS DE LIMA ARAÚJO

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL NOS ANOS
FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura Plena em Matemática do Centro de Ciências Humanas e Exatas, da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências legais para a obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Aprovado em 29 de junho de 2023

Banca Examinadora



Prof. Dr. Brauner Gonçalves Coutinho (examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (CCHE/UEPB)



Profa. Dra. Marília Lidiane Chaves da Costa (examinadora)
Universidade Estadual da Paraíba (CCHE/UEPB)



Prof. Ms. Tiago Marques Madureira (orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (CCHE/UEPB)

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de investigar contribuições da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Espacial nos anos finais do Ensino Fundamental. Para isto, utilizamos o aplicativo Sólidos RA no estudo de conteúdos de Geometria Espacial com alunos escolhidos em turmas dos quatro anos finais do Ensino Fundamental de uma escola da rede municipal em São José do Egito - PE. A participação dos alunos nesta pesquisa iniciou com um questionário para conhecermos o perfil tecnológico e os conhecimentos prévios sobre a Realidade Aumentada na Geometria Espacial. Em seguida, já com a instalação do aplicativo no smartphone, os estudantes resolveram uma atividade com questões sobre conteúdos da Geometria Espacial explorando os módulos do aplicativo: visualização, planificação e criação. Por fim, responderam um questionário deixando suas percepções sobre o uso do aplicativo durante a atividade. Diante dos resultados obtidos com a aplicação das atividades e com embasamento teórico fundamentado em autores que sustentam a importância das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, tecemos algumas considerações sobre a importância da inserção da Realidade Aumentada nas aulas de Geometria Espacial. O aplicativo aqui utilizado foi capaz de conectar os conteúdos abordados nas atividades aos conhecimentos prévios dos alunos. Pudemos constatar que o ensino de geometria mediado por um aplicativo de RA pode ser uma estratégia para almejar um ensino-aprendizagem de sucesso ao resgatar o hábito de assimilar a Geometria Espacial ao mundo real.

Palavras-Chave: geometria espacial; tecnologias de ensino; realidade aumentada; ensino de geometria.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of investigating contributions of Augmented Reality in the teaching of Spatial Geometry in the final years of Elementary School. For this, we used the Sólidos RA application in the study of Spatial Geometry content with students chosen from classes in the final four years of Elementary School at a municipal school in São José do Egito - PE. The students' participation in this research started with an advice to know the technological profile and previous knowledge about Augmented Reality in Spatial Geometry. Then, with the application installed on the smartphone, the students solved an activity with questions about Spatial Geometry content, exploring the application modules: visualization, planning and creation. Finally, one responded by saturating their occurrences about using the application during an activity. In view of the results obtained with the application of activities and with a theoretical basis based on authors who support the importance of active methodologies in the teaching-learning process, we have some considerations about the importance of inserting Augmented Reality in Spatial Geometry classes. The application used here was able to connect the contents examined in the activities to the students' prior knowledge. We can see that the teaching of geometry mediated by an AR application can be a strategy to aim for a successful teaching-learning process by acquiring the habit of assimilating Spatial Geometry to the real world.

Keywords: spatial geometry; teaching technologies; augmented reality; geometry teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os 6 princípios das metodologias ativas de ensino	14
Quadro 2 – Participantes por turma.....	30

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Notação gráfica do ponto, reta e plano.....	27
Figura 2 – Elementos de um poliedro.....	28
Figura 3 – Exemplos poliedros.....	28
Figura 4 – Exemplos de corpos redondos.....	29
Figura 5 – Interface de abertura do aplicativo Sólidos RA	32
Figura 6 – Módulo de visualização	33
Figura 7 – Módulo de planificação.....	33
Figura 8 – Módulo de criação.....	34
Figura 9 – Módulo de visualização exibindo arestas e vértices	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Uso do smartphone nos estudos	52
Gráfico 2 – Uso do smartphone em sala de aula	52
Gráfico 3 – Laboratório de matemática na escola	53
Gráfico 4 – RA como facilitador no estudos dos sólidos geometricos.....	53
Gráfico 5 – Visualização do sólido no plano x visualização na RA.....	54
Gráfico 6 – Interesse em usar aplicativos de RA em sala de aula.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.2	Metodologias ativas	13
2.2	Tecnologias de ensino	17
2.3	Realidade Aumentada como tecnologia no ensino da Geometria Espacial	20
3	GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS	26
3.1	Sólidos geométricos	27
4	METODOLOGIA DO TRABALHO	30
5	OBSERVAÇÕES ACERCA DA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE POR MEIO DO APLICATIVO SÓLIDOS RA – REALIDADE AUMENTADA	36
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE PERFIL TECNOLÓGICO DO ALUNO	43
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NA GEOMETRIA ESPACIAL	44
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APÓS APLICAÇÃO DA ATIVIDADE	46
	APÊNDICE D – ATIVIDADE DIDÁTICA PARA OS PARTICIPANTES DA PESQUISA	47
	APÊNDICE E – GRÁFICOS DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS	52

1 INTRODUÇÃO

Compreendendo que nas últimas décadas houveram muitas mudanças ocasionadas pelo avanço tecnológico e desenvolvimento de uma sociedade pautada na informação e no conhecimento, já não faz tanto sentido que as aulas sejam desenvolvidas apenas em formato tradicional, no qual o professor é o sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem, construindo o conhecimento dos alunos, normalmente por meio de aula teórica. Dessa forma, se faz cada vez mais necessário o investimento em práticas metodológicas que propiciem ao ensino o avanço necessário mediante todas as transformações sociais. Pensando no ensino da Matemática, ressaltamos nesse estudo, de forma específica, o ensino da Geometria Espacial no Ensino Fundamental nos Anos Finais.

Em pleno século XXI e com tantos recursos tecnológicos disponíveis para o auxílio das aulas de Matemática, é de extrema importância que as escolas brasileiras se adaptem ao atual cenário tecnológico, dado que a maioria dos estudantes têm considerável familiaridade e interesse em operar ferramentas digitais. Ao tratar do ensino de Geometria na Escola Básica, um dos problemas que notamos é que, muitas vezes, ele é trabalhado apenas na perspectiva bidimensional, mesmo quando apresentam conteúdos da Geometria Espacial, pois tais conteúdos, na maioria das vezes, são trabalhados apenas com as ilustrações apresentadas nos livros didáticos e expostas na lousa, o que pode gerar a não compreensão acerca do tridimensional, pois não são todos os alunos que têm facilidade na interpretação diante dessa forma de apresentação dos conteúdos.

Há muitas pesquisas que tratam do ensino-aprendizagem de Geometria, no entanto, ainda há uma considerável carência nessa área, principalmente em relação à forma como acontece seu ensino em algumas escolas. Mediante isso, passamos a refletir e investigar a possibilidade de investir na ferramenta de Realidade Aumentada (RA)¹ para tentar facilitar a visualização de objetos da Geometria Espacial e, conseqüentemente, tentar amenizar as dificuldades em relação a esse ensino a partir dessa ferramenta.

Com experiências de atuação em sala de aula, trabalhando com o ensino de Matemática na Educação Básica, tivemos a oportunidade de conhecer uma ferramenta que possibilita a imersão da teoria com a prática, denominada de Realidade Aumentada. Assim, surge a ideia de investigar e buscar conhecimentos desta tecnologia para a sua inserção no ensino da Geometria

¹ A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que permite sobrepor elementos virtuais à nossa visão da realidade.

Espacial na Educação Básica, possibilitando o desenvolvimento da prática metodológica por meio de metodologias ativas.

Metodologias ativas para uma educação inovadora, conforme Bacich e Moran (2017), são uma possibilidade de transformar aulas em experiências de aprendizagem mais vivas e significativas para os estudantes da cultura digital. Com isso, os autores também apontam que, com esse tipo de metodologia, as expectativas em relação ao ensino, à aprendizagem e ao próprio desenvolvimento e formação são diferentes do que expressavam as gerações anteriores.

Em relação ao papel docente, mediante às metodologias ativas, os autores supracitados, enfatizam que esse tipo de metodologia requer professores com habilidades, competências didáticas e metodológicas para as quais eles não foram ou talvez não estejam sendo preparados.

De acordo com Tori (2014), a Realidade Aumentada na educação pode ser trabalhada com diferentes objetivos, um deles é: reduzir a distância entre o aluno e o conteúdo. Segundo o autor, estudos sobre percepção de presença mostram que quanto menor a percepção da tecnologia intermediando uma interação, maior é o sentimento de presença experienciado pelo interator. Com a Realidade Aumentada, a impressão é de se estar manipulando diretamente os objetos virtuais, inseridos no contexto do ambiente real.

No desenvolvimento dessa pesquisa buscamos apresentar reflexões sobre possibilidades para facilitar a visualização de objetos da Geometria Espacial e amenizar as dificuldades em relação ao seu ensino a partir da utilização da tecnologia de Realidade Aumentada. Assim, o propósito inicial é desenvolver junto com alunos uma simulação dos objetos tridimensionais a partir da ferramenta RA, de forma que possa tornar o ensino-aprendizagem mais prático e dinâmico, possibilitando o desenvolvimento das diversas percepções criadas pela mente diante dos conteúdos sistematizados em sala de aula.

Muitas vezes, a ausência ou mau uso de Laboratórios, seja de Matemática ou de Informática, em boa parte das escolas públicas, dificulta o trabalho com Geometria Espacial, pois, na maioria das vezes, esta é trabalhada apenas por meio de recursos convencionais (lápiz, lousa e papel), dificultando a percepção do tridimensional, o que acarreta outros problemas para compreensão de conteúdos posteriores.

Com os avanços tecnológicos, obtém-se melhorias para a comunicação de um modo geral. Na educação, não é diferente, é sobretudo importante e eficaz quando aproveitados de modo planejado e com objetivos bem definidos para o ensino e assimilação de informações. Assim, surge a ideia de contribuir para o ensino da Geometria Espacial por meio de um *software* capaz de estimular e desenvolver a imaginação dos alunos através de objetos virtuais tridimensionais.

Com o objetivo de refletir sobre as contribuições do uso de RA por dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial, realizamos uma pesquisa de aspecto qualitativo por meio de instrumentos de coletas de dados e com embasamento teórico fundamentado em autores que sustentam a importância das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Metodologias inovadoras têm como proposta adotar recursos tecnológicos para aprimorar o desempenho dos alunos e buscar conduzir o aluno a ser protagonista na aquisição de conhecimentos ao se envolver mais com o conteúdo da sala de aula. No contexto educacional, o uso de ferramentas para o ensino da Geometria Espacial na Educação Básica sempre foi um desafio para a disciplina, onde há uma carência de laboratórios de Matemática e/ou espaços adequados para experimentos de conteúdos nesta área que requer um estudo mais aprofundado, afim de tornar o ensino-aprendizagem mais enriquecido de propriedades, conceitos e significados.

Com os avanços tecnológicos em larga escala e informações a todo instante na palma da mão, os dispositivos móveis/smartphones, são grandes aliados de boa parte da população, principalmente os jovens que já possuem significativa familiaridade com esses aparatos. Percebemos, que nos últimos anos, essas ferramentas vêm substituindo as funções dos computadores de mesa e, quando inseridas em um planejamento que traga benefícios para as aulas, podem proporcionar significativas experiências de conhecimentos de maneira mais prazerosa, dinâmica e intuitiva.

A busca por soluções que viabilizem o ensino da Geometria Espacial na atual geração tecnológica é de suma importância, soluções essas, capazes de estimular e engajar os alunos de maneira que possamos atingir os objetivos a serem almejados nas aulas de Matemática.

Assim, surge a ideia de utilizar a ferramenta Realidade Aumentada no ensino da Geometria Espacial, para proporcionar aos estudantes uma experiência mais viva do contexto teórico.

As metodologias ativas são processos de aprendizagem, técnicas e abordagens que são concretizadas por meio de um planejamento bem elaborado e pensando nos objetivos a serem alcançados, afim de tornar o ensino mais proveitoso, com uma participação mais efetiva dos estudantes de maneira mais flexível e híbrida. Bacich e Moran (2017), salientam que:

Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. A junção de metodologias ativas com modelos flexíveis e híbridos traz contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os aprendizes de hoje (BACICH E MORAN, 2017, p. 18).

De acordo com Bacich e Moran (2017), as metodologias ativas aliadas ao ensino híbrido², tornam o ensino-aprendizagem mais flexível a tantas informações e softwares/aplicativos disponíveis numa era digital aberta a tantas informações que colaboram para esse processo de construção de conhecimentos. Aliando metodologias ativas com esse tipo de ensino, a participação dos alunos nesse processo é de suma importância, possibilitando e estimulando a autonomia para que os estudantes possam ir além.

Nessa perspectiva, a Realidade Aumentada inserida no ensino híbrido, aproxima o conteúdo abordado a um entendimento mais familiarizado do mundo real, pois possibilita ao aluno assimilar o que ali está projetado e ter a percepção em sua aplicabilidade na prática.

Essa liberdade dada ao aluno por meio do ensino híbrido, faz com que ele busque recursos disponibilizados por meio de um planejamento adaptado, acompanhado de recursos que possam estimular a usar ferramentas das tecnologias digitais como aliadas nesse processo de ensino.

De acordo com Bacich e Moran (2017), as tecnologias digitais têm seus pontos positivos e negativos:

As tecnologias digitais trazem inúmeros problemas, desafios, distorções e dependências que devem ser parte do projeto pedagógico de aprendizagem ativa e libertadora. No entanto, esses problemas que as tecnologias trazem não podem ocultar a outra face da moeda: é absurdo educar de costas para um mundo conectado, educar para vida bucólica, sustentável e progressista baseada só em tempos e encontros presenciais e atividades analógicas (que são, também, importantes) (BACICH E MORAN, 2017, p. 35).

Visando o lado positivo que as tecnologias digitais trazem e seus benefícios, é fundamental aliar ao ensino as metodologias ativas, pois o mundo é rodeado por avanços tecnológicos que estão constantemente sendo aperfeiçoados e podem ser usadas a nosso favor no desenvolvimento e construção do conhecimento.

2.1 Metodologias ativas

Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), o modelo tradicional de ensino vigorou sem inovações metodológicas até poucas décadas atrás. Baseado em um sistema que tem como foco

² Ensino híbrido integra o físico com o digital. O desenvolvimento da aprendizagem ocorre por meio da apresentação do conteúdo concomitante a atividades em que a tecnologia contribui para a aquisição de conhecimento.

a aula enquanto principal meio de transmissão de conhecimento e nas avaliações periódicas com provas escritas, tal modelo favorece pouco o pensamento crítico, questionamentos e investigação. O grande pressuposto dos modelos tradicionais é que o docente deve conduzir o processo de ensino, ao passo que os alunos ficam no polo passivo da relação, recebendo as informações num fluxo unidirecional de construção do conhecimento.

Como contraponto, surgiram as chamadas metodologias ativas de ensino e aprendizagem. A possível origem delas remonta ao século XVIII, embora o movimento da Escola Nova e a contribuição de teóricos como Jean Piaget e Lev Vygotsky, no século XX, é que de fato lançaram as bases contemporâneas da aprendizagem ativa (PAIVA, 2016).

Nesse contexto, a metodologia ativa traz o aluno para o centro do processo, enquanto o professor se torna um mediador. Na interação os alunos compartilham do saber, que pode ocorrer por meio de debates e exposição de opiniões em sala de aula promovidas pelo professor.

Essas metodologias ativas de ensino e aprendizagem mudam o foco, centrando o protagonismo na figura do aluno, levando em conta suas experiências pessoais como ponto de partida para a aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Entre os benefícios demonstrados pelo uso de metodologias ativas, estão incluídos o desenvolvimento da autonomia, a crítica da realidade e a integração de saberes teóricos com práticos (PAIVA et al., 2016).

Alinhados com essa característica das metodologias ativas de promoverem maior proatividade e engajamento dos alunos, Diesel, Baldez e Martins (2017) afirmam que:

[...] há necessidade de os docentes buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que foquem no protagonismo dos estudantes, favoreçam a motivação e promovam a autonomia destes. Assim, atitudes como oportunizar a escuta aos estudantes, valorizar suas opiniões, exercitar a empatia, responder aos questionamentos, encorajá-los, dentre outras, são favorecedoras da motivação e da criação de um ambiente favorável à aprendizagem (DIESEL, BALDEZ E MARTINS, 2017, p. 270).

Conforme revisão teórica de Diesel, Baldez e Martins (2017), as metodologias ativas de ensino são compostas por 6 princípios constitutivos, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Os 6 princípios das metodologias ativas de ensino

PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
Aluno: centro do processo de aprendizagem	Aluno não é expectador, mas sim ativo e corresponsável pela própria aprendizagem. Suas características pessoais são levadas em

	consideração. Variadas habilidades cognitivas, sociais e interpessoais são exigidas de forma combinada, enriquecendo as experiências de aprendizagem.
Autonomia	Estímulo a uma atitude crítica do aluno, pautando seu aprendizado pela motivação em aprender.
Problematização da realidade e reflexão	Constitui a análise da realidade na qual o aluno está inserido para aprender questões reais de forma reflexiva. Ao analisar, o aluno toma consciência desta realidade e tem motivação e senso de necessidade de que é útil aprender.
Trabalho em equipe	A aprendizagem é um processo eminentemente relacional. Portanto, a interação do aluno com seus pares deve ser estimulada. A construção coletiva do conhecimento e o contato com outros pontos de vista enriquece o repertório do aluno. Ao professor, cabe estimular a interação efetiva.
Inovação	É preciso sempre trazer algo novo, seja a forma de passar um conteúdo, de abordar um assunto, de construir um trabalho etc. Dada a dinamicidade e velocidade do mundo contemporâneo, inovar é um pré-requisito para recrutar e manter a motivação dos alunos.
Professor: mediador, facilitar, ativador	Parte do pressuposto que o professor deve provocar, estimular, instigar, o aluno a aprender e não simplesmente passar um conhecimento de forma unidirecional. Trata-se, também, de uma postura constante de autocrítica e desenvolvimento por parte do docente, buscando ser mais efetivo no seu papel de facilitador do conhecimento.

Fonte: Próprio autor, baseado em Diesel, Baldez e Martins, (2021).

Conforme apresentado, um ponto muito importante dentro das metodologias ativas é captar e manter a motivação e engajamento dos alunos nas atividades de aprendizagem. Este é um desafio da educação de modo geral. Assim, podemos entender que os maiores problemas identificados por professores em sala de aula têm a ver com a desmotivação, déficit de concentração e lacunas de conhecimento prévias dos alunos.

Quando se aplica esta lógica aos dias atuais, onde as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) estão amplamente disseminadas e acessíveis nas mãos dos alunos, a inadequação de métodos estanques, rígidos, fica mais evidente. Um descompasso enxergado

hoje em dia é a postura contraproducente de manter os alunos várias horas consecutivas sem interação com ferramentas que utilizam no dia a dia, notadamente relacionadas às mídias digitais. De acordo com Paiva (2016):

O ato de ensinar tem-se tornado cada vez mais complexo. O professor, antes o centro das atenções, disputa seu posto de única fonte de conhecimento com a tecnologia, a internet, as videoaulas, os tedtalks, entre outros recursos hoje acessíveis facilmente através de um computador ou celular (PAIVA, 2016, p. 1).

Na mesma linha, Darub e Silva (2020) afirmam que a geração dos nativos digitais está fortemente engajada com as novas TDICs, motivo pelo qual a prática docente tradicional vem se tornando cada vez menos efetiva. Segundo os autores, é necessário haver uma permanente capacitação em métodos ativos e inovadores por parte dos docentes para acompanhar esse ritmo acelerado de mudanças e conseguir exercer o papel de facilitador do conhecimento em sala de aula. Ao invés de adotar uma postura de supressão do uso das novas TDICs em sala de aula, o docente pode usá-las a seu favor:

Um salto qualitativo acontece quando as TDIC e as metodologias forem integradas ao ensino na medida em que incorpora de maneira intencional o seu uso como parte essencial das estratégias de aprendizagem. Assim, por exemplo, transforma-se slides em hipertextos agregando diferentes níveis de informações, com diversos objetos digitais acoplados e com a finalidade de atender a diferentes públicos e suas distintas particularidades (DARUB e SILVA, 2020, p. 5).

Trazendo as metodologias ativas especificamente para o universo do ensino matemático, um fato observado é que as iniciativas acerca de metodologias ativas de professores e pesquisadores que atuam na área da matemática ocorrem apesar da formação, isto porque as experiências durante a graduação no Brasil ainda são consideradas escassas.

Conforme Zamboni (2019), métodos ativos não estão “formalmente” inseridos na educação matemática:

Porém suas características, e o cerne da ideia, que é a divisão de responsabilidade no processo, com a mobilização de uma postura ativa no aluno, sem desmerecer os papéis de professores e conteúdos de modo a tornar a situação relevante ao aluno, esta sim, é identificada em nossa análise em cada uma das dissertações estudadas nas subcategorias [da pesquisa realizada pela autora] (ZAMBONI, 2019, p. 119).

Mesmo assim, conforme menciona a autora, nesta pesquisa ainda há iniciativas (como Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, Instrução por Pares, etc.) que se assemelham bastante àquelas propostas pelos teóricos das metodologias ativas no âmbito do ensino matemático.

2.2 Tecnologias de ensino

Compreende-se, grosso modo, a tecnologia como um conjunto de técnicas utilizadas para uma certa finalidade. Ao longo do tempo a evolução das tecnologias sempre teve o mesmo objetivo, melhorar a vida coletiva e individual através da aplicação prática delas. No mundo contemporâneo, no entanto, vivemos uma nova fase de desenvolvimento tecnológico, onde a revolução da eletrônica, microeletrônica e telecomunicações remodelou todo o sistema. A velocidade também é outro atributo do desenvolvimento das novas tecnologias.

Conforme Garcia (2013):

As tecnologias atuais representam mudança de comportamento. Um exemplo simples é a internet, que, apesar de ser uma tecnologia já antiga (em 1960 já se falava de internet), possibilita a comunicação das pessoas sem que estas estejam no mesmo local e a Educação a Distância, que permite àqueles que não têm a possibilidade de cursar o Ensino Superior de forma presencial ou que não possuem recursos para arcar com esse investimento. Outros exemplos: televisão, computadores, celulares, etc (GARCIA, 2013, p. 30).

Como mencionado anteriormente, cada vez mais o uso de tecnologias em sala de aula vem se tornando uma realidade. Os alunos contemporâneos são bombardeados por informações de todos os lados e a todo momento. Partindo do pressuposto de que os conhecimentos prévios são um ponto de partida para a aprendizagem, fazer uma educação totalmente desprezada das novas tecnologias da informação e comunicação é contraproducente. Os alunos buscam justamente tecer essas relações para construir seus conhecimentos (SANTOS; ALVES, PORTO, 2018).

O que também se pode apreender da situação atual é que os alunos, quase que unanimemente, são receptivos e gostam do uso da internet e outros recursos. Os professores também reconhecem a importância, mas ainda parecem, em partes, devido à imperícia no manejo correto dos equipamentos, *softwares* e a própria navegação na internet. E do ponto de vista estrutural, ainda faltam, no Brasil, políticas públicas mais abrangentes e efetivas que

insiram a escola na sociedade da informação, que cada vez mais é *sociedade do conhecimento* (DIOGINIS et al., 2015).

Fato é que, quando utilizadas de maneira racional, conseguem promover uma melhora no processo de ensino-aprendizagem. Faz parte do uso racional a percepção, por parte dos educadores, de quando um recurso tecnológico é dispensável. Um exemplo são atividades práticas que podem ter melhor proveito se forem realizadas presencialmente, nas quais não faz sentido pedagógico suspender uma ação que seria feita pelo aluno por um vídeo ou animação mostrando outro fazendo. Mas não há regra definida quanto a isso, cabendo à equipe pedagógica decidir após deliberação (GARCIA, 2013).

Pereira e Silva (2013) nos alertam para o cuidado que o docente precisa ter com práticas pedagógicas que utilizem a internet de forma síncrona ou assíncrona, dada a quantidade de tráfego de dados incorretos, distorcidos ou mesmo criminosos. É necessário, assim, haver um aconselhamento para que os estudantes analisem criticamente o que veem e não reproduzam informações imprecisas.

De acordo com Pereira e Silva (2013):

Gestores e professores podem utilizar desta ferramenta como meio de ampliar seus conhecimentos dentro da escola, de maneira a facilitar a comunicação entre os educadores e educandos da instituição e aperfeiçoando seu trabalho para melhor compreensão daquilo que é de fundamental importância a ser transmitido (PEREIRA E SILVA, 2013, p. 87).

Uma equipe pedagógica preparada é capaz de pesquisar e identificar os potenciais softwares que de fato venham a auxiliar na aprendizagem dos educandos. O apoio do professor que ministrará a disciplina/matéria também é fundamental para essa escolha. Isso porque há uma série de variáveis, como a faixa etária, nível escolar, tamanho da turma e disciplina estudada que influenciam na eficácia pedagógica dos programas. E é papel justamente dessa equipe pedagógica selecioná-los da melhor forma (PEREIRA; SILVA, 2013).

Entre as possibilidades de escolha, o mais comum de ser encontrado em escolas são os televisores e outros equipamentos de vídeos, como retroprojetores para aulas expositivas mais interativas. A presença de computadores, especialmente os bem equipados, com *softwares* específicos para a educação, não é realidade na maioria das escolas. No entanto, quando disponíveis, devem ser utilizados pelos professores enquanto um recurso auxiliar de grande valia para aumentar a adesão dos alunos ao conteúdo. Isso requer preparação docente visando um uso eficiente destes recursos tecnológicos (DIOGINIS et al., 2015).

Ainda sobre os programas, são várias as alternativas de uso de *softwares* e computadores na área da educação, como por exemplo:

[...] utilização de software para desenvolvimento da escrita e leitura, promovendo diferentes tipos de produções; software de simulações para trabalhar habilidades lógicas matemáticas e resoluções de problemas; o computador como interação com o meio, entre outros (PEREIRA E SILVA, 2013, p. 88).

No tocante à Matemática, há um número crescente de *softwares* que são trabalhados desde a Educação Básica até o Ensino Superior, notadamente em matérias de estatística e geometria. De modo geral as avaliações tanto de professores quanto de alunos acerca do interesse pela matéria e aprendizado do assunto são bastante positivas. Os pontos positivos destacados são a maior interação com o conteúdo, a motivação aumentada e a “objetivação” de conceitos abstratos, dentre outros. Isso revela algumas potencialidades do uso destes *softwares*, apenas para citar um exemplo do ensino da matemática (OLIVEIRA et al., 2021).

Todavia, é importante frisar que a mera presença de novas tecnologias em sala de aula não garante um aprendizado maior ou melhor. É preciso usá-las como mediadoras do aprendizado, criando novos ambientes que favoreçam a criação de pontes dos alunos entre si e dos alunos com esses meios. De fato, as possibilidades são aumentadas exponencialmente quando utilizadas adequadamente, defende Garcia (2013).

Assim, depreende-se que o uso de novas tecnologias na educação não deve ser encarado como uma panaceia, algo que resolverá todos os problemas. Trata-se de mais uma ferramenta no repertório pedagógico que auxilia na resolução de problemas e/ou facilitam o processo de ensino-aprendizagem. Um ponto de destaque, por exemplo, é a educação de crianças com necessidades especiais, alavancada mediante uso massivo dessas tecnologias interativistas (PEREIRA; SILVA, 2013).

O professor também deve se preparar para esse processo, como explanado em parágrafos anteriores. Segundo Pereira e Silva (2013):

A especialização dos professores quanto ao uso das ferramentas em suas aulas é de suma importância, pois é preciso que manuseiem os sistemas básicos do computador e saibam trabalhar de forma eficaz com os softwares educacionais, acompanhando o desenvolvimento dos alunos no decorrer das atividades e analisando os resultados obtidos, para que os objetivos trabalhados sejam alcançados (PEREIRA E SILVA, 2013, p. 93).

Outra observação pertinente é que não se trata de uma estratégia “tudo ou nada”, onde ou o ensino é totalmente tradicional ou totalmente “tecnológico”. Há níveis diversos de coexistência entre os modelos – que também não podem ser reduzidos a apenas dois modelos antagônicos ou mesmo complementares.

Nesse sentido, ganha destaque a noção de ensino híbrido, onde as técnicas convencionais de ensino são mescladas com outras mais modernas. Exemplo seria uma aula sobre determinada temática que abarcasse um momento expositivo seguido de outro com a solução de problemas em ambiente informático. As possibilidades, na verdade, são ilimitadas, especialmente quando a internet é associada ao processo (SANTOS; ALVES; PORTO, 2018).

Seja qual for a estratégia adotada, é papel da escola ser receptiva aos novos parâmetros de comportamento da sociedade, sobremaneira no que diz respeito aos recursos tecnológicos que estão em voga e que os alunos têm contato cada vez mais cedo (DIOGINIS et al., 2013).

Corroborando, Garcia (2013, p. 31) defende que “a utilização das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem institui um fator de inovação pedagógica, possibilitando novas modalidades de trabalho na escola, devendo esta acompanhar as transformações sociais”. Esse raciocínio estabelece que a escola não pode ter fronteiras rígidas, onde o aluno não se comunica com o mundo exterior – até porque esse mundo exterior pode estar literalmente em sua mão, num *smartphone*.

Os recursos tecnológicos facilitam o ensino-aprendizagem enquanto um processo de via mão dupla: os professores ensinam, mas aprendem também com as experiências dos alunos, que são mais estimulados e motivados face à possibilidade de uso de tecnologias que têm familiaridade (PEREIRA; SILVA, 2013).

Santos, Alves e Porto (2018, p. 58) ratificam uma ideia pertinente ao debate, que “independentemente da tecnologia adotada, o desafio se traduz em criar ambientes que sejam adequados ao conhecimento, congregando diversos aportes tecnológicos, desde que respondam às questões e necessidades pedagógicas”. Entender a escola como uma experiência sociocultural, de enriquecimento mútuo de educadores e educandos, onde vários saberes se encontram e são incorporados, é algo relevante para a construção de novas abordagens educacionais (DIOGINIS et al., 2015).

2.3 Realidade Aumentada como tecnologia no ensino da Geometria Espacial

A Realidade Virtual (RV) remonta à década de 1960, quando a primeira aplicação que permitia a interação 3D com figuras em um monitor de computador foi criada por Ivan

Sutherland. Para Claudio Kirner e Gonçalves Kirner (2011, p. 14), a “realidade virtual é uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por computador, usando seus sentidos através de dispositivos especiais”.

Conforme Cláudio Kirner e Gonçalves Kirner (2011):

A realidade virtual, realidade aumentada e suas variações representam técnicas de interface computacional que levam em conta o espaço tridimensional. Nesse espaço, o usuário atua de forma multissensorial, explorando aspectos deste espaço por meio da visão, audição e tato. Conforme a tecnologia disponível, é possível também explorar o olfato e o paladar. Percepções corpóreas, como frio, calor e pressão estão incluídas no tato, através da pele (CLÁUDIO KIRNER; GONÇALVES KIRNER, 2011, p. 10).

Já o conceito de Realidade Aumentada (RA) pode ser compreendido como "uma interface avançada de computador, que promove em tempo real a exibição de elementos virtuais sobre a visualização de determinadas cenas do mundo real" (DANTAS, 2018, p. 22).

Outra maneira simples de defini-la é como uma forma de RV em que “as informações virtuais são trazidas para o espaço físico do usuário, que usa suas interações naturais” e que de acordo com Cláudio Kirner e Gonçalves Kirner (2011):

Diferentemente da realidade virtual, que procura transportar o usuário para o ambiente virtual, a realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, por meio de algum dispositivo tecnológico. Assim, a interação do usuário com os elementos virtuais ocorre de maneira natural e intuitiva, sem necessidade de adaptação ou treinamento (CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, 2011, p. 16).

Assim, o aspecto determinante da diferença entre a realidade virtual e aumentada e a multimídia tradicional é o aspecto tridimensional das primeiras. A experiência multissensorial é um ponto em comum entre ambas (CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, 2011). Ainda, para ser considerado um ambiente de RA, é necessário preencher três requisitos: 1) objetos reais e virtuais são combinados no ambiente real, 2) é interativo em tempo real e 3) os objetos reais e virtuais são colocados no mesmo plano (LOPES et al., 2019).

Ademais, a RA pode ser não imersiva, quando se preserva certo contato com a realidade externa, ou imersiva, que lança mão de dispositivos como o *Head Mounted Display* (HMD), causando no usuário uma sensação de total integração ao ambiente virtual (CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, 2011).

Outra maneira de classificar os recursos da RA é quanto à forma: 1) podem ser estáticas, onde o modelo 3D não sofre variação conformacional ao longo do tempo ou 2) dinâmicas, que incluem vídeos e animações (SALINAS; GONZALES-MENDIVIL, 2017).

Quanto à conformação de um sistema RA, os três componentes básicos de um projeto são 1) objeto real, chamado de marcador e que serve de referência; 2) câmera, que captura imagens do marcador e projeta o conteúdo digital imediatamente e 3) software, responsável por receber a imagem do marcador (objeto real) e renderizar conforme foi programado, possibilitando a projeção pela câmera (DANTAS, 2018).

Fato é que essas novas tecnologias que usam a RA estão sendo cada vez mais utilizadas em diversas áreas. Sobre isso, Lopes *et al.* (2019) falam o seguinte:

A utilização destas tecnologias tem o caráter inovador no que concerne ao desenvolvimento de competências com base no raciocínio lógico, trabalho em equipes e na resolução de problemas para a motivação dos estudantes. Como impulsionador das novas tecnologias aplicadas à educação estão, a criação de ambientes de aprendizagem de vários conteúdos didáticos de diferentes áreas a partir de uma abordagem colaborativa, inclusiva e conectivista que desperte no aluno o desenvolvimento de inteligências múltiplas e competências digitais de acordo com as demandas da sociedade do conhecimento e da informação (LOPES ET AL., 2019, p. 25).

Em outras palavras, o uso desses recursos tecnológicos favorece o desenvolvimento de habilidades e apreensão de novos conhecimentos.

Com a massificação do consumo de computadores pessoais, telefones móveis conectados à rede e a própria evolução da internet ocorrida a partir do início dos anos 2000, a realidade virtual e aumentada ganharam um forte impulso. Com cada vez mais usuários e demandas de usabilidade maiores, as interfaces de RA e RV foram simplificadas para atender a esse crescente público, tornando-se mais intuitivas e fáceis de usar (CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, 2011).

Conforme os sistemas de realidade virtual e aumentada vão se tornando mais potentes e complexos, maiores são as chances de desenvolvimento de produtos mais amigáveis aos usuários, com características como: alta disponibilidade, facilidade de uso, e facilidade de adaptação e personalização das aplicações. Tais características contribuem para tornar a realidade virtual e aumentada mais populares (CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, 2011, p. 23).

Aliando esse desenvolvimento citado acima com a grande disponibilidade de *smartphones* e perícia com que os jovens manejam as aplicações, esses aparelhos podem ser

grandes aliados da RA em sala de aula. Já foram testados em muitos estudos, como citam Silva e Vasconcelos (2019) em seu trabalho original. Eles dizem que "No cotidiano escolar, é fato que os discentes possuem maior afinidade com os dispositivos móveis, e seu uso é quase que inevitável, como se fosse uma peça de roupa para os jovens da geração digital" (SILVA; VASCONCELOS, 2019, p.53).

Nessa era da disseminação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), os alunos estão cada vez mais conectados à internet e tendo experiências digitais todos os dias. Por este motivo, pelas abordagens de ensino tradicionais, pautadas em aulas expositivas e que pouco ou nada usam de TDICs, geram naturalmente menos envolvimento no processo de ensino e aprendizagem. Lançar mão de TDICs, como a RA, é uma estratégia que se mostra promissora no ensino de diversas ciências (LOPES *et al.*, 2019).

Na revisão conduzida por Lopes *et al.* (2019) foi ratificado que vários estudos corroboram a tese de que os alunos se sentem muito mais motivados em aprender com auxílio da RA que o grupo que não utiliza. Os professores também relatam o mesmo e consideram que a RA é uma importante ferramenta a ser utilizada em sala de aula. E esses resultados são obtidos desde o nível da Educação Básica até o Ensino Superior, cada um com suas próprias estratégias. Há, por exemplo, uso de jogos com base na estratégia de gamificação ou de livros com RA embutidos (LOPES *et al.*, 2019).

As áreas do conhecimento que por ora produzem mais literatura científica a respeito da RA são Engenharia Civil, Arquitetura, Design e Ciências da Saúde (LOPES *et al.*, 2109).

Algo que pode explicar isto é que há fortes indícios de que os currículos tradicionais de matemática escolar são pouco resilientes, isto é, não se adequam às constantes mudanças das formas como se produz e adquire conhecimento. Há inclusive um termo, "ansiedade matemática", que se refere a uma postura de negativismo e rejeição dos alunos para com a disciplina. Isto se baseia, em partes, num entendimento equivocado de que só se pode aprender matemática através de memorização e de que os conhecimentos adquiridos estão alheios à realidade (SALINAS; GONZALES-MENDIVIL, 2017).

No caso específico da matemática, os alunos precisam de um bom nível de abstração, utilizando um sistema de representações semióticas para gerar uma visualização mental daquilo que está sendo aprendido. Devido a esse aspecto pouco tangível é que são encontradas dificuldades de assimilação do conteúdo (SALINAS; GONZALES-MENDIVIL, 2017).

Assim, a proposição do uso de *softwares* de RA para ensino da matemática se baseia na possibilidade de enriquecer a experiência do aluno com os conteúdos ministrados. Ao invés de ter contato com dados apenas na lousa ou papel, o uso de *softwares* pode gerar novas maneiras

de coletar, organizar e analisar criticamente o conteúdo, levando, em tese, a uma melhor compreensão (SILVA; VASCONCELOS, 2019).

Resende e Muller (2018), por exemplo, construíram um aplicativo para trabalhar a RA com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, também abordando a geometria espacial, especificamente os sólidos de revolução. Os alunos relataram que a visualização espacial com auxílio da RA que até então estava em duas dimensões facilitou a compreensão. Outro ponto positivo é o uso de *smartphones* como instrumento mediador desse processo, visto que os jovens lidam quase que naturalmente com ele e as poucas dificuldades que surgem podem ser sanadas pelos professores previamente treinados.

Os autores acrescentam que “A RA presente em *softwares* que interagem com o usuário por meio de sistemas de saída como monitores e projetores expressa com naturalidade objetos ou materiais virtuais em um ambiente da realidade mundana” (RESENDE; MULLER, 2018, p. 4).

Já no estudo conduzido por Salinas e Gonzáles-Mendivil (2017), a RA aumentada foi utilizada em associação com técnicas tradicionais para o ensino de sólidos de revolução no Ensino Superior. Os autores argumentaram que os alunos se sentiram muito motivados e engajados em participar de tais atividades, inclusive ajudando a construir em tempo real os referidos sólidos. O ganho em visualização espacial, habilidade fundamental para a matemática e especialmente para a geometria, foi considerado muito relevante pelos autores (SALINAS; GONZÁLES-MENDIVIL, 2017).

Em mais um exemplo, num estudo com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, abordando o assunto de poliedros, Silva e Vasconcelos (2019) avaliaram o impacto de um aplicativo de RA no aprendizado do tema. Antes da interação, apenas 39% dos alunos sabiam diferenciar uma figura 2D de uma 3D, índice que passou a 93% após o uso da RA. Além disso, 82% consideraram a experiência melhor que a do ensino tradicional. Some-se a isso vários resultados não quantitativos observados pelos pesquisadores, como uma maior proatividade e envolvimento dos alunos.

Resultados semelhantes foram observados no Projeto de Ensino realizado por Dantas (2018), onde houve relatos consistentes de melhor compreensão e visualização dos conteúdos da Geometria Espacial. Os alunos também ficaram surpresos com os recursos disponibilizados pela RA, enfatizando a diferença com a visualização 2D no quadro escolar. A surpresa, neste caso, é considerada como um elemento comportamental que favorece o aprendizado, pois que induz à curiosidade (DANTAS, 2018).

Percebe-se, de acordo com os estudos expostos e os conceitos concernentes a RA, que a principal característica diferenciadora em termos de aprendizagem da matemática usando a RA é a objetivação de conceitos abstratos e intangíveis no mundo real. De fato, o aluno tem a possibilidade de observar a representação real do conceito. Caso se use uma abordagem dinâmica, até o processo de formação da figura no espaço pode ser observado (SALINAS; GONZALES-MENDIVIL, 2017).

Silva e Vasconcelos (2019, p. 53) corroboram essa visão, afirmando que “a RA pode trazer benefícios para a aprendizagem de conteúdos de matemática, especificamente no campo da geometria espacial, visto que essa tecnologia traz em suas características a visualização de objetos tridimensionais”.

Uma vantagem adicional é que, uma vez aprendendo a manusear a aplicação que contém a RA, o aluno pode fazer seus próprios experimentos em casa, testando e avaliando os resultados obtidos e formando assim um senso crítico mais apurado (DANTAS, 2018).

3 GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS

Estamos inseridos e ladeados em um mundo de formas que nos trazem a percepção da geometria inserida na arquitetura, na natureza e em ambientes diversos do nosso cotidiano. Assim, esse cenário é alvo de inúmeras pesquisas que almejam inovar a metodologia dos professores, buscando assimilar os conteúdos trabalhados em sala de aula ao mundo no qual vivemos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) enfatizam a Geometria como necessária à formação básica do ser humano.

Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de Matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive (BRASIL, 1998, p.51).

Em vista disso, podemos notar que a geometria é essencial para a formação e desenvolvimento da aprendizagem do estudante, o que a coloca como conteúdo primordial na Educação Básica.

De acordo com os PCN's (BRASIL, 1998), o ensino da Matemática deve visar ao desenvolvimento do pensamento geométrico, por meio da exploração de situações de aprendizagem que levem o aluno a: “estabelecer relações entre figuras espaciais e suas representações planas, envolvendo a observação das figuras sob diferentes pontos de vista, construindo e interpretando suas representações”.

Para os anos iniciais a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018, p. 272) salienta que: “em relação às formas, espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associem figuras espaciais a suas planificações e vice-versa”. Evidencia também, que nos anos finais: “o ensino de Geometria precisa ser visto como consolidação e ampliação das aprendizagens realizadas”.

A BNCC (BRASIL, 2018) estabelece que:

Ao longo do Ensino Fundamental – Anos Finais, os estudantes se deparam com desafios de maior complexidade, sobretudo devido à necessidade de se apropriarem das diferentes lógicas de organização dos conhecimentos relacionados às áreas. Tendo em vista essa maior especialização, é importante, nos vários componentes curriculares, retomar e ressignificar as aprendizagens do Ensino Fundamental – Anos Iniciais no contexto das diferentes áreas, visando ao aprofundamento e à ampliação de repertórios dos estudantes. Nesse sentido, também é importante fortalecer a autonomia desses adolescentes, oferecendo-lhes condições e ferramentas para acessar

e interagir criticamente com diferentes conhecimentos e fontes de informação (BRASIL, 2018, p. 60).

Assim, essa trajetória do Ensino Fundamental Anos Iniciais para os Anos Finais é uma continuidade que deve ser levada em consideração os conteúdos e a importância da articulação pedagógica para prosseguir com o desenvolvimento das aprendizagens já vivenciadas pelos estudantes.

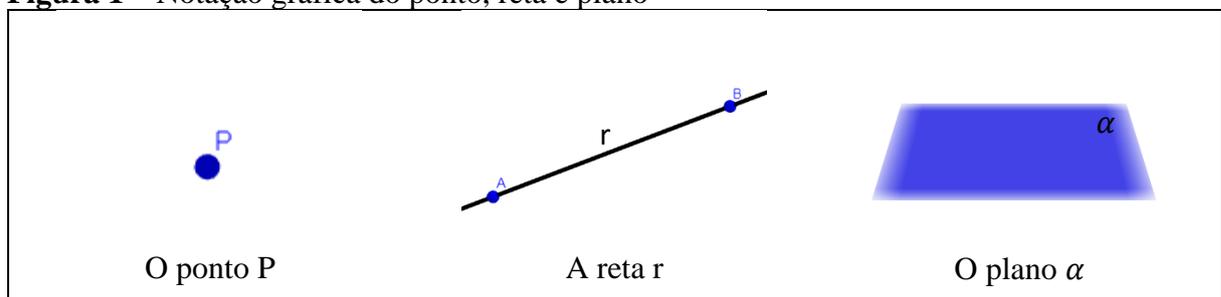
3.1 Sólidos geométricos

Aqui iremos abordar sobre os sólidos geométricos, em particular, os que foram selecionados para a elaboração da atividade didática aplicada nas turmas participantes da pesquisa: poliedros e corpos redondos.

Na geometria plana, a matemática se dedica ao estudo de objetos e figuras no plano Euclidiano. É aqui que se apresentam os elementos primitivos e axiomas que nos levam a uma série de definições e, por intermédio da lógica matemática, a resultados da geometria. Já a Geometria Espacial corresponde a área da matemática que se encarrega de estudar os objetos e figuras no espaço que possuem três dimensões, identificadas como: comprimento, largura e altura. Esses objetos são conhecidos como "sólidos geométricos" ou "figuras geométricas espaciais".

Assim, a Geometria Espacial surge a partir dos elementos primitivos e axiomas, que são as bases para a construção do conhecimento nesta área. São eles: o ponto, a reta e o plano.

Figura 1 – Notação gráfica do ponto, reta e plano



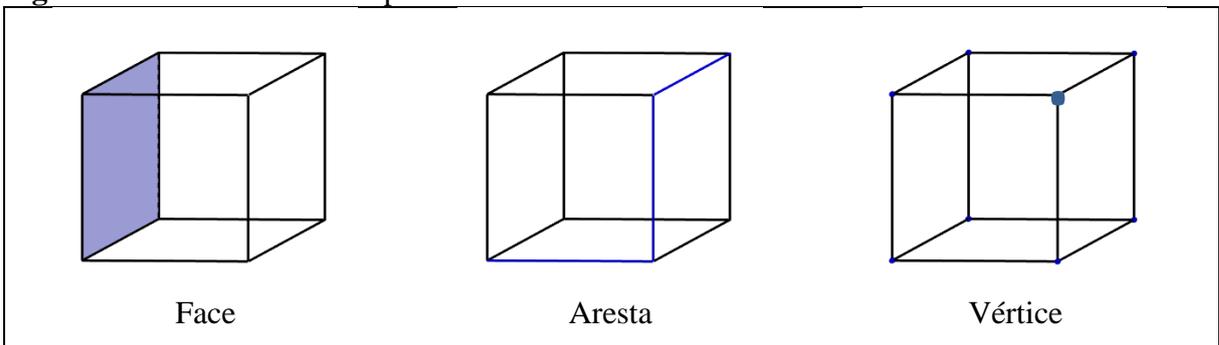
Fonte: Próprio autor, 2021.

Tendo como base os elementos primitivos da geometria, podemos desenvolver uma série de conceitos importantes e conhecer as formas que constituem os sólidos geométricos, como os poliedros e os corpos redondos.

Poliedro (do latim poli “muitos” e edro “faces”) são as figuras geométricas que possuem muitas faces. Dante (2012) apresenta os poliedros da seguinte maneira:

Cada poliedro é formado pela reunião de um número finito de regiões poligonais planas chamadas faces e a região do espaço limitada por elas. Cada lado de uma dessas regiões poligonais é também lado de uma outra única região poligonal. A interseção de duas faces quaisquer ou é um lado comum, ou é um vértice, ou é vazia. Cada lado de uma região poligonal, comum a exatamente duas faces, é chamado aresta do poliedro. E cada vértice de uma face é um vértice do poliedro (DANTE, 2012, p. 206).

Figura 2 – Elementos de um poliedro



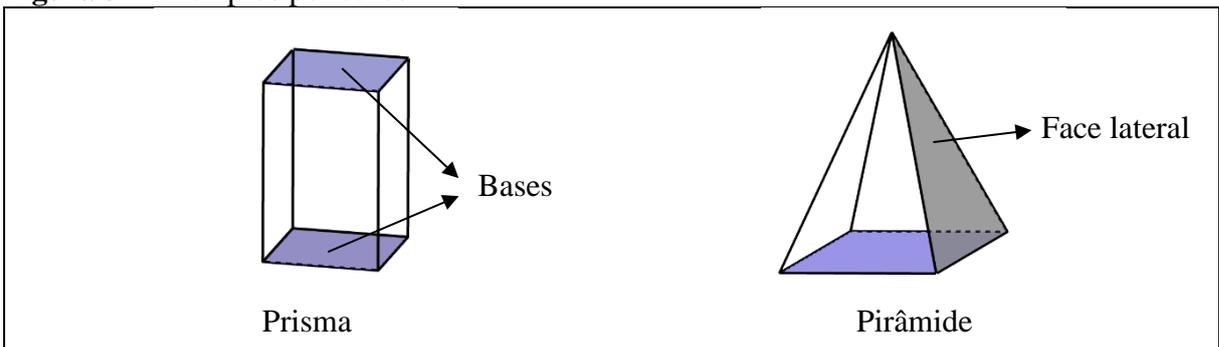
Fonte: Próprio autor, 2021.

A figura acima representa um poliedro convexo denominado de hexaedro. Nela observamos que:

- Duas faces não estão no mesmo plano;
- Cada aresta é comum a somente duas faces;
- O plano de cada face deixa as outras em um mesmo semiespaço (esta é a condição de convexidade do poliedro).

Dentro do conjunto dos poliedros, existem dois grupos muito importantes: os prismas e as pirâmides.

Figura 3 – Exemplos poliedros



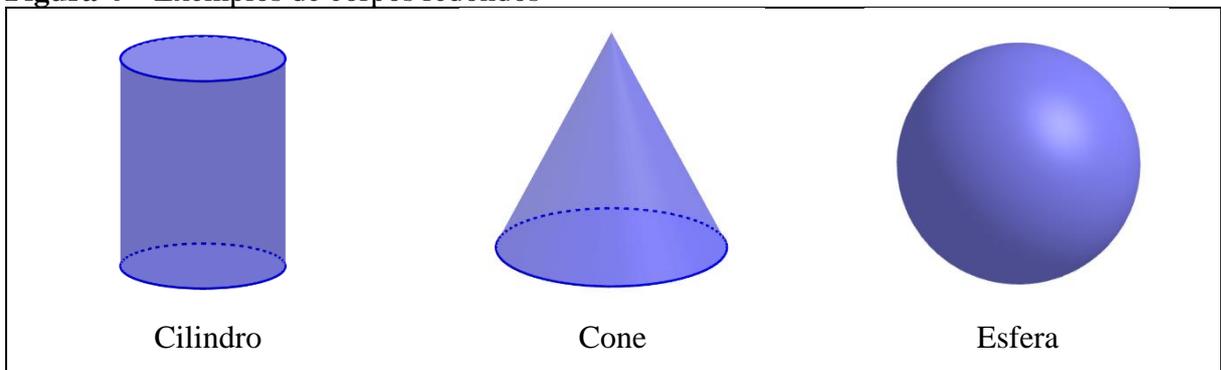
Fonte: Próprio autor, 2021.

Os prismas são figuras espaciais que possuem duas faces poligonais paralelas e congruentes, denominadas bases. As demais faces são paralelogramos cujo os lados são os segmentos que unem os vértices correspondentes das duas bases.

A pirâmide é uma figura espacial que possui uma face poligonal denominada base, e faces laterais em forma de triângulos com um vértice em comum. A distância deste vértice até a base é a altura da pirâmide.

Os corpos redondos, por sua vez, são sólidos geométricos que possuem pelo menos uma superfície curva, logo, não possuem faces laterais. Se colocados sobre uma superfície plana levemente inclinada, giram ou rolam. Os principais corpos redondos são: o cilindro, cone e esfera.

Figura 4 – Exemplos de corpos redondos



Fonte: Próprio autor, 2021.

Outro nome dado aos corpos redondos é “sólidos de revolução”, pois podemos obter a superfície de um corpo redondo por meio da rotação de uma figura plana (figura geradora). No caso da superfície do cilindro temos a rotação em 360° de um retângulo. Para a superfície do cone utilizamos um triângulo retângulo como figura geradora. Já a esfera tem a superfície obtida ao rotacionar uma semicircunferência em torno do eixo fixo.

4 METODOLOGIA DO TRABALHO

Durante o período de ensino remoto muitos recursos pedagógicos “ganharam espaço” devido a necessidade do uso de TDICs para a realização das aulas. E foi nesse momento que, com a experiência vivenciada em minhas salas de aula, começaram a surgir questionamentos sobre o uso da Realidade Aumentada em aulas de geometria. Em particular, levantamos a seguinte questão: *Quais as contribuições do uso de RA no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial?*

A partir deste questionamento, estabelecemos que a pesquisa tomaria como particularidade o uso de dispositivos móveis para ampliar o número de estudantes que teriam acesso ao recurso e assim implementar a RA nas aulas de geometria.

Definimos o seguinte objetivo geral: investigar as contribuições do uso de RA por dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Fundamental Anos Finais.

Para alcançar o objetivo geral estabelecemos os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar um aplicativo que torne possível implementar a RA nas aulas de geometria.
- Executar uma atividade com conteúdos de geometria espacial tendo a RA como recurso pedagógico.
- Descrever os principais resultados observados nas atividades devidos ao uso da RA.

Na concretização deste estudo participaram da pesquisa alunos e alunas de turmas do Ensino Fundamental, Anos Finais, numa escola do município de São José do Egito – Pernambuco. Especificamente, trabalhamos com turmas do 6º, 7º, 8º e 9º Anos. O Quadro 2 mostra o quantitativo de estudantes que participaram da pesquisa.

Quadro 2 – Participantes por turma

TURMA	PARTICIPANTES	PERCENTUAL
6º Ano	10	25%
7º Ano	10	25%
8º Ano	10	25%
9º Ano	10	25%

Fonte: Próprio autor, 2021.

O planejamento e execução desta pesquisa fazem parte de um processo sistematizado em etapas que estão detalhadas da seguinte forma:

1ª etapa: Aqui realizamos a pesquisa bibliográfica acerca de materiais impressos e digitais através de livros, publicações periódicas e sites de pesquisa no que concerne à temática central investigada.

2ª etapa: Consta de uma pesquisa de campo realizada com estudantes que foram selecionados de acordo com o interesse deles em participarem da pesquisa. Em cada turma da escola em questão, tivemos dez alunos participantes. A pesquisa foi realizada por meio de um formulário eletrônico no Google Forms e disponibilizado através de um link por meio do aplicativo do WhatsApp. A proposta desta pesquisa foi conhecer o perfil tecnológico dos estudantes e seus conhecimentos prévios de recursos tecnológicos na Geometria Espacial (APÊNDICE A e B).

3ª etapa: Aqui, procuramos por meio dos materiais impressos e digitais um aplicativo que fosse útil para a proposta da atividade a ser realizada com os estudantes. Nesta busca encontramos alguns aplicativos, porém não estavam mais disponíveis para download. Até iniciamos uma pesquisa para criar um próprio *software* de Realidade Aumentada, mas a complexidade e o tempo tornaram esta ideia inviável. Posteriormente, buscamos um aplicativo gratuito na plataforma virtual do Google com o intuito de tornar o acesso ao recurso igual para todos os estudantes e sem limitações.

O aplicativo escolhido para a execução da atividade foi o Sólidos RA - Realidade Aumentada, disponível apenas na *Play Store* (loja de aplicativos para celulares *Android*). O mesmo foi lançado em 27 de março de 2021, disponibilizado em três módulos: visualização, planificação e criação. Imagens de sua interface são mostradas na Figura 5.

Figura 5 – Interface de abertura do aplicativo Sólidos RA



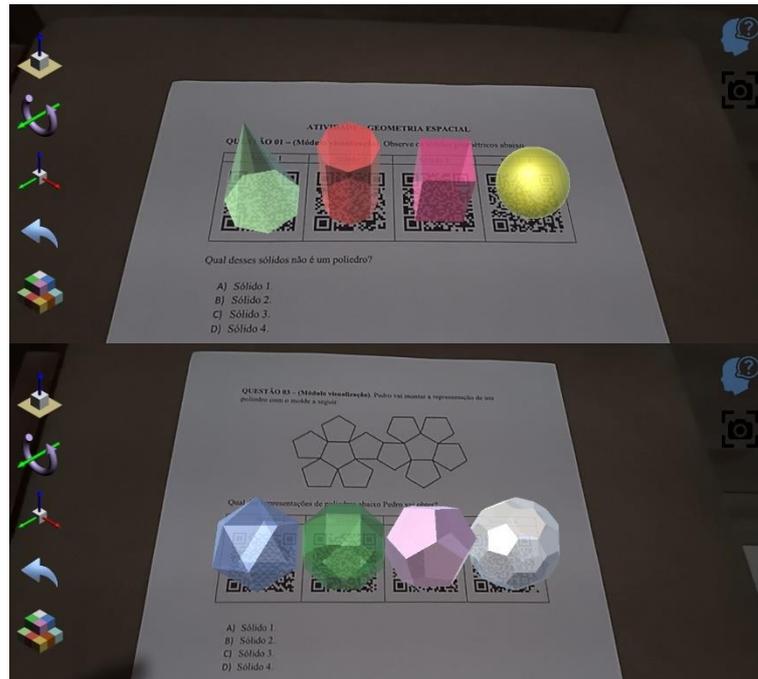
Fonte: Google Play Store, 2023.

Sólidos RA é um aplicativo de Realidade Aumentada que permite a visualização e manipulação de sólidos geométricos por meio de QR codes pelo smartphone. Explicando um pouco sobre os módulos, podemos destacar:

- Visualização: disponível para visualizar de diversas formas os sólidos, exibindo ou não as arestas e vértices, faces transparentes ou opacas.
- Planificação: neste módulo é possível manipular a planificação dos sólidos sob vários ângulos.
- Criação: o usuário possui a seu dispor um ambiente para criar sua própria cena de Realidade Aumentada a partir de objetos primitivos como o cubo, esfera, cone, cilindro, pirâmide e semiesfera.

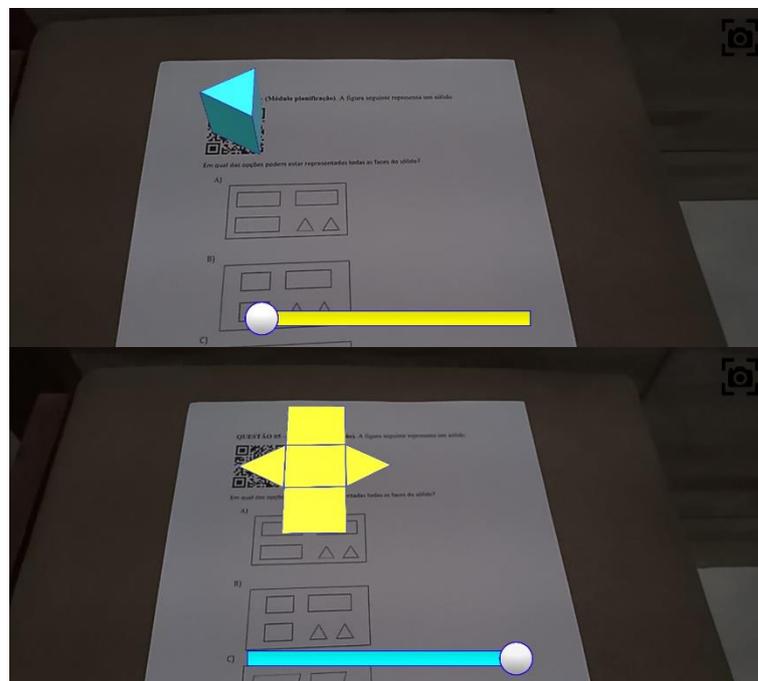
Nas Figuras 6, 7 e 8, são apresentadas as imagens dos sólidos geométricos projetados em realidade aumentada através dos módulos utilizados na atividade com o uso do aplicativo Sólidos RA – Realidade Aumentada.

Figura 6 – Módulo de visualização



Fonte: Próprio autor, 2021.

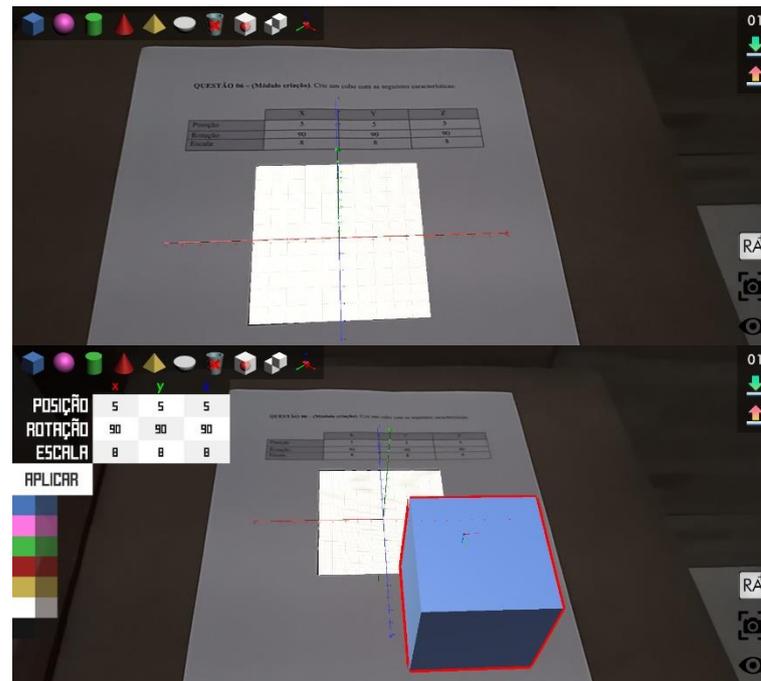
Figura 7 – Módulo de planificação



Fonte: Próprio autor, 2021.

No módulo de planificação, o controle deslizante (círculo branco) permite ao usuário abrir e fechar o sólido geométrico de maneira a exibir as faces que compõe o determinado poliedro.

Figura 8 – Módulo de criação



Fonte: Próprio autor, 2021.

O aplicativo disponibiliza o material de apoio por meio de um link com acervo no Google Drive, onde encontramos QR codes de acordo com cada módulo. Deste modo o professor faz as devidas adaptações de atividades de acordo com planejamento e seqüências didáticas.

Vale ressaltar que, após a aplicação da atividade, constatamos que o aplicativo passou por algumas atualizações e que, de fato, houve melhorias, embora não foi possível usufruir delas com os participantes dessa pesquisa.

4ª etapa: Com base no conteúdo: Geometria Espacial - Sólidos Geométricos, elaboramos uma atividade nivelada para todas as turmas de 6º, 7º, 8º e 9º Anos, de maneira a contemplar todos os estudantes com o conteúdo já explorado no atual ano escolar e/ou em anos anteriores. A atividade foi elaborada com base nos módulos do aplicativo: visualização, planificação e criação (APÊNDICE D).

5ª etapa: Esta etapa tratou da aplicação da atividade em sala de aula. Solicitamos que o desenvolvimento da atividade fosse em grupo, especificamente dois grupos de cinco integrantes em cada turma, visto que 22,5% dos alunos entrevistados não possuem smartphone/tablet para fazer uso em seus estudos, conforme mostra o resultado da pesquisa sobre o perfil tecnológico do aluno (APÊNDICE E, Gráfico 1). Posteriormente, realizamos a entrega da atividade na

versão impressa (uma para cada grupo) de maneira que os participantes fizessem o uso do aplicativo Sólidos RA para a leitura dos QR Codes.

6ª etapa: Nessa última etapa foram realizadas algumas análises diante dos resultados obtidos com a aplicação das atividades. Buscamos investigar as contribuições do uso da RA no ensino da Geometria Espacial por meio do aplicativo Sólidos RA (APÊNDICE E).

5 OBSERVAÇÕES ACERCA DA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE POR MEIO DO APLICATIVO SÓLIDOS RA – REALIDADE AUMENTADA

A aplicação da atividade aconteceu separadamente por turma no tempo de duas aulas (cinquenta minutos cada uma), nos turnos da manhã e tarde, em um dia de aplicação, nas aulas de matemática do professor/pesquisador. No primeiro turno as turmas participantes foram o 8º e 9º Ano e no segundo turno 6º e 7º Ano.

Conforme os resultados mostrados na pesquisa sobre o perfil tecnológico do aluno, 77,5% dos entrevistados têm acesso a smartphone/tablet, mas boa parte deles não faz uso dos mesmos em sala de aula (APÊNDICE E, Gráfico 1 e Gráfico 2). Por consequência, a atividade foi aplicada e desenvolvida em grupos, visando contemplar todos os estudantes e estimular a interação efetiva.

De acordo com os princípios de Diesel, Baldez e Martins (2017), o trabalho em equipe é imprescindível e essa interação deve ser estimulada entre seus pares para que o contato com outros pontos de vista enriqueçam o repertório do aluno, promovendo a troca de conhecimento entre os integrantes, para que os mesmos exercitem suas capacidades de comunicação em busca de um objetivo.

Em cada turma os participantes da pesquisa foram separados em dois grupos de cinco integrantes. Foi entregue uma atividade na versão impressa para cada grupo e um dos integrantes fez o uso do smartphone/tablet para escanear os QR Codes por meio do aplicativo. Para os demais alunos de cada turma, que não participaram da atividade da pesquisa, foi solicitado que acompanhassem a realização da atividade em ambos os grupos sem fazer nenhuma intervenção de modo a não interferir nos resultados da pesquisa.

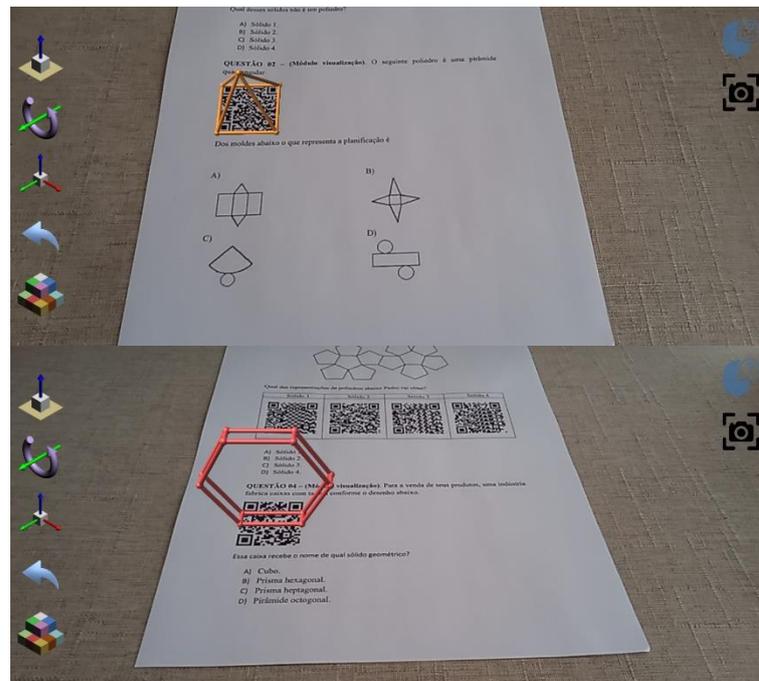
Antes da realização da atividade houve uma breve revisão dos conteúdos abordados nas questões, uma vez que em algum momento anterior os estudantes tiveram familiaridade com a temática em questão. Essa revisão sucedeu no decorrer das duas aulas que foram destinadas para desenvolver o estudo.

Ao desenvolver a atividade proposta em sala de aula, os estudantes apresentaram facilidade na execução com o aplicativo, visto que a execução dos módulos é simples e de fácil manuseio. No decorrer, os grupos estavam sempre engajados e curiosos com os QRs Codes de cada questão, para fazer as observações e assim ter uma concepção acerca dos sólidos em realidade aumentada.

Nas questões 01, 02, 03 e 04 da atividade, nas quais foi utilizado o módulo de visualização, os participantes da pesquisa não tiveram nenhuma dificuldade de fazer as

visualizações dos sólidos. No módulo utilizado para essas questões, foi possível utilizar cinco modos de visualização dos objetos projetados, sendo opcional exibir os vértices, arestas e faces opacas ou transparentes.

Figura 9 – Módulo de visualização exibindo arestas e vértices



Fonte: Próprio autor, 2021.

Na questão 05, onde foi utilizado o módulo de planificação, não houve nenhuma dificuldade da realização do que foi proposto aos estudantes. A execução do módulo permite que o estudante faça a visualização das faces que formam o determinado sólido, conforme mostra a Figura 7.

Ao concluir a questão 06, utilizando o módulo de criação, os estudantes tiveram uma pequena dificuldade em executar a atividade devido as poucas informações, pois ao abrir o módulo se faz necessário a implementação de algumas informações acerca dos sólidos disponíveis para criação. Mas, com a orientação que aconteceu por meio do pesquisador, os estudantes conseguiram criar o sólido proposto da questão.

O experimento mostrou que 87,5% dos alunos consideraram que é melhor estudar a Geometria Espacial com a percepção do objeto em realidade aumentada do que por meio de livros e/ou na lousa, na perspectiva bidimensional (APÊNDICE E, Gráfico 5) e, que 92,5% deles gostariam de continuar a utilizar aplicativos de Realidade Aumentada nas aulas de matemática (APÊNDICE E, Gráfico 6). Também ressaltaram que a RA proporcionou um

melhor entendimento do conteúdo e ajudou obterem mais informações dos sólidos geométricos se comparado a uma aula sem recursos de RA.

Desse modo, o professor mediador, facilitador e ativador da construção do conhecimento deve provocar, estimular e instigar o aluno a aprender, tornando o aluno o centro do processo de aprendizagem. Assim, para que o aluno continue protagonista, interferindo diretamente no seu desenvolvimento, é necessário que haja motivação para os mesmos diante da dinamicidade e velocidade do mundo contemporâneo.

As tecnologias de ensino trazem para os estudantes uma realidade mais próxima da qual ele está facilmente habituado e inserido no campo das tecnologias, método que, além de ser um facilitador do ensino-aprendizagem, também promove uma reflexão maior dos conteúdos e assim uma melhor compreensão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou o ensino da Geometria Espacial por meio da Realidade Aumentada como uma experiência nova para os alunos da rede pública de ensino em uma escola municipal da cidade de São José do Egito – PE, com turmas do Ensino Fundamental Anos Finais. Estes alunos passaram a conhecer e experienciar uma ferramenta didática para o ensino de conteúdos da área evidenciada.

Buscar uma nova metodologia de ensino por meio de um aplicativo pode ser uma estratégia para almejar um ensino-aprendizagem de sucesso e resgatar o hábito de aproximar a Geometria Espacial ao mundo real. No entanto, com estudo de abordagens teóricas e investigações realizadas nesta pesquisa, pudemos compreender que há uma defasagem no ensino desta disciplina, que pode estar associada à falta de um local propício para dar continuidade na explanação de conteúdos da área e principalmente recursos tecnológicos capazes de melhorar o ensino.

De acordo com o questionário do estudante, na escola na qual foi realizada a pesquisa não há laboratório de matemática (APÊNDICE E, Gráfico 3). O laboratório poderia facilitar a aplicação de atividades, unindo a teoria e a prática por meio de experimentos, possibilitando aos estudantes ampliar suas ideias e conhecimentos e, permitindo ao professor explorar as potencialidades de seus alunos para o ensino da matemática, em específico, o ensino da Geometria Espacial.

Conforme Rêgo e Rêgo (2006):

O Laboratório de Ensino da Matemática (LEM) em uma escola constitui um importante espaço de experimentação para o aluno e, em especial, para o professor, que tem a oportunidade de avaliar na prática, sem as pressões do espaço formal tradicional da sala de aula, novos materiais e metodologias, resultados de pesquisas disponibilizados na literatura [...], ampliando sua formação de modo crítico, ou seja, quando associado à formação docente, oportuniza a realização de atividades em que professores da Educação Básica e alunos do curso de licenciatura possam refletir e elaborar sua avaliação pessoal do sistema de ensino adotado em nossas escolas e construir modelos viáveis de superação de seus aspectos negativos (RÊGO E RÊGO, 2006, p. 41).

É importante a inserção de um LEM em uma escola, tendo em vista o ambiente que propicia aos alunos a possibilidade de construção de conceitos matemáticos, além da análise e nova interpretação do mundo em que vivem, podendo ser uma oportunidade ao professor de repensar sua prática docente.

Com o embasamento teórico de autores que firmam esta pesquisa, foi possível destacar a importância da aplicação de um software (Sólidos RA – Realidade Aumentada) capaz de assimilar os conteúdos ao mundo real, por meio da projeção de objetos tridimensionais para facilitar os conhecimentos prévios dos alunos.

A pesquisa de campo realizada com os alunos, a fim de compreender melhor sobre a inserção de recursos tecnológicos no ensino da Geometria Espacial e seus possíveis resultados mediante a exposição da Realidade Aumentada, viabilizando um ensino efetivo, proporcionou resultados positivos e satisfatórios para os entrevistados. Os estudantes ficaram entusiasmados com o aplicativo apresentado e utilizado no desenvolvimento da atividade disponibilizada.

Analisando o questionário pós aplicação da atividade, destacamos a importância do uso da Realidade Aumentada no estudo dos sólidos geométricos proporcionando aos estudantes obter mais informações com facilidade e rapidez. Tivemos um resultado satisfatório de 100% dos participantes que consideraram que essa tecnologia é capaz de possibilitar um melhor entendimento dos conteúdos de Geometria Espacial (APÊNDICE E, Gráfico 4).

Então, a Realidade Aumentada mostrou-se ser uma metodologia ativa que tem por objetivo incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, estimulando a pensarem além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção do próprio conhecimento.

Percebemos que, ao finalizar a aplicação da atividade, o aplicativo Sólidos RA – Realidade Aumentada, conforme mencionado pelos estudantes no questionário aplicado após o final das atividades foi um “facilitador dos conteúdos trabalhados”. Contudo, é importante que os docentes estejam sempre em busca de inovar em suas aulas por meio de recursos tecnológicos capazes de fomentar um ensino-aprendizagem de qualidade, levando um indivíduo a assimilar, entender e colocar em prática aquilo que lhe é ensinado.

A título de trabalhos futuros, pretendemos expandir o conhecimento adquirido para professores da rede de pública de ensino na cidade de desenvolvimento da pesquisa, e assim, incentivar os professores das demais áreas a fazerem a aplicação da RA nas suas aulas, tornando-as mais atrativas e próximas da realidade.

Com a realização deste trabalho esperamos contribuir significativamente para futuras pesquisas e para o uso da ferramenta de ensino-aprendizagem apresentada na pesquisa em questão, visto que há uma carência de recursos tecnológicos que facilitem o entendimento da Matemática.

REFERÊNCIAS

- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. In: **Recherches en didatique des mathématiques**. Vol. 9/3, 281-308, Grenoble, La Pensée Sauvage editions, 1988.
- BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. São Paulo: Penso, 2018.
- BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação?** Florianópolis: Autores Associados, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. O saber e o saber fazer dos professores. In: PIONEIRA (Ed.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo, SP: Amélia Domingues de Castro, Anna Maria Pessoa de Carvalho, 2001.
- CLAUDIO KIRNER; GONCALVES KIRNER, T. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality**, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil, 2011.
- DANTAS, E. H. **Uso da Realidade Aumenta no Ensino da Geometria Espacial**. 94f. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, Brasil, 2018.
- DANTE, L. R. **Matemática: Contexto e Aplicações**. São Paulo: Ática, v. 2, Ensino Médio, 2012.
- DARUB, A. K. G. S.; SILVA, O. R. Formação de professores em metodologias ativas. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias - Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância**, 2020.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L.; MARTINS, S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista THEMA, Lajeado - RS, v. 14, n. 1, 2017.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1987.
- LOPES, L. M. D. et al. **Inovações Educacionais com o Uso da Realidade Aumentada: uma Revisão Sistemática**. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 35, s/n, 2019.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª edição. Rio de Janeiro: E.P.U., 2014.
- PAIVA, M. R. F. et al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa**. SANARE, Sobral, v. 15, n. 2, 2016.

PAIVA, T. Y. **Aprendizagem ativa e colaborativa: uma proposta de uso de metodologias ativas no ensino da matemática.** 2016. 55f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

RÊGO, R. G., RÊGO, R. M. Desenvolvimento de uso de materiais didáticos no ensino de Matemática. In: LORENZATO, Sergio (Org.). **O laboratório de ensino de Matemática na formação de professores.** Campinas: Autores Associados, 2006. (Coleção Formação de Professores).

RESENDE, B.; MULLER, T. J. *Mobile-learning: Aprendizagem Matemática por meio de Realidade Aumentada.* Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, Canoas, v. 7, n. 2, 2018.

SALINAS, P.; GONZALES-MENDIVIL, E. **Augmented reality and solids of revolution.** Int J Interact Des Manuf, s/l, v. 11, s/n, 2017.

SILVA, R. C. D.; VASCONCELOS, C. A. **Realidade Aumentada como Apoio à Aprendizagem de Poliedros.** Ensino da Matemática em Debate (EMD), São Paulo, v. 6, n. 2, 2019.

TORI, R. Blog [internet]. São Paulo: Romero Tori, 2014. Disponível em: <<http://blog.esemd.org/2013/09/jogos-e-realidade-aumentada-para-uma.html>>. Acesso em 29 de Ago. de 2021.

ZAMBONI, T. M. **Metodologias ativas no ensino da matemática escolar: o que as pesquisas acadêmicas revelam?** 2019. 162f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, Brasil, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE PERFIL TECNOLÓGICO DO ALUNO

1 - Você tem acesso à internet na sua residência?

- a) Sim.
- b) Não.

2 - Você tem smartphone/tablet para fazer uso nos seus estudos?

- a) Sim.
- b) Não.

3 - Já utiliza algum aplicativo para estudar conteúdos de matemática?

- a) Sim. (ir para a questão 3.1)
- b) Não. (ir para a questão 4)

3.1 - Qual aplicativo e qual conteúdo você estuda com o smartphone?

4 - Você faz uso do smartphone/tablet durante a aula?

- a) Sim (na maioria das aulas). (ir para a questão 4.1)
- b) Sim (em algumas aulas). (ir para a questão 4.1)
- c) Não. (ir para a questão 5)

4.1 - Na maioria das vezes que você utiliza o smartphone durante a aula é para:

- a) Estudar o conteúdo apresentado na aula.
- b) Mexer nas redes sociais.
- c) Me entreter com jogos, ver vídeos, ouvir música ou ler notícias.
- d) Outros.

5 - Você acredita que o uso do smartphone para aprender conteúdos durante a aula vai:

- a) Me motivar durante a aula.
- b) Me atrapalhar durante a aula.
- c) Fazer diferença alguma.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NA GEOMETRIA ESPACIAL

1 – Você sente a necessidade de aprender conteúdos da Geometria Espacial aliados a recursos tecnológicos?

- a) Sim.
- b) Não.

2 – Você já participou de alguma aula com propostas de ensino aliada a recursos tecnológicos para Geometria Espacial?

- a) Sim.
- b) Não.

3 – Sente alguma dificuldade em se adaptar as novas tecnologias de ensino-aprendizagem?

- a) Sim. (ir para a questão 3.1)
- b) Não. (ir para a questão 4)

3.1 - Das situações abaixo, qual é a sua principal dificuldade:

- Ausência de recursos tecnológicos disponíveis na escola.
- Ausência de recursos tecnológicos disponíveis em casa.
- Carência de conhecimentos teórico-prático.
- Medo de cometer erros.
- Outros.

4 – A sua escola possui Laboratório de Matemática?

- a) Sim. (ir para a questão 4.1)
- b) Não. (ir para a questão 5)

4.1 – Esse espaço escolar (laboratório de Matemática) é utilizado para fins de ensino da Geometria Espacial?

- a) Sim.
- b) Não.

5 – Já se familiarizou com algum recurso tecnológico para o estudo da Geometria Espacial?

- a) Sim. (ir para a questão 5.1)
- b) Não. (ir para a questão 6)

5.1 – Qual ou quais recursos tecnológicos utilizados:

- GeoGebra.
- SketchUp.
- Realidade Aumentada.

- Outros.

6 – É mais fácil estudar a Geometria Espacial apenas com a percepção de imagens no plano por meio de livros e/ou na lousa (modo bidimensional) ou com a percepção do objeto em três dimensões: comprimento, largura e altura (modo tridimensional)?

- a) Modo bidimensional.
- b) Modo tridimensional.

7 – Já teve a oportunidade de conhecer a Realidade Aumentada?

- a) Sim. (ir para a questão 7.1)
- b) Não.

7.1 - Em que momento você teve essa oportunidade? Como aconteceu?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APÓS APLICAÇÃO DA ATIVIDADE

1 - Utilizar a Realidade Aumentada no estudo dos sólidos geométricos lhe proporcionou a obter mais informações com facilidade e rapidez?

- a) Sim.
- b) Não.

2 - Na sua concepção, a partir da experiência com a Realidade Aumentada, qual o nível de importância em inserir RA nos conteúdos de Geometria?

- a) Nada importante.
- b) Pouco importante.
- c) Importante.
- d) Muito importante.

3 – É melhor estudar a Geometria Espacial apenas com a percepção de imagens no plano por meio de livros e/ou na lousa (modo bidimensional) ou com a percepção do objeto em Realidade Aumentada (modo tridimensional)?

- a) Modo bidimensional.
- b) Modo tridimensional.

4 - Você sentiu alguma dificuldade em usar a Realidade Aumentada por meio do Aplicativo: Sólidos RA?

- a) Sim. (ir para a questão 4.1)
- b) Não. (ir para a questão 5.

4.1 - Qual foi a dificuldade encontrada durante o uso do Aplicativo?

- Leitura do QR Code.
- Visualizar os objetos projetados.
- Problema técnico do aparelho eletrônico.
- Outros.

5 - Você gostaria de continuar a utilizar Aplicativos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Talvez.

5.1 - Por quais motivos?

APÊNDICE D – ATIVIDADE DIDÁTICA PARA OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

INFORMAÇÕES

Para realizar esta atividade, será necessário o uso de um Smartphone com Andorid 7.0 ou superior, capaz de baixar e executar o aplicativo disponível na loja Google Play Store: **Sólidos RA - Realidade Aumentada**. Segue abaixo o link e o QR Code para download e instalação do aplicativo:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LuMuGames.SolidosRA>



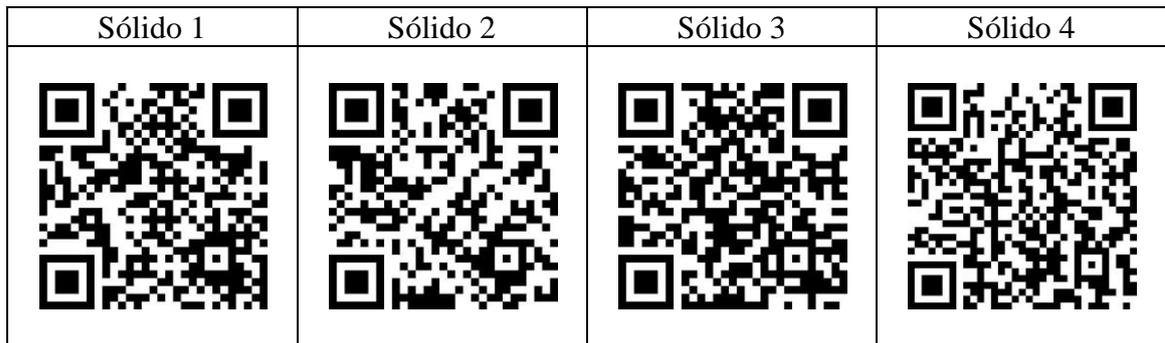
Importante saber:

- Sólidos RA é um aplicativo de realidade aumentada que permite a visualização e a criação de sólidos geométricos a partir da leitura de QR Codes pelo Smartphone.

Orientações após download do aplicativo:

- Autorize todas as permissões para a sua devida funcionalidade;
- O aplicativo possui três módulos: Visualização, Planificação e Criação;
- No módulo de Visualização, apenas é preciso do QR Code para escaneamento e obtenção dos sólidos em realidade aumentada. O aplicativo possui diferentes formas de visualização dos sólidos, exibindo ou não as arestas e vértices, e tornando as faces transparentes ou opacas;
- No módulo de Planificação, alguns sólidos geométricos estão disponíveis em animação de planificação interativa;
- No módulo Criação, o usuário possui um ambiente para criar sua própria cena de realidade aumentada a partir de objetos primitivos como o cubo, a esfera, o cone, o cilindro, a pirâmide e a semiesfera.

QUESTÃO 01 – (Módulo visualização). Observe os sólidos geométricos abaixo.



Qual desses sólidos não é um poliedro?

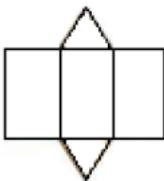
- A) Sólido 1.
- B) Sólido 2.
- C) Sólido 3.
- D) Sólido 4.

QUESTÃO 02 – (Módulo visualização). O seguinte poliedro é uma pirâmide quadrangular.

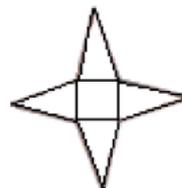


Dos moldes abaixo o que representa a planificação é

A)



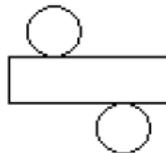
B)



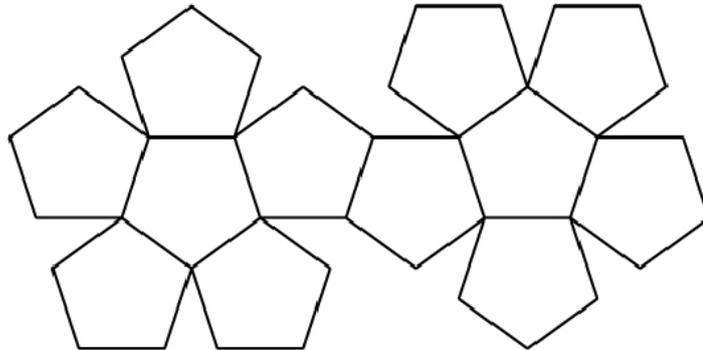
C)



D)



QUESTÃO 03 – (Módulo visualização). Pedro vai montar a representação de um poliedro com o molde a seguir.



Qual das representações de poliedros abaixo Pedro vai obter?

Sólido 1	Sólido 2	Sólido 3	Sólido 4

- A) Sólido 1.
- B) Sólido 2.
- C) Sólido 3.
- D) Sólido 4.

QUESTÃO 04 – (Módulo visualização). Para a venda de seus produtos, uma indústria fabrica caixas com tampa conforme o desenho abaixo.



Essa caixa recebe o nome de qual sólido geométrico?

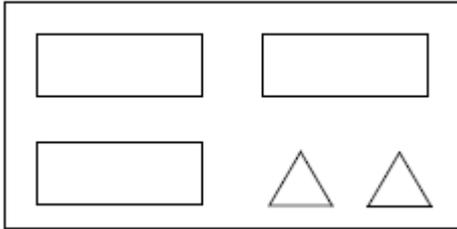
- A) Cubo.
- B) Prisma hexagonal.
- C) Prisma heptagonal.
- D) Pirâmide octogonal.

QUESTÃO 05 – (Módulo planificação). A figura seguinte representa um sólido.

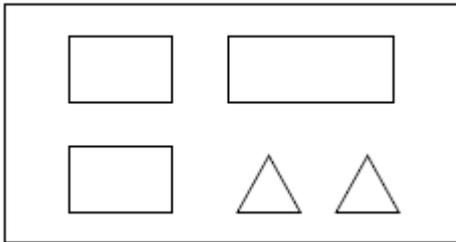


Em qual das opções podem estar representadas todas as faces do sólido?

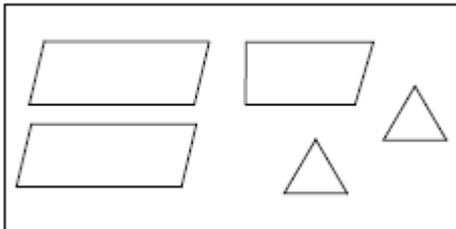
A)



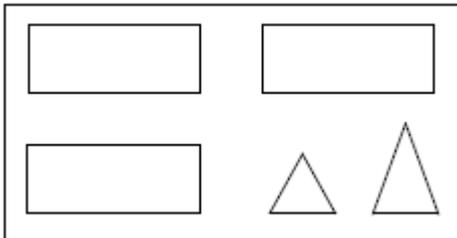
B)



C)



D)



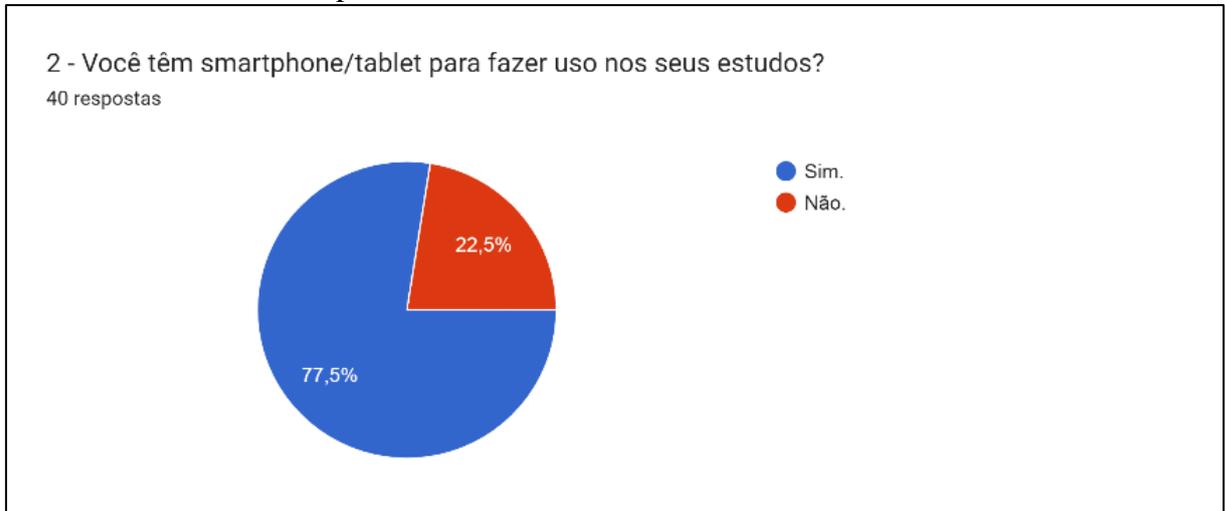
QUESTÃO 06 – (Módulo criação). Crie um cubo com as seguintes características:

	X	Y	Z
Posição	5	5	5
Rotação	90	90	90
Escala	8	8	8



APÊNDICE E – GRÁFICOS DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

Gráfico 1 – Uso do smartphone nos estudos

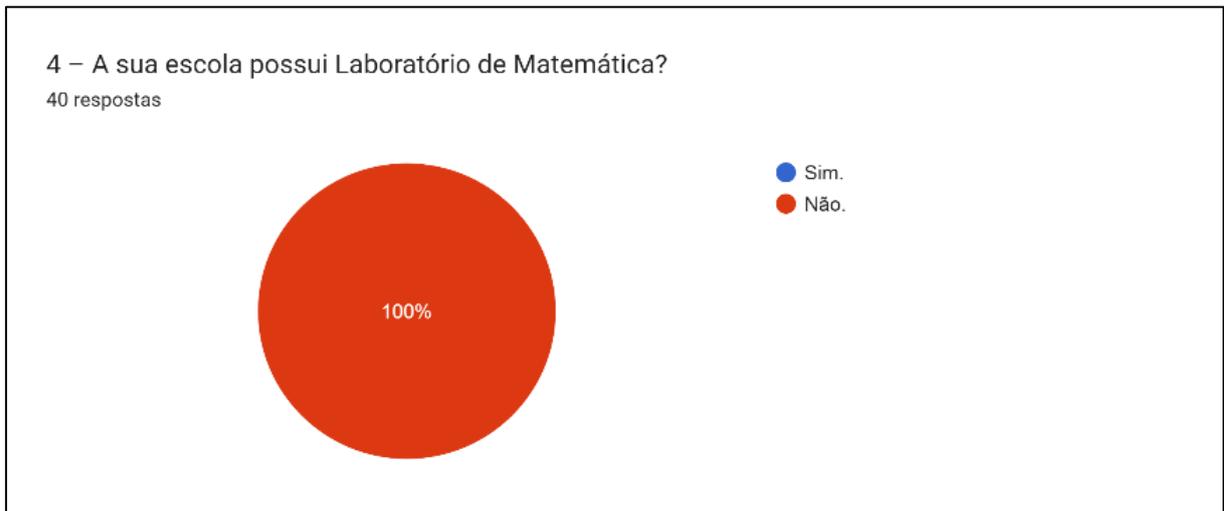


Fonte: Próprio autor, 2021.

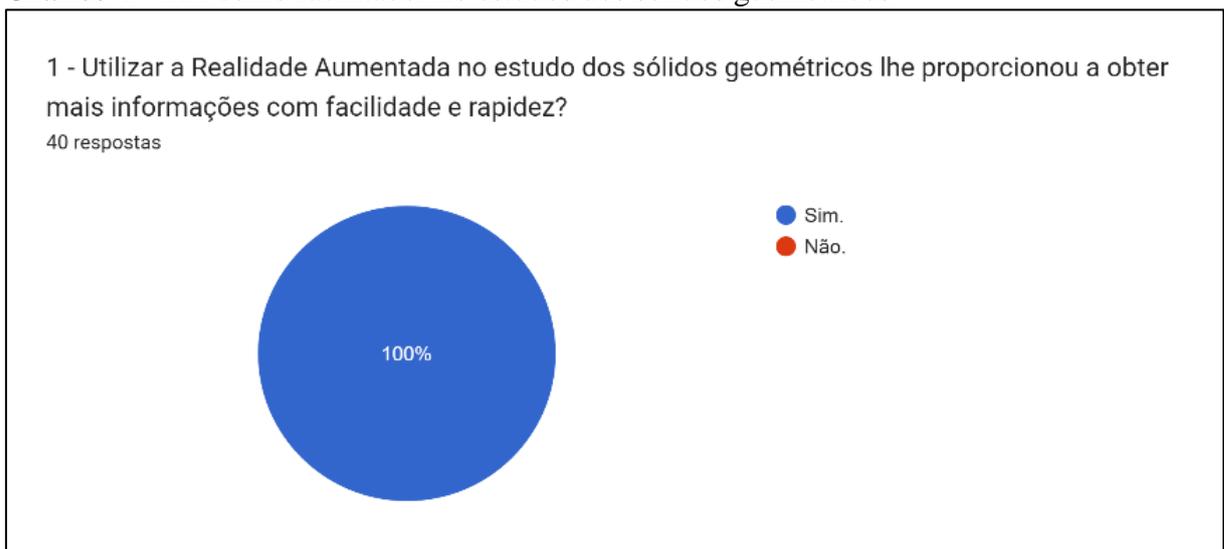
Gráfico 2 – Uso do smartphone em sala de aula



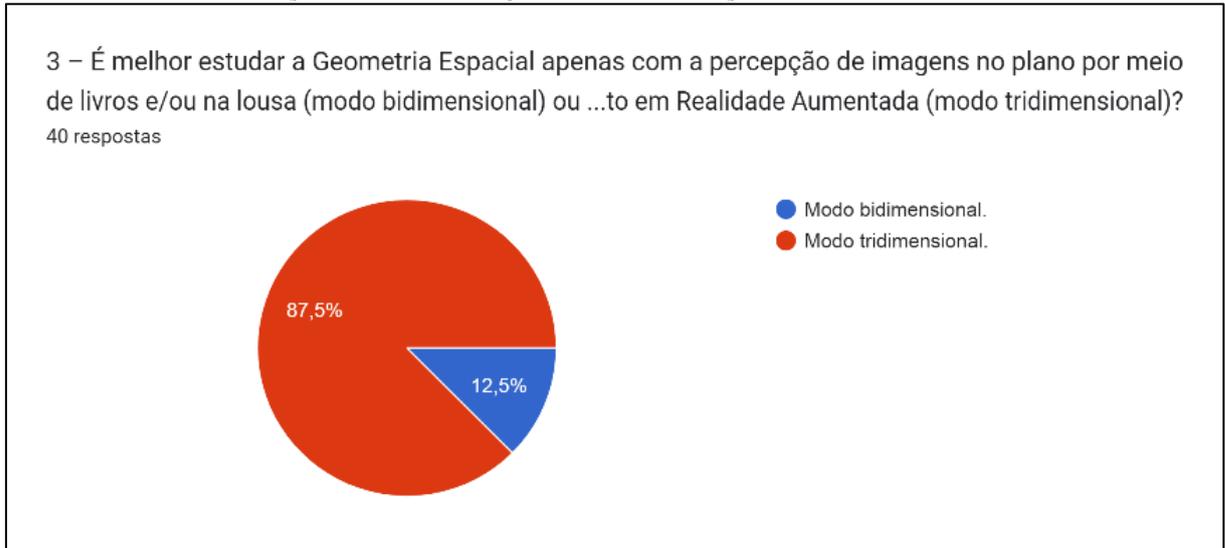
Fonte: Próprio autor, 2021.

Gráfico 3 – Laboratório de matemática na escola

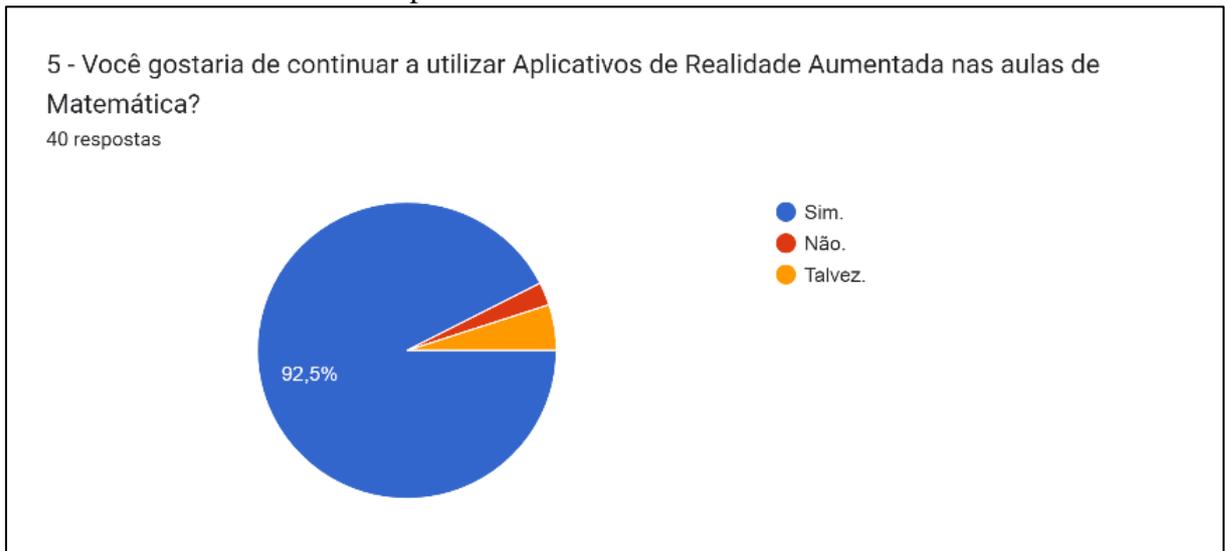
Fonte: Próprio autor, 2021.

Gráfico 4 – RA como facilitador no estudos dos sólidos geométricos

Fonte: Próprio autor, 2021.

Gráfico 5 – Visualização do sólido no plano x visualização na RA

Fonte: Próprio autor, 2021.

Gráfico 6 – Interesse em usar aplicativos de RA em sala de aula

Fonte: Próprio autor, 2021.