

PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

BRUNO RESENDE

**A APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL POTENCIALIZADA POR MEIO DE UM
APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DO *MOBILE LEARNING***

Porto Alegre

2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

BRUNO RESENDE

**A APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL POTENCIALIZADA POR MEIO
DE UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DO *MO-
BILE LEARNING***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Escola de Ciências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Thaísa Jacintho Müller.

Porto Alegre

2019

Ficha Catalográfica

R433a Resende, Bruno

A aprendizagem da geometria espacial potencializada por meio de um aplicativo de realidade aumentada na perspectiva do mobile learning / Bruno Resende .
– 2019.

149 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientadora: Profa. Dra. Thaísa Jacintho Müller.

1. M-learning. 2. Geometria Espacial. 3. Realidade Aumentada. 4. Análise Textual Discursiva. 5. Mineração de Texto. I. Müller, Thaísa Jacintho. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

BRUNO RESENDE

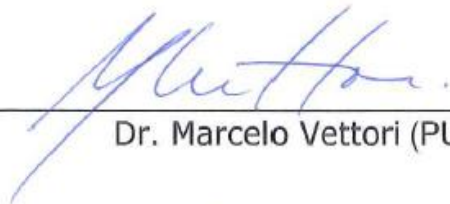
**"A APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA ESPACIAL POTENCIALIZADA
POR MEIO DE UM APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA NA
PERSPECTIVA DO MOBILE LEARNING"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2019, pela Banca Examinadora.



Dra. Thaísa Jacintho Müller (Orientadora - PUCRS)



Dr. Marcelo Vettori (PUCRS)



Dr. Vandoir Stormowski (UFRGS)

Porto Alegre

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e seu filho, nosso senhor Jesus Cristo, pela minha saúde, pelos desafios superados e por todas as bênçãos recebidas no decorrer do caminho.

Gostaria de agradecer a minha amada esposa que esteve ao meu lado em todos os momentos. Inspirei-me em seu amor, carinho e atenção e transformei as dificuldades em ferramentas para continuar buscando os objetivos traçados.

Aos meus pais pela criação e educação que tive desde os meus primeiros passos. Muito obrigado pelas orientações intelectuais e por me ensinarem não ter medo de ser honesto e sincero.

Ao meu irmão que nunca deixou de me apoiar. Agradeço pelas conversas, abraços, lágrimas e muitos diálogos sobre as concepções da vida, da arte, da música, do cinema e principalmente dos *video games*.

Meu muito obrigado aos meus sogros que entenderam e respeitaram o trabalho que estava sendo realizado nos últimos dois anos. Fico grato pelos dias divertidos e alegres.

Agradeço aos meus amigos, colegas de trabalho e padrinhos que se envolveram direta o indiretamente no meu desenvolvimento profissional.

Agradeço ao meu primo que se dedicou inteiramente para me ajudar no desenvolvimento do aplicativo de Realidade Aumentada.

Agradeço a minha professora orientadora que aguentou firme e teve muita paciência comigo. Não irei esquecer das dicas, das correções, das orientações e por sua dedicação com meu trabalho.

Gostaria de agradecer, especialmente a um amigo, Aleno Oliveira. Seu canal na rede mundial de computadores foi essencial para a conclusão deste trabalho. Sem suas dicas de estratégias de estudo, de leituras, de vídeos, de concentração e da incrível frase "Aprenda algo novo todo dia", com certeza, não teria conquistado este objetivo.

Meu agradecimento à CAPES pela oportunidade de me qualificar em nível de pós-graduação e por fornecer os subsídios necessários para a conclusão do trabalho.

RESUMO

Esta dissertação aborda uma investigação sobre a aprendizagem de geometria espacial por meio de dispositivos móveis com a utilização de um aplicativo de Realidade Aumentada. Os objetivos foram de analisar, verificar e entender como o *mobile learning* se apresenta no processo de estudo de sólidos de revolução e poliedros na interação com *smartphones*. O presente trabalho teve pressupostos teóricos de autores que escrevem concepções sobre a aprendizagem com tecnologia, aprendizagem de geometria, Realidade Mista, Realidade Aumentada, *m-learning* e marcadores inseridos na Educação. O aprendizado com a tecnologia destaca argumentações sobre os modos mais dinâmicos que os recursos tecnológicos levam para o ambiente educacional. A geometria é evidenciada como um dos conteúdos que apresentam mais dificuldades para os estudantes de Ensino Médio, mas ao mesmo tempo beneficiada pelos avanços das tecnologias informatizadas. A Realidade Mista é concebida como um recurso que contribui para a interação com informações digitais em um meio real e a Realidade Aumentada, considerada como uma Realidade Mista, promove uma nova experiência com objetos tridimensionais na aprendizagem de geometria espacial. O *m-learning* é descrito, por meio das ideias dos autores que tratam do assunto, como uma modalidade de aprendizagem móvel que permite os estudantes serem os autores do próprio conhecimento. Outra concepção teórica inserida na pesquisa é a utilização de marcadores de Realidade Aumentada como uma alternativa de potencializar o processo de aprendizagem. A pesquisa possui caráter qualitativo embasada no método da Análise Textual Discursiva. Durante a pesquisa, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram as observações diretas, diário de campo e questionários. A investigação ocorreu em uma escola particular do município de Porto Alegre por meio de uma atividade com a utilização de um aplicativo de Realidade Aumentada. Para a análise dos dados, foram utilizadas técnicas de mineração de texto com uma aplicação *web* mediante a linguagem de programação *python* no intuito de organizar e sistematizar os dados descritivos para facilitar os procedimentos que compõem a Análise Textual Discursiva. Diante os resultados e a partir das categorias emergentes da pesquisa, pode ser afirmado que o *mobile learning* se apresenta como uma contribuição interativa para a aprendizagem e como auxílio na construção do conhecimento matemático. Como considerações finais, a pesquisa destaca que a aprendizagem de geometria espacial com um aplicativo de Realidade Aumentada promoveu o engajamento dos estudantes, enriqueceu o desenvolvimento de novas formas de aprendizagem e contribuiu para um estudo mais autônomo evidenciando o estudante como o objeto central da aprendizagem.

Palavras-chave: *M-learning*. Geometria Espacial. Realidade Aumentada. Análise Textual Discursiva. Mineração de Texto.

ABSTRACT

This dissertation addresses an investigation into the learning of spatial geometry through mobile devices using an Augmented Reality application. The objectives were to analyze, verify and understand how mobile learning presents itself in the process of studying solids of revolution and polyhedra in the interaction with smartphones. The present work had the theoretical assumptions of authors who write conceptions about learning with technology, learning of geometry, Mixed Reality, Augmented Reality, m-learning and markers inserted in Education. Technology learning highlights arguments about the most dynamic ways technology brings to the educational environment. Geometry is evidenced as one of the contents that present more difficulties for students of High School, but at the same time benefited by the advances of computerized technologies. The Mixed Reality is conceived as a resource that contributes to the interaction with digital information in a real environment and the Augmented Reality, considered as a Mixed Reality, promotes a new experience with three-dimensional objects in the learning of spatial geometry. The m-learning is described, through the ideas of the authors that deal with the subject, as a modality of mobile learning that allows the students to be the authors of the own knowledge. Another theoretical conception inserted in the research is the use of Augmented Reality markers as an alternative to potentialize the learning process. The research has a qualitative character based on the Discursive Textual Analysis method. During the research, the instruments of data collection used were direct observations, field diaries and questionnaires. The investigation occurred in a private school in the city of Porto Alegre through an activity with the use of an Augmented Reality application. For data analysis, text mining techniques with a web application using the python programming language were used in order to organize and systematize the descriptive data to facilitate the procedures that make up the Discursive Textual Analysis. Given the results and from the emerging categories of research, it can be affirmed that mobile learning presents itself as an interactive contribution to learning and as an aid in the construction of mathematical knowledge. As final considerations, the research highlights that the learning of spatial geometry with an Augmented Reality application promoted the students' engagement, enriched the development of new forms of learning and contributed to a more autonomous study evidencing the student as the central object of learning.

Keywords: M-learning. Spatial Geometry. Augmented Reality. Discursive Textual Analysis. Text Mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de uma aplicação de Realidade Aumentada.	28
Figura 2 - Exemplo de marcadores.	29
Figura 3 - Exemplo de código de barras.	36
Figura 4 - Exemplo de QR Code.	37
Figura 5 - Exemplos de marcadores <i>Vumark</i>	38
Figura 6 - Aplicativos que utilizam marcadores <i>Vumark</i>	38
Figura 7 - Modelo exercício com RA utilizando um marcador <i>Vumark</i>	51
Figura 8 - Interface inicial do aplicativo de RA.	53
Figura 9 - Formas geométricas em RA.	53
Figura 10 - Aplicativo de RA <i>MatSólidos</i>	59
Figura 11 - Imagens do aplicativo.	59
Figura 12 - Definições de sólidos de revolução e poliedros.	61
Figura 13 - Exemplo do primeiro exercício.	61
Figura 14 - Exemplo do segundo exercício.	62
Figura 15 - Exemplo do terceiro exercício.	62
Figura 16 - Página na rede.	63
Figura 17 - Perguntas da primeira parte.	64
Figura 18 - Pergunta da segunda parte.	64
Figura 19 - Perguntas da terceira parte.	65
Figura 20 - Importação das respostas.	72
Figura 21 - Respostas dos participantes convertidas em arquivo de texto.	72
Figura 22 - Desmontagem do corpus em frases.	73
Figura 23 - Categorias iniciais das respostas.	74
Figura 24 - Categorias intermediárias.	74
Figura 25 - Processo de decomposição do corpus.	90
Figura 26 - Procedimento de remoção das <i>stopwords</i> do corpus.	91
Figura 27 - Exemplo das 20 palavras mais frequentes do corpus.	91
Figura 28 - Exemplo da interação que o aplicativo forneceu.	94
Figura 29 - Exemplo da interação que o aplicativo forneceu.	95
Figura 30 - Exemplo do relato do estudante E4.	97
Figura 31 - Exemplo do relato do estudante E11.	97
Figura 32 - Exercício de identificação de poliedros.	100

Figura 33 - Sólido de revolução representado pelos estudantes E10 e E12. 101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tipos de atividades didáticas exploradas na turma.....	67
Gráfico 2 - Atividades praticadas usando o smartphone.	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de diário de campo que será utilizado.....	47
Quadro 2 - Modelo de pergunta inserida no questionário.	51
Quadro 3 - Exemplo de Cronograma da aplicação das atividades.	52
Quadro 4 - Quando sobre período que os estudantes possuem <i>smartphones</i>	66
Quadro 5 - Maneiras de estudar com <i>smartphone</i>	68
Quadro 6 - Análise da primeira questão.	75
Quadro 7 - Análise da segunda questão.....	77
Quadro 8 - Análise da terceira questão.....	79
Quadro 9 - Análise da quarta questão.....	81
Quadro 10 - Análise da quinta questão.....	83
Quadro 11 - Análise da sexta questão.	85
Quadro 12 - Análise da sétima questão.	87
Quadro 13 - Identificação das palavras mais frequentes.	92

LISTA DE SIGLAS

ATD – ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

IA - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

PDA - PERSONAL DIGITAL ASSISTANT

RA - REALIDADE AUMENTADA

RV - REALIDADE VIRTUAL

TD - TECNOLOGIAS DIGITAIS

TI - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

TIC - TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

TUI - TANGIBLE USER INTERFACE

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1.	Trajetos de experiências	15
1.2.	Tema	17
1.3.	Justificativa e formulação do problema	17
1.4.	Objetivos	18
1.5.	Objetivo geral	18
1.6.	Objetivos específicos	19
1.7.	Como a proposta do projeto está organizada?	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1.	Aprendizagem de geometria	23
2.2.	Realidade mista	25
2.3.	Realidade aumentada	27
2.4.	M-learning	32
2.5.	Marcadores na educação	36
3	METODOLOGIA	40
3.1.	Pesquisa qualitativa	40
3.2.	Participantes da pesquisa	43
3.3.	Instrumentos de coleta de dados	44
3.3.1.	Observações diretas	45
3.3.2.	Diário de campo	45
3.3.3.	Questionário	47
3.4.	Concepção da proposta de educação com tecnologia	48
3.4.1.	Descrição das atividades com <i>m-learning</i> e geometria espacial	50
3.4.2.	Caracterização do aplicativo de realidade aumentada	52
4	MÉTODO DE ANÁLISE	55
5	CONTEXTUALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS	58

5.1.	<i>Download</i> e instalação do aplicativo de RA	58
5.2.	Como foi a organização da atividade?.....	60
5.3.	Questionário.....	62
5.4.	Levantamento das características dos participantes da pesquisa.....	65
6	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	69
6.1.	Pressupostos teóricos sobre a mineração de texto utilizada na pesquisa	69
6.1.1.	Inteligência artificial	69
6.1.2.	Mineração de dados.....	70
6.1.3.	Mineração de Texto.....	70
6.2.	A Desconstrução e unitarização do corpus	71
7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	90
7.1.	Interação como contribuição dinâmica de aprendizagem.....	92
7.2.	Visualização como auxílio na construção do conhecimento	98
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
8.1.	Recapitulação da pesquisa	103
8.2.	Principais dificuldades	107
8.3.	Reflexão sobre trabalhos futuros	109
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A – ATIVIDADES ELABORADAS	119
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA INVESTIGAÇÃO	130
	APÊNDICE C – REGISTROS DO DIÁRIO DE CAMPO	136
	APÊNDICE D – MINERAÇÃO DE TEXTOS DAS QUESTÕES	146

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o propósito de apresentar uma exploração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na aprendizagem de geometria no campo da Realidade Aumentada (RA). Portanto, busca-se investigar novas tecnologias dos dispositivos móveis e suas aplicações como recurso pedagógico/didático/educacional na produção do conhecimento matemático.

Destaca-se a investigação dos aparelhos móveis como recursos de aprendizagem de geometria (em especial a geometria espacial) no contexto da RA. Portanto, procura-se trabalhar com a dimensão tecnológica dos dispositivos móveis por meio de marcadores *Vumark*¹ no campo da Educação Matemática.

Dessa maneira, a seguir, aponta-se a motivação do pesquisador de trabalhar com a área da tecnologia na Educação Matemática, além das experiências, trajetória, sentimentos e afinidades na tentativa de explicar as razões da origem sobre a escolha do tema de pesquisa.

1.1. Trajeto de experiências

Falar sobre o começo do despertar da atração do pesquisador (autor) pela tecnologia é evidenciar a vivência e a experiência do mesmo durante o período acadêmico na universidade. A disciplina de EDUMATEC (Educação Matemática e suas Tecnologias), na graduação, foi o primeiro contato não só com os *softwares*, mas com os diversos recursos e os conceitos que o meio tecnológico proporciona para a Educação. Aliado a essa experiência, durante os estágios práticos, o pesquisador cada vez mais fomentou a sua criatividade resultando em trabalhos e atividades com tecnologia em sala de aula. Foram várias abordagens de conteúdos nos laboratórios de informática e *softwares* de geometria.

¹*Vumark* é a próxima geração de códigos de barras. Possui grande liberdade de guardar imagens e dados permitindo uma experiência única na projeção de objetos em 3D. Disponível em: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>.

Nesse período, o autor teve contato com diversos *softwares* matemáticos e recursos tecnológicos que fizeram potencializar a criatividade de utilização desses recursos com a matemática. Mais tarde, nas disciplinas de estágio, a aproximação do autor com as tecnologias foi ficando mais forte pelas experiências em sala de aula com atividades nos laboratórios de informática. Porém, o que despertou a vontade de buscar mais conhecimentos sobre as TIC foi uma experiência com alunos do primeiro ano do Ensino Médio com seus próprios *smartphones*. Como, por exemplo, na última experiência no estágio em educação matemática foram utilizados os *softwares* Geogebra², *Microsoft Excel*, *MovieMaker* e os recursos tecnológicos de dispositivos móveis em uma atividade envolvendo funções quadráticas.

Dessa maneira, essa concepção de conectar a Matemática com os dispositivos móveis proporcionou a criação de um trabalho de conclusão de curso voltado para a dimensão da utilização desses recursos móveis com a RA com o conteúdo do Cálculo Integral e Diferencial: funções de duas variáveis reais.

Além disso, durante o caminho percorrido na graduação, o autor uniu o estudo com o lado profissional. Além dos conhecimentos em Matemática, o autor realizou alguns cursos de programação para plataformas móveis (*smartphones* e *tablets*) e ainda adquiriu capacitação nas áreas de gestão de projetos e ciência de dados; entrando, assim, para o mercado de trabalho na Tecnologia da Informação (TI).

Posteriormente, em fevereiro de 2017, o autor participou de uma competição de aplicativos para *smartphones* na categoria educação chamado de *Campus Mobile*³ na Universidade de São Paulo (USP). O objetivo desse evento é fomentar novas ideias de aplicativos nas áreas de empreendedorismo, entretenimento e educação. Sendo assim, uma ideia que partiu de um trabalho de conclusão de curso originou um produto que concorreu em nível nacional com profissionais da área da computação: um aplicativo de RA.

²Geogebra é um software de matemática dinâmica com funções de geometria, cálculos, álgebra e entre outros recursos. Disponível em: <https://www.geogebra.org/>.

³*Campus Mobile* é um programa que tem o objetivo de identificar e estimular novas ideias de aplicativos e contribuir na formação de universitários de todo o Brasil. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/campusmobile/index.php>.

Logo, a ambição de explorar essa temática dentro da Educação Matemática com TIC se propagou em um projeto de dissertação com o intuito de investigar a aprendizagem de geometria.

1.2. Tema

A proposição desenvolvida nessa pesquisa é a utilização de *mobile learning* na aprendizagem do conhecimento matemático envolvendo atividades fundamentadas no conteúdo de geometria espacial. Durante muito tempo teve-se “[...] uma imagem de interação com computador através de mouse e teclado. Recentemente houve um grande crescimento do uso de dispositivos sensíveis ao toque, particularmente celulares e tablets.” (Gnecco et al, 2012, p. 2). Nessa perspectiva, o trabalho em questão tem como pano de fundo a indagação e a exploração do *mobile learning* de modo a participar da produção do conhecimento matemático por meio de dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) como uma alternativa efetiva de aprendizagem de geometria espacial com um aplicativo de RA. Dessa forma, são construídas atividades que usufruam do *mobile learning* na realidade mundana estabelecendo um cenário educacional, tecnológico e matemático.

1.3. Justificativa e formulação do problema

O autor deste trabalho, como dito anteriormente, sempre esteve próximo da tecnologia na sua trajetória profissional e acadêmica. Isso se tornou uma justificativa que originou a presente pesquisa. Além do mais, somam-se a isso o *feedback* das experiências nos trabalhos realizados durante a realização dos três estágios de aprendizagem em Educação Matemática (disciplinas do curso de graduação em Licenciatura em Matemática), a experiência profissional dentro da área de TI, e o desenvolvimento de um aplicativo de RA com uma nova tecnologia de marcadores chamados de *Vumark*. Nesse sentido, surgiram questionamentos sobre como as TIC, no caso, dispositivos móveis podem participar de forma efetiva no processo de produção do conhecimento matemático.

Nesse trabalho, entende-se que o *mobile learning*, com sua essência de mobilidade, seja apropriado para o meio educacional, de forma que requer uma grande interatividade com a tecnologia e a aproximação do conteúdo do usuário ao longo do processo de aprendizagem (CHEN et al, 2002). Além disso, precisa-se estar ciente da importância do aprendizado móvel e seus desafios para o futuro (ALLY, 2009). Desse modo, investiga-se a possibilidade do *mobile learning* participar do desenvolvimento da aprendizagem em matemática, especificamente de geometria espacial. Logo, apresenta-se a pergunta diretriz da pesquisa:

Como o mobile learning se apresenta na aprendizagem de geometria espacial por meio de um aplicativo de Realidade Aumentada?

Diante disso, busca-se explicitar o objetivo geral e objetivos específicos da pesquisa no intuito de tentar responder à pergunta norteadora do trabalho. Assim, entende-se que a pesquisa possa servir como uma contribuição para o campo da Educação Matemática no que se refere à aprendizagem por meio de *mobile learning*.

1.4. Objetivos

Explicitam-se, em seguida, os principais objetivos contidos nessa pesquisa que tiveram o intuito de perseguir os questionamentos levantados e ensaiar contestações de forma a levar as possíveis indicações de resultados para esse estudo.

1.5. Objetivo geral

Essa pesquisa tem o objetivo de avaliar a utilização do *mobile learning* de participar do processo da produção do conhecimento matemático. Ou seja, explorar o *mobile learning* como um recurso na aprendizagem de geometria espacial com RA.

1.6. Objetivos específicos

Traçando o objetivo geral apresentado, busca-se as possíveis transformações que essa tecnologia pode trazer à Educação Matemática. Visando atender, então, os objetivos específicos, apresenta-se os detalhes e/ou desdobramentos do objetivo geral:

Analisar como a aprendizagem de geometria espacial se desenvolve com *mobile learning*.

Verificar como os marcadores de RA podem ser utilizados como uma alternativa na aprendizagem de geometria espacial.

Entender como o *mobile learning* se apresenta na percepção espacial (visual) dos participantes da pesquisa com a utilização de um aplicativo de RA.

Realizar uma descrição e análise dos resultados obtidos de forma a interpretar o modo como a dimensão tecnológica do *mobile learning* pode contribuir para a produção do conhecimento matemático no ambiente de RA. Desse modo, responder à pergunta diretriz da pesquisa.

1.7. Como a proposta do projeto está organizada?

No primeiro capítulo, o trabalho apresenta a introdução da pesquisa, que traz uma breve contextualização da investigação que busca indagar as possibilidades dos dispositivos móveis de participar do processo da produção do conhecimento matemático (geometria espacial) por meio da RA com marcadores *Vumark*. Assim, foi exposto o tema, a justificativa do problema, a pergunta diretriz da investigação, os objetivos (geral e específicos) além da organização da dissertação.

No capítulo dois, encontra-se a fundamentação teórica que faz parte das sustentações da pesquisa. Comenta-se sobre os referenciais que são importantes para o desenvolvimento da investigação como: Aprendizagem com tecnologia; Aprendizagem de geometria; *M-learning*; Realidade Aumentada; Realidade Mista; Marcadores na Educação.

O capítulo três se refere aos aspectos metodológicos da pesquisa e sua justificativa. Assim, descreve-se os procedimentos adotados, os participantes do contexto da pesquisa e os recursos utilizados no armazenamento das informações coletadas. Por fim, descreve-se a maneira como serão realizados o acompanhamento e o desenvolvimento das atividades com tecnologia que resultarão em consequências em relação ao trabalho de investigação no intuito de responder à pergunta que norteia esse trabalho.

No capítulo quatro, descreve-se abordagem qualitativa escolhida para analisar dados e informações correspondente à pesquisa: a Análise Textual Discursiva. Esse procedimento possibilitou a compreensão das concepções emergentes do fenômeno estudado e contribuiu na busca da resposta do questionamento norteador do trabalho colocando em evidência os elementos mais importantes no processo de investigação.

O capítulo cinco aborda todo o processo de análise dos dados coletados na investigação realizada com os participantes da pesquisa. Evidencia-se como a análise foi realizada detalhando os passos e a descrição da utilização de mineração de textos para organizar, sistematizar e facilitar a análise textual.

No sexto e último capítulo, destaca-se a discussão dos resultados encontrados durante a pesquisa em sala de aula, além de salientar o envolvimento do pesquisador com o corpus da investigação e elucidar as categorias emergentes caracterizadas como respostas para a pergunta norteadora da dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diante as mudanças na sociedade e a crescente evolução da tecnologia o ser humano está cada vez mais tendo que se habituar às novas informações que as conexões nervosas recebem a todo o momento. Segundo Moraes (2016, n. p.), a existência segue ao ritmo da velocidade de forma que

Coexistimos sob o signo da ultravelocidade, e um emaranhado de plataformas, redes, satélites e fibras óticas. A velocidade não envolve apenas a circulação de objetos e mercadorias; um turbilhão de informações, imagens, sons e dados atravessam nossas retinas, graças a tecnologias digitais, circuitos infoeletrônicos e ambientes virtuais que se renovam sem parar. [...] Tudo é perturbadoramente excessivo, apressado e imediato.

Nesse sentido, a grande quantidade de informações combinada (ou provida da tecnologia) também pode ser encontrada no âmbito da educação por meio de diferentes recursos informatizados. Um ponto recorrente na sociedade, que tem sido discutido em muitos lugares do planeta, é a inserção da informática na educação. Esta por muitas vezes é vista como uma ameaça na aprendizagem dos estudantes, representando um risco na maneira de estudar matemática. Conforme Borba e Penteado (2016), essa preocupação se baseia na possibilidade do computador executar todos os raciocínios em vez dos estudantes. No entanto, na concepção desses mesmos autores, percebe-se na sociedade também outro discurso que salienta o computador como possível resposta para os problemas enfrentados pela educação. Logo, Borba e Penteado (2016) reforçam que a relação entre informática e educação deve ser considerada como uma mudança na prática educacional. Dessa forma,

[...] as inovações tecnológicas podem contribuir de modo decisivo para transformar a escola em um lugar de exploração de culturas, de realizações de projetos, de investigação e debate. Educar para a inovação e a mudança significa planejar e implantar propostas dinâmicas de aprendizagem, em que se possam exercer e desenvolver concepções sócio-históricas da educação – nos aspectos cognitivo, ético, político, científico, cultural, lúdico e estético – em toda a sua plenitude e, assim, garantir a formação de pessoas para o exercício da cidadania e do trabalho com liberdade e criatividade (KENSKI, 2007, p. 67).

Para Kenski (2007), as tecnologias presentes no cotidiano trazem para a realidade educacional maneiras mais dinâmicas na ação de ensinar e aprender. Sendo assim, o uso das modernidades tecnológicas não é sinônimo de garantia de inovação na educação, entretanto o que estabelece transformações significativas é a forma como são utilizados os recursos que as Tecnologias da Informação e Comunicação fornecem (BRAGA, 2016).

Nesse seguimento, inserir tecnologias no ambiente educacional demanda um pensar na prática docente devido ao fato que os recursos digitais não são neutros e têm um papel importante na aprendizagem. Ou seja, para Maltempi, Javaroni e Borba (2011, p. 46), “[...] a tecnologia não é boa nem má, mas depende da relação que estabelecemos com ela, do uso que fazemos dela.”. Nesse contexto, Borba e Chiari (2014) defendem que o uso tecnologias não deve ser apenas para reprodução, porém um ato de investigação de todas as possibilidades oferecidas pelos recursos digitais. Assim, entende-se que utilizar “materiais” tecnológicos para a aprendizagem não sejam no sentido de “ferramentas” como objetos que facilitam a execução de uma determinada atividade, mas se entende que os recursos tecnológicos sejam como um “meio”, uma “porta” para a construção do conhecimento matemático. No caso desta pesquisa, compreende-se que a utilização de dispositivos móveis no âmbito da Realidade Aumentada pode contribuir na potencialização do conhecimento matemático no processo de aprendizagem. A RA pode servir como uma alternativa na utilização de dispositivos móveis como práticas e/ou estratégias pedagógicas em um ambiente educacional. Essa tendência não acabará com todos os problemas e paradigmas do processo de aprendizagem muito menos substituirá o professor, entretanto se a RA e os dispositivos móveis forem bem conduzidos podem ser tecnologias promissoras na área da educação (MACEDO; DA SILVA; BURIOL, 2016).

Para Melgaço et al (2017), com a sociedade cada vez mais evoluída, a tecnologia é intrínseca na vida do ser humano. Logo faz parte da evolução humana além de ser uma forma que o indivíduo tem de se relacionar com o mundo exterior. Sendo assim, a tecnologia

[...] está em todo lugar, já faz parte das nossas vidas. As nossas atividades cotidianas mais comuns -como dormir, comer, trabalhar, nos deslocarmos para diferentes lugares, ler, conversar e nos divertirmos -são possíveis graças às tecnologias a quem temos acesso. As tecnologias estão tão próximas e presentes que nem percebemos mais que não são coisas naturais. Tecnologias que resultaram, por exemplo, em lápis, cadernos, canetas, lousas, giz e muitos outros produtos, equipamentos e processos que foram planejados e construídos para que possamos ler, escrever, ensinar e aprender (KENSKI, 2007, p. 24).

No contexto de sentir-se cercado pela virtualização de informações que definem os parâmetros de comportamento nas vivências contemporâneas, destacam-se as características da aprendizagem na “era tecnológica”. Segundo Viali et al (2016), existe uma necessidade de uma aprendizagem constante, de uma composição e renovação de com-

petências que são conseqüentemente exigidas pela sociedade. Assim, aprender com Tecnologias Digitais (TD) é um fato característico dos estudantes, dado que as tecnologias fazem parte de suas realidades.

Portanto, concorda-se com Borba, Da Silva e Gadanidis (2016) quando trazem a concepção da importância de discutir, investigar e propor atividades matemáticas com recursos tecnológicos educacionais. Dessa maneira, procura-se explorar a aprendizagem de geometria espacial com tecnologias, especificamente com dispositivos móveis. Contudo, evidencia-se os aspectos da aprendizagem de geometria na próxima seção.

2.1. Aprendizagem de geometria

A geometria, teoricamente, é concebida como a ciência que estuda as figuras e os espaços como curvas, superfícies e volumes, um dos campos mais importantes da matemática (ZEGARELLI, 2011). Segundo Novak e Passos (2012), diante a sua importância, pode-se perceber que a origem da geometria ocorreu pela constante necessidade do homem de criar meios para tentar compor a realidade em seu entorno e assim possibilitando o seu progresso técnico e científico ao decorrer do tempo. Logo,

A Geometria é uma parte importante da Matemática, sendo possível delinear sua existência desde o surgimento das primeiras preocupações do homem com o saber, sendo possível identificar que as formas geométricas foram importantes no processo de evolução do ser humano, permitindo a constituição de inúmeros instrumentos que contribuíram para o domínio da natureza e a facilitação de atividades do cotidiano (NOVAK; PASSOS, 2012, p. 11).

Nesse contexto, entende-se que a geometria é fundamental para a aprendizagem da matemática. Em razão de que ela possibilita o aumento das capacidades espaciais e, por conseguinte, a produção do conhecimento matemático (GIGANTE; DOS SANTOS, 2012). Desse modo,

Como a geometria trabalha essencialmente o espaço que, aliado ao tempo, dá sentido ao pensamento humano, é importante trabalhá-la nas suas diversas compreensões, explorando a sua aplicabilidade e as suas propriedades [...]. Fazendo isso, o indivíduo, situando-se no tempo e na evolução da humanidade, poderá ter condições de melhor compreender o mundo em que vive e, ainda, entender tanto o significado, quanto à importância e a beleza da Geometria e, conseqüentemente, da Matemática (PORTANOVA, 2005, n. p.).

Com isso, entende-se que deve ser dado valor à geometria devido a sua magnitude na história da humanidade e principalmente da matemática. Assim, ela não pode ser negligenciada no processo de aprendizagem ao ponto de se tornar um conteúdo banal e que seja exposto de qualquer maneira. Gravina e Contiero (2011) refletem sobre o contexto da aprendizagem sobre geometria que em resumo apresenta conceitos de propriedades sem se preocupar com o processo do raciocínio geométrico. E além disso, “[...] os livros apresentam uma coleção de definições e as propriedades são tomadas como ‘fatos’, sem que haja uma maior explicação.” (GRAVINA, CONTIERO, 2011, p. 2). Nessa perspectiva, para Nascimento (2012), existe um destaque demasiado para o livro didático tradicional relativo às outras práticas pedagógicas, dado que, no livro o conteúdo da geometria é exposto apenas como um agrupamento de definições, fórmulas, propriedades, com finalidades simplesmente no papel e sem conexão com qualquer tipo de aplicabilidade na natureza, na sociedade ou no cotidiano.

A partir disso, compreende-se que pensar uma reestruturação da aprendizagem de geometria é buscar diferentes práticas educativas na tentativa de potencializar o desenvolvimento do conhecimento geométrico, uma vez que uma das maiores dificuldades encontradas por estudantes do Ensino Médio é a geometria, em especial a geometria espacial (ROGENSKI; PEDROSO, 2015). Para Pais (2016), um exemplo de uma das dificuldades didáticas existentes está diretamente conectado com a aprendizagem da geometria espacial, especificamente quando se é exigido uma compreensão sobre figuras tridimensionais representadas em perspectiva. Isto se justifica porque pesquisas efetuadas

[...] mostram a existência de dificuldades que o aluno pode ter no estudo da geometria espacial, quando é preciso realizar a leitura de um desenho em perspectiva, podendo haver confusão entre as particularidades dos traços do desenho em si e os elementos geométricos por eles representados. (PAIS, 2016, n. p.).

Dessa forma, conforme as palavras de Fainguelernt e Nunes (2009), na aprendizagem da geometria espacial é preciso que os estudantes obtenham várias competências como visualização e percepção espacial. Logo, os mesmos devem desenvolver habilidades de interpretação e compreensão de formas espaciais geométricas de objetos tridimensionais em perspectiva. De acordo com os mesmos autores,

Para a compreensão da geometria espacial é necessário que se faça a conexão entre 3 habilidades - imagem mental, raciocínio lógico visual, visualização geométrico-espacial quando isso não ocorre, há uma deficiência na percepção do aluno e no desenvolvimento da visualização espacial. Essas deficiências de percepção e visualização comprometem todo o processo de construção da imagem mental. Como o aluno não desenvolveu essas habilidades, ele imagina que

estudar geometria espacial se reduz apenas a decorar fórmulas, substituir dados inseridos no problema e calcular (FAINGUELERNT; NUNES, 2009, p. 115).

Nesse sentido, uma possível alternativa no processo educativo com conceitos de geometria espacial seria utilizar recursos tecnológicos no intuito de ultrapassar esse obstáculo na aprendizagem. Visto que as Tecnologias da Informação e Comunicação têm um papel importante para o desenvolvimento do conhecimento e tratamento de informações. Assim, as tecnologias podem ter uma importância ímpar não apenas na matemática, mas em todas as áreas do conhecimento. Mais especificamente, com relação ao uso das tecnologias para aprendizagem de geometria, Fioreze (2016, n. p.) destaca que:

A geometria é uma das áreas que mais tem se beneficiado com a utilização das tecnologias informáticas no ensino da matemática. Isto porque, diferentemente da geometria estática apresentada nos livros, um ambiente de geometria dinâmica é mais atrativo para o aluno, pois os aspectos visuais e de animação com seus diversos recursos possibilitam que suas propriedades sejam evidenciadas e compreendidas, contribuindo assim para a aprendizagem da geometria.

Nesse contexto, uma forma de contribuir ainda mais com o estudo e na aprendizagem de geometria, especialmente geometria espacial, seria inserir os conteúdos em um contexto de mobilidade, com dispositivos móveis. Entende-se que usufruir de recursos *mobile* pode ser de extrema importância para a produção do conhecimento matemático, nesse caso raciocínio geométrico. Além do mais, tomar proveito da tecnologia com aparelhos móveis “[...] pode contribuir em muitos fatores, especificamente no que tange à visualização geométrica.” (NASCIMENTO, 2012).

2.2. Realidade mista

O desenvolvimento dos novos recursos digitais em conjunto com as tecnologias móveis conduziu o crescimento de novos meios que agrupam os ambientes virtuais e reais gerando uma realidade mista (DOMINGUES, 2003). Conforme Lindgren e Johnson-Glenberg (2013), o termo realidade mista surgiu pela primeira vez com Milgram e Kishino em 1994 para descrever o espaço entre ambientes inteiramente virtuais e inteiramente reais.

Esses ambientes, portanto, definidos pela Realidade Virtual e Realidade Aumentada são conceitos presentes no avanço da tecnologia na área dos recursos multimídia.

Com eles, pode-se usufruir da interação com computadores, aplicativos, dispositivos móveis e aumentar o poderio de seus recursos com usuários. Segundo Kirner e Siscoutto (2007, p.19)

Realidade virtual e aumentada são áreas do conhecimento que vem dando, aos usuários, melhores condições de interação com aplicações computacionais, propiciando a eles interações naturais e potencialização de suas capacidades. Para isso, muitos recursos são utilizados, envolvendo hardware, software, periféricos, redes, tecnologias especiais, técnicas de projeto e avaliação e o desenvolvimento de aplicações.

As tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada são de épocas e características distintas. Cada uma necessita e interage de uma maneira diferente com o usuário dessas tecnologias. Enquanto a primeira é capaz de criar um ambiente totalmente virtual, a última não abdica da realidade do mundo e cria um ambiente que mescla a computação gráfica, sendo mais universal e sem restrições com dispositivos (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). Então, a Realidade Aumentada é considerada um tipo de Realidade Mista dado que essa tecnologia permite que os usuários tenham interação com informações digitais em um ambiente mundano em tempo real. Assim,

A tecnologia da RA se constitui de técnicas computacionais que a partir de um dispositivo tecnológico, geram, posicionam e mostram objetos virtuais integrados a um cenário real. Assim, o usuário mantém o senso de presença no mundo real, o que não ocorre, por exemplo, em realidade virtual. Este mecanismo enfatiza a qualidade das imagens e a interação do usuário com esses objetos em tempo real. (MACEDO; DA SILVA; BURIOL, 2016, p. 3).

Com constantes progressos da tecnologia e recursos computacionais em diversos campos de conhecimento, explorar o conceito da Realidade Mista com a matemática criando possibilidades para formar professores, instruir estudantes e criar diferentes possibilidades de utilização para esse campo é uma forma de expandir a capacidade dessa área tecnológica, principalmente na educação. Conforme Lindgren e Johnson-Glenberg (2013), muitos projetos de tecnologia apoiados em Realidade Mista estão sendo aplicados em contextos educacionais com o objetivo de transformar práticas em sala de aula usando dispositivos móveis. Os mesmos autores acrescentam ainda que a Realidade Mista é utilizada, em outros casos, para modificar as práticas tradicionais das escolas com o intuito de melhorar as experiências e práticas de aprendizagem. Assim, essa nova percepção de realidade evoca desafios na construção de materiais educativos que usufruam de dispositivos móveis e outros recursos (DE ARAÚJO JÚNIOR, 2016). Desse modo, entende-se que fazer uso da Realidade Aumentada, que é considerada como uma realidade que mistura real e digital, pode ser uma alternativa para a mudança e inovação no que se refere

às atividades com tecnologia. Para Lima (2014), a Realidade Aumentada altera a maneira do ser humano se relacionar com a realidade mundana que “[...] oferece soluções interativas que proporcionam ao utilizador/visitante o usufruto de uma visita mais autónoma e completa, assim como uma melhor contextualização.” (LIMA, 2014, p. 69).

Nesse cenário, para Macedo, Da Silva e Buriol (2016), considerando todos os registros da tecnologia nos últimos tempos, pode-se refletir em utilizar os benefícios dos recursos para a prática pedagógica. Esses autores defendem também que usufruir de tecnologias como dispositivos móveis e Realidade Aumentada no estudo da geometria espacial, por exemplo, tornaria o conteúdo muito mais atrativo no processo de aprendizagem.

Após as considerações feitas sobre Realidade Mista e suas possibilidades de contribuir para a Educação Matemática, apresentam-se, na próxima seção, conceitos e aspectos da Realidade Aumentada.

2.3. Realidade aumentada

Nas palavras de Azuma (1997), o autor define a Realidade Aumentada (RA) como uma variação de um Ambiente Virtual (*Virtual Environment*) que projeta objetos sobrepostos em cima ou em composição com a realidade mundana suplementando-a ao invés de completamente substituí-la, enquanto que o Ambiente Virtual submerge um usuário no mundo virtual de modo que não consiga olhar para a realidade mundana.

Conforme Antoniac (2005), a história da RA começou efetivamente nos anos noventa com uma equipe de pesquisadores da *Boeing*⁴. Entre eles, Thomes Caudell e David Mizell tinham a tarefa de achar uma forma alternativa de fazer marcações no chão da fábrica para que os trabalhadores pudessem se orientar no departamento de cabeamento. A solução encontrada foi um aparelho utilizado na cabeça projetado para mostrar instruções sobre os cabos do avião por meio de um óculos “*high-tech*” que era capaz de interagir com um usuário exibindo instruções virtualmente, fazendo com que o funcionário traba-

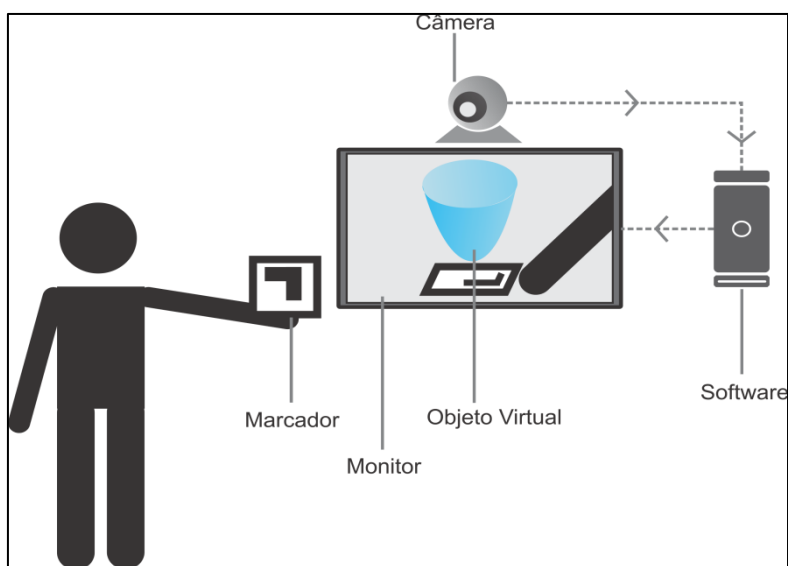
⁴Empresa multinacional fundada em 1916. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Boeing>.

lhasse de uma forma rápida e eficiente. Em 1992, Caudell e Mizell publicaram os resultados da pesquisa em uma conferência utilizando pela primeira vez a nomenclatura “Realidade Aumentada” (ANTONIAC, 2005).

Diferentemente da Realidade Virtual (RV) que precisa algumas vezes de equipamentos especiais de visualização sendo utilizados em ambientes particulares e oclusos, a RA não é exigente ao ponto de necessitar de recursos tão restritos. RA pode ser inserida em qualquer atmosfera (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). Segundo Forte (2009), a RA se refere à realidade mundana com um ponto inicial para uma tentativa de ensaio que leva o usuário a vivenciar um mundo virtual (sem sair dessa realidade). Assim, a RA não retira o usuário da realidade, mas utiliza o mesmo ambiente que ele se encontra inserindo materiais tridimensionais em uma experiência que combina o mundano e o virtual.

Pode-se destacar uma maneira que permite explorar a RA por meio de projeção de objetos tridimensionais virtuais em um ambiente natural por meio de captura de uma câmera webcam em um computador convencional e visualização no monitor do mesmo, como pode-se observar na Figura 1.

Figura 1 - Fluxo de uma aplicação de Realidade Aumentada.



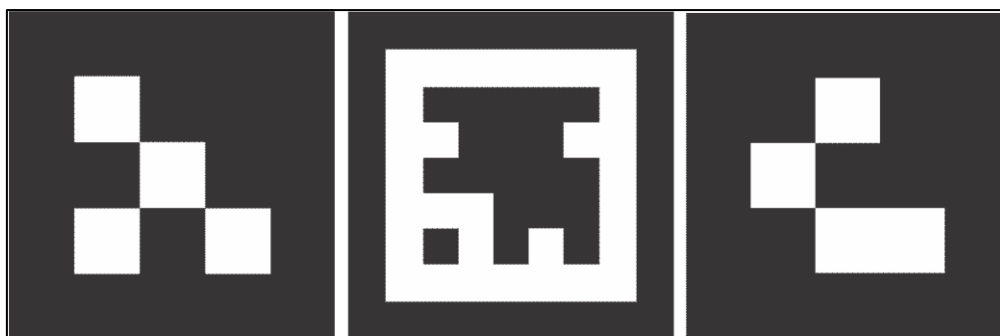
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na imagem é exibido como funciona um exemplo de aplicação em uma atividade com RA. Com os avanços tecnológicos, isto é possível também por meio de dispositivos móveis, utilizando os próprios recursos do sistema dos aparelhos. Para visualizar objetos virtuais na realidade mundana, uma câmera captura um símbolo (chamado de marcador) e compila na tela o produto, material ou objeto final. Nas palavras de Cardoso et al (2014), esse procedimento de composição de um objeto virtual

[...] é realizado quando o usuário posicionar seu símbolo no campo de atuação da câmera, de forma que esta identifique a simbologia e em seguida a transmita a um software, que é responsável pela interpretação e geração do objeto virtual. O software devidamente programado deve retornar um objeto virtual em sobreposição ao marcador em algum dispositivo de saída (televisão, monitor de computador ou um datashow). (CARDOSO et al, 2014, p. 332).

O símbolo denominado de marcador é o material concreto capturado pela câmera da aplicação de RA que garante o funcionamento do processo para mostrar o objeto virtual vinculado ao programa ou aplicação (VELOSO et al, 2011). Quando um marcador é capturado e reconhecido, o *software* responsável interpreta o código do marcador projetando virtualmente um determinado objeto (DA SILVA; VIEGAS; VIEIRA, 2012). A Figura 2 destaca exemplos de marcadores.

Figura 2 - Exemplo de marcadores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os avanços tecnológicos diante da sociedade, as aplicações de RA ficaram mais complexas e acessíveis, ganhando força em diversos recursos. Por seguir maiores padrões de qualidade computacionais, as projeções de objetos virtuais na realidade mundana ficaram mais tangíveis criando uma interface mais interativa com o usuário (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). Sendo assim, os avanços da tecnologia em prol da RA tornaram a interação com o usuário fluída e natural como percebemos nas palavras de Braga e Ulbricht (2011, p.84) quando dizem que “[...] a RA é uma interface tangível (*Tangible User Interface – TUI*), e permite uma forma mais natural de manipulação por meio de dispositivos táteis ou de contato físico”.

Encontram-se publicações que exploram a RA com dispositivos móveis em atividades com tecnologia na área da Educação, por exemplo: RA na elaboração de atividades educacionais (CARDOSO et al, 2014), RA na aprendizagem de Física e Matemática (DA SILVA; VIEGAS; VIEIRA, 2012), RA na aprendizagem de Física (PEREZ; VIALI; LAHM, 2015) e também RA para se estudar geometria espacial (MACEDO; DA SILVA; BURIOL, 2016).

Nota-se, então, que o avanço da tecnologia e as formas de uso podem contribuir para o desenvolvimento de abordagens como a utilização de dispositivos móveis no contexto da RA em ambientes educacionais. Para Marçal, Andrade e Rios (2005), os recursos da computação gráfica móvel se manifestam como uma tecnologia renovadora para a Educação. Assim, entende-se que ao inserir essas tecnologias, atividades e explorações com o mundo digital, interagindo com a realidade mundana na esfera educacional matemática, cria-se possibilidades de potencializar a aprendizagem. Permitir que os recursos em conjunto com todos os aparatos tecnológicos que permeiam a RA é repensar e reestruturar o processo de constituição da aprendizagem matemática com tecnologia. Aproveitar-se dos recursos da RA e aplicá-los na Educação é uma forma de construir alternativas de aprendizagem ao lado dos livros, fotos, ilustrações, vídeos e das aulas expositivas. Além do mais, atividades com RA podem contribuir para um ambiente de conexão não só entre tecnologia e Matemática, mas com outras áreas de ensino ou ciência (FORTE, 2009).

O recurso da RA não retira o estudante de seu ambiente, mas leva até ele a experiência de objetos ou situações em 3D facilmente acessíveis por ele. Conforme Azuma (1997) a utilização da tecnologia encontrada na RA mostra os objetos virtuais coexistindo em um mesmo espaço da realidade mundana disponibilizando informações que o usuário não poderia enxergar com os seus próprios sentidos.

Ainda que a RA possa ser apontada como uma tecnologia com vantagem de imprimir iniciativas de novas formas de aprendizagem de Matemática, existem desafios e incertezas a serem superados na utilização desse recurso na aprendizagem. Para Martins e Guimarães (2012) existem três barreiras para que sejam construídos conteúdos ágeis e simples baseados em RA: reconhecimento dos conteúdos que podemos explorar com essa tecnologia; divergência entre o desenvolvimento computacional específico para o ambiente escolar; condições financeiras para introduzir aplicações e projetos com RA. Os autores relatam a necessidade de que as aplicações tecnológicas sejam de fácil acesso e utilização pelos professores, ao ponto de que os mesmos elaborem e desenvolvam atividades. Também, os autores discutem a complexidade que os especialistas da computação desenvolvem nas aplicações com RA, fazendo com que não passem por uma avaliação de um professor para ser aplicado nas escolas e, além disso, ressaltam que algumas escolas (principalmente as públicas) são desprovidas de recursos financeiros para adquirir materiais de informática para compor um laboratório essencial para se trabalhar com RA.

Utilizar laboratórios específicos, como uma sala de informática bem equipada, com computadores de última geração e contendo *hardwares* e *softwares* de ponta, talvez faça com que ocorra uma experiência de alta qualidade. Contudo, entende-se que enfrentar essas dificuldades é saber que desafios deverão ser superados no âmbito das TIC e da Educação Matemática, com atividades e estudos que proporcionem enriquecimento na aprendizagem. Precisa-se, então, desenvolver possibilidades de trabalhar a tecnologia com a Matemática de modo que professores busquem por novas maneiras de interação entre os conteúdos e os estudantes.

Partindo das descrições expostas anteriormente, busca-se pensar, reestruturar, pesquisar e questionar os procedimentos de elaboração de atividades com RA para a aprendizagem de geometria espacial. Com o avanço das TD, observa-se mudanças na sociedade, “[...] de forma que essas mudanças foram tantas nas últimas décadas que se tem hoje um só aparelho trazendo mídias digitais, como é o caso do celular, por exemplo.” (RÊGO, 2016, p. 38). Acredita-se em enfrentar desafios que vão além da limitação da tecnologia ou ambientes com pouco suporte para podermos propiciar uma interação entre Matemática e RA sem até mesmo ter um conhecimento avançado sobre informática e sem grandes investimentos financeiros. Martins e Guimarães (2012, p. 8) escrevem que as aplicações de RA “[...] podem ser utilizadas com soluções simples, como visualizações em computadores pessoais ao invés de ambientes imersivos”.

Nesse sentido, além de computadores pessoais, as tecnologias móveis estão presentes na sociedade e cada vez mais fazem parte das tarefas diárias dos usuários e estão interferindo na forma como buscam informação, conhecimento, trabalho e na maneira como vivem. Tomando vantagem dos recursos móveis, busca-se por aplicações de RA em aplicativos móveis sem nos preocupar em utilizar computadores pessoais, mas pensando em dispositivos que estão constantemente com os professores e alunos que são os *smartphones*, por exemplo. Possuir um aparelho com vários recursos e que as pessoas estão acostumadas a utilizá-los pode servir como um recurso da tecnologia para trabalhar em conjunto com a RA. Segundo Cruz-Cunha et al (2010), um dispositivo móvel é um meio de aprendizagem de grande valor.

Dentre as aplicações de RA que estão disponíveis no mundo digital, encontra-se uma variedade de maneiras para se utilizar RA nos *tablets* e *smartphones*. Segundo Cuiperschmid e Freitas (2013, p.2) pode-se encontrar

[...] uma diversidade deles com indicações específicas de uso por exemplo: 1. AR Drone Flight, jogo de tiro que utiliza um dispositivo voador como alvo.; 2. Augmented Piano Reality, piano em realidade aumentada para smartphones; 3. Augmented Reality Solar System, para visualizar o sistema solar em RA; 4. CarFinder AR, utiliza RA para rastrear o local em que o carro foi estacionado.

Procurar maneiras diferentes de disponibilizar a tecnologia da RA para diferentes conceitos é um desafio a ser superado para profissionais da Educação Matemática. Criar, desenvolver, planejar e executar uma aplicação ou um aplicativo (para *smartphone*) com objetivo principal sendo a exploração de objetos ou cenários matemáticos seria fundamental e de grande benefício para a aprendizagem como argumentam Cruz-Cunha et al (2010), pois algumas TIC trazem vantagens e podem beneficiar seu uso na aprendizagem. Além disso, um bom campo para aplicar essas tecnologias seria a Matemática.

Entende-se que existe uma preocupação em conhecimentos técnicos para unir a tecnologia, RA e Matemática devido. Martins e Guimarães (2012) ressaltam como uma das dificuldades os diversos requisitos complexos encontrados para que o professor desenvolva os próprios conteúdos. Contudo, compreende-se que persistir em um caminho que busque estudos para entender, explorar e alavancar as aplicações da RA é gerar possibilidades de potencialização no processo de aprendizagem matemática.

Nesse contexto de se pensar em alternativas didáticas de aprendizagem com mobilidade se destaca o conceito de *m-learning*. De fato, uma possível forma de usufruir desta realidade que mistura o digital e real ao mesmo tempo seria, por exemplo, o *mobile learning*.

2.4. M-learning

A expansão do mundo digital possibilitou um avanço tecnológico para os meios de aprendizagem a distância. As tecnologias na Educação têm aumentado em estudos no âmbito da Educação Matemática. Desde 2010 está ocorrendo um crescimento de produções acerca de novos modos de contribuições para aprendizagens diversas. Desse modo, por exemplo, as TD proporcionaram o desenvolvimento do ensino a distância, denominado *e-learning* que, por sua vez, é uma área em ascensão por se tratar do uso de ambientes virtuais no processo de aprendizagem totalmente *on-line* (COLL; MONEREO, 2010). Esses ambientes são compostos por

[...] um programa de computador que se executa em um servidor conectado a uma rede, internet ou intranet, que está projetada expressamente para facilitar o acesso a materiais de aprendizagem e a comunicação entre estudantes e professores e entre os próprios estudantes. Um ambiente virtual de aprendizagem combina diferentes tipos de ferramentas: comunicação síncrona – por exemplo, mensagem instantânea – e assíncrona – por exemplo, correio eletrônico, fóruns -, gestão (distribuição e acesso) dos materiais de aprendizagem em formato digital e gestão dos participantes, incluídos os sistemas de acompanhamento e avaliação do progresso dos estudantes (COLL; MONEREO, 2010, p. 245).

Assim, com diferentes possibilidades de aprendizagem, originou-se uma outra modalidade, o *mobile learning* (*m-learning*) (TAROUCO et al, 2004). Segundo Mülbert (2014), o *mobile learning* é uma determinada quantidade de práticas e atividades educativas realizadas por meio de dispositivos móveis, assim como as aplicações educacionais de sua utilização.

M-learning ou mobile learning são termos utilizados na literatura para representar o conjunto de práticas e atividades educacionais viabilizadas por meio de dispositivos móveis bem como as implicações educacionais de seu uso. Com significado similar, mas de uma menos frequente, encontra-se também na literatura a referência ao termo u-learning (ubiquitous learning) ou aprendizagem ubíqua. Esta denominação baseia-se no conceito de computação ubíqua, que refere-se à disponibilidade de acesso a recursos computacionais em qualquer ambiente (MÜLBERT, 2014, p.41).

Nesse contexto, o *m-learning* é a concepção de aprendizagem mediante dispositivos de mão como PDAs (*Personal Digital Assistant*), *smartphones*, *tablets* e outros recursos portáteis que manipulam informações (MÜLBERT; PEREIRA, 2011). Sendo assim, conforme Monteiro, Moreira e Lencastre (2015) os dispositivos móveis como qualquer outra vertente tecnológica podem contribuir para várias possibilidades didáticas colocando o aluno como objeto central da aprendizagem independentemente de onde o estudante estiver. Logo, de acordo com Tarouco et al (2004), essa nova modalidade alterou a forma e a dinâmica da aprendizagem, proporcionando o acesso de informações educacionais em qualquer momento e em qualquer lugar. Além disso,

O m-learning [...] desafia a educação corporativa a buscar estratégias de inserção dessa tecnologia e, em breve, a cultura do m-learning deverá permear todas as formas de aprendizagem. Como são muitos benefícios da aprendizagem móvel, vamos elencar os dois principais: 1) rapidez e facilidade na disseminação do conhecimento; 2) disponibiliza aprendizagem em qualquer hora e em qualquer lugar, incentivando a aprendizagem em contextos práticos e motivadores (MULLER, 2012, p.118).

Nessa perspectiva, os dispositivos portáteis não são mais ferramentas que possuem funções de armazenamentos, mas “[...] passam a ser coletores e disseminadores da informação, trazendo novas possibilidades para as atividades de aprendizagem e de com-

partilhamento do conhecimento.” (MÜLBERT, 2014, p. 45). Logo, entende-se que a tecnologia dos recursos móveis tenha um papel com característica de potencialização da aprendizagem e não apenas como uma ferramenta que simplifiquem e acelerem um determinado processo. Segundo Traxler e Kukulska-Hume (2015), a utilização das tecnologias móveis está muito presente no cotidiano e é de tal maneira tão comum que a maioria dos professores e alunos adota telefones celulares e *tablets* como apenas mais uma ferramenta. Porém,

A comunidade demonstra que os dispositivos móveis podem ampliar, aprimorar, enriquecer, desafiar e provocar as ideias e os pressupostos existentes sobre a aprendizagem. A sociedade também desafia e muda conceituações e teorias existentes de aprendizagem e mostra que os celulares podem motivar o aprendizado, sobretudo entre os aprendizes desmotivados (TRAXLER; KUKULSKA-HULME, 2015, p. 15).

É possível identificar que nas últimas décadas os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, tornaram-se um novo tipo de plataforma de computação que pode ser usada para ultrapassar as barreiras pedagógicas tradicionais (CROMPTON; TRAXLER, 2015). Compreende-se que a experiência com a aprendizagem móvel pode colaborar com a produção do conhecimento matemático por meio da interação que os estudantes podem ter com as aplicações e funcionalidades que essa tecnologia *mobile* proporciona diferentemente de outros recursos virtuais.

Novas ferramentas digitais, como a WEB, vídeos e animações forneceram acesso a dados e contextos do mundo real para resolver problemas matemáticos e apoiar a aprendizagem matemática. Essas aplicações, no entanto, permaneceram em grande parte dentro da sala de aula. Com a mobilidade [...], os dispositivos móveis criam novas oportunidades significativas para conectar a aprendizagem de matemática a contextos fora da escola e outros contextos significativos (SAWAYA; PUTNAM, 2015, p. 21).

Desse modo, considera-se que desfrutar das capacidades dos aparelhos móveis no âmbito da Educação com todas as funcionalidades disponíveis ao alcance do aluno é tangível e se pode projetar as inúmeras contribuições para a aprendizagem sobre conteúdos de matemática. De fato, os dispositivos *mobile*

[...] incorporam também avanços oriundos da computação baseada em gestos que possibilita interação mais rica do que a proporcionada pelo padrão apontar e clicar dos computadores tradicionais. Além disso, a tela mais ampla e a facilidade de ajuste automático da imagem, que se adapta mais facilmente à posição física do usuário, torna seu uso mais fácil. Esses recursos conferem uma interação mais intuitiva e favorável para as atividades de aprendizagem. (MÜLBERT, 2014, p. 45).

Nesse contexto, destaca-se a importância de inserir esses novos recursos nas práticas de matemática em sala de aula. Sabe-se que na sociedade existe um padrão em ações

educacionais com características estáticas de outros meios diferenciados de se ensinar e aprender (D'AMBROSIO, 2016). D'Ambrosio (2016) acrescenta que estamos vivenciando uma constante transformação na sociedade que altera os comportamentos dos indivíduos, e assim conseqüentemente, mudando a área da Educação. Então, é necessário proporcionar uma aprendizagem voltada para os novos recursos tecnológicos no intuito de formar os estudantes em seres humanos com capacidades e habilidades para enfrentarem e tomarem ações no mundo complexo com frequentes evoluções (RIBEIRO; PAZ, 2012).

Diante dessas mudanças na sociedade e dos avanços tecnológicos, precisa-se tomar proveito dos recursos disponíveis para integrarem a aprendizagem de matemática em todos os ambientes em relação à educação com mobilidade. Desse modo, entende-se que utilização de funcionalidades por meio de toques com interação dinâmica em telas de aparelhos móveis altera o tipo de experiência que o estudante tem com as informações, no caso com o conteúdo. Para Prata et al (2017), aplicativos com interação dinâmica mediante toques em qualquer hora e lugar tornam as informações mais atrativas.

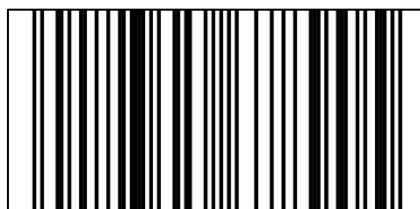
Nessa perspectiva, acredita-se que o *m-learning* com suas diversas possibilidades (CROMPTON; TRAXLER, 2015) seja capaz de apoiar e potencializar a aprendizagem de Matemática. Assim, nesta pesquisa, entende-se que usar a mobilidade pode contribuir no aprendizado em conteúdos de geometria espacial. Para isso, justifica-se a exploração da geometria espacial com *mobile learning* por meio da RA. Nesse contexto, investe-se em atividades com tecnologias que usufruam da interação na tela de dispositivos móveis com o objetivo de proporcionar uma nova experiência no decorrer da aprendizagem matemática. Para que ocorram interações entre os estudantes com dispositivos móveis, é necessária uma tecnologia chamada de marcadores. Logo, estes são apresentados na próxima seção.

2.5. Marcadores na educação

No processo de interação do meio físico com o digital, evidenciam-se algumas tecnologias que guardam/memorizam dados e informações: os códigos 2D. Esses recursos são “[...] figuras de duas dimensões que armazenam informações e podem ser lidas por dispositivos eletrônicos.” (SANTOS; WIVES, 2014, p. 179).

O código de barras é a codificação bidimensional mais conhecida que contém informações por meio da espessura e da distância entre as formas retangulares em paralelo (SINGO, 2014). A Figura 3 ilustra um código de barras.

Figura 3 - Exemplo de código de barras.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A disseminação dessa tecnologia, por causa de suas funcionalidades, exigiu um crescimento de códigos com capacidade de armazenamento e velocidade ainda maiores. Dessa maneira, o progresso dos meios digitais permitiu que os códigos 2D evoluíssem na estrutura aceitando diversas formas geométricas. Surgindo, então, o *QR Code* (*Quick Response Code*) que

[...] é basicamente um código de barras bidimensional que serve para armazenar informações, que hoje pode ser facilmente legível pela maioria dos dispositivos modernos (celulares, tablets, etc.) equipados com câmera. Porém, é necessário que o dispositivo tenha instalado o aplicativo que efetuará o escaneamento. QR significa “quick response” devido à capacidade de o objeto poder ser interpretado rapidamente (SINGO, 2014, p. 25).

Conforme Singo (2014), a tecnologia do *QR Code* era utilizada inicialmente na indústria automobilística. Porém, seu uso se expandiu para outras áreas principalmente devido ao crescimento dos dispositivos móveis. Na Figura 4, tem-se a imagem do *QR Code*.

Figura 4 - Exemplo de QR Code.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Além disso, existem outras tecnologias de codificação 2D. No contexto da RA por exemplo, o recurso para armazenar objetos tridimensionais é denominado de marcador. O marcador consiste em “[...] uma imagem com certo padrão visual reconhecido pelo sistema de RA, [...], que serve para orientar e posicionar objetos virtuais na cena.” (CUPERSCHMID et al, 2012, p.63). Logo, esses marcadores são como *QR Codes* utilizados pela tecnologia da RA no intuito de projetar objetos tridimensionais por meio de dispositivos eletrônicos.

Entretanto, no campo da RA surgiu uma nova tecnologia de marcadores conhecida como *Vumark*. Diferentemente dos códigos de barras bidimensionais denominados de *QR Codes*, a *Vumark* é a evolução do marcador. Pois, permite a liberdade de um *design* personalizado simultaneamente codificando dados e atuando como um marcador de RA.

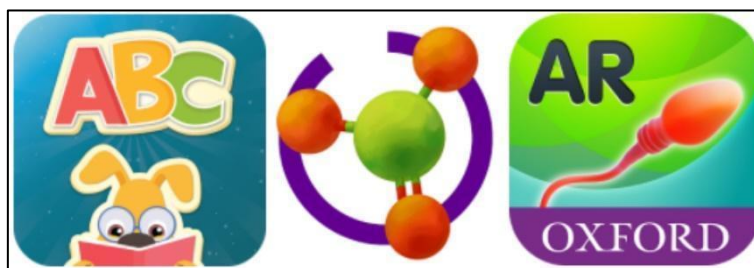
A *Vumark* tem aplicação em ambos os mercados de empresas e consumidores. Esses marcadores oferecem um método simples para codificar dados ou um número de série. Ou seja, a *Vumark* serve como instruções para indicar ao usuário onde a experiência pode ser encontrada no espaço e como projetá-las.

No mercado de consumo, marcadores *Vumark* oferecem uma maneira confiável de reconhecer e rastrear brinquedos, eletrônicos e ferramentas. As indústrias nesse ramo podem criar experiências 3D que são projetadas com o intuito de mostrar como usar um determinado produto ou para agregar valor estético com novos recursos digitais. Exemplos de marcadores *Vumark* são apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Exemplos de marcadores *Vumark*.

Fonte: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>.

Desse modo, alguns exemplos de aplicativos que utilizam o marcador *Vumark* estão disponíveis nas lojas virtuais direcionados para as áreas do entretenimento, no *marketing*, na indústria, na moda, na arquitetura, e no campo da Educação. Assim, pode-se perceber uma certa quantidade de aplicações com intenções pedagógicas em biologia, química e educação infantil. A Figura 6 representa os ícones dos aplicativos citados anteriormente que fazem o uso da *Vumark*.

Figura 6 - Aplicativos que utilizam marcadores *Vumark*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa perspectiva, Entende-se que a tecnologia dos marcadores *Vumark* podem contribuir na aprendizagem matemática e que aplicativos podem ser desenvolvidos com o objetivo de explorar diversos conteúdos presentes na Matemática. Ou seja, os marcadores *Vumark*, no contexto da RA podem servir como uma alternativa na prática didática do professor levando ao aluno uma experiência nova, desafiadora, motivadora e substancial para a aprendizagem.

Portanto, aproveitar-se da capacidade que a tecnologia dos marcadores *Vumark* podem oferecer em diversas áreas do conhecimento é perseguir um caminho para transformação e potencialização da aprendizagem com mobilidade. Logo, nesta pesquisa, busca-se uma exploração da geometria espacial com os marcadores *Vumark* no cenário da RA.

Por conseguinte, apresenta-se a metodologia utilizada na tentativa de alcançar respostas sobre a averiguação de atividades com geometria espacial dentro do contexto da RA, marcadores *Vumark* e *m-learning*.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo é constituído pela descrição de todo o processo da atual pesquisa. Nesse sentido, destaca-se a importância da metodologia inserida nos trabalhos acadêmicos que “[...] descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 14). Assim, na tentativa de responder a pergunta “*Como se apresenta o mobile learning na aprendizagem de geometria espacial por meio de um aplicativo de Realidade Aumentada?*”, elaborou-se um conjunto de atividades com um aplicativo de RA. As atividades foram realizadas pelo grupo de participantes pesquisado, na tentativa de contribuir com os aspectos da produção de dados.

Na realização da produção dos dados da pesquisa, usou-se: um caderno de anotações (diário de bordo) para a organização e produção de reflexões; observações diretas dos acontecimentos no ambiente investigado; questionário aplicado aos participantes da pesquisa durante a realização das atividades propostas. Dessa maneira, nas próximas seções, evidencia-se os procedimentos metodológicos que foram desenvolvidos nessa investigação. Assim, descreve-se o tipo de abordagem metodológica, os participantes da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, concepção de atividades com tecnologia, a caracterização do aplicativo e o método de análise.

Na próxima seção, então, classifica-se a pesquisa como pesquisa qualitativa e destaca-se a justificativa de utilizar essa modalidade de pesquisa.

3.1. Pesquisa qualitativa

O caráter investigativo desse trabalho tem por objetivo realizar uma pesquisa baseada em conteúdos elaborados e coletados pelo próprio autor de forma a sustentar possíveis respostas à pergunta de pesquisa. Segundo as palavras de Kahlmeyer-Mertens et al (2007, p. 24) no que refere à pesquisa, “[...] podemos dizer que é um modo programado de o homem aprender. É exatamente no pesquisar, ao procurar respostas para suas indagações, e no questionar que o homem desenvolve o seu processo de diálogo crítico com

a realidade”. Nesse sentido, a pesquisa está diretamente ligada com as experiências que o ser humano possui com o cotidiano além de ser um recurso muito útil para a sociedade e a história da humanidade. Diante disso, Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 21) destacam que:

A pesquisa é muito útil para diferentes finalidades: criar novos sistemas e produtos; resolver problemas econômicos e sociais; situar-se no mercado, elaborar soluções e até avaliar se fizemos algo corretamente ou não. [...] Graças à pesquisa, processos industriais são criados, organizações são desenvolvidas e sabemos como é a história da humanidade, desde as primeiras civilizações até os tempos atuais. Também é possível conhecer desde nossa própria estrutura mental e genética até saber como atingir um cometa em plena trajetória a milhões de quilômetros da Terra, além de explorar o espaço. [...] A pesquisa é a ferramenta para conhecer o que nos rodeia e seu caráter é universal.

Para Demo (2000, p. 33), "Na condição de princípio científico, pesquisa apresenta-se como a instrumentação teórico-metodológica para construir conhecimento". Dessa maneira, busca-se procurar diante dessa pesquisa um processo metodológico de qualidade no intuito de produzir dados a partir do contexto apresentado, tendo o grupo de participantes como centro do processo. Portanto, com o objetivo de analisar a consequência (impacto) do *m-learning* na aprendizagem de geometria espacial no viés da RA, define-se a abordagem qualitativa que caracteriza essa pesquisa. Em vista que, segundo Creswell (2014), a investigação qualitativa é uma maneira de compreender os sentidos que os sujeitos e/ou grupo de indivíduos interpretam um problema social ou humano. Para o autor, no estudo de um determinado problema

[...] os pesquisadores qualitativos usam uma abordagem qualitativa da investigação, a coleta de dados em um contexto natural sensível às pessoas e aos lugares que é tanto indutiva quanto dedutiva e estabelece padrões ou temas. O relatório final ou a apresentação incluem as vozes dos participantes, a reflexão do pesquisador, uma descrição complexa e interpretação do problema e a sua contribuição para a literatura ou um chamado à mudança. (CRESWELL, 2014, p. 50).

Godoy (1995, p.21) escreve que “[...] a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes”. Assim, escolher a metodologia qualitativa para compor o universo de investigação de uma pesquisa tem relevância na análise dos dados produzidos no intuito de se chegar ao entendimento da situação problema (DUARTE, 2002). Nesse contexto, para se buscar possíveis respostas nos dados produzidos pelo grupo pesquisado, fez-se necessário uma pesquisa qualitativa no intuito de se aproximar da melhor resposta para o questionamento

principal do trabalho, frente ao quadro teórico adotado. Dentro dessa perspectiva, entende-se que a qualidade na pesquisa está diretamente relacionada com o levantamento de questionamentos para a formulação da pergunta de pesquisa e métodos adequados no intuito de responder as indagações. Segundo Flick (2009, p. 173)

[...] a qualidade na pesquisa é mais do que simplesmente definir critérios e padrões e simplesmente cumpri-los e corresponder a eles. [...] a qualidade é o resultado de uma série de decisões, começando por formular um a pergunta de pesquisa e continuando com encontrar e usar os métodos apropriados para trabalhar com vistas a responder essa pergunta. [...] A qualidade está ligada a questões éticas de várias formas e intimamente conectada com a transparência produzida na pesquisa e para os leitores ou consumidores do resultado. [...]. Essas decisões devem ser movidas pela orientação geral da pesquisa (qualitativa): de que os métodos e procedimentos devem ser adequados a o que a quem é estudado, e devem ser úteis para responder à pergunta de pesquisa de forma metodológica e eticamente sólida.

Não obstante, para Duarte (2002, p. 141) a pesquisa qualitativa "[...] interfere diretamente na qualidade das informações a partir das quais será possível construir a análise e chegar à compreensão mais ampla do problema delineado". Desse modo, entende-se que na procura por uma abordagem fundamentada, classifica-se a presente pesquisa como qualitativa, pois, Garnica (1997, p. 111), por sua vez, evidencia que a pesquisa qualitativa passa a ser concebida como uma "[...] trajetória circular em torno do que se deseja compreender, não se preocupando única e/ou aprioristicamente com princípios, leis e generalizações, mas voltando o olhar à qualidade, aos elementos que sejam significativos para o observador-investigador". Portanto, embora haja muito a que se investigar sobre o tema abordado nesse estudo, compreende-se que a pesquisa qualitativa se torna um processo importante identificando a qualidade da composição dos elementos da pesquisa, de forma que não se preocupa com uma efetiva conclusão, porém, com a construção de resultados (GARNICA, 1997).

Nota-se, então, que a pesquisa qualitativa incorpora e acrescenta valores ao presente trabalho, o qual contém um grupo de estudantes como participantes da pesquisa. Nesse contexto, averigua-se o “como” se apresenta o *mobile learning* na aprendizagem de geometria espacial por meio de um aplicativo de RA.

Destaca-se, também, a importância do estudo de caso diante da pesquisa qualitativa. Dessa maneira, o estudo de caso é uma estratégia de investigação qualitativa que será utilizada no desenvolvimento dessa investigação. Para Yin (2015), o estudo de caso é utilizado em diversas circunstâncias contribuindo para o entendimento e conhecimento de determinados fenômenos isolados, em grupo, organizacionais, políticos e afins. Ou

seja, segundo o autor, independente de qual for a área de interesse a ser pesquisado, o estudo de caso possui a necessidade e tem a intenção de compreender fenômenos sociais. Nesse contexto, Creswell (2014, p. 87) complementa que:

A pesquisa de estudo de caso começa com a identificação de um caso específico. Esse caso pode ser uma entidade concreta, como um indivíduo, um pequeno grupo, uma organização ou uma parceria. [...] Em geral, os pesquisadores de estudo de caso estudam casos atuais da vida real que estão em andamento de forma que possam reunir informações precisas que não foram perdidas pelo tempo. Pode ser escolhido um único caso ou podem ser identificados múltiplos casos para que possam ser comparados. [...] geralmente terminam com conclusões formadas pelo pesquisador a respeito do significado global derivado do(s) caso(s).

Em vista disso, o estudo de caso possui um papel significativo na análise das concepções dos participantes da pesquisa sobre aprendizagem de geometria espacial com tecnologia. Dado que é um método de pesquisa que “[...] abrange tudo com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados.” (YIN, 2001, p. 33).

Portanto, realizaram-se descrições e análises dos dados que foram produzidos de modo que estes serão materializados por meio de anotações de situações que ocorreram durante o processo de reunião das informações. Adiante são destacados os participantes e instrumentos de pesquisa.

3.2. Participantes da pesquisa

O conjunto de participantes da pesquisa é constituído por estudantes de Ensino Médio de uma escola particular do município de Porto Alegre do estado do Rio Grande do Sul. A fim de preservar e garantir a confidencialidade da pesquisa determina-se uma postura ética de não identificar os estudantes com o intuito de divulgar os resultados da investigação. Dessa maneira, o anonimato é a forma mais segura de proteger a confidencialidade e resguardar todos os direitos do participante à privacidade. (POLIT; BECK, 2016). Sendo assim, os participantes da pesquisa serão identificados e classificados como: E1, E2, E3 e assim por diante, isto é, Estudante 1, Estudante 2, Estudante 3 e etc.

O motivo pelo qual esse grupo de participantes foi escolhido surgiu pela composição do currículo escolar de matemática em relação à geometria espacial. Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o conhecimento de geometria possibilita

aos estudantes obterem a capacidade de resolver problemas em suas realidades, como, por exemplo:

[...] orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias percorridas, reconhecer propriedades de formas geométricas básicas, saber usar diferentes unidades de medida. Também é um estudo em que os alunos podem ter uma oportunidade especial, com certeza não a única, de apreciar a faceta da Matemática que trata de teoremas e argumentações dedutivas. Esse estudo apresenta dois aspectos – a geometria que leva à trigonometria e a geometria para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes. (BRASIL, 2008, p. 75)

Além da justificativa em estudar um grupo de estudantes de uma escola de Ensino Médio que possui em seu currículo o conteúdo de geometria espacial a ser trabalhado em sala de aula, define-se como objeto de estudo esses indivíduos, jovens e adolescentes, pela sua proximidade e facilidade com a tecnologia. Principalmente pela aproximação constante que os jovens apresentam com os dispositivos tecnológicos em crescente abundância no mercado das TI. Segundo Melgaço et al (2017), a tecnologia está inserida no contexto dos jovens e se torna um dos principais recursos responsáveis pela composição de seus mundos. Nesse sentido, os adolescentes possuem

[...] capacidade crítica em relação às formas de subjetivação contemporâneas, bem como conflitos quanto à exigência de um constante desenvolvimento individual. [...] para esses jovens, vivenciar outras culturas é muito importante para seu desenvolvimento pessoal. [...]. Basta observar a familiaridade e a habilidade com as quais manejam diferentes tecnologias, muitas vezes ao mesmo tempo, em sua vida cotidiana. (NEUFELD, 2017, n. p.).

Ressalta-se, então, que o digital e o tecnológico podem ter relações diretas no desenvolvimento pessoal, profissional e educacional dos jovens, assim como entende-se que “[...] a internet e as tecnologias da informação e da comunicação abrem novas possibilidades para investigações que, sob a perspectiva ecológica, analisem suas consequências sobre o desenvolvimento humano.” (NEUFELD, 2017, n. p.). Nessa perspectiva, Entende-se que esse grupo a ser pesquisado pôde contribuir não somente para a presente pesquisa, mas também para o campo das TIC em relação ao *mobile learning* na aprendizagem de conteúdos matemáticos.

3.3. Instrumentos de coleta de dados

Nessa seção, destacam-se os instrumentos para coleta de dados que foram utilizados durante a investigação de “como” o *mobile learning* se apresenta na aprendizagem de geometria espacial dentro do contexto da RA. Conforme Gray (2016), independentemente

do tipo de recurso utilizado para a coleta de dados, é importante salientar a descrição em detalhes de como e de que modo foram usados. Portanto, utilizaram-se os seguintes instrumentos: observações diretas, diário de campo e questionários.

3.3.1. Observações diretas

Para Sampieri, Collado e Lucio (2013), o principal instrumento de coleta de informações em uma abordagem qualitativa é o próprio pesquisador, dado que o mesmo não somente é responsável pela análise, porém também tem o trabalho de obter informações relevantes das fontes de dados. Desse modo, o pesquisador se torna parte da investigação, pois se transforma em um instrumento de pesquisa em relação ao caso/situação/problema que ele observa (POPE; MAYS, 2009). Segundo Polit e Beck (2016, p. 387), os pesquisadores qualitativos coletam dados observacionais porque permitem “[...] enxergar o mundo como os participantes do estudo o veem, desenvolver uma compreensão rica do fenômeno estudado e capturar as sutilezas da variação cultural.”. Além disso, o ato de observar é um dos principais recursos utilizados durante uma pesquisa qualitativa na qual possibilita examinar um fenômeno por meio dos sentidos do pesquisador (CRESWELL, 2014).

Sendo assim, as observações diretas tiveram singular importância nos registros das anotações de campo com o intuito de relatar a conduta e as percepções dos participantes da pesquisa em relação ao *mobile learning*, Matemática e RA na dinâmica das atividades propostas.

3.3.2. Diário de campo

Creswell (2014) destaca que a essência para uma boa pesquisa qualitativa é ter uma boa descrição do caso de estudo, ou seja, deve-se dar importância ao armazenamento de dados, que para isso, deve ser “[...] dada mais atenção a como os dados qualitativos são organizados e armazenados, sejam esses dados notas de campo, transcrições ou rascunhos.” (CRESWELL, 2014, p. 143). Assim, tornou-se importante o registro dos dados coletados, nesta investigação, por meio de um diário de campo.

Esse instrumento “[...] é o local de registro das metas de investigação, onde devem constar além dos dados de identificação, o local e data das atividades, descrição de atividades, fotos, reflexões, crítica e comentários, bem como as investigações da pesquisa.” (DE OLIVEIRA; GEREVINI; STROHSCHOEN, 2017, p. 123). Dessa maneira, o diário auxilia na escrita do projeto de pesquisa de maneira que influencia na descrição dos dados a serem coletados, assim como na reflexão sobre os acontecimentos no decorrer da exploração qualitativa (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

O conteúdo do diário de campo tende a ser totalmente individual em razão de que é um material de utilização exclusiva do pesquisador (DE MATOS, 2016). Entende-se que o investigador tem a liberdade de criar qualquer tipo de estrutura e/ou conteúdo que desejar inserir no seu diário. Porém, tomou-se como embasamento para o diário que foi utilizado nessa pesquisa as concepções de Bogdan e Biklen (1994). Conforme os autores, o diário de campo abrange as descrições que o investigante escuta, enxerga, experimenta e reflete no percurso durante a reunião de informações e dados. Esses autores reforçam ainda que as anotações no diário têm que conter dois fragmentos: um descritivo (anotar informações sobre as particularidades dos participantes da pesquisa, práticas e diálogos) e outro reflexivo (anotar dados referentes à perspectiva do pesquisador, indagações e inquietudes).

Sendo assim, a construção do diário de campo também foi baseada no tópico “*Como desenvolver o diário de campo na fase de coleta de dados*” dos autores Gerhardt e Silveira (2009), que exemplificam um diário de campo e seu conteúdo. Portanto, o diário foi constituído com: dados de identificação como título, data, horário e local da observação; anotações descritivas; anotações reflexivas. No Quadro 1, apresenta-se o *layout* do documento que foi usado na investigação.

Quadro 1 - Modelo de diário de campo que será utilizado.

DIÁRIO DE CAMPO
Título:
Data:
Horário:
Local da Observação:
Fragmento Descritivo
Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc. <ul style="list-style-type: none"> ● Anotações breves, datadas e localizadas; ● Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.
Fragmento Reflexivo
Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc. <ul style="list-style-type: none"> ● Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente); ● Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, desse modo, o diário de campo possibilitou não só o registro das ações, diálogos, comportamentos e características dos participantes da pesquisa, mas também suas percepções sobre a produção do conhecimento matemático em atividades com tecnologia e geometria espacial.

3.3.3. Questionário

Na tentativa de obter maiores informações sobre o fenômeno a ser estudado, utilizou-se o questionário como um instrumento técnico no processo qualitativo da pesquisa. Segundo Lopes (2006), o questionário é desenvolvido e usado em investigações de campo que dá sustentação ao pesquisador na coleta de dados. “Deve ser claro, objetivo e de fácil interpretação tanto para o entrevistado como para o entrevistador.” (LOPES, 2006, p. 241). Com isso, o questionário torna-se importante e necessário nessa pesquisa porque

É um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador. Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, inte-

resses, expectativas, situações vivenciadas. A linguagem utilizada no questionário deve ser simples e direta, para que quem vá responder compreenda com clareza o que está sendo perguntado. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 69).

Em concordância, Gil (2008), destaca que os questionários têm um papel importante na investigação qualitativa, em vista que se trata de uma maneira de pesquisa que compõe um complexo de questões com o intuito de buscar esclarecimentos sobre situações, fenômenos, conhecimentos, crenças, valores, interesses e entre outros aspectos.

Em relação à organização, o questionário pode ser classificado em três tipos: aberto, fechado e misto.

Nas questões abertas, o informante responde livremente, da forma que desejar, e o entrevistador anota tudo o que for declarado; Nas questões fechadas, o informante deve escolher uma resposta entre as constantes de uma lista predeterminada, indicando aquela que melhor corresponde à que deseja fornecer. [...]; As questões mistas (fechadas e abertas) são aquelas em que, dentro de uma lista predeterminada, há um item aberto, por exemplo, “outros”. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 69).

Diante disso, determinou-se a utilização de questões abertas, considerando o cunho qualitativo da presente pesquisa, para comporem o questionário que foi aplicado aos participantes dessa pesquisa. Esta escolha se deve ao fato de que as questões abertas podem contribuir na coleta de informações importantes sobre as concepções dos indivíduos submetidos às perguntas sobre “como” se apresenta o *mobile learning* na aprendizagem matemática no contexto da RA.

3.4. Concepção da proposta de educação com tecnologia

Torna-se evidente no cotidiano dos indivíduos e em diversas áreas do conhecimento a presença de recursos tecnológicos de ponta a todo instante. A Educação não fica fora dessa nova tendência do século XXI chamada de Sociedade da Informação. De Almeida, Alves e Lemos (2014) afirmam que essa sociedade é caracterizada pelas TIC, aprendizagem móvel, *web* currículo, TD e etc. Esses mesmos autores ainda trazem a concepção de que a utilização e inserção desses meios na Educação se apresentam seguidos de transformações positivas. Em razão de que a aprendizagem pode alcançar um novo panorama dinâmico e proporcionar novos conhecimentos.

Nesse sentido, utilizar recursos digitais com o objetivo de fomentar novos conceitos e potencializar a aprendizagem trata-se de tecnologia educacional. Ou seja, usar a

esfera tecnológica presente na sociedade para a Educação e possibilitar acesso à informação e desenvolvimento social. Com isso, “[...] torna-se primordial inserir a tecnologia em sala de aula como meio de democratização da informação e do conhecimento historicamente adquirido e constituído.” (SILVA, 2017, p. 33).

Para Souza, Murta e Leite (2016), na composição da sociedade tecnológica contemporânea, é notório o crescimento de dispositivos móveis, as aplicações para estes dispositivos e o interesse que os estudantes mostram em relação às funcionalidades destes aparelhos. Nesse sentido, o acesso e o atrativo que os recursos digitais apresentam para os estudantes podem contribuir no processo de aprendizagem. Porém, considerando as possibilidades e capacidades que as tecnologias demonstram, ainda existem barreiras a serem superadas no âmbito da Educação quando o intuito é transformar a maneira de ensinar e aprender com aparatos tecnológicos. Assim,

É preciso buscar meios de usufruir dessas ferramentas e criar métodos de apresentação de conteúdo que possam contribuir para assimilação de conceitos e na potencialização dos métodos de estudo dos alunos e das metodologias de ensino dos professores. Esse é um grande desafio, pois a produção de conteúdos digitais interativos e alinhados com uma sequência didática específica demanda considerável volume de trabalho e conhecimentos que podem incluir programação de computadores (MACEDO; DA SILVA; BURIOL, 2016, p. 2).

Nesse sentido, entende-se que a elaboração de atividades com tecnologia é uma tarefa árdua que demanda trabalho, tempo, investimentos e conhecimentos específicos da área da TI na busca de proporcionar novas compreensões e um novo panorama com relação à aprendizagem, pois “Aprender e ensinar no mundo de hoje exigem muito mais do que a escolha de um bom material didático, de um método de ensino e de horas de estudo.” (SOUZA; MURTA; LEITE, 2016, p. 2). Ressalta-se, entretanto, a necessidade de usufruir dos recursos propiciados pelas tecnologias no âmbito educacional. No caso desta pesquisa, entende-se que o *m-learning* tem a capacidade de transformar práticas de aprendizagem, contribuir no desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos em Matemática uma vez que a aprendizagem com mobilidade possui características interativas e dinâmicas que vão além dos padrões da educação formal de forma que potencializam a participação e o envolvimento dos estudantes no que se refere à busca do aprender (GARCIA, 2017).

Dessa maneira, a justificativa de uma proposta investigativa voltada para a exploração da geometria espacial com aparelhos móveis é baseada na seguinte motivação: as

experiências do autor da pesquisa em sala de aula relacionadas às dificuldades encontradas pelos alunos na percepção visual e compreensão de elementos tridimensionais de geometria espacial dispostos planejados nas páginas somente em perspectiva 3D.

Assim, segundo Gutiérrez (1992, p.37) “As representações planas são as mais frequentes em nosso mundo, podem fornecer a informação mais completa sobre as características dos sólidos representados, mas a mais difícil de ser manipulada mentalmente.”. Ou seja, objetos tridimensionais são representados planejados (em 2D) em suas representações no papel como, por exemplo, em livros didáticos. Sendo assim, proporcionando uma ideia de 3D, mas com limitação na visualização desse objeto. Dessa forma, com a restrição da visualização geométrica em livros e materiais didáticos, explica-se a escolha da criação de exercícios sobre geometria espacial com dispositivos móveis na esfera da RA.

Logo, apresenta-se na próxima seção a organização das atividades com tecnologia que fizeram parte da investigação com os participantes da pesquisa.

3.4.1. Descrição das atividades com *m-learning* e geometria espacial


O desenvolvimento da prática de pesquisa ocorreu com grupos de estudantes de no máximo quatro integrantes. Esses indivíduos receberam folhas impressas com elementos importantes sobre conteúdos matemáticos relacionados à geometria espacial. Os materiais foram compostos por definições e contextualizações sobre o que os estudantes trabalharam. Por conseguinte, receberam também uma sucessão de exercícios que foram realizados com o aplicativo de RA desenvolvido para essa finalidade. A Figura 7 ilustra o modelo de um exercício.

Figura 7 - Modelo exercício com RA utilizando um marcador *Vumark*.

EXPLORE OS SÓLIDOS DE REVOLUÇÃO

ATIVIDADE 1

a. Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para realizar essa tarefa. Explore a rotação da figura plana que aparecer no aplicativo e logo após faça um esboço do sólido na área delimitada.



Faça o esboço do sólido na área demarcada abaixo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar das atividades terem sido efetuadas em grupo, cada estudante respondeu individualmente as perguntas contidas no questionário da pesquisa. Sendo assim, o Quadro 2 apresenta um exemplo de pergunta aplicada aos participantes investigados.

Quadro 2 - Modelo de pergunta inserida no questionário.

QUESTIONÁRIO
Data:
Idade:
Gênero:
Pergunta 1
Com base na atividade número 01, sobre os sólidos de revolução, como o aplicativo de Realidade Aumentada influenciou/ajudou no desenvolvimento da atividade?

Fonte: Elaborado pelo autor.

A execução da pesquisa foi dividida em duas partes compostas por uma atividade e a aplicação de um questionário no encontro com os participantes da pesquisa. No Quadro 3, mostra-se o cronograma organizado de todo o desenvolvimento da aplicação das atividades.

Quadro 3 - Exemplo de Cronograma da aplicação das atividades.

Data	Horário	Aplicação	Conteúdo
12/07/2018	08:00	Atividade 1	Sólidos de Revolução
	08:45	Atividade 2	Poliedros
	09:30	Questionário	-

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Portanto, descreveram-se as etapas e a configuração dos passos detalhados que foram executados ao longo do processo da investigação com o grupo de participantes da pesquisa baseadas na proposta de atividades com *m-learning* e geometria espacial. Portanto, no contexto de exploração da Matemática com tecnologia por meio de dispositivos móveis, destaca-se na seção seguinte a criação do aplicativo de RA que foi utilizado em conjunto com as atividades adotadas.

3.4.2. Caracterização do aplicativo de realidade aumentada

O desenvolvimento do aplicativo de RA ocorreu por meio da linguagem de programação *C#*⁵ e o *software Unity 3D*⁶. O algoritmo de programação foi criado com o intuito de interpretar sólidos de revolução contidas nos marcadores *Vumark*. Assim, o aplicativo tem a capacidade de reconhecer diferentes sólidos, projetar suas respectivas formas e permitir a interação com os mesmos.

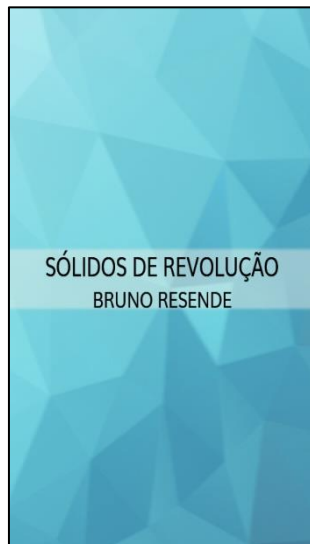
O aplicativo possui uma interface simples que aciona a câmera do dispositivo móvel no momento que é acionado (Figura 8). A aplicação foi desenvolvida para os sistemas

⁵É uma linguagem de programação orientada a objetos criada pela *Microsoft*. Disponível em: https://www.oficinadanet.com.br/artigo/526/c_sharp_csharp_o_que_e_esta_linguagem.

⁶É um software para desenvolvimento de jogos etambém para aplicação sem Realidade Virtual e Aumentada.

operacionais *Android* e *IOS*. Porém, publicou-se apenas na loja virtual do *Google* por motivos de custos e tempo tendo em vista que a empresa *Google* libera o aplicativo em menos de 24 horas.

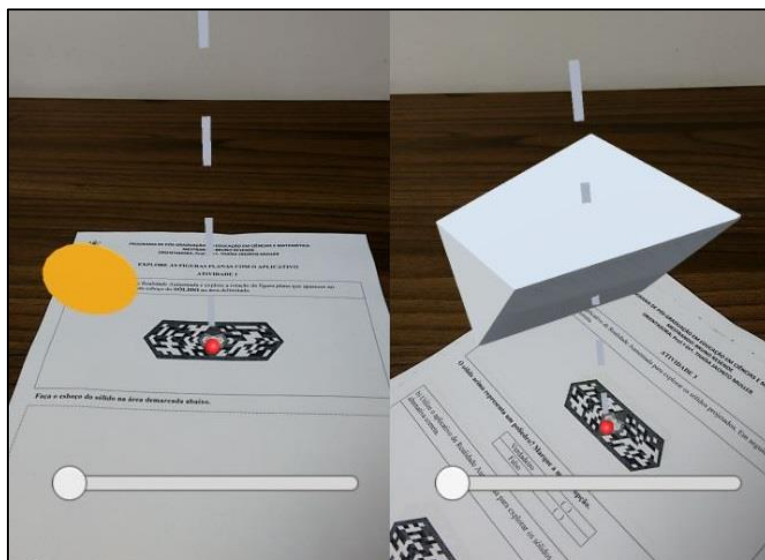
Figura 8 - Interface inicial do aplicativo de RA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Independentemente de qual for o marcador, o aplicativo consegue diferenciar as informações dos sólidos que estão inseridas dentro do código. Ou seja, com o mesmo aplicativo é possível interpretar *Vumarks* diferentes (Figura 9).

Figura 9 - Formas geométricas em RA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por conseguinte, procurou-se novos modelos de aprendizagem com dispositivos móveis em conjunto com a nova tecnologia dos marcadores *Vumark*. Dessa maneira, buscou-se a possibilidade de propiciar uma experiência diferente de estudar utilizando um

dispositivo móvel interagindo com a RA e explorando em três dimensões de sólidos geométricos que antes eram vistos planificados em um livro didático.

4 MÉTODO DE ANÁLISE

Nessa investigação de abordagem qualitativa, a pesquisa se constitui como uma busca na compreensão de sentidos e particularidades de contextos manifestados pelos participantes da pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994), bem como a característica de um estudo de caso (YIN, 2001) que tem o intuito de examinar e dissertar sobre um contexto particular em relação às perspectivas do grupo de participantes da pesquisa sobre *mobile learning* na aprendizagem matemática. Por essa razão, adota-se a Análise Textual Discursiva (ATD) como método de análise. Assim, definiu-se esse procedimento em vista que é um processo de análise textual qualitativo que visa a elucidação de hipóteses subentendidas que os participantes da pesquisa produzem, assim como, “Pode ser compreendido como um processo auto-organizado da construção de produção de novas compreensões, novos entendimentos em relação ao fenômeno investigado [...]” (SCHELLER; DE LARA BONOTTO; RAMOS, 2016, p. 384).

A Análise Textual Discursiva é constituída por um processo composto por um circuito de três etapas. Essas etapas estão organizadas em: **desmontagem dos textos** ou **unitarização**; **estabelecimento de relações** ou **categorização** e **captando o novo emergente** ou **criação de metatextos** (MORAES; GALIAZZI, 2014).

Antes do primeiro momento denominado como unitarização, o pesquisador precisa estabelecer e delinear o grupo de materiais a serem analisados intitulados como “corpus” da investigação. No caso da ATD, o “corpus” consiste em elaborações textuais. Logo após essa ação, inicia-se a unitarização, que é um procedimento de separação dos conteúdos presentes nos textos salientando seus elementos mais importantes. (MORAES; GALIAZZI, 2014). Dessa maneira, o pesquisador destaca o núcleo das transcrições que a análise necessita, dado que

Com essa fragmentação ou desconstrução pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que se saiba que um limite final e absoluto nunca é atingido. É o próprio pesquisador quem decide em que medida fragmentará seus textos, podendo daí resultarem unidades de análise de maior ou menor amplitude. (MORAES; GALIAZZI, 2014, p.18).

Nesse sentido, da unitarização emergem as unidades denominadas de unidades de sentido ou de análise. Essas unidades são definidas pelo pesquisador conforme a sua interpretação sobre o contexto da produção escrita dos participantes da pesquisa com o

objetivo de apresentar um significado apropriado aos propósitos da investigação. Em razão de que “[...] é importante reescrever as unidades de modo que expressem com clareza os sentidos construídos a partir do contexto de sua produção.” (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 20). Assim, “[...] é importante compreender que nesse momento da análise é importante atingir um profundo envolvimento com os materiais submetidos à análise, condição para a emergência das novas compreensões.” (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 20). Logo, a unitarização permite que o pesquisador tenha um contato intensivo com o conteúdo coletado durante a pesquisa com a intenção de potencializar novas perspectivas de conhecimento.

Se na primeira etapa da ATD tem-se a divisão, afastamento e fragmentação de unidades de sentido, a segunda abrange reunir informações semelhantes, relacionar dados e criar categorias. Nesse estágio, desenvolve-se novos entendimentos sobre os fenômenos estudados (MORAES; GALIAZZI, 2014). Portanto, segundo momento é chamado de categorização.

Para o pesquisador produzir as categorias necessárias, tem-se a possibilidade de utilizar três métodos distintos: dedutivo, indutivo e misto.

O método dedutivo constituído pela escolha de categorias prévias antes mesmo de analisar o “corpus” da pesquisa, ou seja, o pesquisador compõe categorias relacionadas às teorias anteriormente de examinar os documentos textuais de análise. Ao contrário do dedutivo, o método indutivo é caracterizado pela criação de categorias baseadas nos elementos encontrados no “corpus”. O método misto (dedutivo e indutivo) é definido por combinar os embasamentos teóricos preliminares com a análise do “corpus” formando, assim, as categorias (MORAES; GALIAZZI, 2014). Nesse sentido,

Todos esses tipos de categorias podem ser válidos. O essencial no processo não é sua forma de produção, mas as possibilidades de o conjunto de categorias construído propiciar uma compreensão aprofundada dos textos-base da análise e, em consequência, dos fenômenos investigados. (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 25-26).

Após a segunda etapa de categorização, desde que as categorias estejam estabelecidas, constitui-se o terceiro momento da ATD: um procedimento de estabelecer conexões entre os elementos principais das categorias no intuito de produzir um novo texto, um metatexto. (MORAES; GALIAZZI, 2014).

A análise textual discursiva visa à construção de metatextos analíticos que expressem os sentidos lidos num conjunto de textos. A estrutura textual é consti-

tuída por meio das categorias e subcategorias resultantes da análise. Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de teorização sobre os fenômenos investigados. (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 32).

Nesse sentido, o método de análise textual qualitativa é movido pelo desenvolvimento de metatextos. Em razão de que estes não só descrevem as categorias e subcategorias encontradas durante a ATD, mas manifesta informações relevantes sobre o fenômeno investigado pelo pesquisador. Sendo assim,

Ao mesmo tempo em que se envolve na explicitação de suas compreensões iniciais e parciais referentes a cada uma das categorias de análise, o pesquisador pode desafiar-se a produzir “argumentos centralizadores” ou “teses parciais” para cada uma das categorias, ao mesmo tempo em que exercita a elaboração de um “argumento central” ou “tese” para sua análise como um todo (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 33).

Levando isso em consideração, a produção textual que o pesquisador desenvolve no decorrer da ATD contribui de forma significativa na estrutura de uma redação coesa e consistente, pois a “[...] qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência do fato de o pesquisador assumir-se autor de seus argumentos [...] possibilitando ao pesquisador assumir-se efetivamente autor de seu texto.” (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 32-33).

Nessa perspectiva, a ATD proporciona várias transformações ao pesquisador ao longo do envolvimento e aproximação que o mesmo tem com os aspectos metodológicos qualitativos dessa abordagem. Dessa maneira, a ATD propicia alterações não só nas compreensões e pressupostos do investigador, assim como também nos seus conhecimentos sobre ciência e realidade (MORAES; GALIAZZI, 2014). Logo,

No envolvimento com a análise textual discursiva o próprio pesquisador é afetado e transformado, fazendo com que se assume cada vez mais sujeito e autor ao longo de sua pesquisa e análise. Nisso também se assume sujeito histórico, capaz de intervir nas realidades que investiga. (MORAES; GALIAZZI, 2014, p. 192).

Dessa maneira, destaca-se a ATD como uma análise qualitativa textual que possibilita o pesquisador estar em contato direto com os materiais de análise provenientes da coleta de dados. Com isso, a análise passa a ter maior qualidade e originalidade além de apresentar em seus resultados emergentes novas compreensões sobre contextos, situações, problemas ou fenômenos estudados. Portanto, entende-se que a ATD pode contribuir na construção de novas compreensões nesta investigação sobre a aprendizagem de geometria por meio do *mobile learning* na esfera da RA.

5 CONTEXTUALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS

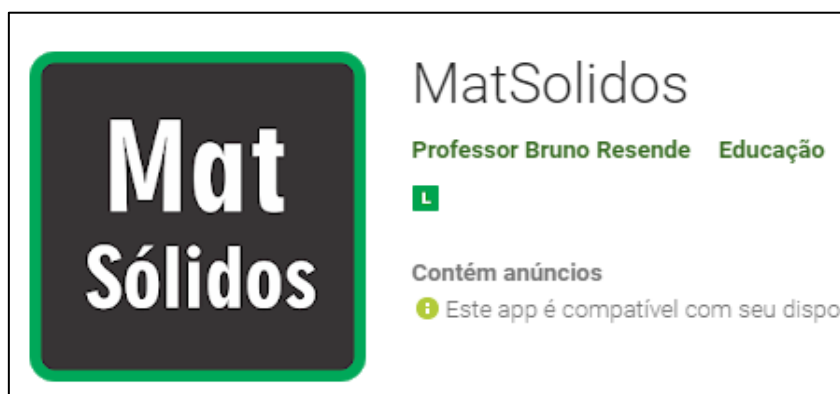
Nesta seção, apresenta-se a contextualização dos procedimentos sobre a coleta de dados que decorreram durante a pesquisa. Assim, descreve-se o processo de todas as etapas realizadas durante a aplicação da atividade com o grupo de participantes de pesquisa com o intuito de elucidar a organização dos acontecimentos ocorridos. Uma das preocupações da pesquisa qualitativa

[...] é descrever a situação em questão, para responder à pergunta “O que está acontecendo aqui?”. Isso porque, muitas vezes, o que se descreve é novo ou, pelo menos, esquecido ou ignorado. A descrição é detalhada e contribui para uma compreensão e uma eventual análise do contexto estudado. [...] ou seja, uma descrição que demonstre a riqueza do que está acontecendo e enfatize a forma como isso envolve as intenções e estratégias das pessoas. A partir dessa descrição “densa”, pode-se dar um passo adiante e oferecer uma explicação para o que está acontecendo. (GIBBS, 2009, p. 19).

O processo de coleta de evidências do presente trabalho se desenvolveu em uma escola particular do município de Porto Alegre com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. A condução do estudo realizado no decorrer da intervenção em sala de aula se dividiu em três etapas. A primeira, constituiu-se pela preparação dos instrumentos móveis (*smartphones*) dos estudantes por meio do *download* do aplicativo de RA desenvolvido para esta pesquisa. Na segunda parte, efetuou-se o processo da aplicação da atividade com tecnologia. A terceira etapa completou o ciclo da pesquisa com a aplicação de um questionário aos participantes.

5.1. *Download* e instalação do aplicativo de RA

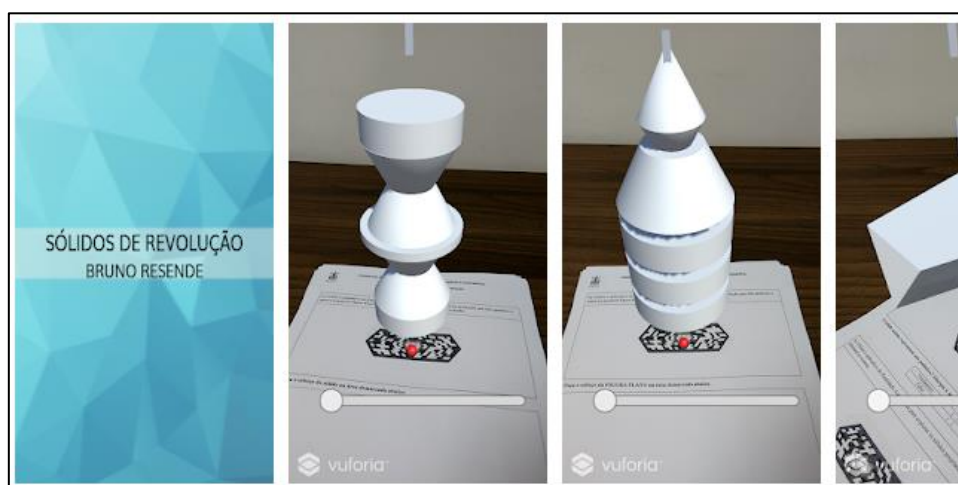
Neste ponto do trabalho ocorrido em sala de aula, solicitou-se que todos os estudantes sob posse de um *smartphone* do sistema *Android* efetuassem o *download* do aplicativo de RA. A aplicação, denominada como *MatSólidos*, estava disponível na loja virtual do *Google* na seção da categoria Educação. A Figura 10 ilustra o ícone do aplicativo presente na *Google Play*.

Figura 10 - Aplicativo de RA *MatSólidos*.

Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brunopaulo.rev>

Na loja virtual, os participantes tinham informações complementares sobre o aplicativo além de algumas imagens representando exemplos de como o aplicativo funciona. Assim, quando a câmera do *smartphone* capturar o marcador, sólidos interativos serão projetados na tela dos aparelhos. A Figura 11 apresenta exemplos da funcionalidade do aplicativo.

Figura 11 - Imagens do aplicativo.



Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brunopaulo.rev>

Em relação à versão do aplicativo nos *smartphones* dos participantes é necessário destacar que nem todos possuíam aparelhos da plataforma *Android*. Somente sete alunos não puderam instalar o aplicativo em seus aparelhos, pois o sistema operacional de seus celulares era *IOS*, incompatível com a versão desenvolvida. Porém, como a turma foi dividida em grupos, houve o compartilhamento de celulares para que todos pudessem realizar os exercícios propostos.

Na seção seguinte, destaca-se a forma como ocorreu a organização do ambiente de pesquisa a fim de tornar mensurável as informações oriundas dos participantes por meio da observação direta realizada durante a investigação em sala de aula.

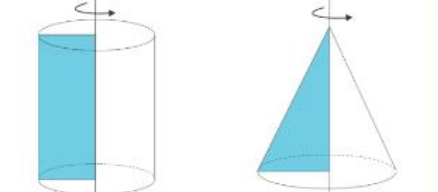
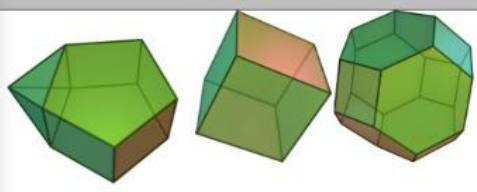
5.2. Como foi a organização da atividade?

Segundo Flick (2009), uma das características que constitui a pesquisa qualitativa é a busca pela compreensão de fenômenos realizada por diversas abordagens na identificação de evidências como, por exemplo, a preparação e organização do ambiente no intuito de examinar e registrar a interação e comunicação que sejam desenvolvidas pelo grupo pesquisado.

A turma possuía 23 estudantes, os mesmos foram divididos em cinco grupos com quatro integrantes e um trio. Logo, optou-se por adequar a sala de aula de uma forma que favorecesse a coleta de dados e além disso o trabalho coletivo na atividade com tecnologia. A decomposição tinha o objetivo de fomentar o trabalho em grupo e discussões sobre o conteúdo durante a utilização do aplicativo. Ressalta-se, conforme Behar (2013), a valorização do trabalho em grupo em contextos educacionais com tecnologia em virtude da possibilidade de discussão sobre elementos como solidariedade, cooperação, ajuda, responsabilidade, comprometimento mútuos objetivando a formação de estudantes reflexivos e questionadores.

Sendo assim, distribuiu-se os materiais didáticos para cada estudante da turma contendo os exercícios propostos. Esse material possuía três exercícios sobre dois conteúdos de geometria espacial, sólidos de revolução e poliedros. Contudo, a turma de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio não havia tido contato com os conteúdos. Desse modo, preparou-se explanações antes de cada tarefa no intuito de esclarecer os conceitos aos alunos antes de iniciarem a atividade. A Figura 12 exhibe as definições de sólidos de revolução e poliedros descritas no material didático.

Figura 12 - Definições de sólidos de revolução e poliedros.

DEFINIÇÃO	DEFINIÇÃO DE POLIEDRO
Sólidos gerados por meio da rotação/revolução de uma figura plana em torno de um eixo.	O poliedro é um sólido em três dimensões formado unicamente por polígonos.
EXEMPLOS DE REVOLUÇÃO	EXEMPLOS DE POLIEDROS
	

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no material didático.

Os exercícios não exigiam nenhum conhecimento profundo sobre os conteúdos de geometria espacial, somente requeriam a atenção dos estudantes solicitando registros de formas geométricas em um exercício de percepção visual. Por exemplo, no primeiro exercício, os estudantes foram instigados a fazer esboços de sólidos de revolução gerados por uma forma geométrica plana por meio da interação com aplicativo que permitia uma experiência em RA com os objetos de duas e três dimensões. A Figura 13 ilustra um exemplo.

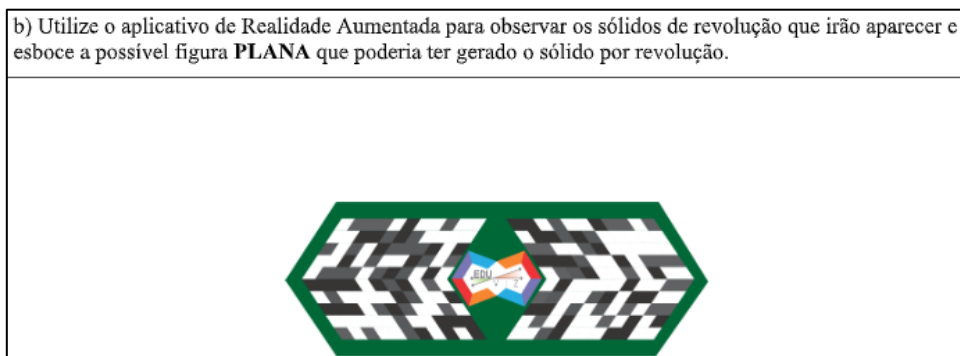
Figura 13 - Exemplo do primeiro exercício.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado no material didático.

O segundo exercício proposto aos estudantes tinha a função de instigar o pensamento inverso do primeiro. Ou seja, solicitou-se aos estudantes que esboçassem as formas geométricas que originaram os sólidos de revolução visualizados por meio do aplicativo. A Figura 14 exibe um exemplo do exercício.

Figura 14 - Exemplo do segundo exercício.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado no material didático.

No terceiro e último exercício da atividade com geometria espacial, os estudantes foram indagados a responder quatro questões de verdadeiro ou falso. Isto é, deveriam identificar entre as formas geométricas em três dimensões quais seriam poliedros por intermédio da interatividade proporcionada pelo aplicativo de RA. A Figura 15 representa o exemplo do terceiro exercício.

Figura 15 - Exemplo do terceiro exercício.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado no material didático.

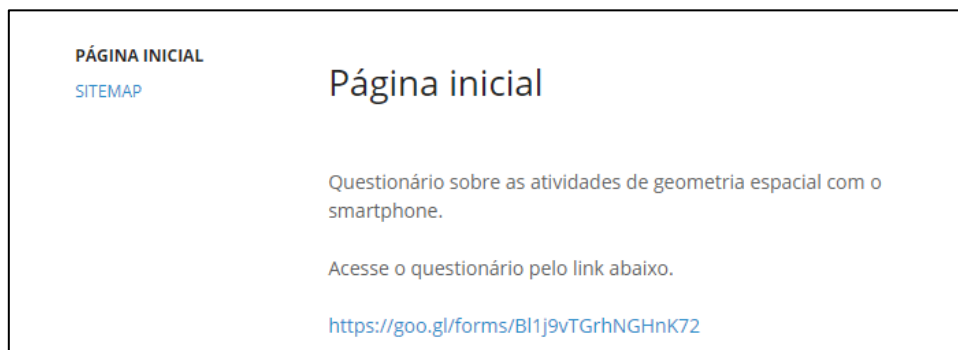
Portanto, descreveu-se a estratégia adotada para a aplicação da atividade instituída em sala de aula com a finalidade de especificar como os processos da pesquisa foram integrados (CRESWELL; CLARK, 2013). Neste sentido, esta seção procurou descrever passo a passo o que foi aplicado em sala de aula.

5.3. Questionário

Após a realização da atividade interativa com tecnologia e conteúdos matemáticos, aplicou-se um questionário *on-line* aos estudantes com a intenção de obter uma base de dados com o registro de informações relevantes para a pesquisa da análise

textual. Desse modo, solicitou-se que os participantes acessassem, por meio de seus próprios *smartphones*, um endereço da rede contendo um *link* direto para o questionário. A Figura 16 ilustra a página na rede criada para facilitar o acesso.

Figura 16 - Página na rede.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na página da rede desenvolvida.

O questionário da pesquisa foi constituído de maneira que registrasse as informações referentes aos exercícios propostos, mas também de modo a identificar diversas características dos estudantes da turma. Logo, os mesmos tiveram a oportunidade de responder perguntas relacionadas às evidências particulares e às tarefas executadas durante o processo de exploração do conteúdo de geometria espacial com os aparelhos móveis.

Desse modo, as perguntas formuladas que compõem o questionário foram criadas com o propósito de atingir os objetivos da pesquisa elucidados no início desta dissertação. Para isso, escolheu-se um conjunto de questões abertas para integrar o processo de levantamento de dados. Visto que a

[...] elaboração de um bom instrumento de levantamento de dados envolve selecionar as questões a fim de que elas venham ao encontro dos objetivos da pesquisa, testando-as para assegurar que sejam indagadas e respondidas como planejado e, a seguir, estruturando-as de maneira que facilitem o trabalho de respondentes [...]. (FOWLER, 2011)

De modo geral, foi desenvolvido um formulário utilizando uma das ferramentas gratuitas do *Google* com finalidade de padronizar o acesso e garantir a organização do material coletado mantendo a discrição e o anonimato dos participantes da pesquisa. As questões relacionadas com o trabalho realizado em sala de aula e que deram origem aos resultados desta pesquisa foram divididas em três partes.

Na primeira parte, as perguntas elaboradas eram referentes à primeira atividade sobre sólidos de revolução e instigavam o estudante a refletir sobre o momento da

experiência com o aplicativo, sua influência no desenvolvimento do conteúdo e de que forma um sólido era gerado. A Figura 17 apresenta as perguntas.

Figura 17 - Perguntas da primeira parte.

PERGUNTAS DA ATIVIDADE 01 SOBRE SÓLIDOS DE REVOLUÇÃO

Com base na atividade número 01, sobre sólidos de revolução, como o aplicativo de Realidade Aumentada influenciou/ajudou no desenvolvimento da atividade? *

Sua resposta

Qual momento em que você acha que foi possível perceber como um sólido de revolução é gerado? *

Sua resposta

Fonte: Elaborado pelo autor com base no formulário desenvolvido.

A segunda parte era composta por somente um questionamento em relação aos exercícios que envolviam o conteúdo de poliedros. Nesse caso, instigou-se o aluno a pensar como a tecnologia proporcionou identificar um poliedro. A ilustração é apresentada pela Figura 18.

Figura 18 - Pergunta da segunda parte.

PERGUNTAS DA ATIVIDADE 02 SOBRE POLIEDROS

Em relação à atividade número 02, como o aplicativo proporcionou essa experiência na identificação de poliedros? Cite exemplos. *

Sua resposta

Fonte: Elaborado pelo autor com base no formulário desenvolvido.

Na última parte do questionário, um conjunto de perguntas relacionadas aos aspectos gerais do trabalho desenvolvido com tecnologia indagaram os participantes a ponderar o recurso como um apoio/auxílio, a interação com o aplicativo, as possibilidades de aprendizagem e o rendimento pessoal. A Figura 19 apresenta as questões.

Figura 19 - Perguntas da terceira parte.

PERGUNTAS GERAIS SOBRE AS ATIVIDADES

Descreva como as atividades com o aplicativo de Realidade Aumentada auxiliaram ou não na aprendizagem de geometria espacial. *

Sua resposta

Como você descreveria a sua interação na utilização do aplicativo com o conteúdo matemático? *

Sua resposta

De que maneira a experiência de estudar com um aplicativo de Realidade Aumentada proporcionou novas possibilidades de aprendizado? *

Sua resposta

Como você observa ou descreve o seu rendimento ao final da atividade? *

Sua resposta

Fonte: Elaborado pelo autor com base no formulário desenvolvido.

No final do processo de levantamento, organização e coleta de evidências apresentadas nesta seção da dissertação, ressalta-se que foi possível obter uma amostra de informações satisfatórias para cumprir com as etapas exigidas nesta pesquisa com o objetivo de avaliar a utilização do *mobile learning* como participante do processo de produção do conhecimento matemático.

5.4. Levantamento das características dos participantes da pesquisa

A corrente investigação aconteceu em um ambiente escolar que possui suas especificidades como, por exemplo, disposição geográfica, modos de organização, contexto histórico, entre outros. Entende-se que a intervenção em sala de aula proporcionou uma interação com os estudantes da turma de primeiro ano do Ensino Médio sendo possível levantar todos os dados da pesquisa. Segundo Yin (2009), uma

peculiaridade da pesquisa qualitativa é o estudo de um caso específico em um espaço com um determinado contexto. Logo, esta seção aborda detalhes sobre as características dos participantes da pesquisa, coletados com perguntas referentes aos perfis de alunos e suas perspectivas em relação ao cenário tecnológico da aprendizagem por meio de dispositivos móveis.

A partir das informações coletadas por meio das perguntas iniciais de um questionário eletrônico foi possível delinear os perfis dos estudantes participantes da pesquisa baseados em gênero, idade, quanto tempo possui *smartphone*, autoavaliação como usuários de *smartphone*, atividades que mais realizam com dispositivos móveis e como as atividades são realizadas na escola.

A análise destacou que o conjunto dos participantes estava fragmentado no seguinte panorama: 47,8% são do sexo feminino e 52,2% correspondem aos estudantes do sexo masculino. Com referência à idade, no momento da pesquisa, 44% possuíam 15 anos e o restante da turma tinha 16 anos (56%).

Quando questionados sobre quanto tempo possuem *smartphones*, foi possível registrar diversas respostas não padronizadas devido às perguntas abertas. Porém, a quantificação foi organizada no Quadro 4. Verifica-se que os estudantes possuem aparelhos móveis pessoais que variam de oito meses até nove anos utilizando esses dispositivos. Destacam-se as respostas “oito meses”, “um ano” e “dois anos”. Entende-se que seja uma surpresa entre os adolescentes nativos digitais possuírem *smartphones* por pouco tempo, pois esses indivíduos são mais atingidos pelo impacto das tecnologias móveis que usam os recursos de maneira rápida, intensa e porque nasceram na mesma época dos novos recursos portáteis (Prensky, 2001).

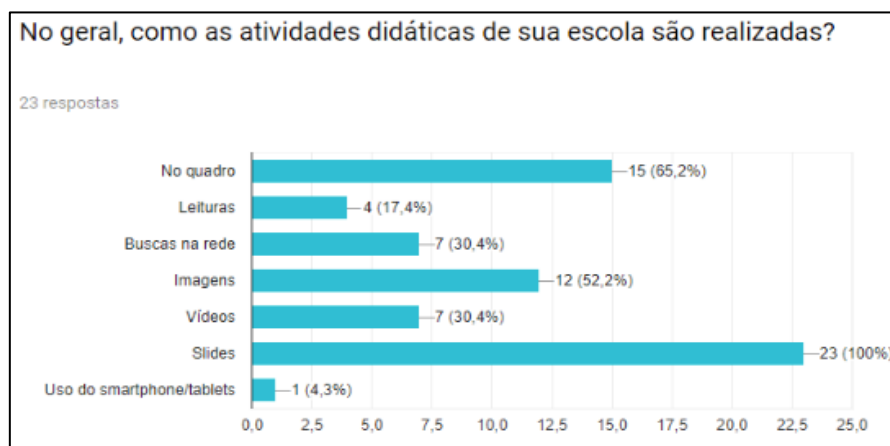
Quadro 4 - Quando sobre período que os estudantes possuem *smartphones*.

Quanto tempo possui <i>smartphone</i> ?	Quantidade
1 ano	3
2 anos	2
4 anos	5
5 anos	5
6 anos	3
8 anos	3
9 anos	1
8 meses	1

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na pesquisa realizada em sala de aula.

Uma das evidências coletadas refere-se à contextualização das aulas ministradas na escola pelo seu grupo docente. Sendo assim, obteve-se uma variedade de práticas didáticas destacadas pelos estudantes, como por exemplo, atividades realizadas por meio do quadro, leituras, buscas na rede, imagens, vídeos e *slides*. Dentre estes, o recurso mais comum é a utilização dos *slides* como apoio no processo de ensino. Todavia, a exploração de conteúdos por meio de aparelhos móveis como *smartphone* ou *tablets* não representa uma prática recorrente dentro da turma de primeiro ano do Ensino Médio segundo a visão dos estudantes. Os resultados coletados estão destacados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Tipos de atividades didáticas exploradas na turma.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na pesquisa realizada em sala de aula.

Outro aspecto apurado da amostra dos participantes revela as principais práticas executadas por meio da utilização do *smartphone* no cotidiano dos estudantes. Dentre as respostas, nota-se que os dados apontam uma divisão entre execução de jogos (8,7%) e a comunicação em redes sociais (91,3%), conforme ilustrado pelo Gráfico 2.

Gráfico 2 - Atividades praticadas usando o smartphone.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na pesquisa realizada em sala de aula.

Entretanto, ressalta-se que nenhuma resposta fez referência à utilização do *smartphone* como um recurso de apoio à aprendizagem. Assim, perguntou-se aos estudantes se usariam os seus aparelhos para estudar com materiais didáticos. Com isso, as respostas foram quantificadas e agrupadas para promover uma visão abrangente das compreensões dos participantes a respeito do que pensam sobre o uso de dispositivos móveis para o estudo.

Percebe-se que dentre os estudantes, 21% não têm interesse de estudar usando o *smartphone*, enquanto que 79% apontaram que usariam durante o estudo e citando exemplos. Por conseguinte, diversos modos de concepção de estudo foram mencionados indicando como cada estudante gostaria ou no mínimo pensa sobre estudar com a tecnologia móvel. O Quadro 5 ilustra a organização e classificação das categorias de estudo que emergiram.

Quadro 5 - Maneiras de estudar com *smartphone*.

Maneiras de estudar com <i>smartphone</i>	Quantidade
Estudar geografia	2
Estudar história	1
Vídeo-aula	5
Pesquisa	3
Leituras de livros on-line	2
Mapas conceituais e resumos	5

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na pesquisa realizada em sala de aula.

A partir dos registros apresentados nesta seção, entende-se que a descrição realizada seja imprescindível para esta pesquisa em vista que é necessário entender o contexto e o perfil dos participantes no decorrer da coleta de dados, tendo como finalidade buscar como se apresenta a aprendizagem de matemática por meio da interação com dispositivos móveis, ou seja, procurou-se buscar compreensões mais esclarecedoras para responder à pergunta norteadora deste trabalho.

6 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Nesta seção, analisa-se os dados produzidos na investigação com base na coleta das respostas por meio de formulários *on-line*. Com isso, destaca-se o processo de desenvolvimento da análise efetuada durante o envolvimento com o conjunto de informações expressas pelos textos resultantes das descrições dos participantes da pesquisa.

De acordo com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2014), o pesquisador deve definir ou delimitar o seu “corpus” de análise. Logo, escolheu-se analisar os dados por meio da mineração de texto com o intuito de organizar as informações de maneira sistemática para a decomposição, unitarização e categorização dos textos obtidos da coleta de informações durante a investigação em sala de aula antes de realizar o movimento de interação e interpretação dos dados para definir as categorias emergentes da análise.

Logo, primeiramente, busca-se descrever e conceituar a mineração de linguagem natural antes de iniciar a descrição dos procedimentos da análise da pesquisa.

6.1. Pressupostos teóricos sobre a mineração de texto utilizada na pesquisa

A computação tem por objetivo fundamentar a programação de computadores para processamento de dados, criação e resolução de problemas por meio de algoritmos (BROOKSHEAR, 2013). Uma das áreas do conhecimento da ciência da computação é a IA, que por sua vez, possui linhas de pesquisa como a mineração de dados e a mineração de texto.

6.1.1. Inteligência artificial

Em síntese, a Inteligência Artificial (IA) é uma subárea da Ciência da Computação que tem como intuito dedicar-se ao desenvolvimento de algoritmos para programas que executem ações semelhantes aos dos seres humanos (MAIA, 2012). Nesse sentido, a IA tem a capacidade de “*ensinar*” uma máquina tarefas de forma que sejam executadas e “*aprendidas*” a partir de uma experiência humana.

A Inteligência Artificial é um campo relativamente recente em ciências e engenharia que não somente tenta entender, mas criar algoritmos inteligentes e engloba alguns subcampos sobre aprendizagem e percepção (RUSSEL; NORVIG, 2013). Dentre as principais linhas de pesquisa se destacam a mineração de dados e a mineração de texto.

6.1.2. Mineração de dados

A mineração de dados tem o objetivo de transformar um grande conjunto de dados provenientes de fontes diferentes em informação e posteriormente em conhecimento (SILVA; PERES; BOSCARIOLI, 2016). Nesse sentido, a mineração de dados compõe um processo que busca

[...] explorar e analisar grandes volumes de dados em busca de padrões, previsões, erros, associações entre outros. Normalmente a mineração de dados está associada ao aprendizado de máquina: uma área da inteligência artificial que desenvolve algoritmos capazes de fazer com que o computador aprenda a partir do passado: usando dados de eventos que já ocorreram (AMARAL, 2016, p. 2).

Uma das aplicações utilizadas em análise de dados se chama extração de dados. Constitui-se como uma atividade com o objetivo de identificar uma determinada informação em uma grande porção de dados e “[...] pode ser considerada uma das áreas mais promissoras.” (MULLER; GRANATYR; LESSING, 2015, p. 77).

6.1.3. Mineração de Texto

A mineração de texto é caracterizada por ser uma aplicação da mineração de dados para informações não estruturadas, ou seja, a análise de textos busca padrões em elementos desconhecidos que podem ser de vários formatos como HTML, PDF e entre outros (AMARAL, 2016). A análise de dados textuais é inspirada “[...] pelo data mining ou mineração de dados, que procura descobrir padrões emergentes de banco de dados estruturados, a mineração de textos pretende extrair conhecimentos úteis de dados não estruturados ou semi-estruturados”. (ARANHA; PASSOS, 2006).

As técnicas da mineração podem ser empregadas de diferentes maneiras dependendo do tipo de tarefa que se deseja realizar. As mais conhecidas e relevantes são: classificação de textos; agrupamento de documentos; extração de informações; descoberta de associações; análise de sentimentos; casamento de esquemas; recuperação da informação (GONÇALVES, 2012).

Nesse contexto, entende-se que a mineração de texto é um recurso relevante para a utilização na organização de documentos com uma variedade de algoritmos e procedimentos para o processamento de linguagem natural. Assim, entende-se que as técnicas de análise utilizadas para o estudo de elementos textuais podem contribuir para a sistematização e facilidade de manipular os dados coletados durante a pesquisa desta dissertação.

A partir da amostra coletada na investigação que compõe esta pesquisa, utilizou-se técnicas de mineração para delimitar e ajudar o presente pesquisador no processo da análise qualitativa. Então, descreve-se todos os passos executados para elucidar os significados emergentes das respostas dos participantes da pesquisa.

6.2. A Desconstrução e unitarização do corpus

Nesta parte, iniciou-se a decomposição do “corpus” importando as respostas dos participantes por meio do questionário submetido em relação às atividades realizadas com o aplicativo. Usou-se uma aplicação *web* chamada de “*Jupyter Notebook*”⁷ que permite a criação de documentos, equações, simulações, modelos estatísticos e entre por meio de códigos em diversas linguagens de programação. Nesse caso utilizou-se a linguagem *python* para manipular os dados textuais produzidos durante a investigação. A Figura 20 ilustra o primeiro passo da análise.

⁷ Disponível em: <http://jupyter.org/>

Figura 20 - Importação das respostas.

```
rp = pd.read_excel('respostas_perguntas.xlsx')
```

	Com base na atividade número 01, sobre sólidos de revolução, como o aplicativo de Realidade Aumentada influenciou/ajudou no desenvolvimento da atividade?	Qual momento em que você acha que foi possível perceber como um sólido de revolução é gerado?	Em relação à atividade número 02, como o aplicativo proporcionou essa experiência na identificação de poliedros? Cite exemplos.	Descreva como as atividades com o aplicativo de Realidade Aumentada auxiliaram ou não na aprendizagem de geometria espacial.	Como você descreveria a sua interação na utilização do aplicativo com o conteúdo matemático?	De que maneira a experiência de estudar com um aplicativo de Realidade Aumentada proporcionou novas possibilidades de aprendizagem?	Como você observa ou descreve o seu rendimento ao final da atividade?
0	Ajudou a visualizar o sólido	Quando movemos a aba com o dedo e a forma se m...	Dando a visão em três dimensões do sólido	Ajudaram facilitando a visualização do sólido	Ficaria mais fácil para entender que formas dá...	Foi mais fácil para visualizarmos o sólido	Muito bom
1	Sim.	Ao usar o aplicativo.	O aplicativo disponibilizou as imagens e os mo...	Pude visualizar com mais clareza.	Muito boa.	Me fez explorar os ângulos que eu enxergo.	Ok, entendi o que foi pedido.
2	A ver a forma	Percebi durante a atividade	Vendo a forma de uma form mais detalhada	Auxiliaram em detalhes	Tem muita relação	Nenhuma nova possibilidade	Muito bom
3	Ajudou a visualização em 3d	No momento do giro	Pelo 3d	Com ajuda do 3d	Ótima	Sim	Ótimo
4	Sim	Momento do giro	Sim	Por ver o objetivo em 3D	Boa	Pelo 3D	Bom
5	Ajudou	No giro	Pelo 3D	Auxiliaram pelo 3D	Ótima	Podemos ver melhor	Ótimo rendimento

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Para a análise ser realizada, transformou-se o corpo das respostas em um arquivo de texto que estavam armazenadas em uma planilha gerada pelo formulário. Essa transformação permite que a exploração seja mais eficiente no estudo dos elementos textuais. A Figura 21 mostra as respostas reunidas em um bloco de texto.

Figura 21 - Respostas dos participantes convertidas em arquivo de texto.

```
Corpoteste = open('respostas_tratadas.txt', 'r')
```

```
Corpoteste.read()
```

'Ajudou a visualizar o sólido. Sim. A ver a forma. Ajudou a visualização em 3d. Sim. Ajudou. Ajudou a visualização em 3D. Ajudo u pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado. A saber com é as imagens. Muito. Sim. Ajudou através das imagens que formavam no aplicativo. Para ter noções de cada lado da imagem. Ajudou a perceber as formas. Nós fazendo ver melho r. Sim, pois nos mostrou a dimensão 2d do sólido. Sim, pois vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso conseguimos. Re presentar o sólido. Possibilitou vermos as formas. Sim. Ajudou a entendermos o conteúdo ainda nao conhecido pelos alunos. Sim. É um material muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter solidos de revolução. Aju dou através das imagens que formavam no aplicativo. Quando movemos a aba com o dedo e a forma se movimentou, representado as lí nhas que dão origem ao objeto. Ao usar o aplicativo. Percebi durante a atividade. No momento do giro. Momento do giro. No giro. No momento do giro. No momento do giro. Na segunda atividade quando tinha que desenhar ele. Ao tentar desenhar ele. Quando gira mos o botão. A partir do segundo exercício. Quando giramos a imagem. Na primeira atividade. Na primeira atividade. Com as forma s 2d, e nos mostrando o que podia se formar. Com as formas planas, alisamos que essa forma gera um sólido. Quando giramos a fig ura. Na segunda atividade. Nos exercícios de desenho. No momento em que usamos a realidade aumentada. Quando a figura plana é g irada, apresentando um sólido. A partir do segundo exercício. Dando a visão em três dimensões do sólido. O aplicativo disponibi lizou as imagens e os movimentos. Vendo a forma de uma form mais detalhada. Pelo 3d. Sim. Pelo 3D. Pelo 3D. Pelo 3D. Desenhar a forma primaria dele, todo quadrado. Ajudou, mas a folha entregue complementou bastante. Quando era um poliedro o aplicativo não produzia curvas, somente retas. Todos não são constituídos somente por retas, portanto, não há exemplos. Através dos formatos d as imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro. Dando exemplos. Mostrando as formas. Nos fazendo e nxxergar além. Nos mostrando o desenho de como era em 3d, e como ja sabíamos como fazia em 2d. Nos proporcionando a forma do sól ido, para que percebêssemos um poliedro. Mostrando outra perspectiva além da dada na primeira atividade. Podemos ver as figuras de várias dimensões, as figuras se moviam. Fazendo os alunos reproduzirem no papel os desenhos, por em prática ajuda muito. As formas quando relacionamos as figuras planas com os sólidos de revolução, assim conseguimos perceber se é, ou não, poliedro. At ravés dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro. Ajudaram facilitando a visuali zação do sólido. Pude visualizar com mais clareza. Auxiliaram em detalhes com ajuda do 3d. Por ver o objetivo em 3D. Auxiliaram pelo 3D. Conseguí vvisualizar os sólidos em 3D. Auxiliou pois podemos ver a imagem e todos os movimentos. Ajuda pra ver várias â

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

O próximo passo foi buscar por unidades de significado como parte da segregação do corpus no intuito de “[...] perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que se saiba que um limite final e absoluto nunca é atingido.” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2014, p. 18). Logo, realizou-se uma separação do corpus por frases descritas pelos participantes. A Figura 22 representa a separação.

Figura 22 - Desmontagem do corpus em frases.

```

amostra.split('.')
Sim ,
' Pelo 3D',
' Podemos ver melhor com a utilização do 3D',
' Proporcionou novas possibilidades pois sem ele não seria possível visualizar a imagem das figuras',
' Pra ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro',
' Podemos desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências',
' Saindo do padrão de aula (aula mais divertida)',
' Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade',
' Nunca havia estudado sobre, foi uma nova experiência',
' Cria mais dinamicidade',
' Nos fazendo enxergar além',
' Novas formas de ver os sólidos',
' Sim, o uso de realidade aumentada é muito bom para aprender e até aproximar e interessar os alunos nas aulas',
' Mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos',
' Explorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva',
' Me fez entender mais facilmente',
' A plataforma simples melhora o entendimento da matéria',
' \nAumentando nosso conhecimento através dessa atividade',
' Muito bom',
' Ok, entendi o que foi pedido',

```

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

A análise baseada nesta segmentação, no primeiro momento, permitiu uma visão desconstruída e desorganizada das concepções dos participantes quanto a aprendizagem com mobilidade, tendo em vista que o propósito da pesquisa é elencar os principais significados relevantes para desenvolver novas compreensões em relação ao objeto de estudo.

Durante o processo de unitarização, devem-se criar descrições a partir da fragmentação dos trechos do corpus constituindo elementos relevantes para a pesquisa, pois “[...] é importante reescrever as unidades de modo que expressem com clareza os sentidos construídos a partir do contexto de sua produção.” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2014, p. 20).

Desenvolveu-se uma interpretação e leitura aprofundada de cada resposta dos participantes da pesquisa separadas por perguntas do questionário em um movimento de desorganização do documento original. Assim, separou-se as unidades de sentido respectivas para cada questão no intuito de realizar uma investigação de pequenas partes do corpus na busca por categorias que compõem o processo da ATD. Desse modo, segundo Moraes, Galiazzi e Ramos (2014), a categorização pode ser composta de duas maneiras: com categorias a priori ou emergentes. Logo, escolhe-se para compor a análise a formação de categorias emergentes no intuito de permitir a manifestação de significados relevantes do fenômeno estudado.

O processo geral para a análise das respostas foi constituído por um procedimento baseado em um algoritmo de sumarização e dessa maneira efetuou-se a análise das unidades de sentido de todas as respostas para compor a classificação da categorização. A Figura 23 ilustra as categorias iniciais.

Depois do processo de organização das respostas por meio dos algoritmos de sumarização, interpretou-se os elementos textuais resultado em categorias intermediárias das diferentes respostas dos participantes de pesquisa sobre a primeira questão. O Quadro 6 ilustra os resultados.

Quadro 6 - Análise da primeira questão.

Questão: como o aplicativo de Realidade Aumentada influenciou/ajudou no desenvolvimento da atividade?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
<p>Ajudou a visualizar o sólido</p> <p>A ver a forma</p> <p>Ajudou a visualização em 3d Ajudou a visualização em 3D</p> <p>Ajudou, pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado</p> <p>A saber como são as imagens</p> <p>Ajudou através das imagens que formavam no aplicativo</p> <p>Para ter noções de cada lado da imagem</p> <p>Ajudou a perceber as formas</p> <p>Nós fazendo ver melhor</p> <p>Sim, pois nos mostrou a dimensão 2d do sólido</p> <p>Sim, pois vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso conseguimos representar o sólido que</p> <p>possibilitou vermos as formas.</p> <p>Ajudou a entendermos o conteúdo ainda não conhecido pelos alunos</p> <p>é um material muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter sólidos de revolução</p>	<p>Auxiliou na visualização dos sólidos geométricos tridimensionais (8).</p> <p>Contribuiu para enxergar os sólidos na interação dinâmica com o aplicativo (6).</p> <p>Promoveu enxergar os sólidos de vários ângulos com o aplicativo (2).</p> <p>Possibilitou enxergar as formas primitivas de um sólido de revolução (2).</p>	<p>Visualização (dos sólidos geométricos tridimensionais)</p> <p>Interação dinâmica (com as formas tridimensionais no aplicativo)</p> <p>Compreensão (holística) do todo (enxergar vários ângulos dos sólidos e formas primitivas)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Segundo a categorização, a utilização do aplicativo de RA durante a atividade envolveu as seguintes categorias emergentes: visualização, interação e compreensão.

Percebeu-se que a categoria intermediária denominada como “visualização” está relacionada diretamente com o auxílio que o aplicativo proporcionou aos estudantes. Isto, fica evidente na descrição do participante E12 que relatou o seguinte: “[...] vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso conseguimos representar o sólido que possibilitou vermos as formas.”. Segundo coletado no diário de campo, reforça-se a ideia com a colocação do E3: “O aplicativo permite entender o que está acontecendo com a forma na revolução [...]”. Desse modo, entende-se que o aplicativo pôde ser útil ajudando na tarefa com sólidos tendo em vista que a tecnologia pode ter um papel relevante oferecendo subsídios aos estudantes na educação geométrica, segundo Leivas (2012, p. 10 e 15)

[...] a visualização, é um tema de pesquisa atual em Educação Matemática, inclusive recebendo uma atenção especial junto ao Grupo Internacional de Psicologia da Educação Matemática (PME), e ainda não é utilizado nos currículos e nas disciplinas. [...] compreendemos o termo visualização como um processo de formas imagens mentais, com a finalidade de construir e comunicar determinado conceito matemático com vistas a auxiliar na resolução de problemas analíticos ou geométricos.

Quanto à interação, constatou-se que está ligada com a dinamicidade que o aplicativo promoveu durante o uso nas atividades. Para os estudantes envolvidos na pesquisa, o contato com o recurso possibilitou enxergar os sólidos por meio do movimento ilustrado na tela do *smartphone*. Conforme o E5, “Ajudou, pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado.”. Outro estudante, E16, descreveu enfatizando a influência do aplicativo que: “Ajudou através das imagens que formavam no aplicativo.”.

Segundo Souza et al (2017), há diferentes maneiras de trabalhar o conteúdo de geometria, como o uso da régua, compasso, recortes, planificações e materiais empíricos. Porém, deve-se ter preocupação com a desmotivação em sala de aula na utilização desses materiais. Para os autores, com surgimento de novos recursos tecnológicos, surgem novos meios de abordar os conteúdos alterando a maneira de compreender a matemática. Para eles, os programas que permitem a interação de usuários são mídias pelas quais a aprendizagem acontece.

O grande mediador de tal feito continua sendo o educador, responsável por propostas de atividades que propiciem ao aluno fazer parte do processo, isto é, atuar junto do conhecimento, especificamente, na aprendizagem matemática. [...] Por este motivo, a ação interativa com o software de geometria dinâmica pode ser um facilitador da apreensão dos conceitos matemáticos. A partir do momento que o aluno consegue fazer descobertas, dar contraexemplos ele é

capaz de ter sucesso na autonomia no que concerne a atividade matemática. (SOUZA et al, 2017, p. 119, 128-129).

A categoria denominada de “compreensão” destacou-se pela manifestação dos estudantes pelo fato das descrições mostrarem elementos que levaram a entender que a atividade por meio da utilização da RA permitiu aos participantes compreenderem o conteúdo ainda desconhecido para a turma, justificando-se pelo registro do E15 quando explica “[...] *é um material muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter sólidos de revolução.*”. Além disso, conforme a resposta do E8: “*Para ter noções de cada lado da imagem*” mostrou que o estudante percebeu os sólidos tridimensionais em vários ângulos. [...]. De acordo com Moraes, Carvalho e Paiva (2011, p. 32), pode-se ampliar a capacidade de percepção espacial na investigação das formas tridimensionais por meio da tecnologia da RA quando escrevem que

A possibilidade de manipulação de objetos virtuais num ambiente real é um dos principais diferenciais da RA, pois, estimula a usar a tecnologia devido a interatividade flexibilizada. Assim, o usuário amplia o seu poder de visualização num ambiente real e os objetos virtuais, posicionando-se corretamente a partir de instruções feitas pelos usuários [...].

Com relação à análise da segunda questão, agruparam-se as compreensões manifestadas por meio da organização que se encontra no Quadro 7.

Quadro 7 - Análise da segunda questão.

Qual momento em que você acha que foi possível perceber como um sólido de revolução é gerado?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
Quando movemos a aba com o dedo e a forma se movimentou, representado as linhas que dão origem ao objeto	A interação promoveu a percepção da geração de um sólido de revolução (1).	Utilização (do dispositivo/ Contato com elementos recursos dinâmicos do aplicativo.).
Ao usar o aplicativo.	A utilização do aplicativo possibilitou enxergar como é formado um sólido de revolução (13).	Esboço (da percepção espacial da figura no papel).
Percebi durante a atividade		
No momento do giro	O exercício do esboço da figura plana que origina o sólido de revolução (6).	
Momento do giro		
No giro		
No momento do giro	A interação com o dispositivo e com o botão dinâmico promoveu enxergar como é formado um sólido de revolução (1).	
No momento do giro		
Na segunda atividade quando tinha que desenhar ele		
ao tentar desenhar ele		

<p>Quando giramos o botão</p> <p>A partir do segundo exercício</p> <p>Quando giramos a imagem</p> <p>Com as formas 2d, e nos mostrando o que podia se formar</p> <p>Com as formas planas, analisamos que essa forma gera um sólido.</p> <p>quando giramos a figura</p> <p>Na segunda atividade</p> <p>Nos exercícios de desenho</p> <p>No momento em que usamos a realidade aumentada</p> <p>quando a figura plana é girada, apresentando um sólido</p> <p>A partir do segundo exercício.</p>		
---	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Para a categoria “Utilização”, percebeu-se que os estudantes destacaram que no momento do uso do aplicativo foi possível verificar como um sólido de revolução é gerado. Fica explícito segundo a resposta do E1: *“Quando movemos a aba com o dedo e a forma se movimentou representando as linhas que dão origem ao objeto”*. Logo, o engajamento com o aplicativo possibilitou que os participantes assimilassem as formas das formas tridimensionais *“No momento do giro.”* (E4) e *“Quando a figura plana é girada, apresentando um sólido.”* (E20).

Para outros estudantes, na categoria “Esboço”, notou-se que *“Nos exercícios de desenho.”* (E18) foi perceptível compreender a formação de um sólido de revolução *“[...] ao tentar desenhar ele.”* (E10). Os participantes mediante ao estudo das formas em duas dimensões com o dispositivo móvel entenderam a transformação em três dimensões, pois *“Com as formas planas, analisamos que essa forma gera um sólido.”* (E15) *“No momento em que usamos a realidade aumentada.”* (E19). Entende-se, desse modo, que o envolvimento dos participantes da pesquisa com o aplicativo promoveu o entendimento da origem de sólidos em 3D a partir do exercício intenso de aproveitamento das funcionalidades da aplicação de RA. Segundo Pedro (2012, p.2)

O processo de aprendizagem envolve a assimilação e a acomodação. Na medida em que se participa ativamente dos acontecimentos, se assimila, mentalmente, as informações sobre o ambiente físico e social e se transforma o conhecimento adquirido em formas de agir sobre o meio. O conhecimento assimilado constitui as bagagens de experiências que permite enfrentar novas situações, assimilar outras experiências e formular novas ideias e conceitos.

O processo esboçar as formas tridimensionais no papel destacou-se como o momento de percepção da revolução dos sólidos. No estudo da geometria espacial,

[...] uma das dificuldades que se apresenta para os alunos é quanto ao entendimento de um objeto tridimensional que está sendo representado em desenho bidimensional. O desenho estático é pobre como sistema de representação, quando comparado com uma representação tridimensional, dinâmica e manipulável [...]. (GRAVINA; BASSO, 2012, p. 27).

Nesse sentido, compreende-se que a interação dos estudantes com um recurso digital na atividade de desenho em conjunto com lápis e papel permitiu uma contribuição na capacidade de visualizar as formas geométricas em 3D.

Durante a análise da terceira questão sobre a experiência de identificar poliedros por meio do aplicativo, emergiram as seguintes categorias: detalhe, e identificação. O Quadro 8 ilustra o exemplo.

Quadro 8 - Análise da terceira questão.

Como o aplicativo proporcionou a experiência de identificação de poliedros?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
<p>Dando a visão em três dimensões do sólido</p> <p>O aplicativo disponibilizou as imagens e os movimentos.</p> <p>Vendo a forma de uma forma mais detalhada</p> <p>Desenhar a forma primária dele, todo quadrado ajudou, mas a folha entregue complementou bastante</p> <p>Quando era um poliedro o aplicativo não produzia curvas, somente retas. Todos não são constituídos somente por retas, portanto, não há exemplos</p> <p>Através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro.</p>	<p>Novos ângulos de visualização das formas geométricas.</p> <p>Possibilitou enxergar com mais detalhes o movimento e as formas geométricas (4).</p> <p>Manipulação interativa dos elementos geométricos. (4).</p> <p>Identificando a diferença entre poliedros e formas que não representavam poliedros.</p> <p>Por meio das imagens geradas era possível Identificar a diferença entre poliedros e formas que não representavam poliedros.</p> <p>Praticando o pensamento tridimensional esboçando os sólidos.</p>	<p>Detalhe</p> <p>Identificação</p>

<p>Nós fazendo enxergar além</p> <p>Nos mostrando o desenho de como era em 3d, e como já sabíamos como fazia em 2d</p> <p>Nos proporcionando a forma do sólido, para que percebêssemos um poliedro.</p> <p>mostrando outra perspectiva além da dada na primeira atividade</p> <p>"-podemos ver as figuras de várias dimensões</p> <p>-as figuras se moviam "</p> <p>Fazendo os alunos reproduzirem no papel os desenhos, por em prática ajuda muito</p> <p>quando relacionamos as figuras planas com os sólidos de revolução, assim conseguimos perceber se é, ou não, poliedro. r</p> <p>Através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro.</p>		
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Sobre a categoria “Detalhe”, identificou-se que o aplicativo concedeu uma ilustração que permitiu um olhar mais minucioso na experiência quando respondido pelo E1: “*Dando a visão em três dimensões do sólido*”. Outras afirmações que compõe a categoria são destacadas pelo E3: “*Vendo a forma de uma forma mais detalhada.*” e também pelo E8: “*Nos fazendo enxergar além*”. Com isso, mostra-se que os estudantes perceberam que o contato com o aplicativo se tornou um apoio para enxergar com mais detalhes o movimento e as formas geométricas, “[...] capaz de gerar impressões fortes e duradouras. Isso dá ao estudante uma melhor chance de superar as concepções errôneas, mas muito arraigadas, que ele traz de sua experiência diária, facilitando a fixação de novas estruturas conceituais.” (AGUIAR, 2005, p. 2).

Entretanto, outro aspecto relevante que surgiu, por meio da análise textual, foi a prática da percepção tridimensional reconhecendo as diferenças entre poliedros e outros sólidos quaisquer. Assim, denominou-se essa categoria como “Identificação”.

Evidencia-se na resposta do estudante E7 que: “*Através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro.*”, referindo-se à visualização fornecida pela aplicativo. Durante a execução da atividade, evidenciou-se a interpretação e análise dos diferentes ângulos dos poliedros conforme a resposta do E12: “*Podemos ver as figuras de várias dimensões, as figuras se moviam.*”. Para mais, outro estudante (E14) revelou com sua resposta a comparação entre atividades (sólidos de revolução e poliedros) assimilando características relevantes: “*Quando relacionamos as figuras planas com os sólidos de revolução, assim conseguimos perceber se é, ou não, poliedro*”. Essas argumentações são fundamentadas em Fainguelernt e Nunes (2012, p. 114) sobre o desenvolvimento da aprendizagem da geometria:

Para o estudo de Geometria Espacial é fundamental que os alunos adquiram e desenvolvam diversas habilidades, entre elas a visualização e a intuição. É necessário que eles entendam e interpretem diferentes tipos de representação bidimensionais de objetos tridimensionais. [...] É necessário ainda que os alunos saibam reconhecer um sólido em diferentes posições, identificar suas vistas sob diversos ângulos e os seus elementos [...].

Logo, a experiência com o aplicativo de RA na atividade sobre reconhecimento de poliedros ajudou os estudantes na assimilação dos conceitos considerando que não tinham conhecimento do conteúdo tendo em vista que o material usado na investigação possuía instruções e definições de polígonos e poliedros. Segundo o E5, o aplicativo auxiliou na experiência, mas o material impresso também contribuiu para a identificação das formas geométricas em 3D: “*[...] ajudou, mas a folha entregue complementou bastante*”.

No que se refere à avaliação da quarta questão, observou-se as seguintes categorias destacadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Análise da quarta questão.

Descreva como as atividades com o aplicativo de Realidade Aumentada auxiliaram ou não na aprendizagem de geometria espacial.		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
Ajudaram facilitando a visualização do sólido Pude visualizar com mais clareza. Auxiliaram em detalhes Com ajuda do 3d Por ver o objetivo em 3D Auxiliaram pelo 3D Consegui visualizar os sólidos em 3D Auxiliou pois podemos ver a imagem e todos os	Facilitaram a visualização das formas tridimensionais. Contribuíram para a visualização com clareza dos sólidos geométricos (7). Colaboraram para visualizar os sólidos em detalhes em diferentes ângulos (3). Auxiliaram de forma que os estudantes puderam enxergar o movimento dos	Compreensão (como sólidos de revolução são gerados) Novas experiências Contato com tecnologia

<p>movimentos</p> <p>Ajuda pra ver várias ângulos da figura o aplicativo ajudou muito na hora de realizar a atividade</p> <p>Entender as formas e partes das matéria</p> <p>Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens.</p> <p>Auxiliaram para vermos os determinantes formatos</p> <p>Auxiliam na aprendizagem mostrando outro jeito de ver os sólidos</p> <p>Nos mostrou como é formados as coisas</p> <p>Auxiliam muito, pois nos remete um experiência de visualizar de perto, usando o celular.</p> <p>as explicações junto com o exemplo do aplicativo proporcionaram uma visão completa do conteúdo</p> <p>O contato com a tecnologia ajuda</p> <p>Auxiliaram usando a tecnologia</p> <p>as atividades proporcionaram uma melhor visualização dos sólidos, poliedros</p> <p>Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens.</p>	<p>sólidos de revolução. Enxergar como um sólido de revolução é gerado (3).</p> <p>Aumento do conhecimento sobre o conteúdo e aplicativo possibilitou enxergar como um sólido de revolução é gerado (2)..</p> <p>Visualização e compreensão completa de todo o conteúdo por meio do aplicativo.</p> <p>Novas experiências auxiliaram a visualização dos sólidos geométricos na interação com o smartphone (3).</p> <p>O contato com a tecnologia possibilitou a aprendizagem (2).</p>	
--	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

De acordo com a ATD, a contribuição da atividade com um aplicativo de RA para a aprendizagem envolve as categorias: compreensão, novas experiências e contato com tecnologia.

A categoria denominada como “Compreensão” é composta pelas ideias dos participantes que estão vinculadas às respostas que se referem a fácil visualização das formas tridimensionais, clareza na formação dos sólidos de revolução, colaboração para enxergar os poliedros em várias perspectivas e principalmente pelo entendimento do conteúdo matemático por meio do aplicativo. Estas considerações justificam-se em vista que “Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos

mostrava o formatos das imagens” (E12), *“Entender as formas e partes da matéria”* (E11), *“Pude visualizar com mais clareza”* (E2), *“Ajudaram facilitando a visualização do sólido”* (E1) e *“Auxiliou pois podemos ver a imagem e todos os movimentos”* (E8). Nesse contexto, acredita-se que o uso do aplicativo se constituiu como um recurso favorável para aprendizagem em relação à compreensão e às diversificações das representações que a geometria proporciona (FONSECA et al, 2018).

No que concerne a categoria “Novas experiências”, destacam-se respostas que indicam um envolvimento com o aplicativo que revelou um novo jeito de observar o conteúdo matemático. A prática com o dispositivo foi uma vivência que atingiu novas maneiras de percepção dos sólidos geométricos por parte dos participantes. Isto pode ser esclarecido quando explicitado pelos estudantes que as atividades *“Auxiliaram muito, pois nos remete uma experiência de visualizar de perto, usando o celular”* (E16); *“Auxiliaram para vermos os determinantes formatos”* (E13); *“Auxiliaram na aprendizagem mostrando outro jeito de ver os sólidos”* (E14).

A Categoria “Contato com a tecnologia” surge a partir das descrições relativas à utilização do recurso móvel. Para o estudante E17, *“As explicações junto com o exemplo do aplicativo proporcionaram uma visão completa do conteúdo”*. Dessa maneira, entende-se que as atividades com tecnologia, na concepção dos alunos, possibilitaram uma construção do aprendizado por meio da interação com aplicativo, uma mudança significativa e dinâmica no modo de aprender (KENSKI, 2007).

Para especificar as principais percepções sobre a interação dos participantes da pesquisa com o aplicativo de RA, analisou-se a quinta questão. O Quadro 10 fornece as informações obtidas.

Quadro 10 - Análise da quinta questão.

Como você descreveria a sua interação na utilização do aplicativo com o conteúdo matemático?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
Mais fácil para entender que formas dão origem aos sólidos na hora de aprender geometria espacial Relação direta com a matemática Muito boa e eficiente Pra aprender	Fácil percepção das formas tridimensionais durante o estudo de geometria espacial. Possibilita uma interação com a matemática (2). Entendimento do conteúdo e ajudou na aprendizagem (3). A interação permitiu o entendimento do conteúdo e ajudou na aprendizagem.	Engajadora para o aprendizado Assimilação

<p>O aplicativo tem fórmulas matemáticas para ser produzido, por isso, a matemática tem relação clara</p> <p>Ajudou bastante na compreensão para o conteúdo</p> <p>Os conteúdos com triângulos, gráficos, tals</p> <p>Consegui entender o geometria espacial com o aplicativo. Portanto, o uso ajudou muito.</p> <p>dinâmico</p> <p>O aplicativo facilita a visualização de figuras 3D</p> <p>achei muito interessante e didático ajudou bastante na compreensão para o conteúdo.</p>	<p>Uma experiência dinâmica.</p> <p>Engajamento e motivação dos estudantes possibilitando uma atividade instrutiva.</p>	
---	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

A partir da análise textual, categorizou-se como “Engajadora” a interação que os participantes da pesquisa tiveram com as atividades que envolveram RA e conteúdos matemáticos. Entende-se que, embasado nas descrições dos estudantes, percebeu-se que as respostas indicaram instigação, estímulo e interesse no estudo da geometria espacial. Assim, mostrou-se uma conexão entre a RA e a matemática mediante a uma atividade alternativa em sala de aula. Percebe-se isso quando o estudante E11 relata que “*Achei muito interessante e didático ajudou bastante na compreensão para o conteúdo*”.

A categoria “Assimilação”, mostrou que o uso do aplicativo destacou-se como um recurso relevante para o aprendizado, pois segundo Borba e Chiari (2014) a tecnologia não deve ser concebida como apenas ferramentas de apresentação ou representação, mas como instrumento intrínseco no processo de aprender. Para Lima (2014), a RA fornece opções interativas proporcionando ao estudante uma postura autônoma em relação à aprendizagem. Nesse contexto, fica evidente na análise das respostas que é “*Mais fácil para entender que formas dão origem aos sólidos na hora de aprender geometria espacial*” (E1) e além disso, para o estudante E8, o vínculo com a RA permitiu “[...] *entender a geometria espacial com o aplicativo. Portanto, o uso ajudou muito*”.

Segundo a análise da sexta questão, as categorias apresentam-se detalhadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Análise da sexta questão.

De que maneira a experiência de estudar com um aplicativo de Realidade Aumentada proporcionou novas possibilidades de aprendizado?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
<p>Foi mais fácil para visualizarmos o sólido</p> <p>Me fez explorar os ângulos que eu enxergo.</p> <p>Pelo 3D</p> <p>Podemos ver melhor</p> <p>Com a utilização do 3D</p> <p>Proporcionou novas possibilidades pois sem ele não seria possível visualizar a imagem das figuras.</p> <p>Pra ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro</p> <p>podemos desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências</p> <p>Saindo do padrão de aula (aula mais divertida)</p> <p>Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade</p> <p>Nunca havia estudado sobre, foi uma nova experiência</p> <p>Cria mais dinamicidade</p> <p>Nós fazendo enxergar além</p> <p>Novas formas de ver os sólidos</p> <p>Sim, o uso de realidade aumentada é muito bom para aprender e até aproximar e interessar os alunos nas aulas.</p> <p>mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos</p> <p>Explorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva</p> <p>Me fez entender mais facilmente</p>	<p>Facilitou a visualização das formas tridimensionais (3).</p> <p>Melhora de visualização na percepção espacial do estudante, pois comentou da dificuldade de entender a figura desenhada no quadro.</p> <p>Melhora de visualização do que a figura desenhada no quadro.</p> <p>Possibilitou uma aprendizagem de maneira fácil.</p> <p>Uma atividade de simples manipulação possibilitou o entendimento do conteúdo.</p> <p>Explorar os diferentes ângulos de visualização que o aplicativo propiciou para o estudante durante a atividade.</p> <p>Explorar os diferentes ângulos de visualização que o aplicativo propiciou para o estudante durante a atividade (2).</p> <p>Proporcionou novas perspectivas de visualização dos sólidos tridimensionais, pois sem o aplicativo não seria possível visualizar e concluir as tarefas.</p> <p>Novas experiências são essenciais para novas formas de aprendizado.</p> <p>Forma de introduzir conteúdos que nunca viram. Proporcionar novas experiências para promover novas aprendizagens.</p> <p>Possibilitou enxergar além. Proporcionou aos estudantes não só o conteúdo, mas as possibilidades de aprender com tecnologia.</p> <p>Atingiu novas possibilidades de aprendizado por meio da atividade.</p> <p>O aplicativo proporcionou diversão no momento das atividades distanciando dos padrões tradicionais de ensino.</p> <p>Propocionou engajamento e interesse dos alunos para a motivação para a aprendizagem.</p>	<p>Facilidade</p> <p>Emergência do novo</p>

<p>a plataforma simples melhora o entendimento da matéria</p> <p>Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade.</p>	<p>Proporcionou diversão no estudo do conteúdo por meio do aplicativo mostrando uma nova experiência de visualização de formas tridimensionais.</p> <p>O aplicativo não possibilitou nenhuma possibilidade para a aprendizagem.</p>	
---	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Quando perguntado se o aplicativo de RA proporcionou novas possibilidades de aprendizado, verificaram-se as seguintes categorias: facilidade, emergência do novo e nenhuma novidade.

Sobre a categoria “Facilidade”, apresentam-se respostas evidenciando que a tecnologia facilitou ver as formas tridimensionais, a percepção espacial do estudante e proporcionou uma experiência estética diferente do desenho no quadro. Logo, esses argumentos são percebidos nas descrições dos participantes E19, E20, E17, E8 e E1: “*Me fez entender mais facilmente*”; “*A plataforma simples melhora o entendimento da matéria*”; “*Mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos*”; “*Para ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro*”; “*Foi mais fácil para visualizarmos o sólido*”. Dessa maneira compreende-se que a aplicação dessa atividade alternativa com a RA foi capaz de contribuir para o conhecimento em geometria ultrapassando as dificuldades encontradas pelos estudantes de Ensino Médio quando se exige visualização em três dimensões (ROGENSKI; PEDROSO, 2015).

Para os participantes da pesquisa, o recurso móvel proporcionou novas perspectivas de visualização dos sólidos tridimensionais, pois sem o aplicativo não seria possível visualizar e concluir as tarefas. Além disso, possibilitou novas experiências, atingiu novas possibilidades na perspectiva visual e para o aprendizado com tecnologia. Para Lindgren e Johnson-Glenberg (2013), a RA proporciona aos usuários formas melhores de interação, um aumento das suas capacidades cognitivas e novas formas de aprendizagem. Portanto, a categoria “Emergência do novo” é composta por essas concepções identificadas nas manifestações dos estudantes como: “*Proporcionou novas possibilidades pois sem ele (aplicativo) não seria possível visualizar a imagem das figuras*” (E7), “*Podemos desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências*” (E9), “*Nunca havia estudado sobre, foi uma nova experiência*” (E12), “*Nos fazendo enxergar além*” (E14), “*Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade*” (E21).

A última questão analisada resultou em duas categorias sobre o rendimento dos participantes com a atividade: dificuldade inicial e significativo. O Quadro 12 mostra todo o detalhamento da investigação.

Quadro 12 - Análise da sétima questão.

Como você observa ou descreve o seu rendimento ao final da atividade?		
Unidades de Sentido	Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias
Ok, entendi o que foi pedido na atividade com o app.	Dificuldade e necessidade inicial de ajuda para efetuar as atividades (3)	Dificuldade inicial
Muito bom, igual o professor (com todo o respeito)	Expressivo para a compreensão do que foi solicitado nas atividades.	Significativo
Precisei de ajuda, mas gostei da interação	Significativo para aprendizagem complementar material, professor e aplicativo.	
Eu fiquei triste por não saber desenhar	Significativo, bom rendimento na interação com tecnologia.	
Boa, demorei pra pegar tudo, mas quando peguei fiz facilmente	Significativo na compreensão do conteúdo e relevância na aprendizagem.	
Consegui entender a matéria com a ajuda do professor Bruno e do aplicativo. Um complementou o outro. Muito bom.	Bom rendimento do estudante e o desejo de continuar utilizando ao aplicativo.	
Um rendimento muito bom com a interação com a tecnologia	Bom rendimento e apreciação pela da atividade.	
Foi mais um conhecimento bem absorvido e aprendido		
RENDEU BASTANTE, espero continuar usando esse app, aprendi demais adorei a atividade e meu rendimento melhorou.		

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Por meio da ATD, a categoria denominada “Dificuldade inicial” é integrada por unidades de sentido que representam descrições dos estudantes manifestando seus sentimentos quanto à relação com as atividades de geometria em sala de aula. Nesse sentido, surgiram descrições como: “*Precisei de ajuda, mas gostei da interação*” (E3); “*Eu fiquei triste por não saber desenhar*” (E4); “[...] *demorei para pegar tudo, mas quando peguei fiz facilmente*” (E5). Esses relatos indicaram a ocorrência de algumas dificuldades para entender as tarefas no início do processo das atividades, além de apontarem obstáculos

no esboço dos sólidos, mas após a ambientação com o aplicativo e as tarefas os participantes conseguiram executar o que foi solicitado. Com esses argumentos, entende-se que a forma de estudo de geometria espacial por meio de um aplicativo de RA se revelou como uma novidade na forma como os estudantes estão acostumados a acompanhar no ambiente educacional. Assim, o primeiro contato com a tecnologia ocasionou um desconforto devido à complexidade e diversas possibilidades que a aprendizagem móvel é capaz de fornecer à Educação (CROMPTON; TRAXLER, 2015).

Contudo, a outra categoria “Significativo” evidenciou elementos relativos ao rendimento dos estudantes durante as atividades. Segundo os estudantes, a relação com o material impresso e aplicativo se apresentou como significativa para a compreensão do conteúdo de sólidos de revolução e poliedros. Evidenciam-se os desempenhos relatados pelos estudantes E6, E7, E8 e E9, como por exemplo: “*Consegui entender a matéria com a ajuda do professor Bruno e do aplicativo. Um complementou o outro. Muito bom*”; “*Um rendimento muito bom com a interação com a tecnologia*”; “*Foi mais um conhecimento bem absorvido e aprendido*”; “*RENDEU BASTANTE, espero continuar usando esse app, aprendi demais*”. Entende-se que apesar das dificuldades encontradas no começo da interação com a atividade, a utilização do aplicativo proporcionou uma aprendizagem significativa para os estudantes e segundo Sawaya e Putnam (2015) os aparelhos móveis concebe novas oportunidades significantes para vincular a aprendizagem com a matemática.

Portanto, até aqui, realizou-se a descrição da análise efetuada utilizando mineração de textos em conjunto com o envolvimento do pesquisador com o corpus da investigação. A principal finalidade desta seção foi buscar entender se os objetivos específicos da pesquisa, destacados nas primeiras páginas desta dissertação, foram alcançados e como ocorreram. Em seguida, destaca-se o que surgiu das análises das respostas dos participantes sobre analisar, verificar e entender o *m-learning*.

Com o objetivo de analisar como a aprendizagem de geometria espacial se desenvolve com o *m-learning*, pode-se observar nas respostas das questões 1 e 4 a manifestação dos participantes da pesquisa, quanto à utilização de dispositivos móveis, que expressam o auxílio na visualização, facilidade na compreensão das formas geométricas e contribuição para uma visão completa do conteúdo matemático.

Para verificar como os marcadores de RA podem ser utilizados como uma alternativa na aprendizagem de geometria, percebe-se a evidência sobre a exploração da forma

geométrica em diversos ângulos, novas experiências em contato com o conteúdo, material didático, diversão no momento das atividades distanciando dos padrões tradicionais de ensino, engajamento e interesse dos participantes na motivação para a aprendizagem. Esses argumentos aparecem na Questão 6.

Com intenção de entender como o *m-learning* se apresenta na percepção espacial (visual) dos estudantes com o uso de um aplicativo de RA, foi possível identificar durante a análise das questões 2 e 3 que o contato com o aparelho móvel promoveu a percepção da geração dos sólidos de revolução por meio da interatividade com os recursos do aplicativo percebendo as formas e movimentações em um exercício mental de imaginar o formato tridimensional e a forma primitiva de um sólido de revolução.

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para Moraes, Galiazzi e Ramos (2014), o processo de categorização na ATD é um procedimento de comunicação constante entre o pesquisador e os materiais analisados no intuito de estabelecer novas compreensões do fenômeno estudado. Além disso, para os mesmos autores, não é somente um procedimento que agrupa elementos semelhantes, mas resulta em nomear e determinar categorias progressivamente com maior precisão conforme vão sendo construídas. “Por isso mesmo a categorização e a descrição de uma categoria e de um sistema de categorias, constituem um processo construtivo e reiterativo” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2014, p. 120). Dando prosseguimento, nesse sentido, realizou-se um estudo das informações obtidas da análise das questões individuais, realizada por meio da interação do pesquisador com a amostra do material descritivo dos participantes, comparando com os resultados da mineração de textos referente aos elementos mais frequentes nas respostas.

Para estruturar esta etapa na análise, foi necessário realizar uma decomposição do corpus da pesquisa em palavras. Este processo chama-se *Tokenize*. O objetivo dessa função é separar um bloco de texto em uma lista de todos os termos que o compõe. Logo, a Figura 25 ilustra o algoritmo de segregação do texto.

Figura 25 - Processo de decomposição do corpus.

```
texttokenized = nltk.word_tokenize(text)

texttokenized
'imagem',
',',
',',
'Ajudou',
'a',
'perceber',
'as',
'formas',
',',
',',
'Nós',
'fazendo',
'ven',
'melhor',
',',
',',
'Sim',
',',
',',
'pois',
'nos',
'mostrou',
'a',
'dimensão',
```

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Após desconstrução e padronização do “corpus” em uma lista de elementos textuais, efetuou-se uma formatação na lista de vocábulos retirando as *stopwords* que são

elementos com bastante frequência em documentos de texto como pronomes, preposições, artigos, conjunções e advérbios. Ou seja, retirou-se todos os termos que não possuem um significado relevante para o fenômeno investigado. Assim, a Figura 26 representa a formatação do corpus sem as *stopwords*.

Figura 26 - Procedimento de remoção das *stopwords* do corpus.

```
from nltk.corpus import stopwords
pt_stops = set(stopwords.words('portuguese'))

all_words = texttokenized
for word in all_words:
    if word not in pt_stops:
        print(word)
```

Ajudou
visualização
3D
.
Ajudou
pois
podemos
visualizar
objeto
ver
movimento

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

O último passo executado depois da organização do corpus em uma amostra de palavras foi a contagem das mesmas para destacar as mais frequentes nas respostas dos participantes da pesquisa. A Figura 27, por exemplo, mostra o resultado das 20 palavras mais frequentes com a quantidade de vezes que apareceram.

Figura 27 - Exemplo das 20 palavras mais frequentes do corpus.

```
Freq.most_common(20)
[('ver', 15),
 ('Ajudou', 12),
 ('visualizar', 8),
 ('sólido', 6),
 ('visualização', 5),
 ('giro', 5),
 ('atividade', 5),
 ('aplicativo', 5),
 ('forma', 5),
 ('formas', 4),
 ('figura', 4),
 ('imagens', 4),
 ('momento', 4),
 ('giramos', 3),
 ('plana', 3),
 ('segundo', 2),
 ('exercício', 2),
 ('imagem', 2),
 ('formavam', 2),
 ('objeto', 2)]
```

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Procurou-se identificar algumas das palavras mais frequentes que apareceram na análise das questões. Desse modo, construiu-se um quadro com os termos mais constantes que revelaram uma ação, um estado, uma concepção ou uma expressão de opinião com a categoria intermediária a que pertencem. Logo, o Quadro 13 apresenta a identificação das palavras mais frequentes na análise individual das questões.

Quadro 13 - Identificação das palavras mais frequentes.

Palavra	Quantidade	Categoria
Ajudou	12	Visualização (dos sólidos geométricos tridimensionais)
Giro	5	Utilização (do dispositivo) (Contato com elementos recursos dinâmicos do aplicativo)
Giramos	3	Utilização (do dispositivo) (Contato com elementos recursos dinâmicos do aplicativo)
Ver	15	Visualização (dos sólidos geométricos tridimensionais)
Visualizar	8	Interação (com as formas tridimensionais no aplicativo) Visualização (dos sólidos geométricos tridimensionais)
Visualização	5	Assimilação Visualização (dos sólidos geométricos tridimensionais)

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Nesse contexto, após a análise das respostas dos estudantes referente ao *m-learning* no estudo de geometria espacial, buscando responder à pergunta norteadora da pesquisa, entende-se que as categorias emergentes mais frequentes no processo de análise são: INTERAÇÃO COMO CONTRIBUIÇÃO DINÂMICA DE APRENDIZAGEM e VISUALIZAÇÃO COMO AUXÍLIO NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO. A partir disso, descrevem-se e discutem-se as duas categorias em um processo de fundamentação teórica e baseando-se nas reflexões expostas pelos participantes.

7.1. Interação como contribuição dinâmica de aprendizagem

Segundo o dicionário Michaelis On-line (2018), interação é um *ato de reciprocidade entre dois ou mais corpos; influência de um órgão ou organismo em outro; qualquer atividade compartilhada; contato entre indivíduos que convivem; ação recíproca entre o*

usuário e um equipamento. Assim, com relação aos momentos da coleta de dados, percebeu-se que os participantes reconheceram o *smartphone* como um recurso inerente ao processo de aprendizagem de geometria espacial por meio do *m-learning* como um movimento de interação com a tecnologia.

Na busca de descrever os metatextos associados a esta categoria e expressar uma maneira organizada de apresentar os significados que emergiram durante a análise, entende-se que o *mobile learning* se apresentou de uma forma dinâmica e por meio de uma nova experiência na aprendizagem em sala de aula, conforme manifestado pelos estudantes. Destaca-se a interação dinâmica com as formas tridimensionais geradas pelos dispositivos móveis e a utilização do recurso inserido no aplicativo.

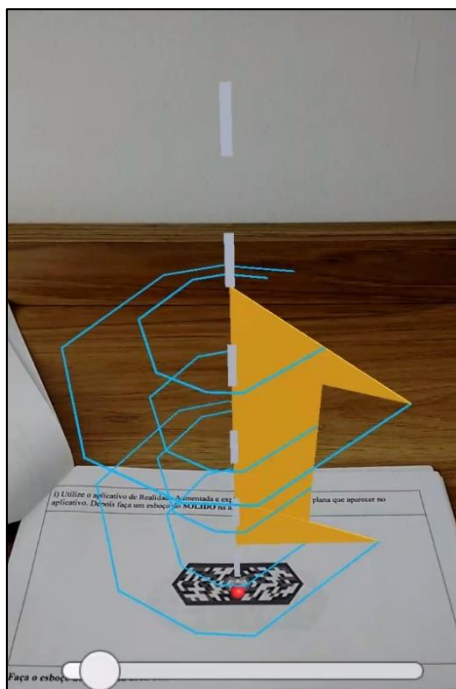
Essas ocorrências estão em conformidade com o que sustentam os autores que investigam abordagens mais dinâmicas de aprender por meio da tecnologia: Borba e Chiari (2014), Maltempi, Javaroni e Borba (2011), Kenski (2007), Kirner e Siscoutto (2007), Macedo, Da Silva e Buriol (2016), Lima (2014) e Prata et al (2017).

Segundo Maltempi, Javaroni e Borba (2011), os recursos da tecnologia presente no âmbito educacional não se revelam como bons ou ruins para a aprendizagem, mas dependem do vínculo que se estabelece com eles. Ou seja, o relevante é a forma de interação e utilização da tecnologia na educação. No caso desta pesquisa, as colocações anteriores são claras a partir do que foi expressado pelos estudantes nas atividades com o aplicativo quando afirmaram sobre a relação que estabeleceram com o aplicativo. Segundo suas formações percebeu-se que “*No momento em que usamos a realidade aumentada*” (E19) “*as explicações junto com o exemplo do aplicativo proporcionaram uma visão completa do conteúdo*” (E17). “*Consegui entender a geometria espacial com o aplicativo. Portanto, o uso ajudou muito*” (E8). Assim sendo, o momento do contato com a tecnologia tornou possível o entendimento do conteúdo abordado nas tarefas executadas por meio do recurso móvel.

Percebeu-se, por meio das respostas, que os participantes ressaltaram a experiência da relação com o dispositivo móvel como um movimento de percepção das formas tridimensionais simultaneamente com o uso do aparelho. Conforme Kenski (2007), os recursos tecnológicos presentes no cotidiano permitem uma mudança da realidade educacional promovendo maneiras mais dinâmicas no ato de ensinar e aprender. Nesse contexto, a interatividade com o meio tecnológico forneceu aos estudantes um apoio no es-

tudo da geometria espacial, pois “quando a figura plana é girada, apresentando um sólido” (E20), “giramos a figura com as formas planas, analisamos que essa forma gera um sólido” (E16), “movemos a aba com o dedo e a forma se movimentou, representado as linhas que dão origem ao objeto” (E1). A Figura 28 destaca e justifica os relatos do momento em que os participantes tiveram contato com o aplicativo. Kenski (2007), em vista disso, acentua que planejar a utilização de métodos dinâmicos na aprendizagem significa uma transformação na escola e mudança na formação dos estudantes.

Figura 28 - Exemplo da interação que o aplicativo forneceu.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

A tecnologia da RA, de acordo com Kirner e Siscoutto (2007), concedem aos usuários condições melhores de se estabelecer relações com as aplicações digitais proporcionando interações naturais e potencializando as suas capacidades. Em relação aos conhecimentos matemáticos, essa tecnologia contribuiu para enxergar os sólidos tridimensionais mediante a interação dinâmica com o aplicativo. Conforme os participantes E13, E1, E16 e E12, respectivamente, a RA “cria mais dinamicidade”, “mais fácil para entender que formas dão origem aos sólidos na hora de aprender geometria espacial” e “ajudou através das imagens que formavam no aplicativo”. Borba e Chiari (2014) salientam que as tecnologias direcionadas para a aprendizagem não são somente para repetição ou reprodução, mas são meios que servem como um caminho de entrada para a construção do conhecimento. Para exemplificar as respostas dos participantes detalhadas neste parágrafo, a Figura 29 ilustra os elementos virtuais propiciados pela RA.

Figura 29 - Exemplo da interação que o aplicativo forneceu.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Desse modo, entendendo que a RA gera, posiciona e mostra formas virtuais em um ambiente real, essa tecnologia possibilita criar imagens de qualidade que interagem com os usuários apoiando o aprendizado e engajando os mesmos (MACEDO; DA SILVA; BURIOL, 2016). Sobre isso, afirmou E8 que o exercício com dispositivos móveis “*auxiliou pois podemos ver a imagem e todos os movimentos*” e para E6 “*ajudou bastante na compreensão para o conteúdo*”. Além desses relatos, o participante E7 registrou seu sentimento sobre a relação com as atividades e respondeu que teve “*um rendimento muito bom com a interação com a tecnologia*”. Logo, entende-se que a manipulação interativa dos elementos geométricos possibilitou aos estudantes enxergarem com mais detalhes o movimento das formas que davam origem aos sólidos de revolução por meio de uma experiência mista (virtual e real).

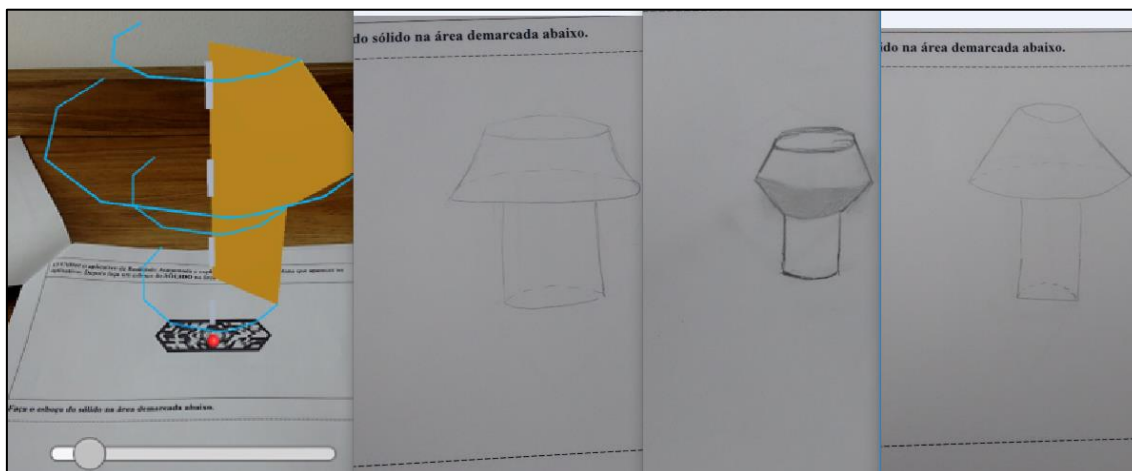
A interação presente no processo de estudo sobre conteúdos da geometria espacial por meio de um aplicativo permite “*desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências*” (E9). O estudante E12 relata que “*nunca havia estudado sobre, foi uma nova experiência*”. Assim, segundo os participantes, o exercício diferenciado em sala de aula envolvendo as atividades com tecnologia representa uma nova forma de aprender indo ao encontro do que escrevem Lindgren e Johnson-Glenberg (2013) sobre a possibilidade dos planejamentos baseados em RA aplicados nas escolas transformarem as práticas dos docentes e discentes usando dispositivos móveis.

Para Lima (2014), a aprendizagem com tecnologia, especificamente por meio de aparelhos móveis, oferece maneiras interativas que permitem aos usuários usufruir de uma construção do conhecimento mais autônoma, completa e contextualizada. No panorama da pesquisa, ficam evidentes esses argumentos na justificativa do estudante E10 quando responde que *“o aplicativo ajudou muito na hora de realizar a atividade e entender as formas e partes da matéria”*. Ratificando isso, Kirner e Siscoutto (2009), também destacam que o uso de dispositivos móveis como alternativa de planejamentos didáticos contribui para um cenário de conexão entre tecnologia e matemática. Assim sendo, o estudante E6, conseguiu *“entender a matéria com a ajuda do professor Bruno e do aplicativo. Um complementou o outro. Muito bom”*.

Os participantes da pesquisa também destacaram manifestações sobre a interação com o material didático referente à primeira atividade que tinha a finalidade de esboçar a forma do sólido geométrico, visualizado no aplicativo, utilizando lápis e papel. Quando perguntados sobre qual o momento significativo da experiência que tiveram com o aplicativo vinculado com o material impresso, salientou-se que *“Nos exercícios de desenho”* (E18), *“na segunda atividade quando tinha que desenhar ele [o sólido tridimensional]”* (E9), *“Fazendo os alunos reproduzirem no papel os desenhos, por em prática ajuda muito”* (E13). Logo, com esses argumentos, acredita-se que o momento de conexão com o material e o aplicativo proporcionou uma experiência relevante no estudo de sólidos de revolução. Devido às possibilidades de interação com a aplicação em RA que permitia o manuseio por meio do contato com a tela mostrando todos os movimentos da forma 2D, os estudantes conseguiram observar as mesmas se transformando em 3D desenhando as formas resultantes. Segundo Prata et al (2017), as aplicações móveis que possuem interatividade dinâmica e simultânea por intermédio de toques nas telas dos aparelhos, tornam as informações mais atrativas.

Desse modo, por meio do diário de campo utilizado no momento da investigação, registraram-se relatos que apontaram a interação dos estudantes com o material e aplicativo no intuito de esboçar as formas geométricas. Para o E4, cada aluno possui suas próprias interpretações das formas que são geradas na tela do smartphone: *“Isso é legal, cada um tem uma interpretação. Para ele é um cogumelo, para mim é uma taça, abajur”*. A Figura 30 ilustra o exemplo.

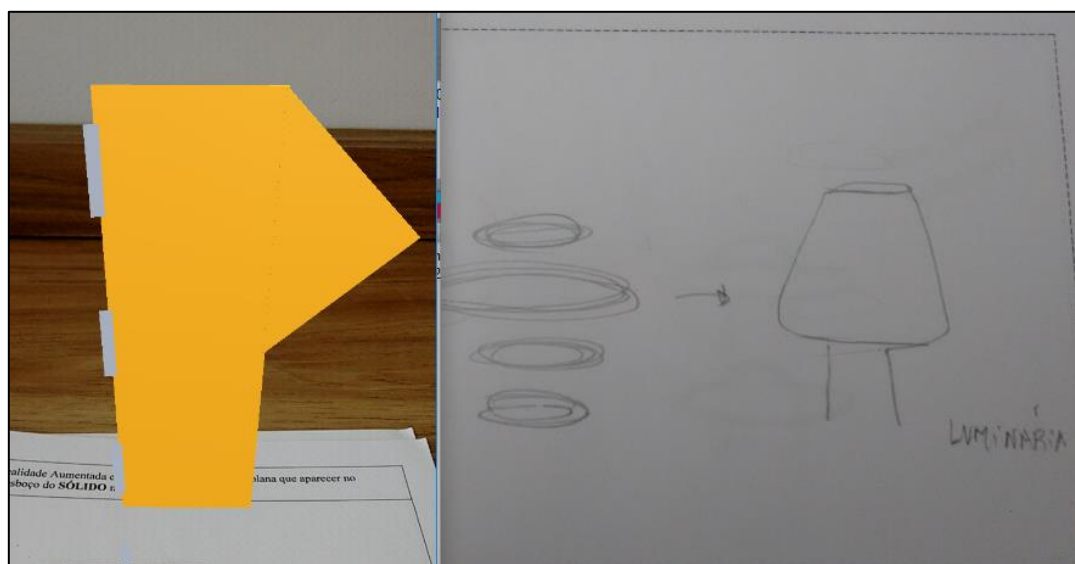
Figura 30 - Exemplo do relato do estudante E4.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Conforme a manifestação do estudante E11, entende-se que interagiu com as formas em vários ângulos possuindo um pouco de dificuldade para enxergar um sólido, mas percebeu a forma tridimensional manipulando o aplicativo. Isso se justifica no relato: “*Eu estou vendo de cima e não consegui ver o sólido daí eu desenhei de cima. Eu fiz um desenho 2D, mas eu estou vendo que não é isso. Em 3D isso fica uma luminária*”. A Figura 31 mostra o desenho esboçado pelo estudante a partir de seu relato destacado anteriormente.

Figura 31 - Exemplo do relato do estudante E11.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Na visão de Rogenski e Pedroso (2015), a geometria, principalmente a geometria espacial, constitui-se como um grande desafio aos alunos de Ensino Médio no momento,

segundo Pais (2016), quando se exige a percepção de formas tridimensionais. Nesse sentido, partindo-se dos registros destacados anteriormente, a interação pode ser um meio para a construção do conhecimento matemático em conjunto com dispositivos móveis tendo em vista que esses recursos contribuem para diversas maneiras didáticas posicionando o estudante como um autor autônomo e objeto central da aprendizagem.

7.2. Visualização como auxílio na construção do conhecimento

Relativo a esta categoria, os estudantes participantes da pesquisa se manifestaram sobre a visualização como uma forma de apoio no estudo de geometria espacial destacando a facilidade, potencial e contribuição que a os dispositivos móveis podem promover para a aprendizagem utilizando os recursos da RA.

Por meio da investigação das respostas, evidenciou-se que o ato de visualizar ajudou a explorar diferentes ângulos, formatos, movimentos e a identificar as características de cada objeto projetado na tela dos smartphones, denotando uma experiência imersiva no conteúdo.

O significado de visualização é, conforme o Dicionário Michaelis On-line (2018), *o ato ou efeito de visualizar; imagem formada na mente ou a que resulta desse processo, visualidade; ato de transformar em imagem mental conceitos abstratos; percepção nítida de algo*. O vocábulo visualização tem origem na área da psicologia e o termo é vinculado à capacidade visual que os indivíduos possuem para ampliar a interpretação das imagens (FLORES; WAGNER; BURATTO, 2012). Ademais, esses autores destacam que se deve valorizar a visualização, pois é compreendida como uma forma relevante para o entendimento de conceitos matemáticos.

Desse modo, a emergência da categoria vai ao encontro das investigações sobre a visualização presente no estudo de geometria espacial com dispositivos móveis evidenciadas por: (FAINGUELERNT; NUNES, 2009); (FIOREZE, 2016); (NASCIMENTO, 2012); (FLORES;WAGNER; BURATTO, 2012); (PORTANOVA, 2005); (KALEFF, 2015); (MONTEIRO; MOREIRA; LENCASTRE, 2015); (MÜLBERT, 2014); (SANTOS, 2015); (TRAXLER; KUKULSKA-HULME, 2015); (CROMPTON; TRAXLER, 2015); (BORBA; DA SILVA; GADANIDIS, 2016).

A visualização, para Fainguelernt e Nunes (2009), é fundamental para a compreensão da geometria espacial tendo em vista que promove a conexão de habilidades como raciocínio lógico, visual, geométrico-espacial e mental. Assim, quando se exercita a visualização, os estudantes desenvolvem a competência de identificar e interpretar as formas tridimensionais. Do ponto de vista desta pesquisa, após as atividades que permitiam o uso de smartphones com o conteúdo de geometria, entende-se que esses argumentos são justificados quando os estudantes afirmam que: *“me fez explorar os ângulos que eu não enxergo”* (E2); *“auxiliam muito, pois nos remete uma experiência de visualizar de perto, usando o celular”* (E16); *“ajudou a visualizar o sólido”* (E1); *“ajudou a visualização em 3D”* (E3-E4).

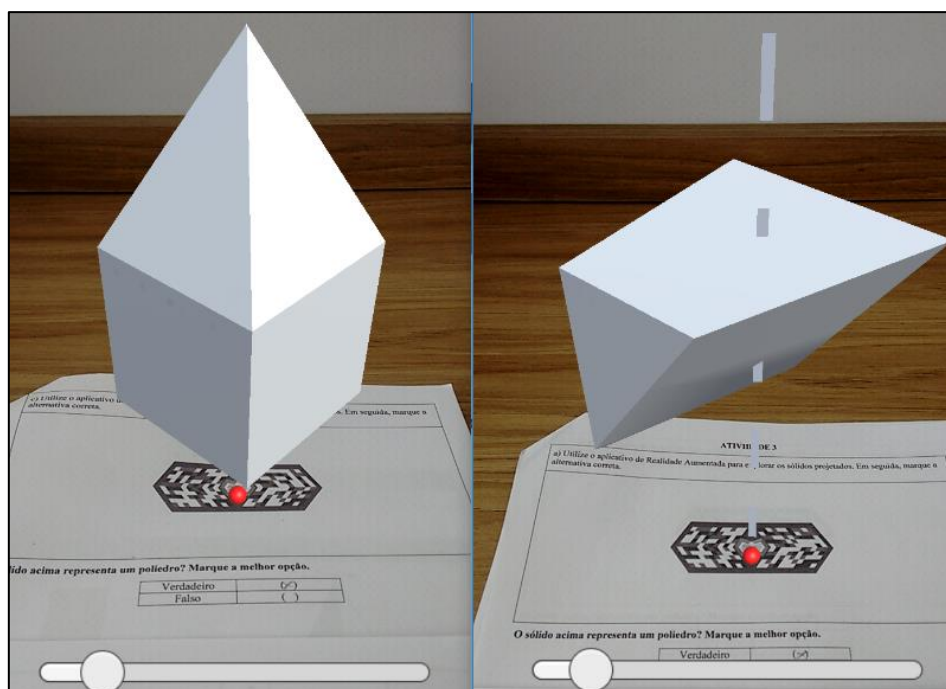
Segundo Fioreze (2016), um dos conteúdos mais inseridos em ambientes informatizados e abordados pelos recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem é a geometria, pois elementos dinâmicos são engajadores e atrativos aos estudantes. As peculiaridades visuais e de animação promovem que as definições, propriedades e exemplos matemáticos sejam evidenciados e compreendidos no estudo da geometria. Desse modo, a resposta do estudante E15 destacou que o material distribuído para as atividades é *“muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter sólidos de revolução”*. Logo, entende-se que o contato com os aparelhos móveis propiciou a contribuição no que se refere à visualização geométrica (NASCI-MENTO, 2012) indicando que *“as atividades proporcionaram uma melhor visualização dos sólidos, poliedros”* (E20) e *“ajudou pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado”* (E5).

Neste caso, adicionar visualização no contexto da educação matemática, além de promover a intuição e o entendimento, possibilita uma maior abrangência da cobertura em assuntos matemáticos, permitindo que os estudantes não somente aprendam matemática, mas também se tornem capazes de construir sua própria matemática (FLORES; WAGNER; BURATTO, 2012, p. 35).

De acordo com Flores, Wagner e Buratto (2012), a visualização está diretamente relacionada com o entendimento de conceitos e desenvolvimento de capacidades visuais. Nesse sentido, por intermédio de recursos móveis e a aplicação em RA propostas em sala de aula, fica claro que os estudantes puderam compreender o conteúdo, pois segundo E12 e E15, *“com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formato das imagens”* e *“através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro”*. Como exemplo, a

Figura 32 mostra as formas de objetos tridimensionais durante a identificação de poliedros.

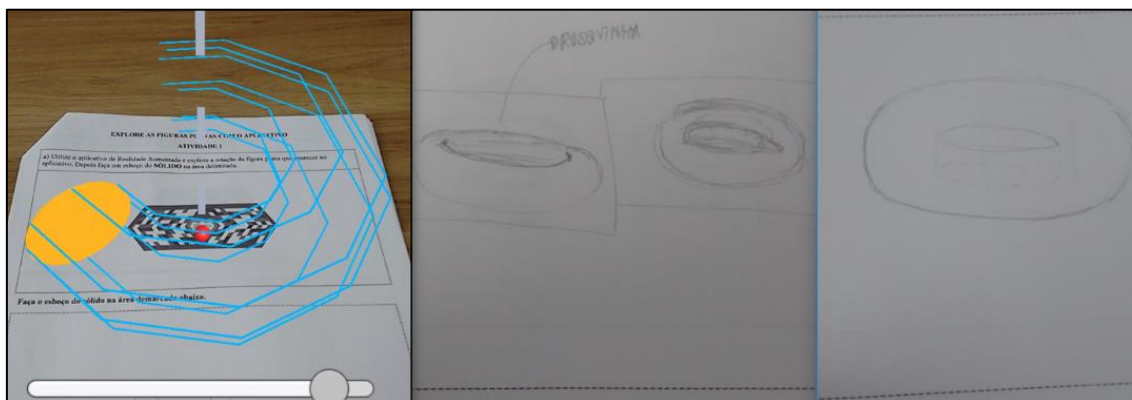
Figura 32 - Exercício de identificação de poliedros.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Outro aspecto que apareceu nas respostas dos estudantes foi a visualização como facilidade na compreensão dos conceitos geométricos sobre sólidos de revolução. Para Portanova (2005), a geometria explora fundamentalmente o espaço ao redor dos seres humanos e os mesmos compreendem, exploram e aplicam suas propriedades. Além disso, por meio da visualização, compreende-se melhor o mundo, a relevância da geometria e por conseguinte da matemática. Portanto, entende-se que as visualizações oriundas dos *smartphones* durante as atividades vinculadas com a geometria ajudaram “*facilitando a visualização do sólido dando a visão em três dimensões do sólido*” (E1) permitindo um auxílio “*para ver os vários ângulos da figura*” (E9). O uso dos aparelhos permitiu aos participantes visualizar e entender o significado das representações, das relações e conceitos matemáticos envolvidos (KALEFF, 2015). Essa afirmação pode ser confirmada nas respostas dos estudantes E10 e E12 quando manifestaram que “*o aplicativo facilita a visualização de figuras 3D*”, “*pois vimos a figura no aplicativo e a partir do uso conseguimos representar o sólido*”. A Figura 33 representa o momento que os estudantes visualizaram como um sólido de revolução é formado.

Figura 33 - Sólido de revolução representado pelos estudantes E10 e E12.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado na análise dos dados.

Na investigação, durante as análises das respostas, a visualização se destacou como potencialização de novas possibilidades de aprendizado autônomo por meio *do mobile learning*. Segundo os participantes E8 e E17, os dispositivos móveis ajudaram a “*ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro*”, tendo em vista que “*mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos*”. Desse modo, para Monteiro, Moreira e Lencastre (2015), os *smartphones* como outro recurso tecnológico podem promover diversas possibilidades didáticas inserindo o estudante como o objeto central da aprendizagem em qualquer hora e lugar. Santos (2015) destaca a visualização possui um papel relevante no entendimento de conceitos, concepção de conjecturas, compreensão de definições e ilustrações de exemplos e, nesse ponto de vista, os recursos tecnológicos são facilitadores nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática visto que trazem mais dinamicidade para a sala de aula. Esses argumentos são justificados quando os estudantes respondem sobre a utilização dos seus smartphones para realizar as tarefas no estudo de sólidos de revolução. Por exemplo, o estudante E15 destacou que “*com a forma plana, analisamos que essa forma gera um sólido*” e E17 escreveu em relação ao aplicativo que “*proporcionou novas possibilidades pois sem ele não seria possível visualizar a imagem das figuras*”. Além do mais, os estudantes E2, E12 e E3 salientaram, respectivamente, que “*pude visualizar com mais clareza*”, pois “*podemos ver as figuras de várias dimensões - as figuras se moviam*” e “*auxiliaram em detalhes*”.

Nesse contexto, entende-se que os participantes puderam aproveitar todas as possibilidades do aplicativo de RA por meio dos seus aparelhos portáteis no estudo de geometria espacial sendo autores, disseminadores do próprio conhecimento e gerando novas

alternativas de aprendizagem. Para Mülbert (2014), o *m-learning* promove uma interação intuitiva e promissora na construção do conhecimento.

Os estudantes também salientaram a visualização como contribuição e motivação para a aprendizagem de geometria espacial na interação com o aplicativo de RA. Traxler e Kukulska-Hume (2015) evidenciam que os dispositivos móveis podem fortalecer, aperfeiçoar, criar desafios e instigar novas concepções no ato de aprender. Isso fica claro quando o estudante E26 responde sobre a experiência de estudar geometria espacial com um aplicativo: “*o uso de realidade aumentada é muito bom para aprender e até aproximar e interessar os alunos nas aulas*”. Conforme Crompton e Traxler (2015), as plataformas móveis como os smartphones podem ser utilizadas para superar as dificuldades pedagógicas tradicionais. Desse modo, pode-se “*explorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva*” conforme ressalta o estudante E18.

A visualização proporcionada pelos dispositivos móveis destacou-se como um movimento de compreensão e auxílio no processo de investigação de sólidos tridimensionais com o material didático distribuído em sala de aula. A partir da interação com seus smartphones, seus toques na tela e com a representação visual, os estudantes elucidaram que: “*ajudou bastante na compreensão para o conteúdo*” (E12); “*ajudou a entendermos o conteúdo ainda não conhecido pelos alunos*” (E14); “*auxiliaram na aprendizagem mostrando outro jeito de ver os sólidos*” (E17). Logo, compreende-se que a visualização está relacionada com uma estrutura mental de informações visuais e espaciais tendo em vista que

É um processo de formação de imagens que torna possível a entrada em cena das representações dos objetos matemáticos para que possamos pensar matematicamente. Ela oferece meios para que conexões entre representações possam acontecer. Assim, a visualização é a protagonista na produção de sentidos e na aprendizagem matemática (BORBA; DA SILVA; GADANIDIS, 2016, p. 53).

Portanto, conclui-se a partir das respostas dos participantes da pesquisa, a visualização e a interação são características que apareceram durante a aprendizagem por meio do *m-learning* aproximando-se das concepções defendidas pelos autores destacados nestas categorias. Assim, respondendo à pergunta diretriz da investigação, o *m-learning* se apresenta de maneira interativa, dinâmica, com novas possibilidades de novas experiências além de se apresentar como visualização que promove o auxílio na construção do conhecimento matemático.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção, apresenta-se uma revisão da descrição da presente pesquisa que compõe a dissertação de mestrado evidenciando o processo de análise dos dados, a discussão dos resultados obtidos, as principais dificuldades e também uma reflexão sobre os possíveis trabalhos futuros na perspectiva do *m-learning* direcionados à aprendizagem de conteúdos matemáticos.

8.1. Recapitulação da pesquisa

Assim como evidenciado no início desta pesquisa, descreveu-se sobre as principais justificativas para a realização do presente trabalho: a proximidade do pesquisador com a tecnologia no meio profissional e acadêmico; os retornos positivos dos estudantes durante as experiências em sala de aula utilizando recursos tecnológicos para a aprendizagem de Matemática; e os *feedbacks* sobre as dificuldades nos conteúdos de geometria espacial. Portanto, cogitou-se utilizar o *m-learning* como uma alternativa de potencialização na construção do conhecimento matemático planejando esta investigação com o objetivo geral de avaliar o *mobile learning* como um recurso na aprendizagem de geometria espacial.

Escolheu-se como tema da pesquisa o *m-learning* pelo fato da sua essência de mobilidade ser apropriada para a Educação, pois possui uma interatividade com recursos tecnológicos, aproxima o usuário com o conteúdo no processo de aprendizagem e, também, entende-se que a temática da aprendizagem móvel possua a possibilidade de participar efetivamente do desenvolvimento do conhecimento matemático, no caso desta pesquisa, de geometria espacial.

Para compor a parte da sustentação teórica da pesquisa, escreveu-se sobre referenciais relevantes para o desenvolvimento da dissertação: aprendizagem com tecnologia; aprendizagem de geometria; Realidade Mista, Realidade Aumentada; *m-learning*; marcadores na Educação.

No início da fundamentação, relatou-se a preocupação da inserção das tecnologias no campo da Educação. Utilizou-se os autores Borba e Penteado (2016) que salientam os

perigos da tecnologia no meio educacional como uma forma de substituir os raciocínios dos estudantes, mas reforçam a ideia que a conexão da tecnologia com a Educação pode ser constituída como uma mudança na prática em sala de aula, ou seja, pode contribuir positivamente para transformar a escola em um ambiente de exploração, investigação e debate. Assim, segundo Kenski (2007), os recursos tecnológicos levam para a realidade educacional modos mais dinâmicos nos processos de ensinar e aprender. Porém, o uso das tecnologias não é sinônimo de inovação (BRAGA, 2016), mas depende da forma como são utilizadas (MALTEMPI; JAVARONI; BORBA, 2011). De acordo com Borba e Chiari (2014), o uso das tecnologias não deve ser somente para a reprodução como ferramentas no intuito de agilizar um processo, mas como recursos com o objetivo de participar da produção do conhecimento.

Assim, em seguida, escreveu-se sobre a importância do estudo de geometria como um dos campos mais relevantes para a aprendizagem da Matemática, pois possibilita o aumento das capacidades espaciais contribuindo para a produção do conhecimento (GIGANTE; DOS SANTOS, 2012). Citou-se autores como Gravina e Contieiro (2011) e Nascimento (2012), os quais comentam sobre a aprendizagem de geometria nos livros didáticos que não se preocupam com o raciocínio geométrico, mas somente apresentam um conjunto de definições e propriedades sem conexão com alguma aplicabilidade na natureza e na sociedade. Nesse contexto, os autores Rogenski e Pedroso (2015) e Pais (2016) salientam que uma das principais dificuldades dos estudantes de Ensino Médio é geometria espacial, quando se exige um raciocínio mental para compreender formas tridimensionais. Para Fainguelernt e Nunes (2009), deve-se desenvolver, na aprendizagem de geometria espacial, habilidades de interpretação e compreensão de objetos em 3D. Uma das formas para promover essa aprendizagem e superar os obstáculos consiste em utilizar a tecnologia. Fioreze (2016) destaca que a geometria é um dos conteúdos mais beneficiados pelas aplicações tecnológicas e, por isso, inserir a mobilidade no estudo da geometria espacial pode contribuir para os estudantes no desenvolvimento da visualização geométrica.

Nessa perspectiva, usou-se referências sobre a Realidade Mista que compõe os conceitos de Realidade Virtual e Aumentada. Com esses recursos, pode-se usar computadores, aplicativos e dispositivos móveis para aumentar a interatividade com seus usuários. Destacou-se, então, Kirner e Siscoutto (2007) que descrevem a Realidade Aumentada como um tipo de Realidade Mista que possibilita que os usuários tenham interação

com informações digitais em um ambiente real. Conforme Lindgren e Johnson-Glenberg (2013), explorar a Realidade Mista no intuito de criar possibilidades para formar professores, instruir estudantes e criar diferentes formas de uso é uma maneira de expandir a capacidade dessa área tecnológica na Matemática.

Para a seção da RA, escolheu-se escrever sobre a potencialidade desse recurso que não retira o indivíduo de sua realidade, mas conduz até ele a experiência de objetos tridimensionais, ou seja, objetos virtuais e mundanos interagindo em um mesmo ambiente. Nesse sentido, Martins e Guimarães (2012) e Cruz-Cunha et al (2010) apontam que as aplicações em RA e os dispositivos móveis são recursos de grande valor para a aprendizagem na busca do conhecimento. Logo, compreende-se que a RA é um meio de gerar possibilidades de potencialização no processo de aprendizagem matemática.

Ainda, durante a fundamentação teórica, foi considerado o conceito de *m-learning*. Os autores Tarouco et al (2004) e Mülbert (2014) defendem a ideia que esta modalidade é uma prática de aprendizagem por meio de dispositivos móveis. Assim sendo, os dispositivos móveis podem permitir diversas possibilidades educacionais inserindo o estudante como o objeto central da aprendizagem conforme destacam Monteiro, Moreira e Lencastre (2015). Relatou-se, também, que as tecnologias móveis devem ser utilizadas de forma que potencializem a aprendizagem e não somente como ferramentas pelo fato desses recursos estarem presentes na sociedade de forma comum como descrito pelos autores Traxler e Kukulska-Hume (2015). No final da seção sobre o *m-learning*, evidenciou-se a possibilidade da modalidade ser utilizada para superar as dificuldades pedagógicas tradicionais por meio de formas dinâmicas, novas experiências e a capacidade de apoiar a aprendizagem de geometria espacial (CROMPTON; TRAXLER, 2015), (PRATA et al, 2017).

No fechamento das concepções teóricas da pesquisa, escreveu-se sobre a utilização de marcadores no âmbito da Educação. Dessa maneira, foram relatadas as evoluções dos códigos identificadores de informação: código de barras, *QR Code*, marcadores de RA e *Vumark*. Este último, foi utilizado durante a pesquisa devido ao fato de possuir um *design* personalizado ao mesmo tempo codificando dados e exercendo a função de um marcador de RA. Nesse contexto, a *Vumark* pode servir como uma nova alternativa didática para o professor levar ao estudante uma experiência nova, desafiadora, motivadora e fundamental para a aprendizagem.

Escolheu-se a ATD como método de análise dos dados coletados durante a investigação em sala de aula com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular do município de Porto Alegre. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: observações diretas; diário de campo; questionários. Além disso, desenvolveram-se atividades para a aplicação com os estudantes utilizando um aplicativo de RA criado pelo autor da dissertação. A proposta na sala de aula ocorreu em dois períodos quando foi realizada a observação, descrição do diário de campo e a aplicação do questionário com perguntas sobre os exercícios dos conteúdos de geometria espacial (sólidos de revolução e poliedros) realizados por meio de dispositivos móveis próprios dos estudantes.

Depois do processo de aplicação das atividades de geometria espacial embasadas no *mobile learning*, realizou-se a análise dos dados, a qual ocorreu em dois momentos: análise separada de todas as questões contidas no questionário estabelecido e a análise do *corpus* constituído de todas as respostas dos participantes da pesquisa.

A primeira apuração dos dados foi realizada com a finalidade de buscar compreender se os objetivos da pesquisa foram alcançados e como ocorreram. Assim, identificou-se que: a aprendizagem se desenvolve com o *m-learning* de maneira fácil, apoia a visualização e permite a compreensão completa do conteúdo; os marcadores de RA podem ser usados como uma alternativa de novas experiências com o conteúdo, material didático e promovem a motivação para a aprendizagem; o *m-learning*, na percepção espacial, mostra-se como uma modalidade dinâmica que possibilita identificar os movimentos dos sólidos geométricos contribuindo para o exercício mental tridimensional.

A segunda etapa da análise foi composta pela decomposição da amostra das respostas, categorização e a evidência dos termos mais frequentes elucidados pelos estudantes sobre o questionário que revelaram alguma ação, estado, uma expressão de opinião relevante para a pesquisa. Para isso, escolheu-se utilizar a mineração de texto com o objetivo de facilitar e sistematizar os procedimentos da ATD para a discussão dos resultados usando algoritmos de organização e sumarização por meio da linguagem de programação *python*. Assim, o envolvimento do pesquisador com o *corpus* da pesquisa em um movimento de interpretação resultou em duas categorias: interação como contribuição dinâmica de aprendizagem e visualização como auxílio na construção do conhecimento matemático.

A categoria referente a interação dinâmica emergida após as manifestações dos estudantes ressaltou que a experiência com os aparelhos móveis destacou o movimento e

assimilação das figuras em 3D no mesmo momento da utilização do recurso *mobile*. Além disso, a interatividade fornecida pelo aplicativo junto com a RA gerou formas virtuais que permitiram o engajamento dos estudantes durante o estudo de geometria espacial enriquecendo o desenvolvimento de novas maneiras de aprender transformando o estudante em um indivíduo mais autônomo e objeto central da aprendizagem.

Para a categoria relacionada aos aspectos da visualização, a emergência evidenciada na análise das respostas mostrou que a ação de visualizar se apresentou como um apoio na aprendizagem, ajudando na exploração das figuras geométricas em vários ângulos e na identificação de características de cada forma tridimensional. A experiência imersiva no estudo por meio da tela do *smartphone* possibilitou que os estudantes percebessem as particularidades visuais que não seriam possíveis por meio de desenhos em perspectiva, potencializando novas possibilidades de aprendizado por meio do *m-learning*.

8.2. Principais dificuldades

Ao longo da composição desta dissertação tendo como temática o *m-learning*, encontraram-se algumas dificuldades e desafios no processo que envolveu a pesquisa. Nesta parte, descrevem-se as divergências e sentimentos experimentados pelo pesquisador.

Em relação ao campo de desenvolvimento de aplicativos, compreende-se que é uma área de muita dedicação, troca de experiências, compartilhamento de ideias e principalmente de muito trabalho. Desse modo, ao decidir criar um aplicativo de RA direcionado à Matemática, especificamente ao conteúdo de geometria espacial, traçou-se um objetivo sabendo da responsabilidade de escrever um projeto de pós-graduação. Assim, integrou-se ao projeto de desenvolvimento do aplicativo um colaborador próximo ao pesquisador com conhecimentos suficientes para executar a tarefa de fazer uma aplicação para dispositivos móveis. Decidiu-se aproveitar uma estrutura relacionada às funções de duas variáveis reais e estudo de mapas de contorno em RA realizada em outro projeto e adaptar para uma exploração de sólidos de revolução e poliedros. Durante o caminho da adequação do aplicativo, ocorreram diversas dificuldades com as linhas de códigos da linguagem de programação, assim como as artes visuais, *design* das formas geométricas e com o vínculo dos marcadores.

Outro aspecto de limitação surgiu quando foi necessário decidir em quais lojas publicar o aplicativo. Inicialmente, pensou-se nas duas grandes lojas virtuais existentes: *Google Play* e *Apple Store*. Porém, os serviços da *Apple* ofereciam opções com custos altos e um aperfeiçoamento no aplicativo, que no caso da pesquisa, não era necessário por possuir fins educacionais em uma experiência de investigação em sala de aula. Logo, optou-se por inserir o aplicativo somente na loja do *Google*. Deparou-se, assim, com outro problema: estudantes possuem *smartphones* da plataforma *Apple*. Entretanto, esta situação foi superada pelo fato que na turma em que as atividades foram aplicadas, a maioria dos estudantes possuía aparelhos com sistema *Android*.

Além dos fatos sobre as dificuldades tecnológicas, destaca-se as complicações em buscar instituições de ensino para a aplicação das atividades criadas para o desenvolvimento da metodologia da pesquisa. Como o pesquisador não leciona, mas trabalha na área da Tecnologia da Informação, iniciou-se um diálogo com colegas do programa de pós-graduação no intuito de encontrar uma escola disposta a ceder um espaço. No primeiro momento, obteve-se uma resposta positiva de uma escola em Porto Alegre, mas por motivos desconhecidos a instituição cancelou a realização da pesquisa. Assim, tentou-se outra escola do mesmo grupo no município de Canoas, contudo os horários não eram flexíveis o bastante dificultando o deslocamento e sendo incompatível para a aplicação. Portanto, em julho de 2018 conseguiu-se, por meio uma colega da disciplina do programa, ter acesso a uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma instituição particular do município de Porto Alegre durante dois períodos, aproximadamente uma hora e meia. Desse modo, executou-se as atividades com o aplicativo de RA para os estudantes coletando todas as informações que aparecem no processo de análise dos dados e discussão dos resultados.

No decorrer desta dissertação, destaca-se a necessidade de apoio que o pesquisador teve mediante os objetivos traçados e almejados para a composição desta pesquisa. Destaca-se o valor das pessoas envolvidas diretamente no projeto que estiveram próximos, tiveram paciência e ajudaram no desenvolvimento investigativo do início ao fim. Evidenciam-se entre elas a professora orientadora que foi fundamental para a produção textual, metodológica, nos momentos de trocas de experiências, conhecimentos e correções. Assim, merecem destaque alguns colegas do programa de pós-graduação que contribuíram para a evolução do trabalho de pesquisa promovendo apontamentos e sugestões que, algumas vezes, o pesquisador não conseguia enxergar.

8.3. Reflexão sobre trabalhos futuros

Nesta última seção do trabalho, apresenta-se alguns apontamentos sobre reflexões da pesquisa em relação ao desenvolvimento de trabalhos futuros com a temática do *m-learning* no contexto da Matemática utilizando marcadores de RA.

Nesta pesquisa, ressalta-se a contribuição da tecnologia para o processo de aprendizagem de geometria espacial mediante a exploração de sólidos de revolução e poliedros com dispositivos móveis, como destacado nas seções de análise dos dados e discussão dos resultados. Reforça-se que as atividades com tecnologia podem, inicialmente, ser um desafio para os professores e estudantes, mas têm a capacidade de contribuir no processo de construção de conhecimentos. Além do que, a tecnologia deve deixar de ser mais uma ferramenta no sentido de facilitar um processo e transformar-se em um recurso (um meio) participe nos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse contexto, entende-se que para investigações futuras a presente pesquisa possa se tornar um modelo, uma motivação para professores e pesquisadores no intuito de contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem de geometria espacial por meio do *m-learning*.

Outra concepção de continuidade na linha desta pesquisa seria o desenvolvimento de novos marcadores de RA abordando diversos conteúdos matemáticos além da geometria. Pode-se criar uma aplicação que interprete marcadores com diferentes temas. A tecnologia poderia proporcionar aos professores e estudantes uma maior abrangência e usabilidade da mobilidade durante o estudo de conceitos, definições, propriedades e características relativos à Matemática.

Lembra-se que as atividades aplicadas ao longo da investigação em sala de aula com os estudantes do Ensino Médio não poderiam ser realizadas com diferentes aplicativos de RA devido ao fato que o aplicativo foi pensado e criado especificamente para esta pesquisa nos exercícios aplicados aos participantes da pesquisa. Se fosse escolhido outro aplicativo, as atividades teriam que ser adaptadas de forma que o envolvimento com o conteúdo por meio dos dispositivos móveis não seria o mesmo em comparação com o sistema desenvolvido na plataforma *Android*.

Durante a pesquisa, utilizou-se a mineração de textos para analisar todos os dados descritivos (textuais) coletados. Assim, surgiu-se uma nova vertente dentro do processo

de análise dos dados da dissertação: trabalhar com inteligência artificial, *machine learning*, *big data*, *data science* e etc. Pretende-se continuar estudando os recursos destas áreas com o objetivo de desenvolver um sistema que possa ajudar pesquisadores no processo da ATD com a característica de organizar, facilitar e apontar caminhos na pesquisa na busca da compreensão de um fenômeno investigado.

Espera-se que todos os procedimentos realizados nesta investigação possam contribuir efetivamente para o campo da Educação em Ciências e Matemática, aperfeiçoando a aprendizagem de geometria espacial e contribuindo para novas possibilidades de estudo com *smartphones* em qualquer hora e lugar, assim como ocorreu na instituição que o trabalho foi realizado. Para concluir, também se deseja que as reflexões apresentadas nesta dissertação tenham um papel relevante para contribuir para a motivação e engajamento de estudantes, professores, pesquisadores e futuros pesquisadores que possuem a intenção e o interesse de promover um trabalho com resultados, mostrando que a tecnologia pode participar efetivamente da produção do conhecimento matemático, assim como esta pesquisa apresentou.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Carlos Eduardo. Ótica e Geometria Dinâmica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** . Rio de Janeiro: Snef, 2005. p. 1-4.
- ALLY, Mohamed. **Mobile learning: Transforming the delivery of education and training.** Athabasca: Press, 2009.
- AMARAL, Fernando. **Aprenda mineração de dados: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- ANTONIAK, Peter. **Augmented reality based user interface for mobile applications and services.** 2005. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Faculty of Science, Information Processing Science, University Of Oulu, Oulu, 2005.
- ARANHA, Christian; PASSOS, Emmanuel. A tecnologia de mineração de textos. **Resi: Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p.1-8, 2006.
- AZUMA, Ronald T.. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, Massachusetts, v. 6, n. 4, p.355-385, ago. 1997.
- BEHAR, Patricia Alejandra. **Competências em Educação a Distância.** Porto Alegre: Penso, 2013.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto, 1994.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; CHIARI, Aparecida Santana de Souza. Diferentes usos de Tecnologias Digitais nas Licenciaturas em Matemática da UAB. **Nuances: estudos sobre Educação**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 127-147, 15 ago. 2014.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; DA SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues; GADANIDIS, George;. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento.** Autêntica, 2016.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática.** 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.
- BRAGA, Denise Bértoli. **Ambientes Digitais: reflexões teóricas e práticas.** São Paulo: Cortez Editora, 2016.
- BRAGA, Marta Cristina Goulart; ULBRICHT, Vania Ribas. Revisão Sistemática Quantitativa: identificação das teorias cognitivas que apoiam o design de interface no uso da realidade aumentada na aprendizagem online. **Educaonline: Educomunicação Educação e Novas Tecnologias**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p.84-100, abr. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Vol. 2: Brasília, 2008.

BROOKSHEAR, J. Glenn. **Ciência da computação: uma visão abrangente**. 11. ed. São Paulo: Bookman, 2013.

CARDOSO, Raul GS et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação. **Anais do Computer on the Beach**, p. 330-339, 2014.

CHEN, Yuh-Shyan et al. A mobile scaffolding-aid-based bird-watching learning system. In: **Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. Proceedings. IEEE International Workshop on**. IEEE, 2002. p. 15-22.

COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. **Pesquisa de Métodos Mistos**. Porto Alegre: Penso, 2013.

CRESWELL, John W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Porto Alegre: Penso, 2014.

CROMPTON, Helen; TRAXLER, John. **Mobile learning and mathematics: foundations, design and case studies**. New York: Routledge, 2015.

CRUZ-CUNHA, Maria Manuela et al. Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação. **IEEE-RITA**, v. 5, n. 4, p. 167-174, 2010.

CUPERSCHMID, Ana Regina M.; FREITAS, Marcia. Regina de. Possibilidades de Uso de Realidade Aumentada Móvel para AEC. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 3; **ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**, 5. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, 2013.

DA SILVA, Rodrigo Luis de Souza; VIEGAS, Márcio AC; VIEIRA, Marcelo B. Ferramenta de Apoio ao ensino de Física utilizando Realidade Aumentada. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20, n. 03, p. 60, 2012.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

DE ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; ALVES, Dom Robson Medeiros; LEMOS, Silvana Donadio Vilela. **Web Currículo: aprendizagem, pesquisa e conhecimento com o uso de tecnologias digitais**. São Paulo: Letra Capital, 2014.

DE ARAÚJO JÚNIOR, Carlos Fernando. **Desafios da Educação a Distância: inovação e institucionalização**. São Paulo: Terracota, 2016.

DE MATOS, Maurílio Castro. **Serviço Social, ética e saúde: reflexões para o exercício profissional**. São Paulo: Cortez, 2016.

DE OLIVEIRA, Aldeni Melo; GEREVINI, Alessandra Mocellin; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. DIÁRIO DE BORDO: UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 10, n. 22, p. 119-132, 2017.

DEMO, P. **Pesquisa e Construção de Conhecimento**: metodologia científica no caminho de Habermas. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

DOMINGUES, Diana. **Arte e vida no século XXI**: tecnologia, ciência e criatividade. São Paulo: Unesp, 2003.

DUARTE, Rosália. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de pesquisa**, v. 115, n. 1, p. 139-54, 2002.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Katia Regina A. **Matemática**: práticas pedagógicas para o Ensino Médio. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Katia Regina Ashton. **Matemática**: Práticas Pedagógicas para o Ensino Médio. Porto Alegre: Penso, 2012.

FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. São Paulo: Bookman, 2009.

FLORES, Cláudia Regina; WAGNER, Débora Regina; BURATTO, Ivone Catarina Freitas. Pesquisa em visualização na educação matemática: conceitos, tendências e perspectivas. **Educação Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 14, n. 1, p.31-45, 2012.

FIGUEIREDO, Leandra Anversa. **Rede de conceitos em matemática**: reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de proporcionalidade utilizando atividades digitais. Curitiba: Appris, 2016.

FONSECA, Maria da Conceição F. R. et al. **O Ensino de Geometria na Escola Fundamental**: Três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

FORTE, Clebson. Eugenio. **Software Educacional Potencializado com Realidade Aumentada para uso em Física e Matemática**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências da Computação, Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP, 2009.

FOWLER, Floyd J. **Pesquisa de levantamento**. Porto Alegre: Penso, 2011.

GARCIA, Marlene Santana dos Santos. **Mobilidade tecnológica e planejamento didático**. São Paulo: SENAC SP, 2017.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. **Interface–Comunicação, Saúde e Educação, São Paulo**, v. 1, n. 1, 1997.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

- GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GIGANTE, Ana Maria Beltrão; DOS SANTOS, Mônica Bertoni. **Práticas pedagógicas em Matemática: espaço, tempo e corporeidade**. Erechim: Edelbra, 2012.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GNECCO, Bruno Barberi et al. Desenvolvimento de Interfaces Naturais de Interação usando o Hardware Kinect. **Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada**, v. 2, p. 37-62, 2012.
- GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- GONÇALVES, Eduardo Corrêa. Mineração de texto: conceitos e aplicações práticas. **Sql Magazine**, São Paulo, v. 105, n. 1, p.31-44, nov. 2012.
- GRAVINA, Maria Alice; CONTIERO, Lucas de Oliveira. Modelagem com o Geogebra: uma possibilidade para a educação interdisciplinar?. **RENOTE**, v. 9, n. 1, 2011.
- GRAVINA, Maria Alice; BASSO, Marcus Vinícius de Azevedo. Mídias Digitais na Educação Matemática. In: GRAVINA, Maria Alice et al. **Matemática, Mídias Digitais e Didática: tripé para formação do professor de Matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2012. p. 11-36.
- GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. São Paulo: Penso, 2016.
- GUTIÉRREZ, Ángel. Exploring the links between Van Hiele Levels and 3-dimensional geometry. **Structural Topology**, [S.I.], v. 7, n. 18, p.31-47, 1992.
- INTERAÇÃO, in: **MICHAELIS DICIONÁRIO ON-LINE UOL**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/interacao/>. Acesso em 17/12/2018.
- KAHLMeyer-MERTENS, Roberto Saraiva et al. **Como elaborar projetos de pesquisa: linguagem e método**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.
- KALEFF, Ana Maria Martenen Roland Kaleff. FORMAS, PADRÕES, VISUALIZAÇÃO DE ILUSÃO DE ÓTICA NO ENSINO DE GEOMETRIA. **VIDYA**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p.75-91, 2015.
- KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**. Campinas: Papirus, 2007.
- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: IX SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 2007, Petrópolis-RJ. **Realidade Virtual e Aumentada: conceito, projetos e aplicações**. [s.i.]: SBC, 2007. p. 2 - 21.

LEIVAS, José Carlos Pinto. EDUCAÇÃO GEOMÉTRICA: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO E APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA. **EMR-RS**, Rio Grande, v. 1, n. 13, p.9-16, jan. 2012.

LIMA, Maria Carlos. **Realidade Aumentada Móvel e Patrimônio no Espaço público/urbano**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014.

LINDGREN, Robb; JOHNSON-GLENBERG, Mina. Emboldened by embodiment: Six-precepts for research on embodied learning and mixed reality. **Educational Researcher**, v. 42, n. 8, p. 445-452, 2013.

LOPES, Jorge. **Fazer do Trabalho Científico em Ciências Sociais Aplicadas**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2006.

MACEDO, Alex de Cássio; DA SILVA, João Assumpção; BURIOL, Tiago Martinuzzi. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **RENOTE**, v. 14, n. 2. 2016.

MAIA, Wagner de Azevedo. **Percepção e inteligência artificial: conceitos, considerações e arquitetura**. São Paulo: Biblioteca24horas, 2012.

MALTEMPI, Marcus Vinicius; JAVARONI, Sueli Liberatti; BORBA, Marcelo de Carvalho. Calculadoras, Computadores e Internet em Educação Matemática: dezoito anos de pesquisa. **Boletim de Educação Matemática**, v. 25, n. 41, p. 43-72, 2011.

MARÇAL, Edgar; ANDRADE, Rossana; RIOS, Riverson. Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. **RENOTE**, v. 3, n. 1, 2005.

MARTINS, Valéria Farinazzo; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. In: **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**. 2012. p. 100-109.

MELGAÇO, Paula; DIAS, Vanina Costa; SOUZA, Juliana M. P. de; MOREIRA, Jacqueline de O. **Como a tecnologia muda o meu mundo: imagens da juventude na era digital**. Curitiba: Appris, 2017.

MONTEIRO, Angélica; MOREIRA, J. António; LENCASTRE, José Alberto. **Blended (E) Learning na Sociedade Digital**. Santo Tirso: Whitebooks, 2015.

MORAES, Rodolfo Gregório de; CARVALHO, Carlos Vitor de Alencar; PAIVA, Ana Maria Severiano de. Software construtor de objetos tridimensionais: uma proposta de construção de sólidos geométricos através da Realidade Aumentada. **Cadernos Unifoa**, Volta Redonda, v. 1, n. 15, p.29-35, abr. 2011.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2014.

MORAES, Dênis de. **Crítica da Mídia e Hegemonia Cultural**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2016.

MÜLBERT, Ana Luisa. **A Implementação de Mídias em Dispositivos Móveis: um framework para a aplicação em larga escala e com sustentabilidade em educação a distância.** 2014. 317 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MÜLBERT, Ana Luisa; PEREIRA, Alice T. Cybes Pereira. Um panorama da pesquisa sobre aprendizagem móvel (m-learning). **Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura**, 2011, Florianópolis. Anais V Simpósio Nacional da ABCiber.

MULLER, Claudia Cristina. **EAD nas organizações.** Curitiba: IESDE, 2012.

MULLER, Eduardo; GRANATYR, Jones; LESSING, Otto Robert. Comparativo entre o algoritmo de Luhn e o algoritmo Gistsumm para sumarização de documentos. **RITA**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p.76-94, fev. 2015.

NASCIMENTO, Eimard Gomes Antunes Do. **Avaliação do uso do software GeoGebra no ensino de geometria: reflexão da prática na escola.** Geogebra Uruguay – 2012 – ISSN 2301-0185 Uruguay 2012.

NEUFELD, Carmem Beatriz. **Terapia cognitivo-comportamental para adolescentes: uma perspectiva transdiagnóstica e desenvolvimental.** Porto Alegre: Artmed, 2017.

NOVAK, Tereza Cristina Umburanas Nascimento; PASSOS, Arilda Maria. **A utilização do origami no ensino da geometria: relatos de uma experiência,** 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/719-4.pdf>. Acesso em: out. 2017.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa.** Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

PEDRO, Laís Z. et al. Projeto e Desenvolvimento de um aplicativo de Geometria Interativa para Dispositivos Móveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 23., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sbc, 2012. p. 1 - 10.

PEREZ, Miguel da Camino; VIALI, Lori; LAHM, Regis Alexandre. APLICATIVOS PARA TABLETS E SMARTPHONES NO ENSINO DE FÍSICA. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 1, p. 154-173, 2015.

POLIT, Denise F.; BECK, Cheryl T. **Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem: avaliação de evidências para a prática da enfermagem.** Porto Alegre: Artmed, 2016.

POPE, Catherine; MAYS, Nicholas. **Pesquisa qualitativa na atenção à saúde.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

PORTANOVA, Ruth. **Um currículo de matemática em movimento.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

PRATA, Nadja Paulino Pessoa et al. **Espanhol em pauta: perspectivas teórico-analíticas**. Curitiba: Appris, 2017.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**, MCB University Press, v. 9, n. 5, 2001.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RÊGO, Luciana Moreira. **A construção de Cyberproblemas: analisando a produção de conhecimento de estudantes do 6º ano acerca de aspectos da Educação Financeira**. 2016. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

RIBEIRO, Flávia Martins; PAZ, Maria Goretti. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos**, Osório, v. 2, n. 2, p.12-21, ago. 2012.

ROGENSKI, Maria Lucia Cordeiro; PEDROSO, Sandra Mara Dias. **O Ensino da Geometria na Educação Básica: Realidade e Possibilidades**. 2015.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. Editora Penso, São Paulo, 2013.

SANTOS, Núbia dos Santos Rosa Santana dos; WIVES, Leandro Krug. Objetos de aprendizagem multimodais armazenados em ambientes virtuais, materializados e integrados às teorias cognitivas. In: DE LIMA, José Valdeni et al. **Objetos de Aprendizagem Multimodais: Projetos e Aplicações**. Editorial UOC, 2014. p. 179-194.

SANTOS, Raphael Pereira dos. **Matemática Financeira: Uma proposta visual de formação continuada**. Curitiba: Appris, 2015.

SAWAYA, Sandra F.; PUTNAM, Ralph T. Using mobile devices to connect mathematics to out-of-school contexts. In: CROMPTON, Helen; TRAXLER, John. **Mobile learning and mathematics: foundations, design and case studies**. New York: Routledge, 2015.

SCHELLER, Morgana; DE LARA BONOTTO, Danusa; RAMOS, Maurivan G. A função da linguagem na sala de aula: percepções de professores de ciências e matemática. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, v. 7, n. 19, p. 376-396, 2016.

SILVA, Lendro Augusto da; PERES, Sarajane Marques; BOSCARIOLI, Clodis. **Introdução à mineração de dados com aplicações em R**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

SILVA, Jadilson Marinho da. Novas Tecnologias em Sala de Aula. **Ciencia, Salud, Educación y Economía**, Asunción, v. 1, n. 11, p.32-39, abr. 2017.

SINGO, Felix. Objetos de aprendizagem multimodais. In: DE LIMA, José Valdeni et al. **Objetos de Aprendizagem Multimodais: Projetos e Aplicações**. Editorial UOC, 2014. P. 17-34.

SOUZA, André Luiz; MURTA, Cláudia A. Rodrigues; LEITE, Luciano Gobo Saraiva. Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. Belo Horizonte, 2016.

SOUZA, Viviane Aparecida de et al. A interação entre o trabalho educativo com software de geometria dinâmica e fotografia no ensino e aprendizagem de figuras geométricas. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p.114-132, jan. 2017.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. Objetos de Aprendizagem para M-learning. In: **Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação (SU-CESU)**, Florianópolis, 2004. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf. Acessado em: jul. 2017.

TRAXLER, John; KUKULSKA-HULME, Agnes. **Mobile learning: the next generation**. New York: Routledge, 2015.

VELOSO, Antonio S. et al. Uso do FLARToolKit no E-commerce. In: RIBEIRO, Marcos Wagner S.; ZORZAL, Ezequiel Roberto. **Realidade Virtual e Aumentada: aplicações e tendências**. Uberlândia: Sbc, 2011. Cap. 4. p. 59-81.

VIALI, Lorí et al. **Tecnologia na educação em ciências e matemática**. Porto Alegre: Edipuc, 2016.

VISUALIZAÇÃO, in: **MICHAELIS DICIONÁRIO ON-LINE UOL**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/visualizacao/>. Acesso em 17/12/2018.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

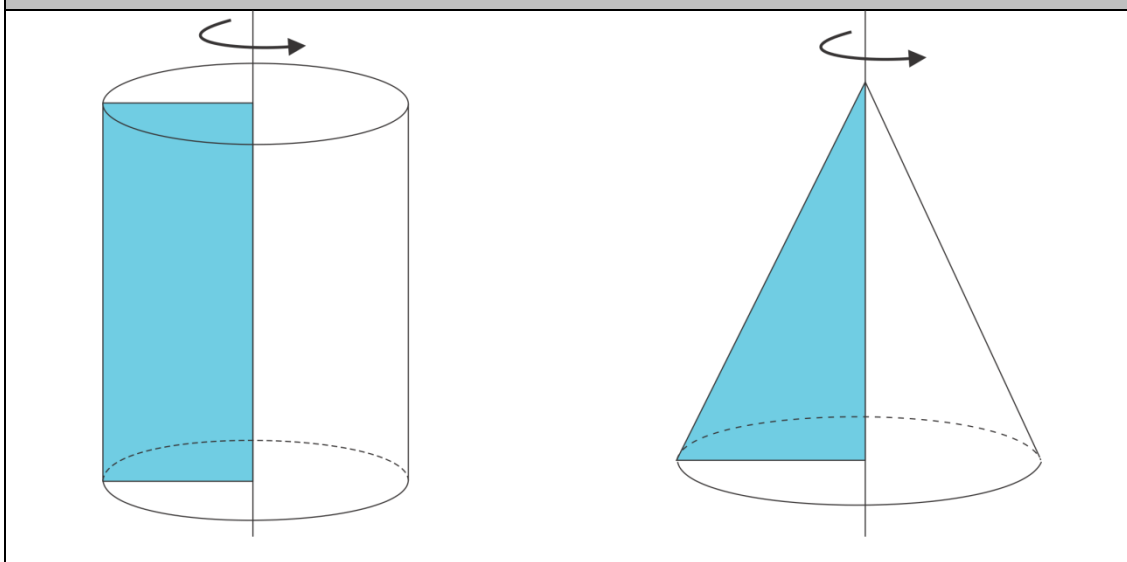
ZEGARELLI, Mark. **Matemática Básica e Pré-Álgebra para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

APÊNDICE A – ATIVIDADES ELABORADAS
SÓLIDOS DE REVOLUÇÃO

DEFINIÇÃO

Sólidos gerados por meio da rotação/revolução de uma figura plana em torno de um eixo.

EXEMPLOS DE REVOLUÇÃO



EXEMPLOS NO COTIDIANO

Os sólidos de revolução estão presentes no cotidiano em diversos objetos: uma lata de refrigerante, uma pilha, uma bola de basquete, um pneu e etc.

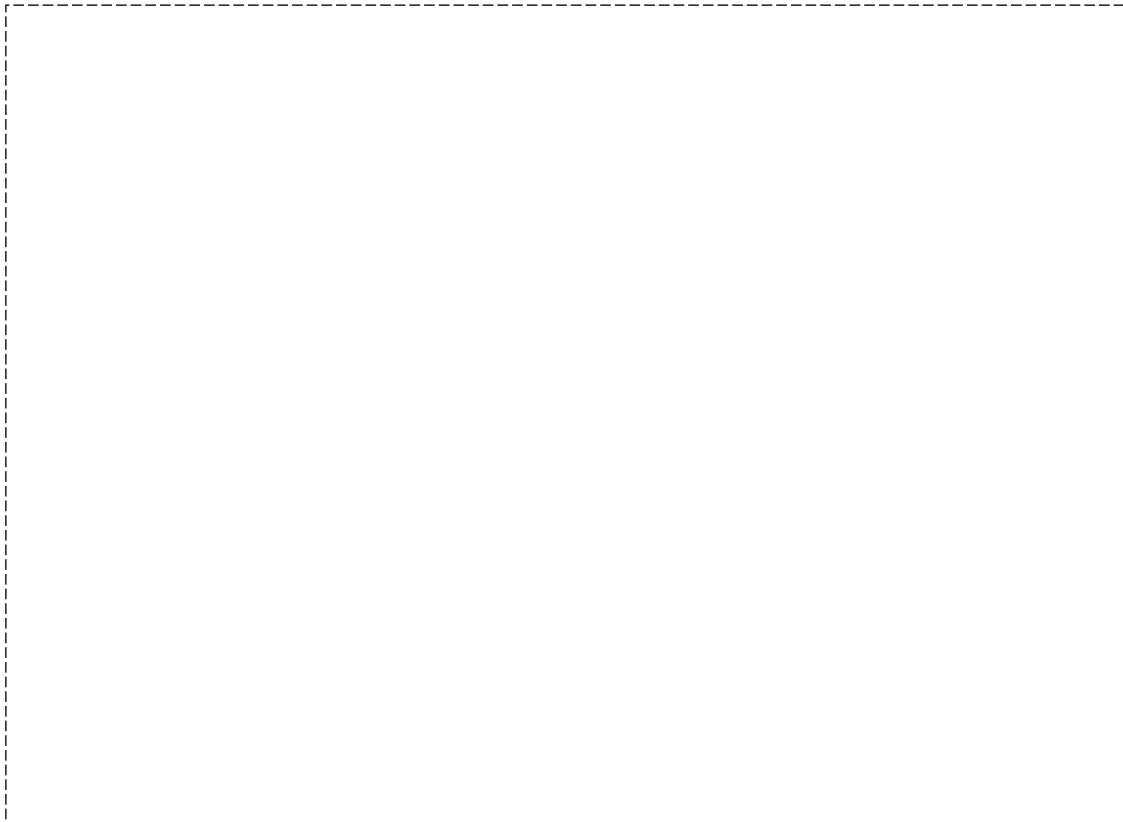


EXPLORE AS FIGURAS PLANAS COM O APLICATIVO**ATIVIDADE 1**

a) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada e explore a rotação da figura plana que aparecer no aplicativo. Depois faça um esboço do **SÓLIDO** na área delimitada.



Faça o esboço do sólido na área demarcada abaixo.



g) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada e explore a rotação da figura plana que aparecer no aplicativo. Depois faça um esboço do **SÓLIDO** na área delimitada.



Faça o esboço do sólido na área demarcada abaixo.



i) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada e explore a rotação da figura plana que aparecer no aplicativo. Depois faça um esboço do **SÓLIDO** na área delimitada.



Faça o esboço do sólido na área demarcada abaixo.

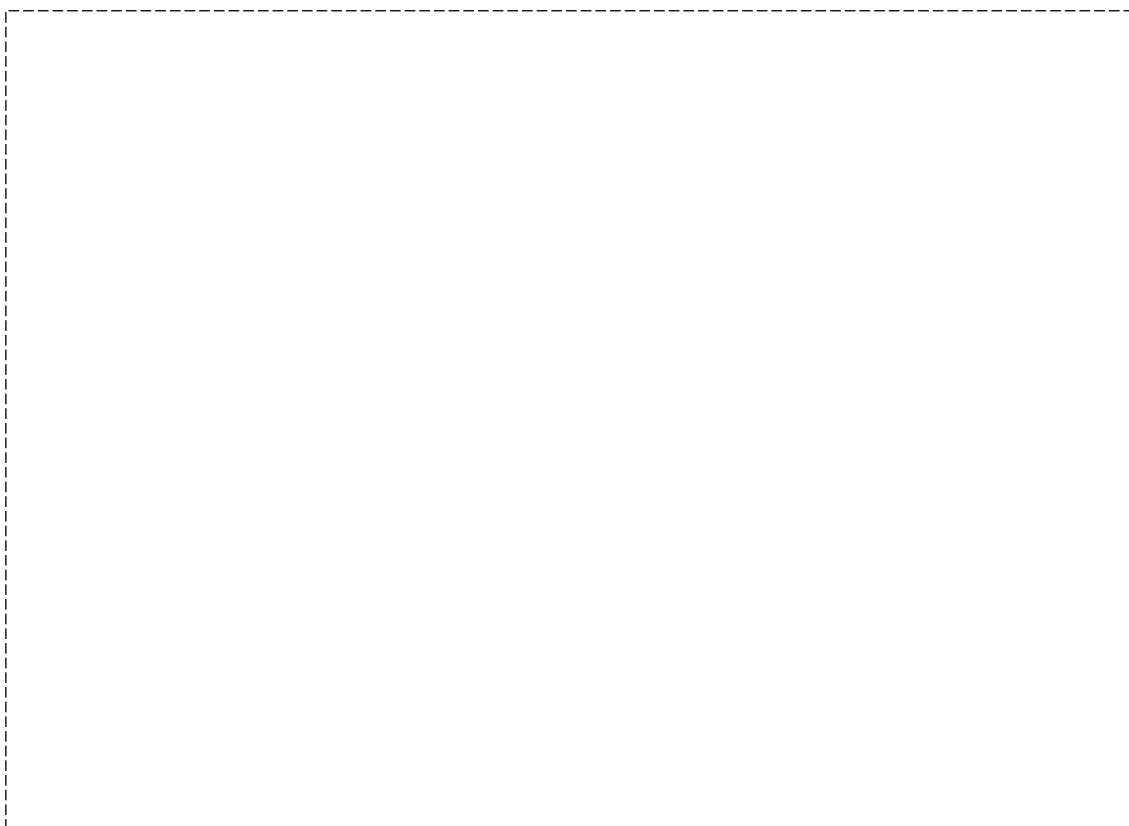


ATIVIDADE 2

a) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para observar os sólidos de revolução que irão aparecer e esboce a possível figura **PLANA** que poderia ter gerado o sólido por revolução.



Faça o esboço do sólido na área demarcada abaixo.



b) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para observar os sólidos de revolução que irão aparecer e esboce a possível figura **PLANA** que poderia ter gerado o sólido por revolução.



Faça o esboço da FIGURA PLANA na área demarcada abaixo.



c) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para observar os sólidos de revolução que irão aparecer e esboce a possível figura **PLANA** que poderia ter gerado o sólido por revolução.

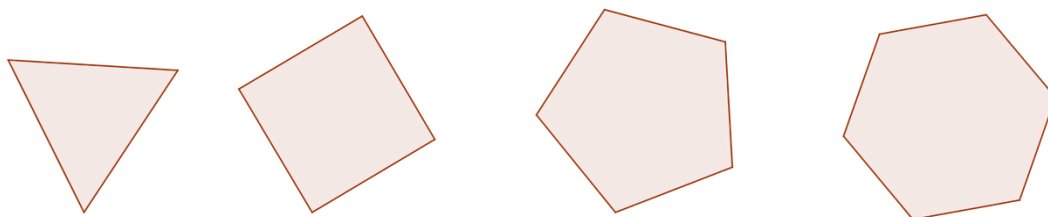
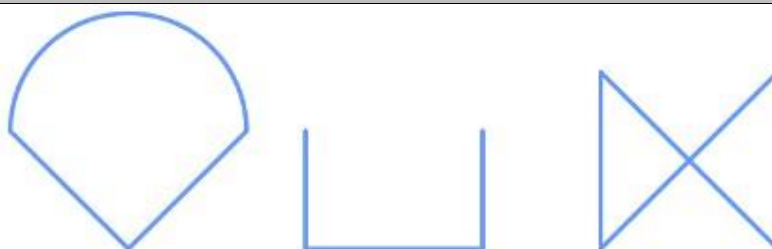


Faça o esboço da FIGURA PLANA na área demarcada abaixo.

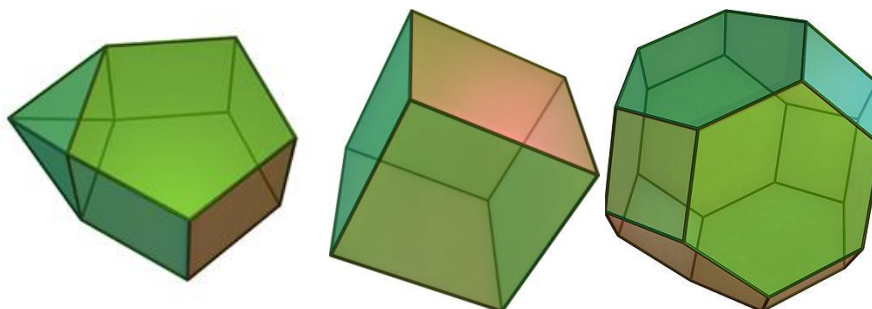


POLÍGONOS E POLIEDROS**DEFINIÇÃO DE POLÍGONO**

Polígono é qualquer figura geométrica plana fechada, limitada por linhas retas. Em outras palavras, polígonos são figuras planas fechadas formadas por segmentos de reta.

EXEMPLOS DE POLÍGONOS**NÃO SÃO POLÍGONOS****DEFINIÇÃO DE POLIEDRO**

Poliedro é um sólido em três dimensões com faces poligonais planas, bordas retas e cantos ou vértices acentuados.

EXEMPLOS DE POLIEDROS

ATIVIDADE 3

a) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para explorar os sólidos projetados.
Em seguida, marque a alternativa correta.



O sólido acima representa um poliedro? Marque a melhor opção.

Verdadeiro	()
Falso	()

b) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para explorar os sólidos projetados.
Em seguida, marque a alternativa correta.



O sólido acima representa um poliedro? Marque a melhor opção.

Verdadeiro	()
Falso	()

c) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para explorar os sólidos projetados.
Em seguida, marque a alternativa correta.



O sólido acima representa um poliedro? Marque a melhor opção.

Verdadeiro	()
Falso	()

h) Utilize o aplicativo de Realidade Aumentada para explorar os sólidos projetados.
Em seguida, marque a alternativa correta.



O sólido acima representa um poliedro? Marque a melhor opção.

Verdadeiro	()
Falso	()

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA INVESTIGAÇÃO

INFORMAÇÕES PRÉVIAS SOBRE A PESQUISA

Prezado participante

A sua participação é inteiramente voluntária e não remunerada.

Você não sofrerá nenhum tipo de prejuízo ou penalização, caso não concorde em participar do estudo.

As informações que fornecer serão utilizadas apenas para a pesquisa e poderão ser divulgadas em eventos e publicações científicas.

O seu nome não estará escrito em ficha alguma e não será divulgado, bem como outro dado que possa lhe identificar.

Você poderá se recusar a responder qualquer pergunta, caso ache necessário, como também recusar-se a se submeter a algum procedimento, não havendo penalização ou prejuízo.

Você terá acompanhamento e assistência durante a realização da pesquisa, tendo suas dúvidas esclarecidas e liberdade de conversar com o pesquisador a qualquer momento do estudo.

INFORMAÇÕES DO PESQUISADOR

Mestrando: Bruno Resende

E-mail: bruno.resende@acad.pucrs.br

Telefone: (51) 99387-1111

FORMULÁRIO DE PESQUISA

Data:

Idade:

Gênero: () Masculino () Feminino

Série:

Turma:

Possui smartphone?

Não Sim. Se sim, há quanto tempo?

Você se considera um bom usuário de smartphone? Não Sim.

Para qual atividade você mais utiliza o smartphone?

Jogos Redes Sociais Estudo Outras. Se outras, qual?

No geral, como as atividades didáticas de sua escola são direcionadas? (Pode-se marcar mais de uma opção)

No quadro Leituras buscas na rede Imagens Vídeos Slides Uso do smartphone/tablets.

Você utilizaria um smartphone para estudar em conjunto com um livro ou material didático?

Não Sim.

PERGUNTAS DE PESQUISA

Pergunta Atividade Sólidos de Revolução

Com base na atividade número 01, sobre os sólidos de revolução, como o aplicativo de Realidade Aumentada influenciou/ajudou no desenvolvimento da atividade?

Como você descreveria a sua interação na utilização do aplicativo com o conteúdo matemático?

De que maneira a experiência de estudar com um aplicativo de Realidade Aumentada proporcionou novas possibilidades de aprendizado?

Como você observa ou descreve o seu rendimento ao final da atividade?

APÊNDICE C – REGISTROS DO DIÁRIO DE CAMPO

DIÁRIO DE BORDO
ASÉCTOS INTRODUTÓRIOS
Título: Atividade em sala de aula turma 1º ano do EM
Data: 12/07/18
Horário: 8h 30min até 8h 40min
Local da Observação: Escola Nossa Senhora da Glória
Fragmento Descritivo
<p>Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc.</p> <p>Anotações breves, datadas e localizadas;</p> <p>Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.</p> <p>Descrição do primeiro momento na sala de aula. Eu me apresentei informando meu nome, formação, que sou aluno do mestrado da pucrs e colega da professora Camila. Além disso, expliquei como iria funcionar a atividade. Solicitei que os alunos fizessem o download do aplicativo e que cada um tentasse realizar as tarefas individualmente apesar de estarem sentados em grupo de no máximo quatro integrantes.</p> <p>Fiz uma demonstração inicial em cada grupo sobre a interação do aplicativo com os marcadores. Obtive alguns comentários e questionamentos como:</p> <p>“Dá pra utilizar o celular em qualquer posição mirando o marcador.”</p> <p>“Eu não desenho muito bem. Precisa saber desenhar? Posso explicar o que eu enxerguei se eu não conseguir desenhar?”</p> <p>“O que é um sólido de revolução?”</p> <p>“Ahh que legal, é um objeto com um furo no meio.”</p> <p>“Fica meio difícil de visualizar, a câmera está meio embaçada.”</p> <p>“Tenho que desenhar como seria o sólido em 3D? É isso?”</p> <p>“É estranho, mas pelo que eu entendi o sólido é formado quando a gente gira a forma que aparece aqui.”</p> <p>“Tu viu que dá para ficar com o celular em pé? Dá pra ter outra visão da figura.”</p>

Fragmento Reflexivo
<p>Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc.</p> <p>Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente);</p> <p>Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.</p> <p>A Camila teve uma importante participação na aplicação da atividade. Além de ter conseguido a turma na escola, ela também acompanhou e me ajudou no exercício com os alunos. Como ela havia participado da atividade com o aplicativo no pré-teste realizado na turma do mestrado, não teve problemas em dar dicas e explicações para os alunos da turma.</p> <p>Alguns alunos demonstravam timidez ao se depararem com o tipo de atividade. Cinco meninos apresentavam desconfiança e pareciam que não queriam fazer a atividade. Conversando com os mesmos solicitei que trabalhassem em grupo realizando as tarefas individualmente, mas experienciando a interação com o aplicativo e material.</p>

<p>DIÁRIO DE BORDO</p> <p>ASPECTOS DA ATIVIDADE 01</p>
Título: Descrição da observação sobre aspectos da tarefa/exercício 01
Data: 12/07/18
Horário: 8h 40min até 9h 05min
Local da Observação: Escola Nossa Senhora da Glória
Fragmento Descritivo
<p>Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc.</p> <p>Anotações breves, datadas e localizadas;</p> <p>Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.</p> <p>Abaixo destaco as principais anotações sobre o desenvolvimento dos alunos na tarefa/exercício 01. Este Consistia em esboçar o sólido geométrico de revolução em um espaço destinado para o desenho devido à interação dos estudantes com o aplicativo de RA.</p>

Ou seja, a partir de uma figura plana 2D os estudantes tinham uma interação com o smartphone pessoal e tinham a possibilidade de visualizar todo o movimento da figura plana se transformando em um sólido 3D.

Identificaram-se os seguintes comentários dos estudantes durante a atividade:

[Sobre o primeiro sólido]

“Bah, enxergo uma rosquinha. Um Donuts.”

“Agora tu pega essa rosquinha e desenha como tu enxerga ela.”

[Sobre o segundo sólido]

“A figura plana parece uma bandeira, mas quando eu giro parece um aquário”

“Acho que parece uma nave com um tripé ali.”

“Vou tentar me esforçar mais, vou tentar.”

“Vejo uma base e em cima uma...não sei...uma estrutura.”

“Eu desenharia um troféu.”

“Enxergo uma taça.” [comentei que o estudante chegou mais próximo]

“Uma rolha”

“Mas daí eu tenho que desenhar o que eu acho que enxerguei? Bah, mas eu desenho meio mal.”

“Vou desenhar o mais simples que eu conseguir.”

[com a ajuda da professora...]

“Quando eu giro isso, o que eu consigo enxergar? Era essa a ideia do exercício?”

“Não é para desenhar as linhas então?! Temos que colocar a imagem que enxergarmos?! Desenhar o sólido em si.” [referindo-se às linhas de apoio que o aplicativo possui. Expliquei que existem umas linhas para dar um suporte na revolução do sólido, mas chega a formar o sólido por completo, pois assim estaria facilitando e não fazendo com que os estudantes estimulassem a percepção espacial]

“Entendi, se tiver o sólido ao final do giro nós já saberíamos a resposta. Essas linhas de contorno são para tentar formar o movimento na cabeça.”

“Esta representação está boa? É difícil desenhar em 3D.”

“Provavelmente ela desenhou o sólido visto de cima”

[Esta pesquisa não tem o objetivo de coletar o esboço de uma só perspectiva, mas de todas as possíveis de acordo com o pensamento de cada estudantes na interação com aplicativo de RA. Afinal, pode-se movimentar o celular em qualquer direção desde que consiga focar no marcador]

“Ela fez diferente, desenhou por cima. Nós não. Preferimos ver de perfil todo o movimento.”

[comentário sobre a aprendizagem de geometria espacial no futuro] (comentário da professora)

“Isso, bah, assim ó...no terceiro ano quando eles tiverem que aprender geometria mesmo espacial, para eles vai ser ótimo porque eles vão ter a construção do sólido na cabeça deles, entende?”

“Não precisa de nenhuma aula sobre o conteúdo antes. Pois eles conseguem, um falou que enxergou uma rosquinha, o outro disse que viu uma bóia. então eles trazem exemplos/fazem conexão com o cotidiano deles para relacionar. Acho que é bem válido.”

“As vezes tenho que pensar um pouquinho para poder enxergar a forma que surge. Estou com dúvidas.”

“Quando eu giro aqui no aplicativo eu tenho que desenhar o formato do sólido que eu enxergar.”

“O aplicativo permite entender o que está acontecendo com a forma na revolução.” - E3

“É assim, eu entendi. Quando ele gira dá pra enxergar no que virou.”

“Eu estou vendo de cima e não consegui ver o sólido daí eu desenhei de cima. Eu fiz um desenho 2D, mas eu estou vendo que não é isso. Em 3D isso fica uma luminária.”

[como está indo aí?]

“Eu desenhei um cogumelo. Parece um cogumelo.”

“isso que é legal, cada um tem uma interpretação. Para ele é um cogumelo, para mim é uma taça, abajur.”

[Professora comentou com os alunos que o importante não era saber desenhar, esboçar, fazer certo ou errado, mas todo o desenvolvimento com os colegas e a interação com o aplicativo. Lá na frente, quando eles estudarem com o livro didático todo o pensamento, o exercício mental já estará exercitado. É o mais difícil isso. O mais difícil é visualizar ele no plano e como seria a forma 3D. Não é fácil. Eu adorei.]

Fragmento Reflexivo

Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc.

Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente);

Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.

O registro que eu observei sobre as primeiras impressões da atividade foi que poucos alunos estavam perdidos em relação à atividade. Porém, a maioria estava trabalhando em grupos e se ajudando.

A primeira conexão que estavam realizando era vincular a figura do sólido com objetos familiares para os estudantes como: uma rosquinha, uma bóia, um donuts, um objeto com um furo no meio,...

Percebi que um grupo possuía somente um celular Android para dividir entre os participantes, assim disponibilizei um celular de testes que eu tinha. Logo, os estudantes se dividiram em um trio e uma dupla.

[Demonstrei para a professora titular de matemática o aplicativo.] Comentou: “Nossa, guardem isso para eu utilizar em sala de aula. Acho que para a construção do pensamento espacial é bem bom. Antigamente eu fazia com furadeira. Era a tecnologia da época.”

DIÁRIO DE BORDO

ASPECTOS DA ATIVIDADE 02

Título: Descrição da observação sobre aspectos da tarefa/exercício 02

Data: 12/07/18

Horário: 9h 10min até 9h 45min

Local da Observação: Escola Nossa Senhora da Glória

Fragmento Descritivo

Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc.

Anotações breves, datadas e localizadas;

Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.

Abaixo destaco as principais anotações sobre o desenvolvimento dos alunos na tarefa/exercício 02. Este Consistia em esboçar a figura plana que gerou o sólido de revolução presente no marcador em um espaço destinado para o desenho devido à interação

dos estudantes com o aplicativo de RA. Ou seja, a partir de um sólido de revolução os estudantes tinham que esboçar a figura plana 2D que originou o sólido.

Identificaram-se os seguintes comentários dos estudantes durante a atividade:

[Sobre o primeiro sólido]

Percebendo a dificuldade dos alunos no desenvolvimento da tarefa, passei nos grupos explicando sobre o procedimento do exercício. Expliquei que o processo seria ao contrário do exercício 01. Agora deveriam desenhar as figuras planas que originaram os sólidos nos marcadores.

“Ahh, agora é o inverso. Primeiro enxergamos a figura plana que dava em um objeto. Agora tenho o sólido e vou ter que desenhar a figura plana.”

[Comentário da professora de matemática]

“Essa turma tem outro nível. São muito dedicados e inteligentes.” [referindo-se aos desenhos esboçados pelos estudantes que estavam muito bons. Ou seja, a percepção espacial dos estudantes era muito boa]

[Perguntei para um grupo de meninas se tinham entendido a atividade dois. Responderam que não.]

[Minha pergunta: o que vocês fizeram no primeiro exercício?]

“Visualizamos uma figura em 2D, giramos ela e desenhamos o 3D.”

[Expliquei sobre a atividade dois. Visualizam o sólido e tem que desenhar a forma 2D.]

“Na atividade dois tu vai fazer o oposto. Daí tem que desenhar a forma 2D.” [Colega ajudando o outro no grupo]

“Visualizo o sólido, divido ele no meio e copio para o papel.” (aluno comentando que utiliza a mão para tapar metade do sólido visualizado de perfil e copia a forma 2D.)

[comentário de um aluno que não conseguiu fazer a atividade. A professora perguntou se tinha algum problema. Respondi que não, pois a dificuldade, o não conseguir saber/fazer/visualizar é um resultado.]

“Porque agora ele me dá o sólido, mas (não consigo representar) como eu representaria ele na forma planificada?”

“Aqui é ao contrário. O aplicativo não vai te dar a figura plana. Vai te dar uma figura em 3D. E aí como tu representaria ela em 2D?” [comentário professora]

[muitos entenderam o objetivo da atividade dois por meio da explicação, do retorno sobre o procedimento da atividade 01.] [Não existe o certo e o errado. Estou fazendo uma pesquisa para exatamente para depois investigar as representações e concluir]

“Agora tenho que fazer/desenhar um formato do a figura antes de virar um 3D.”

[Expliquei para uma dupla a segunda tarefa. Dei exemplos das formas de um triângulo retângulo e um retângulo quando revolucionadas viram um cone e um cilindro respectivamente. Assim, acompanhei o processo de descrição do estudante que estava esboçando a figura plana explicando para o colega (exercício b da tarefa 2).] Descrição: “Tá, eu acho que eu sei como é. Olha só, olha bem. Vai ser um triângulo, um mais ou menos um meio triângulo e três retângulos que vão virar cilindros. Não sei se é isso.” [Questionei se eles girassem a figura obteriam o sólido visualizado.] Resposta: “Por exemplo, se a gente girar isso, vai virar aquela forma vista. Pelo que entendemos. Fez um biquinho aqui em cima e redondo em baixo. Acho mais difícil esse exercício.”

[Observei um quarteto de meninas e questionei se tinham entendido o procedimento da tarefa dois.] Resposta: “Sim, é pra desenhar esse sólido aqui né?!” [Novamente mais dúvidas e confusão no exercício dois. Os estudantes não leram o enunciado. Acharam que todos os exercícios eram para fazer da mesma forma. Ou seja, desenhar o sólido que estaria aparecendo, mas era para desenhar a figura plana de origem.] Observação de uma aluna: “Então, tipo, metade do sólido, o 2D que temos que desenhar.”

[Outra estratégia utilizada pelos estudantes] “Desenho o sólido como aparece só que de perfil. Desenho uma linha reta dividindo e apago a metade.”

[Observei um grupo de quatro estudantes. eles estavam discutindo parte por parte qual seriam as figuras planas que vão gerar o sólido. Estavam detalhando as partes que gerariam o sólido. Ressalto que a atividade foi produtiva em grupo, pois os alunos debatem a interação com o celular e as visualizações com os conteúdos de geometria espacial.]

[Observei uma discussão entre um estudante e a professora que também estava acompanhando a atividade. A aluna afirmou que na revolução da figura plana que ela estava desenhando em qualquer lugar que colocasse o eixo de revolução geraria o sólido. A professora de matemática fez um questionamento sobre o eixo. Será que deslocando o eixo o sólido é o mesmo? A aluna percebeu que a determinação da posição do eixo era determinante para a criação do sólido.]

*****[Posso pegar na atividade um exemplo que um aluno apagou uma parte do retângulo com um lado “curvo”. Um estudante desenhou a figura plana com um lado em curva deduzindo que seria a superfície suave que apareceu no aplicativo. Não conseguia perceber que quando a forma girar que essa superfície arredondada irá ser formada. A professora explicou todo esse processo para o aluno.] Comentário do aluno: “Ahh, então ela (figura) teria que ser assim só (segmento de reta). Sem essas voltas (lados tipo curvos).”*****

[Fui chamado para verificar o exercício b da tarefa 2. Os alunos me perguntaram sobre a forma 2D que teriam que desenhar.] Comentário: “Aqui, essa forma faz meio que um quadrado no meio e um triangulozinho na ponta.” Questionamento do colega: “Mas se tu fizer um quadrado aqui ele não vai ficar inclinado como tem que ficar.”

[Outra estratégia de uma aluna] “Vou desenhar só o contorno do sólido.”

[Mais perguntas ao final da atividade sobre o exercício c da tarefa dois. Uma aluna questionou sobre como ela poderia fazer para representar o pé de uma taça. Perguntou se poderia se um retângulo bem fino. Porém, perguntei o que aconteceria se girasse um retângulo fino como base e também com um formato curvo na ponta. Ela desenhou as duas e comparou para verificar qual delas se aproximava mais. Logo, decidiu por desenhar a figura achatada de um “retângulo com uma curvatura na extremidade” (elipsóide). “Aí fica tipo um prato”. Quando se referui a parte de cima da taça, comentou que teria que ter algum braco para poder ficar igual, pois se tivesse outra forma arredondada na extremidade formaria um topo, uma copa.]

Fragmento Reflexivo

Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc.

Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente);

Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.

O registro que eu observei sobre as primeiras impressões da atividade foi que poucos alunos estavam perdidos em relação à atividade. Porém, a maioria estava trabalhando em grupos e se ajudando.

A primeira conexão que estavam realizando era vincular a figura do sólido com objetos familiares para os estudantes como: uma rosquinha, uma bóia, um donuts, um objeto com um furo no meio,...

Percebi que um grupo possuía somente um celular Android para dividir entre os participantes, assim disponibilizei um celular de testes que eu tinha. Logo, os estudantes se dividiram em um trio e uma dupla.

DIÁRIO DE BORDO

ASPECTOS DA ATIVIDADE 03

Título: Descrição da observação sobre aspectos da tarefa/exercício 03

Data: 12/07/18

Horário: 9h 45min até 10h 05min

Local da Observação: Escola Nossa Senhora da Glória

Fragmento Descritivo

Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc.

Anotações breves, datadas e localizadas;

Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.

Abaixo destaco as principais anotações sobre o desenvolvimento dos alunos na tarefa/exercício 03. Este Consistia em somente identificar poliedros ou corpos redondos marcando verdadeiro ou falso. Ou seja, a partir de um sólido visualizado no aplicativo, os estudantes tinham que marcar se o marcador mostrava um poliedro ou não.

Identificaram-se os seguintes comentários dos estudantes durante a atividade:

[Sobre o primeiro exercício]

“Esse exercício é um pouquinho diferente, ele fala sobre poliedros. Se esta forma tiver os lados retos, é um poliedro. Se tiver alguma curva, não é poliedro. Esse é bem mais fácil, é só olhar e marcar.”

“Olha só, por exemplo, este aqui tem curvas. Não é poliedros.”

[Comentário da professora explicando que os alunos tiveram conteúdos sobre poliedros e corpos redondos]

“Os estudantes aprenderam poliedros no ensino fundamental. No sexto ano a gente mostra o que é poliedro e o que são corpos redondos. Eles podem esquecer os conceitos, né.”

“Consgo diferenciar porque não tem curvas, não é poliedro.”

“Eu te falei quando tivesse círculo não iria ser poliedro. Parece um batom que foi usado.”

[Verifiquei que alguns alunos não lembravam do conceito de poliedro. Assim, o material que eu preparei foi muito útil no momento da realização da terceira tarefa. O material serviu de consulta para um trio de alunos. Vi que comparavam o sólido que aparecia no aplicativo com as definições e exemplos que existiam na atividade.] Veio a pergunta: “O que é dimensão? O que é 3D?”

[Verifiquei que existia um impasse no trio sobre a identificação de poliedros ou não dois responderam que a opção a era poliedro, mas um afirmou ao contrário. Perguntei para o aluno o motivo de achar que não era um poliedro.] Resposta: “Porque ele é arredondado, não tem lado. Tudo tem que ter lado para ser poliedro.”

Fragmento Reflexivo

<p>Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc.</p> <p>Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente);</p> <p>Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.</p>
--

DIÁRIO DE BORDO
ASPECTOS GERAIS
Título: Descrição da observação sobre aspectos gerais
Data: 12/07/18
Horário: 9h 45min até 10h 05min
Local da Observação: Escola Nossa Senhora da Glória
Fragmento Descritivo
<p>Elementos de aparência, fala, gestos, desenho do espaço, pessoas envolvidas, comportamento dos participantes e dos participantes da pesquisa e etc.</p> <p>Anotações breves, datadas e localizadas;</p> <p>Anotações de impressões e descrições: a quem, onde, como, quando, o que aconteceu.</p> <p>Aluno perguntou sobre como era feito o desenvolvimento do aplicativo. Expliquei brevemente o que consistia o processo.</p> <p>[Percebi o trabalho em grupo na sala de aula. Verifiquei que os grupos discutiam sobre as questões apresentadas na atividade. Não tinham a intenção de terminar a tarefa, mas tinham o objetivo de tentar representar os sólidos ou figuras planas da maneira mais fiel possível.]</p>
Fragmento Reflexivo
<p>Elementos sobre especulações, pensamentos, reflexões, metodologia, pressupostos e etc.</p> <p>Questionamentos levantados a partir da observação e desenvolvimento de análises que servirão para orientar a observação (decidir quem ou o que será observado posteriormente);</p> <p>Questões, hipóteses, dúvidas, leituras e etc.</p>

APÊNDICE D – MINERAÇÃO DE TEXTOS DAS QUESTÕES

Análise Questão 01

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
PrimeiraQuestão = 'Ajudou a visualizar o sólido. A ver a forma. Ajudou a visualização em 3d. Ajudou a visualização em 3D. Ajudou a visualização em 3D. Ajudou pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado. A saber com as imagens. Ajudou através das imagens que formavam no aplicativo. Para ter noções de cada lado da imagem. Ajudou a perceber as formas. Nós fazendo ver melhor. Sim, pois nos mostrou a dimensão 2d do sólido. Sim, pois vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso conseguimos representar o sólido. Possibilitou vermos as formas. Ajudou a entendermos o conteúdo ainda não conhecido pelos alunos. É um material muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter sólidos de revolução. Ajudou através das imagens que formavam no aplicativo.'
```

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np

from gensim.summarization import summarize

from gensim.summarization import keywords

summarize(PrimeiraQuestão)

'Ajudou pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado.\nSim, pois vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso conseguimos representar o sólido.\nAjudou através das imagens que formavam no aplicativo.'
```

Análise Questão 02

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
SegundaQuestão = 'Quando movemos a aba com o dedo e a forma se movimentou, representado as linhas que dão origem ao objeto. Ao usar o aplicativo. Percebi durante a atividade. No momento do giro. Momento do giro. No giro. No momento do giro. No momento do giro. Na segunda atividade quando tinha que desenhar ele. ao tentar desenhar ele. Quando giramos o botão. A partir do segundo exercício. Quando giramos a imagem. Na primeira atividade. Na primeira atividade. Com as formas 2d, e nos mostrando o que podia se formar Com as formas planas, alisamos que essa forma gera um sólido. quando giramos a figura. Na segunda atividade. Nos exercícios de desenho. No momento em que usamos a realidade aumentada. quando a figura plana é girada, apresentando um sólido. A partir do segundo exercício.'
```

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np

from gensim.summarization import summarize

from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(SegundaQuestão)
```

'Na segunda atividade quando tinha que desenhar ele.\nquando giramos a figura.\nNa segunda atividade.\nquando a figura plana é girada, apresentando um sólido.'

Análise Questão 03

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
TerceiraQuestão = 'Dando a visão em três dimensões do sólido. O aplicativo disponibilizou as imagens e os movimentos. Vendo a forma
```

```
TerceiraQuestão
```

'Dando a visão em três dimensões do sólido. O aplicativo disponibilizou as imagens e os movimentos. Vendo a forma de uma forma mais detalhada. Desenhar a forma primária dele, todo quadrado. ajudou, mas a folha entregue complementou bastante. Quando era um poliedro o aplicativo não produzia curvas, somente retas. Todos não são constituídos somente por retas, portanto, não há exemplos. Através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro. Nós fazendo enxergar a lêm Nos mostrando o desenho de como era em 3d, e como já sabíamos como fazia em 2d. Nos proporcionando a forma do sólido, para que percebêssemos um poliedro. mostrando outra perspectiva além da dada na primeira atividade. podemos ver as figuras de várias dimensões as figuras se moviam. Fazendo os alunos reproduzirem no papel os desenhos, por em prática ajuda muito. quando relacionamos as figuras planas com os sólidos de revolução, assim conseguimos perceber se é, ou não, poliedro. Através dos formatos das imagens que eram feitas, dava para identificar se era ou não um poliedro.'

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from gensim.summarization import summarize
```

```
from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(TerceiraQuestão)
```

'Quando era um poliedro o aplicativo não produzia curvas, somente retas.\nNós fazendo enxergar além Nos mostrando o desenho de como era em 3d, e como já sabíamos como fazia em 2d.\nNos proporcionando a forma do sólido, para que percebêssemos um poliedro.'

Análise Questão 04

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
QuartaQuestão = 'Unidades de Sentido. Ajudaram facilitando a visualização do sólido. Pude visualizar com mais clareza. Auxiliaram
```

```
QuartaQuestão
```

'Unidades de Sentido. Ajudaram facilitando a visualização do sólido. Pude visualizar com mais clareza. Auxiliaram em detalhes. Com ajuda do 3d. Por ver o objetivo em 3D. Auxiliaram pelo 3D. Consegui visualizar os sólidos em 3D. Auxiliou pois podemos ver a imagem e todos os movimentos. Ajuda pra ver várias ângulos da figura. o aplicativo ajudou muito na hora de realizar a atividade. Entender as formas e partes das matéria. Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens. Auxiliaram para vermos os determinantes formatos. Auxiliam na aprendizagem mostrando outro jeito de ver os sólidos. Nos mostrou como é formados as coisas. Auxiliam muito, pois nos remete um experiência de visualizar de perto, usando o celular. as explicações junto com o exemplo do aplicativo proporcionaram uma visão completa do conteúdo. O contato com a tecnologia ajuda. Auxiliaram usando a tecnologia. as atividades proporcionaram uma melhor visualização dos sólidos, poliedros Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens.'

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from gensim.summarization import summarize
```

```
from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(QuintaQuestão)
```

'Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens. Auxiliam muito, pois nos remete um experiência de visualizar de perto, usando o celular. nas atividades proporcionaram uma melhor visualização dos sólidos, poliedros Com essa atividade, conseguimos aumentar nosso conhecimento através do aplicativo que nos mostrava o formatos das imagens.'

Análise Questão 05

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
QuintaQuestão = 'Mais fácil para entender que formas dão origem aos sólidos na hora de aprender geometria espacial. Relação direta com a matemática. Muito boa e eficiente. Pra aprender. O aplicativo tem fórmulas matemáticas para ser produzido, por isso, a matemática tem relação clara. Ajudou bastante na compreensão para o conteúdo. Os conteúdos com triângulos, gráficos, tals. Consegui entender o geometria espacial com o aplicativo. Portanto, o uso ajudou muito. dinâmico. O aplicativo facilita a visualização de figuras 3D achei muito interessante e didático ajudou bastante na compreensão para o conteúdo.'
```

```
QuintaQuestão
```

'Mais fácil para entender que formas dão origem aos sólidos na hora de aprender geometria espacial. Relação direta com a matemática. Muito boa e eficiente. Pra aprender. O aplicativo tem fórmulas matemáticas para ser produzido, por isso, a matemática tem relação clara. Ajudou bastante na compreensão para o conteúdo. Os conteúdos com triângulos, gráficos, tals. Consegui entender o geometria espacial com o aplicativo. Portanto, o uso ajudou muito. dinâmico. O aplicativo facilita a visualização de figuras 3D achei muito interessante e didático ajudou bastante na compreensão para o conteúdo.'

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from gensim.summarization import summarize
```

```
from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(QuintaQuestão)
```

'Consegui entender o geometria espacial com o aplicativo. no aplicativo facilita a visualização de figuras 3D achei muito interessante e didático ajudou bastante na compreensão para o conteúdo.'

Análise Questão 06

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
SextaQuestão = 'Foi mais fácil para visualizarmos o sólido. Me fez explorar os ângulos que eu enxergo. Pelo 3D. Podemos ver melhor a imagem das figuras. Pra ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro. podemos desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências. Saindo do padrão de aula (aula mais divertida). Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade. Nunca havia estudado sobre realidade aumentada é muito bom para aprender e até aproximar e interessar os alunos nas aulas. mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos. Explorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva. Me fez entender mais facilmente. a plataforma simples melhora o entendimento da matéria. Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade.'
```

```
SextaQuestão
```

'Foi mais fácil para visualizarmos o sólido. Me fez explorar os ângulos que eu enxergo. Pelo 3D. Podemos ver melhor. Com a utilização do 3D. Proporcionou novas possibilidades pois sem ele não seria possível visualizar a imagem das figuras. Pra ver a figura melhor, não alguém desenhando ela no quadro. podemos desenvolver novas formas de aprendizado a partir de novas experiências. Saindo do padrão de aula (aula mais divertida). Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade. Nunca havia estudado sobre realidade aumentada é muito bom para aprender e até aproximar e interessar os alunos nas aulas. mostraram imagens em 3D que não seria possível com simples desenhos. Explorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva. Me fez entender mais facilmente. a plataforma simples melhora o entendimento da matéria. Aumentando nosso conhecimento através dessa atividade.'

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from gensim.summarization import summarize
```

```
from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(SextaQuestão)
```

```
'Foi mais fácil para visualizarmos o sólido.\nNovas formas de ver os sólidos.\nmostraram imagens em 3D que não seria possível com  
simples desenhos.\nExplorar áreas da matemática de forma divertida e interessante, mostrando uma nova perspectiva.'
```

Análise Questão 07

Passo 01: As respostas dos estudantes foram formatadas e inseridas na aplicação web.

```
SétimaQuestão = 'Ok, entendi o que foi pedido na atividade com o app. Muito bom, igual o professor (com todo o respeito). Precisei de ajuda, mas gostei da interação. Eu fiquei triste por não saber desenhar. Boa, demorei pra pegar tudo, mas quando peguei fiz facilmente. Consegui entender a matéria com a ajuda do professor Bruno e do aplicativo. Um complementou o outro. Muito bom. Um rendimento muito bom com a interação com a tecnologia. Foi mais um conhecimento bem absorvido e aprendido. RENDEU BASTANTE, espero continuar usando esse app, aprendi demais. adorei a atividade e meu rendimento melhorou.'
```

```
SétimaQuestão
```

```
'Ok, entendi o que foi pedido na atividade com o app. Muito bom, igual o professor (com todo o respeito). Precisei de ajuda, mas gostei da interação. Eu fiquei triste por não saber desenhar. Boa, demorei pra pegar tudo, mas quando peguei fiz facilmente. Consegui entender a matéria com a ajuda do professor Bruno e do aplicativo. Um complementou o outro. Muito bom. Um rendimento muito bom com a interação com a tecnologia. Foi mais um conhecimento bem absorvido e aprendido. RENDEU BASTANTE, espero continuar usando esse app, aprendi demais. adorei a atividade e meu rendimento melhorou.'
```

Passo 02: As respostas foram submetidas ao algoritmo de sumarização.

```
import nltk
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from gensim.summarization import summarize
```

```
from gensim.summarization import keywords
```

```
summarize(SétimaQuestão)
```

```
'Ok, entendi o que foi pedido na atividade com o app.\nMuito bom, igual o professor (com todo o respeito).'
```



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br