



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEX DE CÁSSIO MACEDO

ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA REALIDADE
AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS: UM ESTUDO DE CASO EM
COLÉGIOS PÚBLICOS DO LITORAL PARANAENSE

CURITIBA

2018

ALEX DE CÁSSIO MACEDO

ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA REALIDADE
AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS: UM ESTUDO DE CASO EM
COLÉGIOS PÚBLICOS DO LITORAL PARANAENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira
Góes

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE
BIBLIOTECAS/UFPR-BIBLIOTECA DO CAMPUS REBOUÇAS
TANIA DE BARROS BAGGIO, CRB 9/760
COM OS DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Macedo, Alex de Cássio

Ensino e aprendizado de geometria por meio da realidade aumentada em dispositivos móveis : um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense / Alex de Cássio Macedo. – Curitiba, 2018.
140f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação
Orientador: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Goes
Inclui referências e apêndices

1. Matemática – Formação de professores. 2. Geometria. 3. Aplicativos – Recursos eletrônicos de informação. 4. Realidade aumentada. I. Universidade Federal do Paraná. II. Título.

CDD 370.71



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO: TEORIA E PRÁTICA
DE ENSINO

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO: TEORIA E PRÁTICA DE ENSINO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **ALEX DE CASSIO MACEDO**, intitulada: **ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA REALIDADE AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS: UM ESTUDO DE CASO EM COLÉGIOS PÚBLICOS DO LITORAL PARANAENSE**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APPROVADO no rito de defesa. A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 07 de Agosto de 2018.



ANDERSON ROGES TEIXEIRA GOES(UFPR) (Presidente da Banca Examinadora)



JOÃO COELHO NETO(UENP/CP)



ROSSANO SILVA(UFPR)



SELMA DOS SANTOS ROSA(UFPR)

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus que me deu saúde e discernimento nessa caminhada.

Aos meus pais, Prudente L. Macedo e Bernadete de Fátima L. Macedo que me deram o suporte e as oportunidades necessárias para que eu pudesse chegar até aqui.

Também dedico à Kátia Maria Petrini da Silva, minha esposa amada e grande companheira, por toda a compreensão, paciência e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, família e amigos.

Aos meus pais e avós, pelo amor, orações e apoio incondicional.

À minha esposa, pelos cafés, pipocas e massagens na hora certa. E principalmente por não me deixar desistir.

À minha irmã Valéria de Cassia Macedo pela presença e parceria nos momentos difíceis e nas revisões.

A todos os familiares que, nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre compreenderam que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Ao professor Anderson Roges Teixeira Góes, pelas orientações, apoio, paciência e confiança e a professora Heliza Colaço Góes pelo incentivo e motivação, que Deus abençoe esta família pelo carinho e olhar fraterno.

Aos professores Rossano Silva, Selma da Rosa da Silva e João Coelho Neto, pela revisão e valiosas contribuições ao nosso trabalho.

Aos meus amigos e companheiros durante esta caminhada Cleiton Leczmann e Thais Guedes, pelas caronas, lanches e elucubrações. Sem vocês não teria chegado a muitos lugares!

Em especial aos estudantes participantes da pesquisa, pois sem vocês seria impossível a realização deste trabalho, que o caminho de cada um seja plenamente próspero.

E todos que, direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar a integração da Realidade Aumentada em dispositivos móveis no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Médio. Para isso foi criada e executada uma sequência de atividades que contemplou o uso de um material didático interativo associado a um aplicativo especialmente desenvolvido para a pesquisa em cinco turmas de dois colégios da cidade de Guaratuba litoral do Paraná. A investigação buscou levantar aspectos observáveis da integração deste recurso em um ambiente “natural” de sala de aula, uma vez que o professor regente destas turmas é o próprio pesquisador, os dispositivos eram dos alunos e não foi necessário um laboratório de informática equipado nem tampouco outro espaço físico, sendo realizadas as observações na própria sala de aula. O aporte teórico utilizado realiza uma discussão acerca do uso das tecnologias digitais em sala de aula tendo como principais referenciais, Kenski (2012), Moran (2003), Bittar (2010) e Costa e Prado (2015) com especial foco nas aulas de matemática. Adicionalmente foi realizada uma revisão sistemática de literatura (VON HOHENDORFF, 2014) referente às pesquisas científicas publicadas nos últimos cinco anos, cujo tema é o uso da Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem de matemática, principalmente as voltadas à educação básica. Metodologicamente a pesquisa é do tipo estudo de caso na Educação e segue os princípios e orientações de André (2012; 2013) e Gil (2010). Foram realizados registros em áudio, vídeo e a aplicação de questionários para obtenção dos dados. Os resultados apurados nesta pesquisa descrevem aspectos relativos ao ambiente sala de aula e ao processo ensino-aprendizagem, ambos mediados pela Realidade Aumentada, além de fornecer uma análise das dificuldades e desafios dessa integração. Pode-se afirmar que no caso educacional investigado, a Realidade Aumentada foi um recurso de apoio ao ensino que possibilitou, dentre outras coisas, criar um clima de aprendizagem, cooperação, confiança e autonomia, enriquecendo o material didático e as interações entre os estudantes e entre esses e o professor. Favoreceu a integração de mídias, a visualização de objetos geométricos e as reflexões sobre eles, com destaque para o aspecto lúdico envolvido.

Palavras-chave: Formação de professores; Ensino de Matemática; Geometria; Realidade aumentada; Dispositivo móvel.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the integration of Augmented Reality (in mobile devices applied teaching-learning process of Space Geometry in High School, exploring through of a sequence of activities was created that contemplated the use of a connected teaching material with an application specially developed for a research in five classes of two sets of the city of Guaratuba in paranaense coast. The research sought to raise observable aspects of the integration of this resource in a "natural" classroom environment, already that teacher in charge of these classes is the researcher himself, and the devices belonged to the students, it was not necessary an equipped computer laboratory nor another physical space, and the observations are made in the classroom itself. The theoretical contribution used is a discussion about the use of digital technologies in the classroom, having as main reference, Kenski (2012), Moran (2003), Bittar (2010) and Costa and Prado (2015) of math. In addition, a systematic review of the literature (VON HOHENDORFF, 2014) on scientific research published in the last five years was carried out, whose theme is the use of AR in the teaching-learning process of mathematics, especially those focused on basic education. Methodologically the research is a case study type in education and follows the principles and guidelines of André (2012; 2013) and Gil (2010). Records were made in audio, video and the application of questionnaires to obtain the data. The results obtained in this research describe aspects related to the classroom environment and the teaching-learning process, both mediated by the Augmented Reality, besides providing an analysis of the difficulties and challenges of this integration. It is possible to affirm that in the educational case investigated, the Augmented Reality was a resource of support to the teaching that enabled, among other things, to create a climate of learning, cooperation, confidence and autonomy, enriching the didactic material and the interactions between students and between these with the teacher. It favored the integration of media, the visualization of geometric objects and the reflections on them, with emphasis on the play aspect involved.

Palavras-chave: Teacher training; Mathematics Teaching; Geometry; augmented reality; Mobile device.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE MILGRAM: <i>REALITY - VIRTUALITY CONTINUUM</i>	29
FIGURA 2 – SISTEMAS DE RA: VISÃO DIRETA.....	30
FIGURA 3 – SISTEMAS DE RA: VISÃO INDIRETA.	31
FIGURA 4 - O FUNCIONAMENTO DE UM APLICATIVO EM RA.	32
FIGURA 5 - CICLO DE DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO.....	55
FIGURA 6 - PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO.	58
FIGURA 7 - PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DE CADA UMA DAS CENAS	59
FIGURA 8 - AMBIENTE DO <i>SKETCHUP</i>	60
FIGURA 9 – CENAS RA: QUAL A DIFERENÇA ENTRE BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL?.....	66
FIGURA 10 – CENA RA: MODELO MATEMÁTICO X OBJETOS REAIS.....	67
FIGURA 11 – CENA RA: POLIEDROS E CORPOS REDONDOS,.....	67
FIGURA 12 – CENA RA: DEFINIÇÃO DE POLIEDROS.....	68
FIGURA 13 – CENA RA: RECONHECIMENTO DOS ELEMENTOS DE UM POLIEDRO.....	69
FIGURA 14 – CENA RA: CLASSIFICAÇÃO DOS POLIEDROS EM CONVEXOS E NÃO CONVEXOS.	69
FIGURA 15 – CENA RA: QUIZ SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL.	70
FIGURA 16 – CENA RA: IDENTIFICANDO DOS ELEMENTOS DE UM POLIEDRO	71
FIGURA 17 – CENA RA: OS SÓLIDOS PLATÔNICOS.....	71
FIGURA 18 – CENA RA: DEFINIÇÃO DO PRISMA.	73
FIGURA 19 – CENA RA: DEFINIÇÃO DE UMA PIRÂMIDE.	73
FIGURA 20 – CENA RA: ELEMENTOS DO PRISMA.....	74
FIGURA 21 – CENA RA: ELEMENTOS DE UMA PIRÂMIDE.....	74
FIGURA 21 – CENA RA: RECONHECIMENTO.....	74
FIGURA 23 – CENA RA: CÁLCULO DA DIAGONAL.....	75
FIGURA 24 – CENA RA: RELAÇÕES MÉTRICAS DE UMA PIRÂMIDE.	75
FIGURA 25 - RESPOSTA APRESENTADA PELO PARTICIPANTE B09 NO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM.	87

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES QUANDO A CONFIANÇA E TRABALHO EM GRUPO.....	82
GRÁFICO 2 - RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES RELACIONADAS À MOTIVAÇÃO.....	82
GRÁFICO 3 - QUESTIONÁRIO FINAL: AFIRMAÇÃO RELATIVA À CURIOSIDADE.	83
GRÁFICO 4 - RESPOSTAS RELACIONADAS AO EFEITO MOTIVACIONAL AO LONGO DOS ENCONTROS.....	84
GRÁFICO 5 - RESPOSTAS RELACIONADAS À INTERAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES.....	84
GRÁFICO 6 - QUESTIONÁRIO FINAL: AVALIAÇÃO DAS FRASES SOBRE APRENDIZAGEM.....	90
GRÁFICO 7 – RESPOSTA DOS PARTICIPANTES QUANTO À AUTONOMIA ADQUIRIDA COM A RA.....	91
GRÁFICO 8 - AVALIAÇÃO DOS PARTICIPANTES QUANDO AO COMPARTILHAMENTO DE APARELHOS.....	96

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – REVISTAS CLASSIFICADAS COMO ESPECIALIZADAS.	36
QUADRO 2 – DESCRITORES UTILIZADOS NAS PESQUISAS.....	37
QUADRO 3 – SÍNTESE DOS TRABALHOS ANALISADOS	40
QUADRO 4 - DESCRIÇÃO DE ÍCONES E SEÇÕES DOS ROTEIROS	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - REGISTROS NAS BASES DE DADOS SELECIONADAS 02/10/2017.	37
TABELA 2 - PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS....	39
TABELA 3 - LEVANTAMENTO PRELIMINAR SOBRE OS SMARTPHONES NAS TURMAS PARTICIPANTES.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DCE	-	Diretrizes Curriculares Estaduais
ERIC	-	Institute of Education Science
PNLD	-	Plano Nacional do Livro Didático.
PPC	-	Propostas Pedagógicas Curriculares
PTD	-	Planos de Trabalhos Docentes
RA	-	Realidade Aumentada
RCAAP	-	Repositório científicos de acesso aberto de Portugal
RM	-	Realidade Misturada
RSL	-	Revisão Sistemática de Literatura
RV	-	Realidade Virtual
SciELO	-	Scientific Electronic Library Online
TDIC	-	Tecnologias digitais da informação e comunicação
VA	-	Virtualidade Aumentada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	APRESENTAÇÃO PESSOAL	13
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO, RELEVÂNCIA SOCIAL E JUSTIFICATIVA	16
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo Geral.....	19
1.3.2	Objetivos Específicos	19
1.4	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	19
2	INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SALA DE AULA E A REALIDADE AUMENTADA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL	21
2.1	AS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SALA DE AULA.....	21
2.2	A REALIDADE AUMENTADA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL	28
2.3	A REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	33
3	ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	48
3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS E DO MEIO QUE ESTÃO INSERIDOS.....	50
4	DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO E DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES.....	53
4.1	ELABORAÇÃO DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM.....	55
4.2	DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO <i>POLYHEDRAPP</i>	57
4.2.1	Preparação do ambiente de desenvolvimento.....	58
4.2.2	Pré-Produção	59
4.2.3	Implementação	59
4.2.4	Testes.....	61
	RELATÓRIO DOS ENCONTROS, RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DE DADOS	62
4.3	DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS E OBJETOS EDUCACIONAIS POR ENCONTROS	64
4.3.1	1º Encontro: Apresentação, documentação, instalação dos aplicativos e questionário inicial.....	64

4.3.2	2º Encontro: Roteiro de aprendizagem 1 – Geometria Espacial: os conceitos iniciais	65
4.3.3	3º Encontro: Roteiro de aprendizagem 2 – Os poliedros	68
4.3.4	4º Encontro: Roteiro de aprendizagem 3 – Poliedros Regulares.	70
4.3.5	5º Encontro: Roteiro de aprendizagem 4 – Poliedros Convexos: Prismas e Pirâmides.	72
4.3.6	Encontro final: Questionário final.....	76
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	76
4.4.1	O perfil tecnológico e estudantil dos participantes.....	77
4.4.2	Ambiente de sala de aula mediada pela Realidade Aumentada	79
4.4.3	Processo ensino e aprendizagem mediado pela Realidade Aumentada.	85
4.4.4	Dificuldades e desafios da integração da Realidade Aumentada.	92
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICE A – MODELOS DOS TERMOS LEGAIS PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA: TCLE’S, TALE’S E DIREITO DE USO DE IMAGEM	104
	APÊNDICE B – PLANEJAMENTO DOS ENCONTROS	114
	APÊNDICE C – ROTEIRO DE REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES	118
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO INICIAL	119
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL	122
	APÊNDICE F - RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL	124
	APÊNDICE G – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL	133
	APÊNDICE H – DOWNLOAD DO MATERIAL DIDÁTICO DESENVOLVIDO.	137

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta informações pessoais do pesquisador, os motivos que o levaram ao tema de pesquisa, bem como, o problema, os objetivos que a norteiam e a organização da dissertação.

Na seção a seguir, por se tratar de uma apresentação pessoal, o texto foi redigido em primeira pessoa para que o leitor se aproxime do autor no sentido de tornar a leitura mais leve, atrativa e contextualizada.

1.1 APRESENTAÇÃO PESSOAL

Sou professor de Matemática da Educação Básica há 14 anos. Desde o início da minha carreira, sempre lecionei para turmas do Ensino Médio, tanto na disciplina de Matemática quanto de Física.

Desde criança, fui curioso em relação às inovações tecnológicas oriundas da microeletrônica, tais como, computadores, *games* e dispositivos de mídia. Aos 18 anos, quando troquei uma guitarra nova por um computador velho (um antigo 386) para que eu pudesse fazer os trabalhos da faculdade, me aproximei da informática que acabou se tornando desde então, uma paixão e um *hobby*.

Em 2012, em um colégio particular onde atuei, um grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio propuseram a réplica de um trabalho escolar que acabaram de ver na televisão sobre Realidade Aumentada (RA). Diante desse desafio, aceitei a proposta e então juntamente com este grupo de estudantes começamos a pesquisar sobre “essa tal” RA, descobrindo que se tratava de um “tipo de programa” que fazia aparecer coisas virtuais na tela do computador misturado com os objetos do ambiente real. Nessa busca, encontramos uma aplicação que mostrava uma borboleta que voava sobre uma flor (um exemplo presente no pacote de visão computacional *Artoolkit*® para desenvolvimento de aplicações de RA) os alunos se impressionaram e queriam logo saber como isso funcionava. No entanto, o grupo não se contentou em apenas utilizar o aplicativo e logo desejou elaborar uma maquete virtual própria, o que exigia um bom conhecimento de modelagem 3D e de programação.

Eu e dois alunos (filhos de engenheiros e arquitetos e que usavam o computador dos pais) tínhamos contato com o *AutoCAD*[®] (um programa de modelagem 3D comumente utilizado na construção civil e arquitetura), o que tornava a modelagem 3D viável de ser elaborada, porém quanto à programação não tínhamos o mínimo de conhecimento. Com isso, o projeto não progrediu naquele momento, mas esse desafio sempre retornava em minha mente e cada vez mais forte, foi quando, ao iniciar um curso de Especialização em Matemática Computacional aplicada à Educação no segundo semestre de 2014, no Instituto Federal do Paraná (IFPR), *Campus* Paranaguá, que decidi por tomar este desafio como pesquisa para uma monografia.

Essa escolha foi possível graças ao suporte dado pelas disciplinas de algoritmos e programas, linguagem de programação e uso das novas tecnologias em sala de aula, oferecidas pelo curso de Especialização. Isso me levou a retomar esta antiga ideia de utilizar a RA nas aulas de Matemática, mas utilizando os dispositivos móveis dos próprios alunos.

Ao realizar a busca por um aplicativo que atendesse aos objetivos de aprendizagem dos conteúdos abordados na pesquisa, não encontrei nenhum que fosse adequado. Busquei então informações e ferramentas para desenvolver um protótipo, que baseado em RA inserisse conteúdos virtuais ao material didático auxiliando na aula de Geometria Espacial sobre pirâmides.

No decorrer dessa pesquisa, mais precisamente no último semestre da especialização, tive aulas com a professora Heliza Colaço Góes, que apresentou à turma na disciplina de Educação Matemática, o campo de estudo da Expressão Gráfica¹. Pude então perceber que havia uma relação estreita entre o tema de minha pesquisa e a Expressão Gráfica, pois, ao investigar o uso da RA poderia também contribuir com esse campo de estudo, pois utilizaria recursos da computação e imagens para abordar conceitos e ideias.

A possibilidade de explorar dinamicamente as imagens estáticas dos livros didáticos é uma maneira diferente de apresentar os conceitos e pode contribuir na assimilação delas, na medida em que enriquece com movimento cores e

¹ Expressão Gráfica é um campo de estudo que utiliza elementos de desenho, imagens, modelos, materiais manipuláveis e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos. Dessa forma, a expressão gráfica pode auxiliar na solução de problemas, na transmissão de ideias, de concepções e de pontos de vista relacionados a tais conceitos (GÓES, 2013, p. 20).

informações adicionais o que se pretende mostrar, claramente um elemento de expressão gráfica, poderia então a RA ser aplicada em diversas áreas, incluindo a Educação.

Segundo Góes (2013), assim compreendida, a Expressão Gráfica possibilita o uso e articula diversos elementos como recursos didáticos, tornando-se uma tecnologia educacional ativa e presente em diversas metodologias de ensino, então porque não explorar este conceito por meio da RA em aulas de geometria? Como integrá-la as aulas? Quais seriam as contribuições?

No trabalho desenvolvido durante a especialização, explorei maneiras de abordar o tópico Pirâmides de Geometria Espacial por meio de RA, tomando como ponto de partida os livros didáticos do Ensino Médio, busquei desenvolver um aplicativo que contribuísse na assimilação do conteúdo de pirâmides, seus elementos, definição, cálculo da área e volume, de maneira dinâmica através de simulações virtuais. O principal objetivo da pesquisa foi verificar a viabilidade de desenvolvimento de tal aplicação.

Um colega de turma interessado no projeto explorou o protótipo em sala de aula. A aula experimental ocorreu no Laboratório interdisciplinar de Formação de Educadores – LIFE – e contou com a participação de 11 estudantes do IFPR campus Paranaguá. A escolha desse local se deve ao fato de que neste laboratório havia disponíveis *tablets* para uso do *campus*. Os participantes tiveram a possibilidade de experimentar o aplicativo e o material em uma aula de 100 minutos, respondendo a questionários iniciais e finais que tinham o objetivo de captar as impressões sobre o aplicativo. Pela proximidade material das monografias, acabamos por unir as pesquisas em Macedo; Silva e Buriol (2016).

Ao finalizar essa pesquisa, algumas questões ainda não haviam sido respondidas; de que maneira os alunos em uma classe “regular” reagiriam ao uso dessa tecnologia? Como seria a manutenção do interesse em longo prazo? Como seria inserir este recurso sem uma estrutura pronta para tal? São algumas delas.

Essas questões convergiram no sentido de provocar em mim, o desejo em continuar a pesquisar o tema e vi a possibilidade aprofundar o estudo num curso de mestrado com a finalidade de fundamentar o estudo teórico-metodologicamente numa perspectiva pedagógica do uso de novas tecnologias em sala de aula, em especial a RA nas aulas de Matemática.

Assim, no ano de 2016 submeti um projeto de pesquisa com essa temática ao Programa de Pós-Graduação em Educação – Teoria e Prática de Ensino, Linha de Pesquisa Teorias e Práticas de Ensino na Educação Básica, sublinha Tecnologia Educacional na Educação Matemática. Ao participar da seleção fui um dos aprovados para cursar o mestrado e assim pude levar a cabo a aplicação em sala de aula da pesquisa, tal aplicabilidade “no chão da escola” é uma das principais características do mestrado profissional, cujo tema investigar a integração da RA na aula de matemática.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO, RELEVÂNCIA SOCIAL E JUSTIFICATIVA

No Ensino Médio alguns estudantes apresentam dificuldades em aprender conteúdos relacionados à geometria, funções e trigonometria, uma vez que apresentam dificuldades na visualização de figuras tridimensionais, construção de gráficos e ideias que contenha dinâmica ou movimento. Um dos fatores para tal ocorrência são as representações nos livros didáticos de forma plana e estática, fazendo com que os estudantes não compreendam por completo os conceitos, propriedades e demonstrações geométricas comprometendo sensivelmente sua capacidade de resolução de problemas (NOVAL, 2013; OLIVEIRA, 2016). Portanto, é evidente que aulas expositivas e dialogadas, utilizando apenas; quadro, giz e livro didático como únicos recursos, não são suficientes para que esses estudantes possam compreender os conceitos propostos, desperdiçando diversos outros recursos hoje disponíveis (GRILLO, 2014).

A sociedade atual é dinâmica e cobra versatilidade, flexibilidade e disposição para enfrentarmos o dia a dia. A escola não é diferente, precisa ser dinâmica e igualmente versátil para conseguir cumprir com a missão de preparar cidadãos capazes de viver nesta sociedade.

Inserir-se na sociedade da informação não quer dizer apenas ter acesso à tecnologia de informação e comunicação (TIC), mas principalmente saber utilizar essa tecnologia para a busca e a seleção de informações que permitam a cada pessoa resolver os problemas do cotidiano, compreender o mundo e atuar na transformação de seu contexto. Assim, o uso da TIC com vistas à criação de uma rede de conhecimentos favorece a democratização do acesso à informação, a troca de informações e experiências, a compreensão crítica da realidade e o desenvolvimento humano, social, cultural e educacional. Tudo isso poderá levar à criação de uma sociedade mais justa e igualitária (ALMEIDA, 2005, p. 110).

Neste sentido, desmistificar a tecnologia e empregá-la em prol de uma Educação mais eficiente é o desafio que enfrentamos (KENSKI, 2012; MORAN, 2003). Um dos desafios práticos da educação, em especial na sala de aula, é a busca por metodologias que favoreçam esta formação ao estudante, futuro cidadão e trabalhador.

O estudo aqui apresentado busca contribuir na discussão sobre o uso de dispositivos móveis em sala de aula, uma vez que, apresenta o uso de uma tecnologia considerada emergente – a RA - no processo de ensino e aprendizagem.

Para isto, uma sequência de atividades² foi desenvolvida, a qual envolve um aplicativo e um material impresso interativo, em uma sequência de aulas, chamadas aqui de encontros onde foi executado o plano de ensino. O levantamento de dados será realizado por meio de questionários, observação e análise do material produzido durante as aulas no intuito de investigar a integração da RA em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Médio. Espera-se, portanto, que os resultados do estudo possam apontar articulações teóricas e práticas para futuras propostas de trabalho e investigações no dia a dia da escola, principalmente os relacionados ao uso de tecnologias educacionais.

Muitos professores consideram o uso de telefones celulares, *tablets* e *smatphones* em sala como negativo e proíbem seu uso por parte dos estudantes. No estado do Paraná, local onde essa pesquisa se situa, há uma lei estadual³ vigente que proíbe o uso desses equipamentos em sala de aula, desde que não seja para fins pedagógicos. No entanto a exclusão desses equipamentos como tecnologias educacionais por muitos profissionais da educação acarreta a desconsideração de três fatores: (1) é inevitável que as tecnologias atuais estejam presentes no ambiente escolar e na vida das pessoas (2) muitos desses aparelhos, hoje disponíveis no mercado, possuem um poder de processamento superior a muitos computadores que anos atrás eram o sonho de consumo de qualquer professor em

² Durante o texto será utilizado o termo sequência de atividades fazendo referência ao conjunto de materiais e questões que foram utilizadas com os participantes da pesquisa ao longo dos encontros.

³ Lei estadual nº 18118 de junho de 2014, que dispõe sobre a proibição do uso de aparelhos/equipamentos eletrônicos em salas de aula para fins não pedagógicos no Estado do Paraná.

suas aulas e (3) a referida lei permite o uso pedagógico, que atualmente tem sido pelas diversas áreas de desenvolvimento educacional, massivamente incentivada e investigada.

Faz-se necessário, portanto, discutir o uso de dispositivos móveis em sala de aula, sobretudo munidos de tecnologias emergentes, tais como, a RA, com vistas a consolidá-las como recursos importantes no processo de ensino e aprendizagem.

Desta maneira, busca-se com esta pesquisa responder à seguinte indagação; *Quais contribuições no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial podem ser observadas a partir da integração da RA em dispositivos móveis no Ensino Médio?*

O diferencial do trabalho desenvolvido nessa dissertação está, sobretudo, em colocar em evidência a vivência com a tecnologia digital de maneira integrada em ambiente natural (sala de aula) e seguindo o currículo das turmas participantes, ou seja, sem criar um momento “especial” para o uso da tecnologia e sem a presença de pessoas estranhas ao convívio dos participantes, uma vez que o próprio professor é o pesquisador em questão.

Outro ponto, que se destaca nessa pesquisa é o tempo de aplicação, visto que foram seis encontros específicos sobre o tema. Como sou o aplicador, pesquisador e professor em cada uma das turmas, já tive um total de 40 encontros no decorrer do ano letivo, com aproximadamente 200 horas de convívios com os participantes. Cada encontro contou com duas aulas de 50 min, essa característica somada à metodologia utilizada, tem o objetivo de ampliar a proximidade na observação e revelar possibilidades e limitações que por vezes ficam obscuras em pesquisas quantitativas, tendo assim, como opção metodológica escolhida o estudo de caso na Educação por seu caráter qualitativo e amplo.

Essa pesquisa procura, portanto, investigar a integração da RA no ensino e aprendizado de Geometria Espacial na disciplina de Matemática, tendo como sujeitos estudantes de cinco turmas, sendo três do Ensino Médio e duas do curso de Formação de Docentes, ambas de colégios situados no município de Guaratuba, região litorânea do Paraná.

Desta forma, este trabalho se justifica como uma possível metodologia para o ensino de geometria aliada ao uso de uma tecnologia digital recente (a RA), buscando contribuir com a discussão acerca da integração pedagógica desses

dispositivos, propondo um estudo teórico e uma articulação com a prática em sala de aula.

1.3 OBJETIVOS

Para poder responder aos questionamentos dessa pesquisa foi necessário elencar objetivos a serem atingidos.

1.3.1 Objetivo Geral

Investigar a integração da RA em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial do Ensino Médio.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Verificar junto à literatura um levantamento dos trabalhos produzidos, nos últimos cinco anos, que envolvam a RA no ensino de matemática, focando principalmente as aplicações, desenvolvimentos e investigações que envolvam a Educação Básica;
- b) Desenvolver um material didático específico para a pesquisa que envolve um aplicativo em RA para dispositivos móveis e um material impresso que permite a interatividade com o conteúdo Geometria Espacial;
- c) Descrever os principais aspectos relativos à integração da RA como recurso pedagógico em sala de aula, observados a partir da execução de uma sequência de atividades.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este texto está organizado com a seguinte estrutura:

O primeiro capítulo é introdutório, consta, portanto, uma apresentação pessoal do pesquisador, problematização, relevância social e justificativa, e ainda, os objetivos da pesquisa e sua organização, como visto até aqui.

O capítulo dois traz o aporte teórico para a pesquisa, discutindo sobre o processo ensino e aprendizagem mediada pelas tecnologias digitais e alguns aspectos técnicos, definições e aplicações da RA como tecnologia educacional, bem como, seu uso no ensino de matemática. Por meio de uma revisão sistemática da literatura foi apresentado, organizadamente, um levantamento dos trabalhos produzidos, nos últimos cinco anos, envolvendo a RA no ensino de matemática, focando principalmente as aplicações, implementações e investigações na Educação Básica.

O capítulo três descreve os encaminhamentos metodológicos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, a sequência de atividades aplicada na investigação.

O capítulo quatro apresenta o desenvolvimento do material didático utilizado (material impresso e o desenvolvimento do aplicativo em RA).

O capítulo cinco mostra os critérios de análise das variáveis, o perfil tecnológico e estudantil dos participantes e ainda, a descrição das observações realizadas durante a aplicação da sequência de atividades em sala de aula e a discussão e análise dos dados obtidos e apresentados.

Por fim, são apresentadas as considerações finais, as referências e apêndices da dissertação.

2 INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SALA DE AULA E A REALIDADE AUMENTADA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Este capítulo destina-se ao delineamento teórico dado a pesquisa, apresenta os conceitos balizadores de todo material produzido, da metodologia e principalmente da perspectiva pedagógica do trabalho, deixando claras as concepções e escolhas realizadas pelo pesquisador, bem como, as articulações realizadas no decorrer da pesquisa. Serão explorados os conceitos de investigação e integração no contexto das tecnologias digitais, como eixos de discussão acerca dos entendimentos dos autores que há tempos vêm se dedicando às pesquisas relacionadas a tecnologias educacionais (KENSKI, 2012; MORAN, 2003). É apresentado, também, o conceito de RA, porém sem uma preocupação direta com aspectos técnicos, o principal foco da temática neste capítulo será sua característica instrumental dentro de aplicações relacionadas à Educação e suas contribuições em sala de aula.

2.1 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS EM SALA DE AULA

Antes de conceituar o termo tecnologia no contexto educacional é importante compreender em que sentido será abordado tal temática.

Retomando o objetivo geral da pesquisa aqui apresentada, qual seja; investigar a integração da RA em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Médio. Percebemos que duas palavras se destacam e dão o tom do que será o processo de pesquisa; a integração e a investigação.

Segundo o dicionário Aurélio integrar é tornar inteiro; completar; integralizar; fazer parte de; juntar; incorporar; tornar-se parte integrante; incorporar-se. (FERREIRA, 1999), neste sentido a integração pode ser entendida como o “ato de integrar”. Portanto, temos aqui duas partes a definir, aquilo que será integrado, o integrante e o conjunto já estabelecido, o integrado. Ao cabo do processo de integração, espera-se que integrante e integrado, formem um todo estabilizado, ou integral, contudo é necessário um agente que realize esta ação, o integrador.

Consideremos aqui o integrador como às ações, necessidades e atitudes que levam à integração e suas consequências.

Todo processo de integração demanda certa necessidade e/ou interesse. Esta necessidade/ interesse pode ser emanada de ambas às partes, do integrante e/ou do integrado.

Às consequências dessa integração causam por vezes mudanças no integrante e no integrado de maneira a afetar o conjunto resultante do processo.

Assim, tomar ciência desse processo é reconhecer e compreender esses elementos de maneira clara e articulada.

Por outro lado, investigação, segundo o mesmo dicionário, é o ato de investigar (FERREIRA, 1999), ou seja, seguir vestígios; pesquisar; examinar com atenção. Aqui também se faz necessário uma análise. Ao investigar, o investigador (agente do ato); observa, pesquisa e examina algo em alguém ou em alguma coisa. Portanto, temos distintamente três elementos da investigação, o investigador, o investigado e igualmente um “motivo” um questionamento a ser respondido com a investigação. Contudo, o processo de investigação deve contar não só com estes elementos, mas também com uma metodologia que conduza às ações adequadas para tal, levando em consideração o investigado e o questionamento motivador da investigação.

No campo educacional, esse tipo de investigação pressupõe um trabalho específico, que emana de uma postura própria do pesquisador/investigador, que em nosso caso é o próprio professor. Para Lüdke (2001) um professor pesquisador reivindicava para si a mesma situação do artista, que ensaia com seus diferentes materiais as melhores soluções para os problemas de criação (em nosso caso, a integração de um novo recurso). Assim deveria experimentar em cada sala de aula, como num laboratório, as melhores formas de atingir os estudantes, aprimorando o processo de ensino e aprendizagem. Compreendemos, portanto, que este aprimoramento no processo aconteça como a inclusão integrada de novos recursos e possibilidades.

Assim, investigar a integração de tecnologias digitais em sala de aula pressupõe, a partir das ideias mencionadas anteriormente, esclarecer os elementos que compõe a investigação e a integração, á luz da literatura atual, acreditando que a definição de cada um deles traga clareza e objetividade às ações necessárias a pesquisa proposta.

Diversos autores discutem a integração da tecnologia no contexto educacional (KESKI, 2012; MORAN, 2003; BITTAR, 2010; COSTA; PRADO, 2015) seja ela na modalidade presencial, à distância, Educação Especial, Educação de Jovens e Adultos e ainda na Educação Ambiental, e todos afirmam a necessidade e a importância da integração de diversos recursos, digitais ou não, como potencializadores de metodologias de ensino e importantes mediadores dos processos de aprendizagens nos dias atuais. Mas o que realmente significa esta integração?

Primeiramente devem-se definir os elementos dessa integração.

Neste caso, o elemento integrante do processo, ou seja, aquele que deve ser inserido como elemento novo é o recurso tecnológico. É verdade que o correto seria dizer “recursos tecnológicos”, mas aqui definiremos amplamente, mas analisaremos a integração de apenas um deles, a RA. Portanto, os recursos tecnológicos são tomados aqui em seu sentido mais amplo, pois o termo tecnologia é empregado atualmente, no senso comum, como sendo inovações e novidades provenientes da microeletrônica, indústria, computação e outras advindas muitas vezes das ciências aplicadas, porém, esta forma de compreender tecnologia é muito restrita, desconsidera a construção histórica e social deste conceito.

Desde os primórdios da humanidade a atividade humana sobrevive e se mantém da forma como resolve os problemas e melhora suas condições de sobrevivência, seja na confecção de um artefato, seja no desenvolvimento de uma nova forma de produzir alimentos ou mesmo na forma de se comunicar. Portanto, considerar que "tecnologia é a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações" (KESKI, 2012, p.23) parece ser mais abrangente e útil, principalmente no contexto escolar, onde as tecnologias permeiam as práticas e podem ajudar em metodologias inovadoras e eficientes.

No contexto escolar, porém o termo tecnologia é abrangente, conforme alerta Moran (2003).

Tecnologias são os meios, os apoios, as ferramentas que utilizamos para que os alunos aprendam. A forma como os organizamos em grupos, em salas, em outros espaços isso também é tecnologia. O giz que escreve na lousa é tecnologia de comunicação e uma boa organização da escrita facilita e muito a aprendizagem. A forma de olhar, de gesticular, de falar com os outros, isso também é tecnologia. O livro, a revista e o jornal são

tecnologias fundamentais para a gestão e para a aprendizagem e ainda não sabemos utilizá-las adequadamente. O gravador, o retroprojetor, a televisão, o vídeo também são tecnologias importantes e também muito mal utilizadas, em geral (MORAN, 2003, p. 151).

Portanto, pode-se perceber que diversos são os recursos disponíveis e que devem ser integrados de maneira coerente em sala de aula. Contudo, os recursos da tecnologia digital é o principal interesse em nosso estudo, assim, apresentar este conceito é fundamental para conceituação do elemento integrante da pesquisa.

Uma das necessidades humanas mais característica é a da comunicação. Segundo Kenski (2012) essa necessidade natural que o ser humano possui em expressar sentimentos, opiniões e registrar experiências não é atual e pode ser observada e se evidenciam em manifestações apontadas pela arqueologia. Para viabilizar a comunicação entre os semelhantes o homem ao longo da história desenvolveu o que alguns autores chamam de tecnologia de inteligência que compreende a oralidade, a escrita e a imagem como tecnologias essenciais. “A base da tecnologia da inteligência é imaterial, ou seja, ela não existe como máquina, mas como linguagem. Para que essa linguagem pudesse ser utilizada em diferentes tempos e espaços, foram desenvolvidos inúmeros processos e produtos.” (KENSKI, 2012, p.27).

Esta tecnologia da inteligência recebe atualmente uma nova forma de uso, o processo de produção industrial da informação desenvolveu novos meios de comunicação que ampliam o acesso a notícias e informações para “todas as pessoas” (comunicação de massa). Com isso surgem novas profissões e suportes midiáticos (jornais, revistas, rádio, etc.) que buscam invadir e atingir o maior número possível de pessoas com entretenimento e conteúdos (KENSKI, 2012).

Neste contexto, Kenski (2012) coloca que baseados na linguagem oral, da escrita e da síntese entre som, imagem e movimento, do processo de produção e o uso desses meios compreendem tecnologias específicas de informação e comunicação às camadas TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação). Com isso, pode-se destacar a importância dessas linguagens na compreensão acerca do que sejam as TIC, e ainda, qual a parcela deste desenvolvimento no comportamento humano e os impactos sociais decorrentes deles. Neste conceito, alguns aparatos tecnológicos que permeiam esta modalidade de tecnologia, tais como, TV, rádios, jornais, entre outros, mudam a forma de articulação e uso dessas linguagens.

Com o desenvolvimento da computação, da microeletrônica e da informática, algumas tecnologias deixaram de ser analógicos ou mecânicos e se tornam digitais, são produzidos ou desenvolvidos em circuitos eletrônicos baseados em lógica que, por sua vez, processam, armazenam e transmitem as informações em códigos binários por meio de programação. Graças a esse desenvolvimento temos hoje, computadores, *notebooks*, *smartphones*, a internet, videogames e outros.

Estes aparelhos proporcionaram nos últimos anos, novas formas de comunicar, informar e adquirir conhecimento, contribuindo fundamentalmente na disseminação e no aprimoramento das TIC, que agora podem ser designadas de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

Para Kenski (2012) a tecnologia digital é uma tecnologia de síntese, que engloba aspectos da oralidade, da imagem e da escrita em novos contextos, rompe com as formas narrativas circulares e repetidas da oralidade e com o encaminhamento contínuo e sequencial da escrita e se apresenta como um fenômeno descontínuo, fragmentado e, ao mesmo tempo, dinâmico, aberto e veloz. Deixando de lado a estrutura serial e hierárquica na articulação dos conhecimentos e se abre para o estabelecimento de novas relações entre conteúdos, espaços, tempos e pessoas diferentes (KENSKI, 2012).

Esta nova forma de obter informações a partir das tecnologias digitais se evidenciam em Hipertextos e Hiper mídias que criam uma nova cultura e outra realidade informacional. Adicionalmente é possível citar as redes sociais, a web 2.0 e os ambientes colaborativos virtuais como resultados do desenvolvimento da internet, da rede de computadores e do armazenamento de dados em nuvem. A computação gráfica por sua vez, trouxe inovações que possibilitaram o desenvolvimento de games, simulações, vídeos e imagens, sem contar com o advento da Realidade Virtual e Aumentada, presente hoje em diversas aplicações. Apesar de sua característica imaterial, estes recursos são de certa maneira materializados em aparelhos digitais de mídias domésticos ou *mobile*.

O elemento integrante investigado no caso específico desta pesquisa é a RA em dispositivos móveis, tal conceito será apresentado na próxima seção, já que o objetivo no momento é definir *a priori* os elementos da integração que pretendemos.

Já o conjunto integrado em questão é a sala de aula, não como apenas um ambiente físico, mas como uma metáfora de todo o processo ensino e aprendizagem. Considerando todos os elementos que a constitui; estudantes,

ambiente, material didático, professor e estrutura institucional, talvez este seja o elemento da integração mais difícil de definir, uma vez que as variantes possíveis em sua constituição sejam quase infinitas. Mesmo que na educação formal a sala de aula seja o “lugar” onde ocorre maior parte do processo de aprendizagem é impossível determinar os momentos e lugares onde ela ocorre, pois, grande parte de nosso conhecimento advém também de situações extraescolares.

Contudo, é em sala de aula onde ocorrem as interações importantes e que constituem o foco das pesquisas relacionadas ao cotidiano escolar, estudante – professor – conhecimento constituem, assim a tríade fundamental do processo de aprendizagem, portanto compreender as relações e interações existentes entre estes elementos é entender os aspectos determinantes de como a integração tecnológica está ocorrendo neste ambiente, pensado principalmente como um recurso potencializador e mediador das ações que interligam estes elementos.

Do ponto de vista de uma aula tradicional, como infelizmente ainda ocorre em muitas escolas, predomina a comunicação vertical onde o professor é o detentor soberano do conhecimento, agindo como um transmissor de conhecimento e não permitindo que o estudante discuta suas ideias e colabore com novas informações para a sala de aula. Muitos professores não levam em conta a experiência que os alunos já trazem consigo e não estimulam a discussão sobre o que eles aprendem em casa, na rua, na TV, no rádio, revistas e Internet. (SERAFIM; SOUZA, 2011).

Levar o aprendiz ao centro do processo é o desafio das novas metodologias e ações que buscam inovar no processo ensino e aprendizagem. Pretende-se com isso, propor um estudante ativo, participante e consciente de seus avanços e limitações, que construa o conhecimento e não simplesmente o receba como uma caixa de correio recebe correspondências, com vários conhecimentos envelopados, que não se relacionam e chegam aos montes sem que haja uma organização.

Dar sentido e organizar os conceitos a serem aprendidos é função do professor que deve facilitar e acompanhar a construção dos conhecimentos do aprendiz. Neste sentido, o professor deve propor maneiras e caminhos para que o estudante chegue a seus objetivos, discutindo, revendo e criando novas situações de aprendizagem.

Os recursos tecnológicos neste contexto devem mediar estas relações fornecendo novas maneiras e abordagens aos problemas e situações de

aprendizagem, facilitando a comunicação e ampliando as possibilidades de interação entre estudante - professor – conhecimento (e agora) o mundo.

Assim a RA pode contribuir com estas mediações, pois é uma maneira diferenciada de mídia que complementa o real com elementos virtuais, por meio de um dispositivo gráfico (*mobile* ou não), com isso pode dar uma nova abordagem a conteúdos escolares clássicos inserindo vídeos, simulações e textos virtuais ao que antes eram textos e imagens estáticas e ainda, potencializar e dinamizar as interações em sala de aula.

Para Kenski (2012) os recursos tecnológicos como,

A imagem, o som e o movimento oferecem informações mais realistas em relação ao que está sendo ensinado. Quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado (KENSKI, 2012, p. 45).

A autora ainda deixa clara sua posição sobre o tema quando argumenta que a tecnologia precisa ser utilizada de maneira a transformar a sala de aula em espaço de aprendizagem ativa e de reflexão coletiva, formar os estudantes principalmente para a produção e manipulação das informações e desenvolver o posicionamento crítico diante da realidade atual, principalmente hoje onde a mídia e as redes sociais tendem a formar pensamentos padronizados na sociedade. (KENSKI, 2012).

Contudo, “a maioria das tecnologias são utilizadas como auxiliar no processo educativo. Não são nem o objeto, nem a sua substância, nem a sua finalidade” (KENSKI, 2012, p. 44).

Pensando de maneira global, mas focando na Educação Matemática, é preciso perceber que a integração das TDIC em sala de aula não é uma tarefa fácil, “implica na necessidade da construção de novos conhecimentos pelo professor, de modo a se apropriar das tecnologias digitais e integrá-las aos conteúdos curriculares.” (COSTA; PRADO, 2015).

Bittar (2010) distingue os termos inserção e integração das tecnologias digitais na Educação. Concordando com essa ideia, Costa e Prado (2015) afirmam que o professor insere a tecnologia digital quando ela não provoca diferenças na aprendizagem, ou seja, a tecnologia é como se fosse um elemento estranho ao fazer pedagógico. Entretanto, “integrar um novo instrumento [tecnologia digital] em sala de aula, implica mudanças pedagógicas, mudanças do ponto de vista da visão de

ensino, que deve ser estudada e considerada pelos professores.” (BITTAR, 2010, p. 220).

Assim compreendida as TDIC proporcionam ao professor de matemática desenvolver conhecimentos que o ajudem a “raciocinar com”, “criar com” e “ensinar com” tecnologia. Ensinar, não apenas inserindo-as na sala de aula, mas integrando-as e explorando adequadamente o que elas potencializam (COSTA; PRADO, 2015).

Como um elemento de Expressão Gráfica, a RA possibilita uma maneira diferenciada de abordagem dos conteúdos e favorece o ambiente de aprendizagem, na medida em que potencializa a visualização e a interação com os objetos matemáticos em estudo por meio de imagens virtuais dinâmicas.

No trabalho aqui apresentado a integração recebe o entendimento de que o uso da RA deve contribuir para um ambiente de aprendizagem ativa, no qual os estudantes interagem, por meio de discussões com colegas e professor, pela interatividade do material, construção dos conceitos contribuindo assim com a aula. Portanto aspectos como, comunicação, motivação, mobilização e interesse dos alunos faz parte dos pontos observáveis na integração da RA em sala, principalmente para perceber quais as contribuições desse recurso no processo como expressão gráfica e tecnologia educacional.

2.2 A REALIDADE AUMENTADA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL

A origem da tecnologia da RA tem início em meados da década de 60 do século XX, porém somente em 1980 o primeiro uso foi registrado pelas forças armadas americanas na construção de um simulador de avião que com visão ótica direta, misturava elementos virtuais com o ambiente real do usuário. (RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

A RA é um conceito que deriva da Realidade Virtual (RV), e teve sua origem na Computação Gráfica. Embora a RA seja uma derivação da RV, ambas possuem diferenças que devem ser destacadas.

Para Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a RA está imersa em um conceito mais amplo denominado Realidade Misturada (RM). O diagrama de Milgram (FIGURA 1) denominado *Reality - virtuality continuum* dá uma abordagem teórica ao tema e torna a compreensão deste conceito mais organizada e clara.

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE MILGRAM: *REALITY - VIRTUALITY CONTINUUM*.

Fonte: Tori, Kirner e Siscoutto (2006).

No diagrama (FIGURA 1) é possível perceber três ambientes distintos no espectro na transição entre real e virtual, o ambiente real, onde todos os objetos são reais sem nenhum tipo de inserção de elementos feitos em computador (realidade), a RV em que todo o ambiente é gerado por computador (virtualidade) e a RM onde elementos reais e virtuais se integram. Com relação à RM, Ribeiro e Zorzal (2011) mostram que existem dois tipos extremos de ambientes, a RA que é mais próxima do real onde há a presença de elementos virtuais em um ambiente real e a Virtualidade Aumentada (VA) onde prevalece a inserção de elementos reais em um ambiente predominantemente virtual.

Para Azuma (1997), os sistemas de RA são constituídos por três características básicas: combinação do real com o virtual, interação em tempo real e imagem tridimensional. A RA reúne 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. Este mecanismo enfatiza a qualidade das imagens e a interação do usuário com esses objetos em tempo real. Neste tipo de interação o usuário pode se mover livremente entorno do objeto visualizando e explorando todas suas vistas (KIRNER; TORI, 2006).

Segundo Geroimenko (2012), a RA é uma tecnologia voltada à percepção, em tempo real, de um ambiente real que está próximo ou completamente integrado com os objetos sensoriais gerados por um dispositivo. As aplicações de RA podem ser divididas em duas categorias: com marcador e sem marcador.

A RA com marcadores, geralmente utilizam marcadores especiais que, por meio de reconhecimento de padrões, são reconhecidos em tempo real e usados como pontos de referências para definir as posições, orientações e escalas de

objetos virtuais no ambiente real por meio de visão computacional (GEROIMENKO, 2012).

Por outro lado, as aplicações sem marcadores, usam a localização de objetos por meio de marcadores naturais (objetos, localização geográfica, face humana), em tempo real, onde colocam os objetos gerados por computador em um ambiente real, com base na posição (latitude, longitude e altitude) dos objetos virtuais no mundo real (GEROIMENKO, 2012).

Na maioria dos sistemas computacionais as respostas em tempo real são cruciais para garantir o interesse do usuário. Desse modo, a RA visa iludir o indivíduo fazendo com que o mesmo pense que objetos reais e virtuais coexistam em tempo real. Conforme Tori, Kirner e Siscouto (2006, p 23), "a meta de um sistema de RA é criar um ambiente tão realista que faça com que o usuário não perceba a diferença entre os elementos virtuais e reais participantes da cena, tratando-os como uma coisa só".

Um sistema de RA pode ser classificado como imersivo ou não imersivo dependendo da forma como o usuário vê o mundo misturado (real e virtual). O sistema é denominado imersivo (visão direta) quando o indivíduo vê o mundo misturado por meio de cenas ópticas (vídeos) apontando os olhos diretamente para as posições reais (FIGURA 2) este pode ser implementado com o uso de capacetes ópticos (visão óptica direta), capacetes com microcâmeras acoplados (visão direta por vídeo), visualizadores de apontamento diretos baseados em *handheld*, ou projeções de objetos virtuais no ambiente real. (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

FIGURA 2 – SISTEMAS DE RA: VISÃO DIRETA.

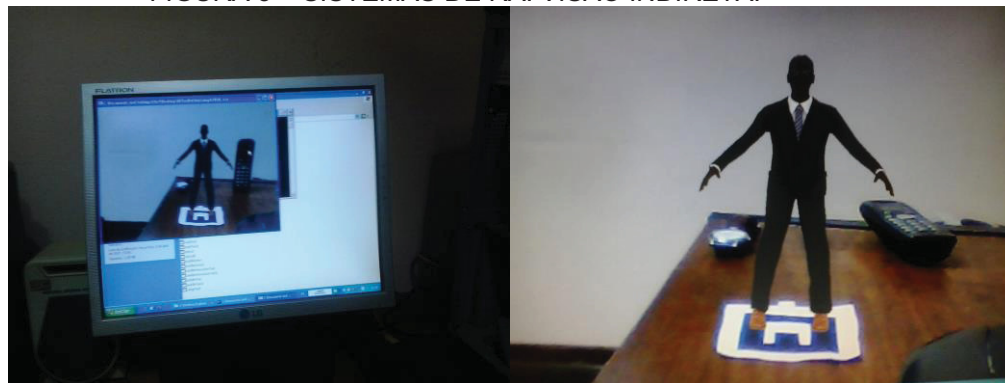


Fonte: Pixabay⁴.

⁴ Imagem disponível em: <https://pixabay.com> Acesso em 21 de Setembro de 2018.

Por outro lado, o sistema é classificado de visão indireta (ou não imersivo) quando o usuário vê o mundo misturado em algum dispositivo, como monitor ou projetor, não alinhado com as posições reais (FIGURA 3). (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

FIGURA 3 – SISTEMAS DE RA: VISÃO INDIRETA.



Fonte: photopin ⁵.

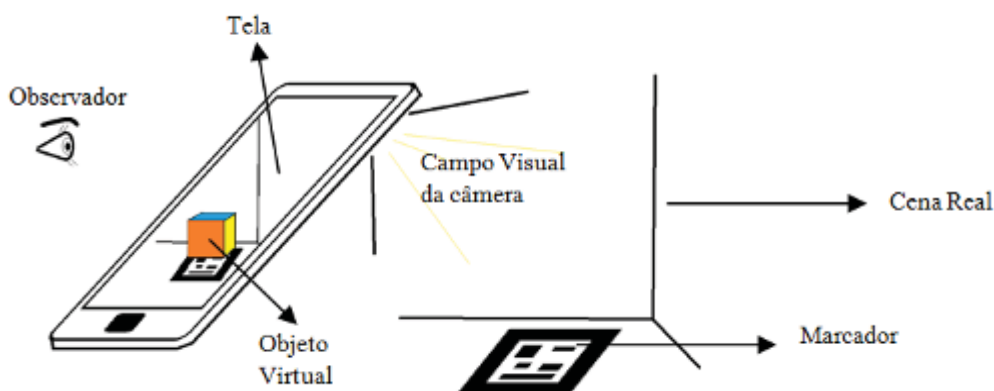
Atualmente uma modalidade bastante popular é a RA móvel que utiliza de dispositivos móveis, tais como, *tablets* e *smartphones* como dispositivos de visão indireta para geração de suas cenas de maneira não imersiva.

O sistema adotado nesta pesquisa foi a RA móvel com o uso de marcadores, onde a aplicação foi desenvolvida para a maioria dos dispositivos disponíveis entre os participantes.

O funcionamento desse sistema simplesmente constitui na apresentação de um marcador na área de captura de imagem da câmera. Em seguida o sistema através de um aplicativo, detecta e rastreia os marcadores, projetando os objetos tridimensionais ou qualquer outra mídia sobre a marca, e estes por sua vez podem ser visualizados simultaneamente pelo usuário, conforme Figura 4.

⁵ Imagem disponível em <http://photopin.com> sob a licença <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0> Acesso em: 21 de Setembro de 2018.

FIGURA 4 - O FUNCIONAMENTO DE UM APLICATIVO EM RA.



Fonte: Macedo, Silva e Buriol (2016, p.03).

Na área de educação, o que se pode observar é que a tecnologia de RA é viável, sendo capaz de oferecer características como alto grau de manutenção do interesse e facilitação da compreensão dos conceitos estudados a partir da possibilidade de interação direta com seus objetos representativos. O aspecto lúdico intrínseco da utilização desta tecnologia também é um fator a se destacar. (FORTE: KIRNER, 2009).

Para Billinghamurst (2002) as aplicações de RA que se utilizam desta característica são implementadas levando-se em conta sua capacidade de usar objetos físicos para manipular as informações virtuais de uma maneira intuitiva. Nestas aplicações, pessoas sem grande conhecimento de computação podem ter uma experiência de interação bastante rica, pois não há *mouse* ou teclado para serem operacionalizados. Esta propriedade habilita todos, desde os educandos mais jovens, a terem contato e autonomia com a tecnologia e assim participarem de uma rica experiência educacional.

No ensino e aprendizado de Matemática as possibilidades de utilização da RA parecem ser quase ilimitadas, pois além de fornecer uma visualização tridimensional de modelos é possível realizar animações, simulações e interações. Isto provoca no educando uma motivação a mais através da experiência visual e da manipulação de dados virtuais, pois cria um ambiente motivador (MACEDO; LEITE, 2013; LEMOS; CARVALHO, 2010; LEITÃO, 2013).

O fato de poder trabalhar com animações pode favorecer a visualização e a compreensão de demonstrações e conceitos que antes tinham que ser explicados pelo professor e imaginados pelos alunos, com a RA é possível não só visualizar,

mas interagir com elas. As simulações podem contribuir na interpretação e na resolução de problemas, uma vez que seus enunciados extrapolam o texto e as figuras estáticas. Outro aspecto fundamental desta tecnologia é o fato de os marcadores acionadores dos modelos virtuais poderem estar impressos no próprio material didático do aluno, que com seu dispositivo móvel, munido de um aplicativo específico faz a RA acontecer automaticamente, no momento certo da leitura e do estudo que está sendo realizando.

Portanto, ao implantar este recurso em aula a mudança não necessita ser tão brusca, uma vez que ela pode ser inserida na própria prática habitual do professor, basta para isso, que os dispositivos móveis sejam liberados para uso em sala.

2.3 A REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

O ponto de partida da maioria das pesquisas é a busca pelos trabalhos já produzidos na temática, visando contextualizar e situar a pesquisa com base em investigações atuais e relevantes. A chamada Revisão Sistemática de Literatura (RSL) tem como objetivo definir e esclarecer um determinado problema, sumarizar estudos anteriores e informar ao leitor o estado em que se encontra determinada área de investigação, identificar relações, contradições, lacunas e inconsistências na literatura, além de indicar sugestões para a resolução de um determinado problema. (VON HOHENDORFF, 2014).

Deste modo, esta seção apresenta, organizadamente, um levantamento dos trabalhos produzidos, nos últimos cinco anos, que envolvam a RA no ensino de matemática, focando principalmente as aplicações, implementações e investigações na Educação Básica.

Segundo Von Hohendorff (2014) uma RSL deve ser composta de definição de um tema ou pergunta a ser respondida, eleição de descritores (ou palavras-chave) para a pesquisa, levantamento organizado de materiais em base de dados, leitura dos textos e levantamento de dados e características das produções, análise dos dados e conclusões gerais. Todo o texto dessa seção, portanto terá como

estrutura este roteiro sugerido. Mesmo cada uma destas partes não seja separada em subtítulos, todas serão descritas e desenvolvidas ao longo dessa seção.

Neste sentido as questões norteadoras do levantamento são:

- Quais e quantas são as produções voltadas para o ensino de matemática da Educação Básica nos últimos cinco anos que exploram o uso de RA como recurso educacional?
- Como foram realizadas estas pesquisas? Quais resultados apresentaram?
- Quais são as convergências e possibilidades apresentadas nestas pesquisas com relação à integração da RA no processo de ensino e aprendizagem de matemática?

Com o intuito de obter dados atualizados e relevantes foram escolhidas como palavras-chave; “RA”, “ensino”, “matemática”, “dispositivos móveis” e “Educação Básica”. Os termos elencados têm o objetivo de sintetizar conceitos gerais que são fundamentais em trabalhos que se pretende levantar nesta busca.

Os registros obtidos tiveram origem em diversas fontes e bases de dados que didaticamente será dividido em dois grupos: as bases de dados convencionais e revistas especializadas.

Assim, a próxima seção apresenta o quantitativo de produções encontradas nessa pesquisa, bem como a análise do refinamento da pesquisa levando em considerações as questões norteadoras indicadas acima.

Como forma de esclarecimento, por base de dados convencionais entende-se como sendo aquelas que costumeiramente são usados por pesquisadores da área de Educação. Sendo as consultadas:

- Banco de Teses e Dissertações da Capes;
- Portal Periódicos da Capes;
- SciELO - Scientific Electronic Library Online;
- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações;
- Google Acadêmico;
- Repositório científico de acesso aberto de Portugal (RCAAP);
- ERIC – Institute of Education Science.

Já para que fosse possível identificar e listar as principais revistas especializadas com publicações interessantes à pesquisa em questão foi realizado alguns procedimentos a fim de conseguir obter um rol relevante de revistas e artigos que envolvessem o uso da RA nas aulas de matemática.

Para tanto, realizou-se os seguintes procedimentos:

- Por meio do site (<https://sucupira.capes.gov.br>) foi obtido uma planilha com todas as revistas científicas que tinham avaliação na área de Educação e a partir desta planilha foi excluídas todas as revistas que não tivessem estrato A1, A2, B1 ou B2. Nesta etapa foi possível identificar 1468 registros.
- Como o número ainda era muito alto para uma pesquisa pormenorizada foi analisado os títulos e excluída da lista todas as revistas cujos títulos não contivessem algum dos seguintes termos: educação, ensino, tecnologia, informática, mídias, pedagogia, computação ou matemática. Também foram excluídos os registros que continham a indicação de que o formato da revista era impresso, o objetivo era manter apenas as revistas com acesso *online*. Após esta etapa a lista ainda apresentava 224 revistas.
- Como ainda permaneceram muitas revistas que continham os termos educação, ensino, entre outros, porém não faziam parte do escopo desejado, uma vez que eram voltadas para diversas outras áreas como: Educação ambiental, Educação física, Ensino de história, História da Educação e outros, por interesses diversos foram igualmente excluídos da lista. Foram também excluídos registros que por ventura fossem duplicados, totalizando ao final desta análise 157 revistas.
- Na última etapa, a busca visava revistas que continham em seu escopo RA, tecnologia educacional, informática escolar ou práticas em sala de aula. Acessando todas as 157 revistas, buscou-se identificar o escopo, porém, quando necessário, a verificação se deu através de uma pesquisa básica com o termo “RA” em uma língua aceita pela revista (inglês, espanhol ou português), caso o resultado apresenta-se pelo menos um registro esta revista

permaneceria na lista caso contrário era excluída. Chegando então a 13 revistas especializadas com publicações sobre RA. Vale ressaltar ainda que, revistas com acesso restrito ou com publicações pagas também foram excluídas.

O Quadro 1 mostra a lista de revistas remanescentes do processo de classificação e denominadas como revistas especializadas.

QUADRO 1 – REVISTAS CLASSIFICADAS COMO ESPECIALIZADAS.

ISSN	Estrato	Título
0883-0355	A1	INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH
0360-1315	A2	COMPUTERS AND EDUCATION
0747-5632	A2	COMPUTERS IN HUMAN BEHAVIOR
1305-8215	A2	EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS, SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION.
1863-0383	A2	INTERNATIONAL JOURNAL: EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING
1695-288X	A2	REVISTA LATINOAMERICANA DE TECNOLOGIA EDUCATIVA
0718-9729	B1	PERSPECTIVA EDUCACIONAL - FORMACIÓN DE PROFESORES
1414-5685	B1	REVISTA BRASILEIRA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO
1646-933X	B2	EDUCACAO, FORMACAO & TECNOLOGIAS.
1982-1654	B2	INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: TEORIA E PRÁTICA
2010-3689	B2	INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND EDUCATION TECHNOLOGY
1679-1916	B2	RENTE. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
1983-2664	B2	REVISTA EDUCACIONAL

Fonte: Plataforma Sicupira (2017)

A partir da definição das bases de dados e das revistas especializadas, foi possível a pesquisa dos trabalhos propriamente dito, buscado nessas fontes, dissertações, teses e artigos que pudessem fornecer dados para responder o questionamento inicial.

Na busca foi utilizado o operador booleano “e”, porém, é importante destacar que diferentes bases de dados podem utilizar diferentes métodos para os operadores booleanos, portanto o quadro abaixo (QUADRO 2) sintetiza em grupos de busca conforme a língua aceita pela base (ou revista) e os descritores. Cada grupo foi sendo inserido ordenadamente e os seus descritores adicionados um a um, quando um descritor adicionado apresentava resultado 0, não se continuava a inserção dos demais.

QUADRO 2 – DESCRITORES UTILIZADOS NAS PESQUISAS

	Português	Inglês	Espanhol
Grupo 1	"RA"	"Augmented reality"	"Realidad aumentada"
Grupo 2	"RA" AND "ensino"	"Augmented reality" AND "teaching"	"Realidad aumentada" AND "enseñanza"
Grupo 3	"RA" AND "ensino" AND "matemática"	"Augmented reality" AND "teaching" AND "mathematics"	"Realidad aumentada" AND "enseñanza" AND "matemáticas"
Grupo 4	"RA" AND "ensino" AND "matemática" AND "dispositivos móveis"	"Augmented reality" AND "teaching" AND "mathematics" AND "mobile devices"	"Realidad aumentada" AND "enseñanza" AND "matemáticas" AND "dispositivos móviles"
Grupo 5	"RA" AND "ensino" AND "matemática" AND "dispositivos móveis" AND "educação básica"	"Augmented reality" AND "teaching" AND "mathematics" AND "mobile devices" AND "K-12"	"Realidad aumentada" AND "enseñanza" AND "matemáticas" AND "dispositivos móviles" AND "educación básica"

Fonte: O Autor (2017)

O resultado de cada busca pode ser vista na tabela 1, ressaltando que em todas as pesquisas a busca avançada de cada uma das bases de dados estava configurada para delimitar a procura entre os anos de 2013 a 2017.

Ao final das buscas foram considerados na pesquisa 180 registros que continham artigos, teses e dissertações. Muitos dos trabalhos encontrados estavam presentes nesta lista por, de alguma forma, referenciar aos termos escolhidos como descritores, portanto foi necessário depurar melhor esta seleção submetendo-os a duas etapas que envolviam a definição de critérios de exclusão e um método mais detalhado para a determinação dos trabalhos eleitos para a leitura completa.

TABELA 1 - REGISTROS NAS BASES DE DADOS SELECIONADAS 02/10/2017.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Incluídos
BASES DE DADOS CONVENCIONAIS						
REPOSITÓRIO CIENTÍFICO DE ACESSO ABERTO DE PORTUGAL	304	47	7	0	-	7
BANCO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA CAPES	143	64	16	0	-	16
SCIELO	22	4	1	0	-	1
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES	4204	19	9	0	-	9
GOOGLE ACADÊMICO	3350	1820	835	357	102	102
ERIC	132	127	8	0	-	8
PERIÓDICO CAPES	53	11	3	0	-	3

Continua

Conclusão da tabela 1

REVISTAS ESPECIALIZADAS						
INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH	1	1	1	0	-	1
COMPUTERS AND EDUCATION	62	55	10	0	-	10
COMPUTERS IN HUMAN BEHAVIOR	76	36	5	0	-	5
EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS, SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION	15	4	0	-	-	4
INTERNATIONAL JOURNAL: EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING	21	16	1	0	-	1
REVISTA LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA	1	1	0	-	-	1
PERSPECTIVA EDUCACIONAL - FORMACIÓN DE PROFESORES	1	0	0	-	-	1
REVISTA BRASILEIRA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO	8	1	0	-	-	1
EDUCACAO, FORMACAO & TECNOLOGIAS.	2	1	0	-	-	1
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: TEORIA E PRÁTICA	2	2	0	-	-	2
INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND EDUCATION TECHNOLOGY	2	2	2	0	-	2
RENOTE. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO	21	4	0	-	-	4
REVISTA EDUCAONLINE	3	2	1	0	-	1
Total de registros encontrados						180

Fonte: Autor (2017)

Contudo após este levantamento é possível perceber que nos últimos 5 anos têm sido desenvolvidos diversos trabalhos envolvendo RA e a Educação (8423) ou ao menos fazem referências a esta relação, porém, apenas 26% deles envolvendo diretamente o ensino (2217) sendo que 11% dos registros encontrados fazem alguma referência à matemática (899). Isso pode expressar a relevância do tema e o volume de interesse que atualmente se aplica às diferentes possibilidades que a RA pode trazer ao ensino, porém na grande maioria dos trabalhos a RA é apenas citada como uma possibilidade para Educação e uma porção ainda tímida desses trabalhos exploram diretamente o uso educacional desta tecnologia.

Como o objetivo é mapear os trabalhos que envolvem o ensino de matemática em especial o da Educação Básica, foi necessário filtrar com mais critérios a busca, chegando aos 180 trabalhos mencionados anteriormente.

Para realizar a classificação dos trabalhos para leitura completa, foi dividido o processo previamente em duas etapas:

Primeira etapa - Fazer a leitura dos títulos e classificar de acordo com os seguintes critérios de exclusão: (1) trabalhos que não envolverem a RA diretamente na pesquisa; (2) registros que não envolverem a disciplina de matemática; (2) réplicas, por estarem indexados em duas ou mais base de dados.

Segunda etapa – realizar a leitura dos resumos dos registros remanescentes da etapa anterior, excluindo os registros que: (1) não estiverem disponíveis por meio

online; (2) não forem Teses, Dissertações ou artigos publicados em revista científica; (3) não envolverem diretamente a Educação básica.

Após este processo de classificação foram elencados 10 trabalhos para a leitura completa e detalhamento. O processo e os resultados obtidos durante a classificação pode ser vista na tabela 2.

TABELA 2 - PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Total de registros 180	Bases de Dados Convencionais	46
	Revistas Especializadas (Extratos A1, A2, B1 e B2).	4
Primeira Etapa - Leitura dos títulos e classificação a partir dos critérios de exclusão <i>180 registros</i>	Excluídos por não envolverem a RA diretamente na pesquisa.	19
	Excluídos por não envolverem a disciplina de matemática	2
	Excluídos por serem réplicas	5
Segunda etapa - Leitura dos Resumos e classificação a partir dos critérios de exclusão <i>25 registros</i>	Excluídos por não estar em disponíveis por meio online	2
	Excluídos por não serem Teses Dissertações ou artigos publicados em revista científica	5
	Excluídos por não envolverem diretamente a Educação Básica	6
10 trabalhos para leitura completa	Teses	0
	Dissertações	7
	Artigos	3

Fonte: O Autor (2017).

Ficou aparente nesta classificação o número de trabalhos que apenas faziam referencias ao uso da RA (119) sem efetivamente trata-la como objeto de pesquisa, outro ponto a se destacar é o número de trabalhos que citavam a matemática, mas, aplicavam sua pesquisa em outras disciplinas (32) como Física, Música, Linguagem, ou ainda envolvem o ensino superior ou pós-graduação (6). Estes números mostram a amplitude de possibilidades de investigação, ao mesmo tempo em que restringiram drasticamente na pesquisa realizada o número de trabalhos que responderiam as questões iniciais, passando, portanto a considerar aptos apenas 10 trabalhos, sendo sete dissertações e três artigos. Foi percebida no período pesquisado, considerando as fontes de pesquisas, a ausência de teses de doutoramento, verificando que há uma carência em pesquisas mais aprofundadas sobre o tema.

Após a leitura pormenorizada dos trabalhos, a análise seguiu critérios pré-estabelecidos, de forma que as informações pudessem ser apresentadas de

maneira organizada e didática e ao mesmo tempo expressassem respostas aos questionamentos iniciais. Para tanto, buscou-se na leitura individualizada encontrar os objetivos, metodologias e os resultados encontrados, afim de, sistematizá-los e confrontá-los com os demais trabalhos. Cada trabalho recebeu um fichamento individualizado com autor/ano, título, modalidade, referência para citação, resumo e comentários. Buscou-se destacar principalmente, público-alvo, objetivo, metodologia, resultados obtidos, principais referências e indicação de trabalhos futuros, conforme Quadro 3.

QUADRO 3 – SÍNTESE DOS TRABALHOS ANALISADOS

(NOVAL, 2013) - Realidade aumentada no ensino da matemática: um caso de estudo – Dissertação	
Público alvo: 100 alunos entre 12 e 14 anos da cidade de Vila Real em Portugal.	
Objetivo: Efetuou um estudo do impacto da utilização de aplicações de RA no ensino da Matemática, identificando as áreas problemáticas onde a RA poderá ser ajudar na aprendizagem e definiu estratégias de aplicação da RA a cada uma dessas áreas problema, em função das suas especificidades.	
Encaminhamento metodológico: Os alunos foram divididos em dois grupos onde um, participou de aulas com material tradicional (de madeira ou plástico) e outro, fazia uso do programa elaborado. As aulas foram preparadas para que durassem 90 minutos e os alunos foram submetidos a testes (pré e pós) onde o objetivo era avaliar o desenvolvimento e o aprendizado do conteúdo proposto. Também responderam a um questionário onde expressaram sua satisfação quanto ao método experimentado por eles.	Resultados: Verificou-se no contexto da pesquisa que na geometria, os conteúdos abordados com mais dificuldade são a identificação da base, altura e realização de cálculos de volumes. A aplicação permitiu uma melhor visualização e percepção da identificação da base e altura, bem como no cálculo de volumes. Os alunos que o utilizaram apresentaram um desempenho superior (10%) em relação aos alunos que aprenderam com materiais tradicionais (-5.6%). Este resultado é reforçado pelo fato de que o grupo de alunos que apresentaram maiores dificuldades foi mais representativo no grupo que não utilizou o programa. Com os resultados a autora avalia que a realidade aumentada pode ser um bom recurso auxiliar no ensino da geometria e apontam para uma vantagem clara da utilização da realidade aumentada em relação aos materiais tradicionais.
(BUJAK, et al., 2013) - A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom – Artigo	
Público alvo: Educação em geral	
Objetivo: Apresentar uma estrutura teórica para a compreensão da aprendizagem com a realidade aumentada a partir de três perspectivas: física, cognitiva e contextual, elenca possibilidades e limites da utilização de objetos matemáticos manipulativos reais e virtuais por meio da realidade aumentada na obtenção de aplicações educacionais.	

Continua

Continua Quadro 3

<p>Encaminhamento metodológico: Trata-se de uma pesquisa teórica que busca discutir diretrizes de desenvolvimento de aplicações educacionais em realidade aumentada a partir do ponto de vista psicológico. Apesar do texto não referenciar uma faixa etária específica, pode-se perceber que a abrangência da pesquisa atinge diversos níveis de ensino inclusive àquela que no Brasil denominamos de Educação Básica.</p>	<p>Resultados: Os autores apresentam relevantes contribuições teóricas sobre os aspectos propostos e ainda destacam: (1) o uso da RA deixa a experiência manipulativa mais natural do que a interface tradicional com mouse e teclado, (2) acreditam que a memorização foi favorecida já que a RA reforça as experiências com ações motoras (3) acreditam que esta tecnologia vai beneficiar a aprendizagem na medida em que consegue reunir os dois mundos manipulativos (real e virtual) de maneira a integrar conhecimentos concretos e abstratos, (4) a vantagem de usar uma aplicação sem a necessidade de treinar os alunos antecipadamente para o uso, dado a instintividade da realidade aumentada, favorece a interação e a colaboração de maneira natural.</p>
<p>(ARAUJO, 2013) - A utilização da realidade aumentada no ensino dos poliedros convexos regulares – Dissertação</p>	
<p>Público alvo: Educação Básica</p>	
<p>Objetivo: Demonstrar a utilização do aplicativo de realidade aumentada associada ao conteúdo de poliedros convexos regulares.</p>	
<p>Encaminhamento metodológico: de maneira teórica explorou diferentes usos para as funcionalidades do programa SISEULER em apoio ao ensino de Poliedros no desenvolvimento de atividades.</p>	<p>Resultados: Ao final, verifica que o aplicativo é de fácil manejo e pode ser manipulado por qualquer pessoa e que sua principal função está relacionada à visualização dos “Sólidos de Platão” facilitando a visualização das faces, arestas, vértices e algumas propriedades importantes destes poliedros, pois o mesmo permite sua manipulação.</p>
<p>(DUNCAN, 2014) - Uso de técnicas de realidade aumentada no ensino de pirâmide – Dissertação</p>	
<p>Público alvo: acadêmicos do curso de licenciatura em matemática.</p>	
<p>Objetivo: Contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem do estudo de pirâmides no Ensino Médio apresentando uma sequência didática que utiliza a realidade aumentada.</p>	
<p>Encaminhamento metodológico: A sequência didática proposta neste trabalho foi experimentada por sete alunos da licenciatura em Matemática, que participaram de um teste exploratório visando avaliar aspectos pedagógicos do material desenvolvido para a aula que teve duração de 4 horas.</p>	<p>Resultados: Quanto à utilização da RA na sequência, os licenciados avaliaram como uma ferramenta atrativa, dinâmica e facilitadora do aprendizado, destacando também a importância de utilizar a tecnologia como uma ferramenta de apoio ao ensino. O que reforça a importância do uso de tecnologias digitais no estudo de Geometria Espacial.</p>
<p>(COLPANI, 2015) - Ar+ g atividade educacionais: um aplicativo de realidade aumentada com gamification para auxiliar no processo ensino aprendizagem de alunos com deficiência – Dissertação</p>	
<p>Público alvo: Duas professoras da Educação infantil e dez alunos com deficiência intelectual.</p>	
<p>Objetivo: auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.</p>	

Continua

Continuação Quadro 3

<p>Encaminhamento metodológico: Foram adotados métodos quantitativos e qualitativos. Na etapa quantitativa, foram mensuradas as habilidades de cada aluno, através do preenchimento de um questionário pela professora que trabalha diretamente com esses alunos, antes da etapa de utilização do aplicativo e após um período de dois meses de uso. Para análise estatística, utilizou-se o teste t. Na etapa qualitativa foi avaliada a usabilidade técnica e pedagógica do aplicativo.</p>	<p>Resultados: Segundo o autor pode - se inferir que AR+G Atividades Educacionais contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de alunos com deficiência intelectual que ainda não haviam sido melhoradas pelos métodos tradicionais de ensino, e ainda que o aplicativo atingisse o objetivo e se mostrou adequado para ser trabalhado com o perfil de usuário em questão, sendo uma ferramenta de fácil aprendizagem e motivadora.</p>
<p>(GOMES, 2015) - Possibilidades do uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos – Dissertação</p>	
<p>Público alvo: Educação Básica.</p>	
<p>Objetivo: verificar como um software com realidade aumentada para a visualização de objetos tridimensionais ajudaria em sala de aula, verificando que tipos de atividades poderiam ser desenvolvidos ao trabalhar geometria.</p>	
<p>Encaminhamento metodológico: De maneira teórica o trabalho apresentou o desenvolvimento de atividades de geometria possíveis de receberem tratamento por realidade aumentada para sua potencialização.</p>	<p>Resultados: Assim a autora conclui que o uso de um software de realidade aumentada seria de grande ajuda na sala de aula, não deixando de lado a importância de outros recursos pedagógicos e do quadro e giz, assim como o diálogo e a interatividade entre docentes e discentes para a evolução da aprendizagem.</p>
<p>(MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016) - Usando <i>smartphone</i> e realidade aumentada para estudar geometria espacial – Artigo</p>	
<p>Público alvo: Ensino Médio.</p>	
<p>Objetivo: Apresentar o desenvolvimento do aplicativo <i>AppiRAMide</i> para o estudo de Geometria espacial por meio de RA usando dispositivos móveis, adicionalmente, foi conduzida uma aula experimental com a aplicação de uma sequência didática usando o material impresso especialmente desenvolvido e o <i>app</i>.</p>	
<p>Encaminhamento metodológico: O experimento foi conduzido em uma aula sobre pirâmides para uma turma de Ensino Médio. A partir de questionários e observações foram levantadas as impressões desses alunos sobre o aplicativo, o material impresso e a sequência didática.</p>	<p>Resultados: Segundo os autores os resultados apontaram para os seguintes aspectos; (1) Os alunos se mostraram receptivos quanto ao uso de dispositivos móveis em sala como recurso pedagógico. (2) A realidade aumentada contribuiu na motivação e interação dos alunos com relação ao conteúdo da aula. (3) Alguns alunos reconheceram o <i>AppiRAMide</i> como uma ferramenta eficiente na visualização de objetos 3D, e isso contribui a aprendizagem do conteúdo abordado. A tecnologia, que foi objeto desse estudo, é mais uma possibilidade para utilização de dispositivos móveis em sala de aula como um recurso pedagógico.</p>
<p>(OLIVEIRA, 2016) - Procedimentos pedagógicos para o processo ensino e aprendizagem de matemática no Ensino Médio: intervenção pela realidade aumentada - Dissertação.</p>	
<p>Público alvo: Ensino Médio</p>	
<p>Objetivo: Um estudo comparativo da aprendizagem de matemática considerando a postura do aluno em relação ao ambiente tecnológico.</p>	

Continua

Continuação do Quadro 3

<p>Encaminhamento metodológico: Foi analisada uma situação na qual o aluno usa aplicações profissionais (Aprender-Usando) e outra na qual o aluno participa do desenvolvimento da aplicação (Aprender-Fazendo). Para isso foi ministrado um minicurso, com duração de vinte horas-aula, onde o aluno conheceu uma ferramenta de autoria (Flaras) que lhe permitiu desenvolver aplicações com RA, no mesmo tema. Para efeitos da análise comparativa, a classe mista participante formada por alunos do Ensino Médio de escolas públicas, foi dividida em duas turmas T1 e T2, e trabalharam em sequências invertidas, ou seja, uma Fazendo-Usando e outra Usando-Fazendo. Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, com uso de questionários, testes e observações para análise comparativa.</p>	<p>Resultados: Pelo estudo comparativo dos gráficos de desempenho geral das duas turmas observou-se que em ambas o acréscimo de aproveitamento foi praticamente igual (95% e 95,5% em relação à porcentagem inicial), mas a T1 teve um aproveitamento absoluto maior (84%) demonstrando melhor conhecimento sobre o conteúdo trabalhado ao final das oficinas. Percebe-se assim que o uso do Flaras permitiu um grande incremento e que a metodologia Aprender Fazendo elevou o aproveitamento dos alunos a um maior patamar. Como as duas turmas apresentaram acentuada melhora nos rendimentos em relação aos conteúdos estudados da geometria, recomenda-se que os professores utilizem a ferramenta Flaras como suporte e apoio tecnológico no desenvolvimento de suas aulas.</p>
<p>(RUIZ – ARIZA et al., 2017) - <i>Effect of augmented reality game pokemon go on cognitive</i> – Artigo</p>	
<p>Público alvo: Adolescentes espanhóis entre 12 e 15 anos.</p>	
<p>Objetivo: Analisar os efeitos do uso em oito semanas do jogo digital PokemonGO no desempenho cognitivo (memória, atenção seletiva, concentração, cálculo matemático e raciocínio linguístico) e inteligência emocional (bem-estar, autocontrole, emotividade e sociabilidade).</p>	
<p>Encaminhamento metodológico: Foi utilizada uma pesquisa de desenho longitudinal, com um grupo de Controle (103 participantes) que não utilizou PokemonGO e outro grupo Experimental (com 87 participantes) que utilizou o PokemonGO durante oito semanas. Foram considerados para a avaliação idade, sexo, IMC, nível de escolaridade dos pais, número de computadores em casa e atividade física moderada a vigorosa (MVPA). Foram utilizados diferentes testes, para a mensuração do desempenho cognitivo e inteligências emocionais dos participantes.</p>	<p>Resultados: A pesquisa mostrou que os participantes que jogaram o PokemonGo apresentam maior nível de atenção seletiva, concentração e sociabilidade do que aqueles que não jogaram, independentemente da idade, sexo, status socioeconômico, instrução dos pais, IMC e MVPA, os participantes jogaram uma média de 40 min / dia durante oito semanas, sendo que os meninos jogam mais vezes por diversão e as meninas para combater o tédio. Os meninos ficaram mais envolvidos na prática diária do jogo, acumulando mais pontos e atingindo um nível superior ao das meninas. Porém, meninos e meninas que jogaram acompanhados por outros jogadores, se mostraram mais felizes e motivados para sair, e todos eles estarão dispostos a testar novas versões do jogo.</p>
<p>(SILVA, 2017) - <i>Utilização de dispositivos móveis e recursos de realidade aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de Platão</i> – Dissertação.</p>	
<p>Público alvo: Ensino Médio.</p>	
<p>Objetivo: Discutir o uso de dispositivos móveis em sala de aula a partir do desenvolvimento do aplicativo <i>ARSolids</i>, que aborda conteúdos de Geometria, através dos sólidos de Platão e suas particularidades por meio da realidade aumentada.</p>	

Continua

Conclusão do Quadro 3

<p>Encaminhamento metodológico: Realizou - se um experimento que foi elaborado com o propósito de identificar e analisar a pré-disposição de docentes em utilizar TIC's, bem como a interação e satisfação do uso do aplicativo <i>ARSolids</i> por alunos e docentes. Através do preenchimento de questionários avaliou, além do desempenho, usabilidade e aceitação da tecnologia experimentada.</p>	<p>Resultados: Com a análise dos resultados o autor constatou que os alunos obtiveram resultado satisfatório utilizando o aplicativo, com uma média de acertos de 82%. A maioria dos entrevistados considera relevante, em relação ao método de ensino tradicional, o uso deste tipo de tecnologia na sala de aula para a abordagem de conteúdos de matemática.</p>
---	--

Fonte: O autor (2017).

Todos os trabalhos analisados avaliam positivamente a utilização da RA para o ensino, porém apenas cinco deles fazem algum tipo de experimentação com alunos, (NOVAL, 2013; COLPANI, 2015; OLIVEIRA, 2016; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; SILVA, 2017), nestes é possível perceber certa preocupação com a avaliação da usabilidade, (COLPANI, 2015; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016), aceitação da tecnologia (NOVAL, 2013; COLPANI, 2015; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; SILVA, 2017) e a mensuração do desenvolvimento de habilidades por parte dos participantes a partir do uso de uma aplicação com RA, (NOVAL, 2013; COLPANI, 2015; OLIVEIRA, 2016; SILVA, 2017), para isso nota-se que na maioria das pesquisas empíricas selecionadas as metodologias empregadas apresentam um misto entre abordagens qualitativa e quantitativa, uma vez que os aspectos subjetivos estavam presentes em suas avaliações. (NOVAL, 2013; COLPANI, 2015; SILVA, 2017; RUIZ - ARIZA, et al., 2017). Contudo, nas pesquisas selecionadas, não houve a ocorrência de pesquisas descritivas que apresentassem aspectos observacionais, ou comportamentais dos experimentos envolvendo a RA em sala de aula.

Além de pesquisas que envolviam experimentações, se observou também trabalhos cuja preocupação principal era teórica (BUJAK, et al., 2013; ARAUJO, 2013; GOMES, 2015) onde a atenção esteve centrada na obtenção de diretrizes de desenvolvimento ou fundamentações teóricas para futuras aplicações em RA voltadas ao ensino, em especial ao de matemática. A formação de professores também esteve presente nos trabalhos, principalmente os nacionais, que de alguma maneira sempre referenciam esta questão e fornecem alguns casos procedimentos

de desenvolvimentos e avaliações voltados aos docentes. (DUNCAN, 2014; COLPANI, 2015; GOMES, 2015).

As temáticas apresentadas são diversas, desde gamificação (RUIZ - ARIZA, et al., 2017; COLPANI, 2015), inclusão (COLPANI, 2015), aspectos psicológicos educacionais (BUJAK, et al., 2013) e até mesmo aspectos relacionados à Educação informal (RUIZ - ARIZA, et al., 2017) na medida em que verifica as possibilidades de utilização de um jogo não pedagógico como recurso educacional.

Quanto aos conteúdos matemáticos abordados, nota-se a prevalência da geometria em detrimento de outros conteúdos, mesmo que autores sugiram a possibilidade e necessidade de intervenções com outros temas (NOVAL, 2013; GOMES, 2015) a grande maioria dos autores focam na geometria (plana ou espacial), justificado pelo apelo visual e facilidade de manipulação desta tecnologia, porém em nenhum trabalho a RA foi utilizada como articulação de mídias, ou seja, possibilidade de vincular os marcadores a vídeos ou sites, explorando o aspecto informacional possibilitado pela RA.

Ao que parece a RA é uma tecnologia educacional emergente e atualmente os trabalhos têm focalizado principalmente a verificação da viabilidade de integração ao processo ensino e aprendizagem e na exploração de metodologias adequadas ao pleno uso desse recurso.

Pelo exposto, após os procedimentos de pesquisa, leitura e análise dos trabalhos, foi possível, encontrar dez pesquisas relacionadas ao ensino de matemática da Educação Básica nos últimos cinco anos que exploram o uso de RA como recurso educacional.

Dentre os trabalhos selecionados foram encontrados três pesquisas estrangeiras (NOVAL, 2013; BUJAK, et al., 2013; RUIZ – ARIZA et al., 2017) e sete nacionais (ARAUJO, 2013; DUNCAN, 2014; COLPANI, 2015; GOMES, 2015; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; OLIVEIRA, 2016; SILVA, 2017), não foram encontradas teses de doutoramento, totalizando, portanto, sete dissertações e três artigos.

As principais preocupações dessas pesquisas envolviam:

- Verificar a usabilidade, aceitação da tecnologia ou o desempenho acadêmico dos participantes ao usarem a RA no aprendizado.

- Descrever o desenvolvimento de uma aplicação educacional em RA para apoio ao ensino.
- Apresentar diretrizes teóricas para fundamentação e desenvolvimento de novas aplicações.

Houve uma prevalência de pesquisas empíricas onde a metodologia apresentava uma abordagem mista (quantitativa e qualitativa), não houve pesquisas essencialmente fenomenológicas, descritivas e observacionais que abordassem as interações, sensações e comportamentos.

Em todos os trabalhos a RA foi avaliada positivamente como um potencial recurso de ensino, destacam-se os aspectos motivacionais e interativos da tecnologia na maioria dos casos. Como foram realizadas estas pesquisas? Quais resultados apresentaram?

Em nove dos trabalhos descritos nesta revisão o conteúdo abordado foi geometria, porém os autores citam a possibilidade de se abordar outros conteúdos curriculares de matemática.

Nos trabalhos que envolveram alunos percebeu-se o esforço em integrar tecnologias, sejam elas “novas” ou clássicas, corroborando com o que afirma Kenski (2012), pois não há a necessidade de se sair da sala de aula nem tão pouco excluir qualquer recurso de aprendizagem.

As possibilidades sugeridas e apontadas pelos autores são inúmeras, abordagens teóricas do uso pedagógico, desenvolvimento de metodologias próprias, desenvolvimento de conteúdos em geometria e outros temas, avaliações cognitivas e comportamentais e tantas outras abordagens são possibilidades de pesquisa. Outras áreas também podem ser exploradas, como vimos, na Educação Especial, gamificação, resolução de problemas, aprendizagem colaborativa e atividade de autoria, são alguns exemplos que merecem investimentos em pesquisas futuras.

Nesta pesquisa a inovação se dá pela elaboração e análise da sequência de atividades, que parece não haver na literatura relacionada ao tema de estudo, proporcionando discussão de aspectos relativos à motivação, interação e aprendizagem do conteúdo de Geometria Espacial por parte de estudantes do Ensino Médio através de um estudo de caso.

Ainda, destacam-se três aspectos da referida proposta de pesquisa:

Na maioria dos trabalhos apresentados na literatura, a descrição possui como foco a usabilidade, na aceitação da tecnologia por parte de docentes e discentes e outros ainda, a funcionalidade do aplicativo, descrevendo informações acerca do desenvolvimento do *software*. A investigação proposta nesta pesquisa concentra-se na observação e análise do processo de ensino e aprendizagem, verificando comportamento do estudante no uso e manuseio da tecnologia e como a integração desta no ambiente escolar foi percebida por ele, dando voz ao participante.

Quase a totalidade dos trabalhos apresentados na literatura, que abordam a RA no Ensino, transforma o ambiente de ensino e aprendizado (sala de aula), ou seja, os estudantes são levados a outros ambientes da escola ou com a presença de pesquisadores “pessoas estranhas”, não havendo a integração desta tecnologia com seu cotidiano escolar ou, ainda, são escolhidos alguns estudantes para participarem de aulas experimentais.

Desta forma, esta proposta de pesquisa procurará integrar a tecnologia RA, por meio de dispositivo móvel em sala de aula, aos conteúdos programáticos da disciplina de matemática previamente planejados para a turma e como pesquisador será o próprio professor haverá poucas mudanças no ambiente natural da sala de aula.

Alguns trabalhos (NOVAL, 2013; DUNCAN, 2014; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016) sobre sequências de atividades realizam as intervenções em poucos encontros. No entanto, para melhor verificação da aprendizagem dos estudantes e integração da RA em sala de aula, entendemos que se faz necessário o uso e acompanhamento de uma sequência de atividades em maior tempo, que inclua um conteúdo completo do Ensino Médio - Geometria Espacial.

Portanto, para que os objetivos desta pesquisa sejam atingidos a escolha metodologia e os encaminhamentos necessários são fundamentais. No próximo capítulo são apresentadas essas escolhas e os encaminhamentos metodológicos da pesquisa.

3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A presente pesquisa trata-se de um estudo de caso qualitativo em Educação, que busca por meio do acompanhamento de uma sequência de atividades, investigar a integração da RA em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Médio. Essa opção metodológica foi escolhida por considerar que os com características de “estudos de caso podem ser usados em avaliação ou pesquisa educacional para descrever e analisar uma unidade social, considerando suas múltiplas dimensões e sua dinâmica natural” (ANDRÉ, 2013, p. 97).

Segundo André (2013) os estudos de caso em Educação de maneira geral tem dois traços comuns: (1) o caso tem uma particularidade que merece ser investigada e (2) o estudo deve considerar a multiplicidade de aspectos que caracteriza o caso, assim deve-se dispender vários procedimentos metodológicos para desenvolver um estudo em profundidade. Dessa forma, a particularidade na presente pesquisa é a presença da RA como recurso pedagógico, pois ainda é tímida a utilização desta tecnologia no ensino de Matemática, podendo inclusive ser considerada uma novidade no processo ensino e aprendizagem dessa disciplina.

Na investigação realizada, a análise isolada de determinados aspectos é insuficiente para compreender todos os elementos que explicam a integração de uma tecnologia no processo educacional, é necessária uma visão múltipla desses aspectos para garantir a profundidade desejada no estudo. Avaliar somente a aprendizagem individual, isoladamente de outros aspectos, não permite perceber ou analisar as interações e comportamentos vividos durante o processo, tampouco evidenciar as dificuldades e potencialidades percebidas na vivência desta integração.

Para captar esta multiplicidade de aspectos a flexibilidade do pesquisador e a variedade de instrumentos de coletas de dados são fundamentais nesta tarefa. Na perspectiva de abordagem qualitativa e no contexto das situações escolares, os estudos de casos que utilizam técnicas etnográficas possibilitam reconstruir os processos e relações que configuram a experiências escolares diárias. (ANDRÉ, 2013). Assim os instrumentos de coleta de dados e técnicas de análise utilizadas são reconhecidamente etnográficas, é nesta interface que se buscou uma maneira mais rica de analisar a dinâmica e as nuances de situações vividas em sala de aula.

Ao contrário de outros delineamentos, no estudo de caso a análise e interpretação de dados é um processo que se dá simultaneamente à coleta de dados. Em virtude da multiplicidade de enfoques analíticos que podem ser adotados a definição de uma sequência e etapas a serem seguidas no processo de análise e interpretação de dados é mais difícil, porém é possível identificar algumas etapas que são seguidas na maioria dos estudos de casos, ainda que de forma não sequencial (GIL, 2010).

Dada a multiplicidade de variáveis inerentes às diferentes formas de coleta de dados três grandes métodos podem ser considerados: (1) ler documentos; (2) observar eventos e (3) fazer perguntas. (ANDRÉ, 2013).

Realizando adaptações necessárias ao descrito por André (2013) a presente metodologia possui as seguintes fases sequenciais e instrumentos de coletas de dados:

- Análise documental - são analisados os documentos que orientam a prática pedagógica e de currículo, tais como, Projeto político pedagógico dos Colégios envolvidos, Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE), Propostas Pedagógicas Curriculares (PPC) da disciplina de Matemática dos colégios envolvidos e os Planos de Trabalhos Docentes (PTD) das turmas envolvidas.
- Elaboração da sequência de atividades - é desenvolvido um material impresso interativo e um aplicativo baseado RA, de tal forma que um complemente o outro, ambos abordando o conteúdo de Geometria Espacial, conforme planejamento (APÊNDICE B), também será aplicado em sala de aula com alunos das turmas participantes da pesquisa.
- Aplicação da sequência de atividades - A proposta foi executada pelo professor-pesquisador em aproximadamente seis encontros de duas aulas (de 100 minutos cada) considerando a necessidade das turmas envolvidas e o processo ensino e aprendizagem do conteúdo.
- Registros do professor – foram também realizado registros de áudio que evidenciam as intenções e impressões, antes e depois, atitudinais e pessoais do professor- pesquisador, orientadas por um roteiro previamente estabelecido (APÊNDICE C).

- Observação do professor-pesquisador em relação aos estudantes ao longo das aulas - foi utilizado o registro áudio-visual do comportamento dos estudantes, dos comentários orais, de suas expressões faciais e corporais.
- Coleta de materiais produzidos pelos estudantes - Ao longo da sequência de atividades os estudantes produziram registros e atividades, os quais foram recolhidos e analisados.
- Questionários – antes (APÊNDICE D) e depois (APÊNDICE E) os participantes foram convidados a responder questionários sobre a atividade, o material e suas impressões com relação à sequência de atividades executada.
- Análise – A partir do estudo teórico proposto foram levantados indicadores da integração da tecnologia e aprendizagem que balizaram a análise do comportamento, das impressões e da produção dos participantes, estes padrões e aspectos foram extraídos da análise dos registros e dos questionários e atividades por meio da organização classificação das respostas e análise das anotações.

Cabe ressaltar que essa pesquisa foi submetida à apreciação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Paraná e aprovada por meio do parecer 2.184.008 (CAAE 69735717.4.0000.0102) e, pelo fato de envolver estudantes e colégios da rede pública de Educação, a mesma também foi analisada e autorizada pela superintendência da Secretaria Estadual de Educação do Paraná. Com os devidos documentos legais (ANEXO A) e autorizações a atividade em campo pode ser realizada, respeitando a ética e todos os trâmites legais cabíveis a este tipo de pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS E DO MEIO QUE ESTÃO INSERIDOS

Os participantes da pesquisa são estudantes de dois colégios públicos de Guaratuba, cidade litorânea do Paraná. Por questões éticas seus nomes serão omitidos, sendo ao longo do texto identificados apenas por colégio A e colégio B. A maioria possui entre 15 e 19 anos, cursistas de 2º e 3º anos do Ensino Médio Regular ou 3º e 4º ano do curso de formação de docentes.

No Colégio A as turmas participantes são do Ensino Médio regular, do 2º ano período noturno e 3º ano período matutino. No terceiro ano, com 32 estudantes matriculados e no 2º ano serão envolvidas duas turmas do período noturno com 43 alunos no total, porém nem todos os alunos matriculados continuam frequentando.

Segundo o Projeto Político Pedagógico⁶ da instituição, o Colégio atende a estudante sem sua maioria de famílias de classe média e baixa, pois a comunidade escolar é formada basicamente por: funcionários públicos, aposentados, pequenos comerciantes, operários da construção, pescadores, autônomos, marinheiros, catadores de material reciclável, caseiros, jardineiros, diaristas e pequenos proprietários rurais. Conta também com uma pequena parcela da população sem vínculo empregatício, e que dependem dos programas sociais e governamentais e ainda por famílias flutuantes que constantemente mudam de domicílio entre Municípios/Estados. O nível de escolarização dos pais dos estudantes é diversificado, no período da manhã a maioria possui Ensino Médio e superior, no período da tarde e noite a maioria possui Ensino Fundamental incompleto e médio, sendo que existe ainda, uma minoria de pais analfabetos, devido suas condições socioeconômicas.

A formação das turmas segue alguns critérios não muito rígidos. Os estudantes do período noturno fazem a opção por este período porque normalmente são trabalhadores. Para o turno matutino, que é o de maior procura, os responsáveis que efetivarem por primeiro a matrícula terão as vagas asseguradas neste período, para o turno da tarde acabam ficando estudantes que não obtiveram mais vaga no período matutino e outros por opção. Uma vez o estudante matriculado no turno, ele permanecerá neste, até o término do curso, exceto quando há necessidade de fazê-lo por motivos justificáveis. O responsável ou o estudante quando maior de idade preenche o requerimento de mudança de turno e quando houver vaga a mudança é efetivada a não ser em caso de apresentação de declaração de trabalho, saúde ou qualquer problema que justifique esse remanejamento.

No Colégio B Freitas a pesquisa foi aplicada em duas turmas do curso de formação de docentes em nível médio integrado; no 3º ano haverá 31 participantes e no 4º ano da Manhã, 27 participantes, ambos no período matutino. Uma

⁶ Informações disponíveis no site do colégio A, sendo omitido o endereço eletrônico salvaguardando a identificação do colégio conforme orientação do comitê de ética.

característica dessas turmas é o fato de possuírem um baixo número de participantes do sexo masculino (sendo apenas três no terceiro ano e um no quarto ano).

Segundo o Projeto Político Pedagógico⁷ do Colégio B os estudantes, são provenientes de diversos extratos sociais, culturais e diferentes faixas etárias. São filhos de pescadores, comerciantes, funcionários públicos, entre outras atividades. Muitos são estudantes trabalhadores informais, domésticos, empregados em atividades turísticas ou em estágios remunerados. Destaca que os estudantes que ingressam no Ensino Profissional tendem a apresentar um nível de comprometimento educacional diferenciado, tendo em vista a característica da profissionalização, porém há aqueles que não se adaptam ou não se identificam com o curso, que se transferem ou abandonam gerando um aparente problema de evasão escolar, contudo, os concluintes vêm historicamente, apresentando um rendimento acadêmico elevado, com bons resultados no ingresso em nível superior de escolaridade e no mercado de trabalho.

Assim caracterizados pelos Projetos Políticos Pedagógicos de suas escolas os participantes da pesquisa ainda foram submetidos a um questionário inicial que teve por objetivo identificar o perfil tecnológico e estudantil dos mesmos. Os resultados e a análise desses dados são apresentados na seção 5.2.1 da dissertação.

⁷ Informações disponíveis no site do colégio B, sendo omitido o endereço eletrônico salvaguardando a identificação do colégio conforme orientação do comitê de ética.

4 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO E DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

Por material didático será considerado o material impresso (roteiro de aprendizagem) e o aplicativo desenvolvido (*PolyhedRApp*). Em sua elaboração buscou-se observar a DCE do Estado do Paraná, as PPC's da disciplina de Matemática dos colégios envolvidos e PTD's das turmas envolvidas em todas as etapas, desde a escolha dos conteúdos abordados aos objetivos de aprendizagem almejados.

Para o Ensino Médio a DCE (PARANÁ, 2008) traz o conteúdo de Geometria Espacial como um desdobramento do Conteúdo Estruturante da disciplina de matemática, chamado Conteúdo Básico, onde menciona que este conteúdo deve ter “o espaço como referência, de modo que o aluno consiga analisá-lo e perceber seus objetos para, então, representá-lo” (PARANÁ, 2008, p.56). Com isso o estudante deve compreender a nomenclatura, estrutura e dimensões dos sólidos geométricos e cálculos de medida de arestas, área das faces, área total e volume de prismas retangulares (paralelepípedo e cubo) e prismas triangulares (base triângulo retângulo), incluindo conversões.

Em específico ao Ensino Médio, a Geometria Espacial deve “garantir ao aluno o aprofundamento dos conceitos da geometria plana e espacial em um nível de abstração mais complexo” (PARANÁ, 2008, p. 56). Neste nível, portanto, é necessário conhecer as demonstrações das fórmulas e teoremas, além de conhecer e aplicar as regras e convenções matemáticas tanto no estudo da geometria de posição como no cálculo de área de figuras geométricas planas e espaciais e de volume de sólidos geométricos, em especial de prismas, pirâmides (tetraedro), cilindro, cone e esfera (PARANÁ, 2008). Com isso, optamos pelo tema poliedros para a abordagem do material desenvolvimento para esta pesquisa, buscando atender a DCE (PARANÁ, 2008), PPC's e PTD's das turmas envolvidas na pesquisa.

Os conteúdos específicos, atividades e objetivos de aprendizagem trabalhados pelos roteiros de aprendizagem, explicitados no Apêndice B, foram

elencados a partir de duas fontes: o Caderno de Expectativas de Aprendizagem⁸, que estabelece os objetivos a serem alcançados ao final do Ensino Médio e os livros didático disponíveis para escolha pelo PNLD⁹ período 2015 -2017 para uso nos colégios públicos. Com isso os objetivos de aprendizagem almejados ao final da sequência de atividades é que o participante seja capaz de: Diferenciar bidimensional e tridimensional, corpos redondos e poliedros; Operar com as propriedades fundamentais dos poliedros, reconhecendo seus elementos e relações e Operar com as propriedades fundamentais dos corpos redondos, reconhecendo seus elementos e relações.

O desenvolvimento e a aplicação da sequência das aulas tiveram como premissa a possibilidade de seis encontros de duas aulas (de 50min), contando com o encontro preliminar e final. O quadro de planejamento dos encontros pode ser visto no Apêndice B.

Foram contemplados os temas iniciais de geometria espacial, com foco no estudo dos poliedros abordando os conceitos iniciais de geometria espacial, os poliedros, os poliedros regulares e os poliedros convexos (prismas e pirâmides).

Cada roteiro de aprendizagem foi pensado de maneira a integrar os conteúdos escolhidos para a sequência de atividades com os suportes multimídias fornecidos pela possibilidade de uso da RA, tais como imagens, vídeos e simulações virtuais. Cada aula foi planejada e pesquisada a partir de livros didáticos do Ensino Médio e materiais da *internet*. Num segundo momento as questões e as atividades foram concebidas e redigidas para só depois ser desenvolvida a cena em RA¹⁰ que se integraria e complementaria as aulas. Este ciclo (

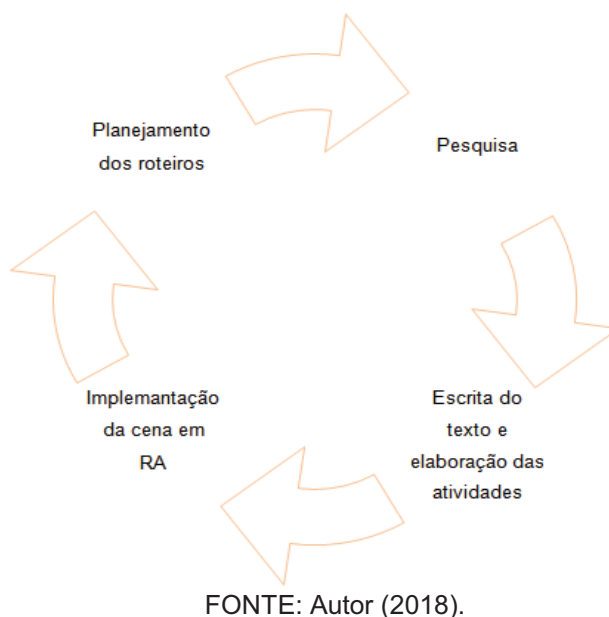
FIGURA 5) seguiu em todo o processo.

⁸ O Caderno de Expectativas de Aprendizagem é um documento fornecido pela Secretaria da Educação do Estado do Paraná que visa subsidiar a elaboração da Proposta Pedagógica Curricular e do Plano de Trabalho Docente. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/caderno_expectativas.pdf Acesso em 12 de Fevereiro de 2017.

⁹ PNLD - Plano Nacional do Livro Didático – Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12391& Acesso em jun. de 2018.

¹⁰ A cena em RA, como já mencionada na seção 2.2 é o que o participante vai ver na tela do dispositivo quando sua câmera é posicionada a um dos marcadores, ou seja, é a imagem da paisagem do ambiente real adicionada com os elementos virtuais simulados pelo aplicativo.

FIGURA 5 - CICLO DE DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL DIDÁTICO



A sequência de atividades foi adequada de maneira que permitisse o pleno cumprimento dos objetivos relacionados ao conteúdo e possibilitassem um período suficiente para que as observações pudessem ser realizadas.







A seguir será descrito o desenvolvimento do material impresso e do aplicativo, sem ter preocupações técnicas específicas, uma vez que o objetivo da pesquisa é o uso e não a criação deste material. Contudo, buscaram-se mostrar de uma maneira objetiva algumas escolhas e delineamentos que explicam o resultado final dos roteiros e do aplicativo. É importante ressaltar que se pretende realizar adequações e correções no material inicialmente produzido, caso os resultados finais da pesquisa ou questões práticas em salas mostrarem a necessidade para tal reformulação.

4.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM

A abordagem dada aos roteiros de aprendizagem visa promover a interação entre professor – estudante – conhecimento por meio de questionamentos e reflexões sobre mídias integradas pelo *PolyhedRA*pp, tais como, imagens 2D, 3D, vídeos e simulações.

O texto dialogado e relativamente curto teve a intenção de não tomar tempo de leitura e fazer o encaminhamento das atividades e apresentação dos conceitos de maneira objetiva. Ainda contempla ícones e imagens para organizar e ajudar na instrução do que fazer em cada momento (QUADRO 4), bem como o tipo de interação, tornando um material “confortável” para a leitura e esteticamente aceitável.

QUADRO 4 - DESCRIÇÃO DE ÍCONES E SEÇÕES DOS ROTEIROS

 REFLETIR E REGISTRAR	<p>Esta seção traz questões que devem ser registradas, tais como: noções iniciais, conjecturas e observações.</p>
 PARA FAZER	<p>Para fazer são atividades instrucionais onde os alunos terão que preencher uma tabela, resolver exercícios responder as questões, que em sua maioria abordam conceitos já apresentados no texto.</p>
 PARA INTERAGIR	<p>Quando a atividade traz este ícone, significa que o estudante deve interagir, com uma simulação virtual, com um colega ou ambas.</p> <p>Na maioria das vezes é seguido de um refletir e registrar.</p>
	<p>Toda imagem que apresenta este ícone é marcador de RA e portanto ao apontar o dispositivo móvel algo deve ocorrer.</p>
 SABER MAIS	<p>Saber mais é complementar ao texto e pode trazer vídeos, links , textos e imagens.</p>
 SISTEMATIZAÇÃO	<p>Trazem informações de sistematizações a serem feitas ao final de cada aula.</p>

FONTE: Autor (2018)

Os roteiros de aprendizagem possuem a intenção de deixar o uso da tecnologia de maneira mais livre para a exploração do conteúdo, respeitando a velocidade de aprendizagem de cada aluno e uma avaliação dinâmica. Em cada aula são produzidas respostas pelos estudantes, sendo possível a avaliação e análise pelo professor.

Na seção 5.1 são apresentados os objetivos de aprendizagem de cada roteiro de aprendizagem, bem como, a descrição de suas atividades.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO *PolyhedRApp*

A necessidade da criação de um aplicativo próprio para a pesquisa surge da dificuldade de encontrar um aplicativo existente gratuito e em língua portuguesa, que atendesse aos interesses da investigação que propomos.

Cabe ressaltar que o trabalho de desenvolvimento do aplicativo em questão não é fruto de um trabalho profissional, uma vez foi desenvolvido pelo próprio pesquisador, que como já mencionado, não tem formação na área de informática e, portanto, todo o processo apresentado a seguir, é resultado de pesquisas em tutoriais, vídeoaulas, tentativas e erros, sem, portanto seguir uma metodologia com rigidez e aprofundamento técnico.

O nome *PolyhedRApp*, dado ao aplicativo, é composto de elementos integram justamente sua concepção: *Polyhedra* + RA +App, fazendo referência, respectivamente, a palavra poliedro em grego, a sigla correspondente à tecnologia utilizada (realidade aumenta) e App comumente utilizado para aplicações para dispositivos móveis.

No processo de desenvolvimento do *PolyhedRApp* foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Notebook Samsung X23 Intel Core i5, 8GB de RAM HD 1 TB e placa dedicada GeForce 920MX de 2GB.
- Webcam 3.0 megapixel (Simples).
- Tablet multilaser MXL de 10" com sistema Android 4.3.3 e um smartphone Samsung GranPrime duo para os testes.

Basicamente a preparação do ambiente e o desenvolvimento do aplicativo ocorreram em quatro fases: preparação do ambiente de desenvolvimento, pré-produção, implementação e testes (FIGURA 6).

FIGURA 6 - PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PolyhedRAApp



FONTE: Autor (2018)

4.2.1 Preparação do ambiente de desenvolvimento

A preparação do ambiente (FIGURA 6) foi feita após uma pesquisa sobre os tipos de *softwares* e métodos de criação de aplicativos em RA. Diversas são as plataformas que possibilitam a criação deste tipo de aplicação, porém optou-se por uma escolha baseada na gratuidade da licença de uso, documentação e nível de conhecimento técnico exigido. Por tanto, os programas utilizados foram; *Inkscape*, *EasyAR*, *Unity5*, *SketchUp*.

Para a criação dos marcadores foi utilizado o *inkscape*, este programa é um software aberto que permite criação e edição de desenhos vetoriais e manipula imagens.

O *EasyAR* é uma biblioteca de visão computacional da empresa chinesa *VisionStar* ela disponibiliza seus recursos sob uma licença básica com boa documentação. Além de ser multiplataforma, ou seja, permitir seu uso em diversos sistemas 3D na criação de cenas em RA.

A *Unity5* é uma *Game Engine*, ou seja, um programa para desenvolvimento de jogos, compatível com a maioria das plataformas existentes, desde computadores a *smartphones*. A *Unity5* fornece gratuitamente o programa para estudantes e pessoas interessadas em desenvolver jogos sem fins comerciais. Fornece documentação vasta em seu site e disponibiliza tutoriais, vídeo aulas e exemplos de jogos para aprendizes. Sua interface é relativamente fácil podendo ser utilizada mesmo que o usuário não tenha conhecimento de programação, porém ofereça suporte para diversas linguagens como *C++*, *Java*, *C#* e *Javascript* e aplicações mais complexas e profissionais.

O *SketchUp* é um *software* de desenho relativamente fácil de usar e opera num ambiente 3D. Ele possibilita os usuários criarem desde esboços até projetos profissionais de forma fácil e tridimensional. Inicialmente dedicado à criação de

projetos em 3D de arquitetura e engenharia civil, o software *SketchUp* teve sucesso pela facilidade do seu uso e hoje é utilizado por diversas outras áreas, incluindo a educacional. Não é software livre, porém tem versão gratuita com algumas limitações de uso.

O *SketchUp* e a *Unity5* são fornecidos pelos sites das empresas, elas pedem registro para download e fornece tutorial e instalação.

Para instalação do *EasyAR*, é importante baixar o pacote “*EasyAR for Unity*” no site da empresa e importá-lo a partir do comando “asset package” via menu da *Unity5*. O programa irá mostrar a lista de arquivos, basta a confirmar operação clicando em “import”.

Após estes passos o sistema está pronto para a criação das cenas em RA.

Não há a intenção de este texto fornecer um manual de como desenvolver a aplicação, porém é possível encontrar no site da *EasyAR* tutoriais de instalação e implementação de cenas, bem como possuem diversos vídeos e sites pela internet que ensinam a utilizar as ferramentas mencionadas anteriormente.

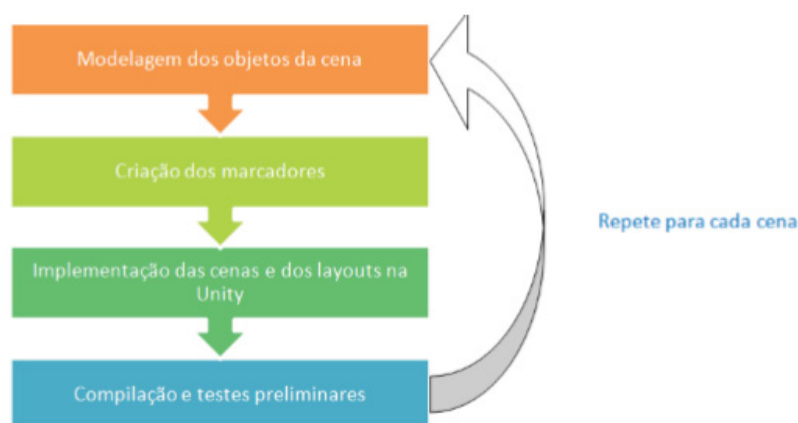
4.2.2 Pré-Produção

Aqui o termo pré-produção será utilizado para definir o momento de concepção das cenas em RA vinculadas a proposta das aulas. Antes de iniciar o desenvolvimento foram definidos a partir do material impresso, quais seriam; os conceitos animados e simulados, quais objetos 3D utilizados, como as animações e simulações funcionariam e ainda a criação da interface.

4.2.3 Implementação

A implementação consistiu a partir das decisões tomadas na pré-produção, na modelagem dos objetos da cena, criação dos marcadores, implementação das cenas e programação das animações, criação dos layouts na *Unity5*, compilação e testes. Esses passos foram repetidos para cada cena criada.

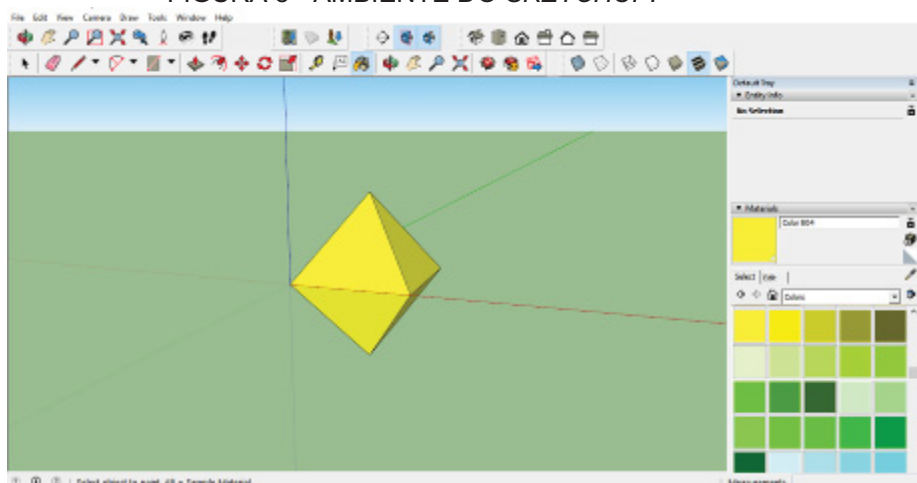
FIGURA 7 - PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DE CADA UMA DAS CENAS



FONTE: Autor (2018)

Os objetos virtuais foram modelados utilizando o software *SketchUp* e, então, exportados em formato (.obj) para que pudessem ser importados pelo *Unity5*.

FIGURA 8 - AMBIENTE DO SKETCHUP.



FONTE: Autor (2018)

Algumas das imagens que foram utilizadas como marcadores para as cenas foram geradas a partir da própria cena (virtual), para que tivesse uma relação direta entre conceito e animação.

O processo de implementação de cada cena consiste em inserir no *Gameobject* configurado os modelos que coexistirão no palco, dimensioná-los modificando a escala e posicioná-los na cena adequadamente, e ainda preparação da interface. Outra etapa é a animação, nela os objetos recebem a programação das ações que ocorrerão durante a cena e a interação com os botões da interface.

A *Unity5* permite a compilação do projeto em diferentes plataformas, no presente trabalho optou-se por uma compilação em Android.

4.2.4 Testes

Em cada etapa e compilações foi necessário testar o *PolyhedRApp* em diferentes aparelhos a fim de verificar as escalas, cores e layouts. A cada teste foi colhido informações que, apesar de não seguir um rigor metodológico, serviram como subsídios de reconfiguração, até chegar ao que se desejava.

O Apêndice H traz os *links* do material didático disponíveis para download, organizado por encontros, com descrição e orientações.

Finalizada a descrição do desenvolvimento do material didático utilizado na pesquisa, o próximo capítulo busca organizar os resultados e análises obtidos.

RELATÓRIO DOS ENCONTROS, RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DE DADOS

Na pesquisa educacional as perguntas devem: (1) desvelar a invisibilidade da rotina diária (“tornar” o que nos é familiar, estranho); (2) considerar a necessidade de entender e documentar detalhadamente a prática social concreta dos autores; (3) ter a necessidade de estudar o significado local dos acontecimentos para os atores; (4) buscar um entendimento comparativo de diferentes locais onde ocorrem ações sociais e, (5) assumir a necessidade do entendimento comparativo que vai além da compreensão imediata das circunstâncias locais da ação (ANDRÉ, 2012).

Portanto, a leitura exaustiva e a organização dos dados devem ser minuciosamente sistematizadas de maneira a evidenciar padrões e unidades de análise que respondam as questões da pesquisa e deixem o pesquisador familiarizado com os dados obtidos.

Ao analisar os dados comumente é utilizada a triangulação por meio de um ou mais métodos para verificar se os resultados obtidos são semelhantes, com vistas a reforçar a validade interna dos resultados. No caso da pesquisa que envolve técnicas etnográficas, o propósito desse processo é ampliar a compreensão dos dados, contextualizar as interpretações e explorar a variedade dos pontos de vista relativos ao tema (GIL, 2010).

Assim a triangulação consiste fundamentalmente em confrontar as informações obtidas por uma fonte com outras, com o objetivo de corroborar com os resultados da pesquisa, por similaridade. Assim, quando são obtidas informações de três ou mais fontes e pelo menos duas delas mostram convergência, o pesquisador percebe que os resultados podem ser corroborados. Se, contudo os resultados apresentarem divergência, o pesquisador decidirá pela rejeição da explicação ou pela necessidade de informações adicionais. (GIL, 2010).

No processo de investigação da sala de aula a observação direta das situações de ensino e aprendizagem, a leitura e análise do material didático utilizado pelo professor e o material produzido pelo aluno são ferramentas básicas de obtenção dos dados (ANDRÉ, 2012). Contudo, na pesquisa aqui apresentada optou-se pela complementação dos registros, por meio de gravações das aulas (em vídeo e áudio) questionários e notas do professor-pesquisador.

Cada um dos instrumentos de coleta de dados dessa pesquisa possui uma intenção específica: o registro do professor-pesquisador busca revelar suas intenções e impressões; o registro das aulas em vídeo fornece a movimentação, organização e a dinâmica da aula; o registro de áudio da aula (fixa no professor - pesquisador) pretende mostrar os momentos de interação entre ele e os estudantes; os questionários são subsídios mais amplos onde se podem fazer perguntas a todos e finalmente o material produzido pode fornecer a síntese do que foi aprendido e como foi a compreensão do material elaborado.

Por meio de triangulação, pretende-se validar similaridades encontradas por sobreposição de acontecimentos e interações ou diferenças importantes observadas. Para tanto, transcrições parciais e relatórios são ferramentas fundamentais nesta análise bem como tratamentos quantitativos aos resultados dos questionários.

Para melhor apresentar os resultados obtidos durante a coleta de dados, destacando os pontos importantes e buscando ao máximo preservar a identidade dos participantes foram tomadas duas providências: (1) usar um sistema de codificação para as turmas e participantes e (2) apresentar os objetivos e objetos educacionais por encontro, mesmo que os encontros não foram realizados necessariamente de maneira simultânea e, em algumas turmas ocorreram situações especiais que exigiram medidas excepcionais, como por exemplo, mais tempo e/ou adaptações.

Cada turma foi identificada por uma letra maiúscula do alfabeto, portanto as turmas serão identificadas como TURMA A, TURMA B, TURMA C, TURMA D e TURMA E. Os alunos receberam uma codificação que indica a turma e um número associada à ordem de envio do questionário inicial (via *googledocs*), ou seja, para um participante da Turma A sua codificação é PA##, onde ## indica a ordem de envio do questionário. Essa lista tem sua ordem aleatória e, portanto, é difícil a priori saber a identificação do participante em questão, preservando assim, sua identidade. Em relação ao professor-pesquisador, esse foi identificado como PP.

Na próxima seção, serão apresentadas as descrições dos objetivos e objetos educacionais organizados por encontros, buscando destacar as aproximações e distanciamentos percebidos e, por fim, a análise dos dados obtidos.

4.3 DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS E OBJETOS EDUCACIONAIS POR ENCONTROS

Em cada encontro buscou-se executar o que foi antecipadamente planejamento (APÊNDICE B), contudo algumas adaptações foram realizadas atendendo a dificuldades e situações excepcionais que ocorreram e foram relatadas.

4.3.1 1º **Encontro:** Apresentação, documentação, instalação dos aplicativos e questionário inicial

Esta primeira aula teve como objetivo apresentar o projeto de pesquisa, bem como, realizar os convites aos estudantes da turma a participarem da pesquisa. Com a presença em sala da equipe pedagógica (quando possível) o projeto foi apresentado por meio de slides, passando então a ser distribuído e orientado o preenchimento dos documentos relativos à livre concordância da participação na pesquisa (APÊNDICE A) e na permissão dos registros áudio visuais através do direito de imagem (APÊNDICE A). Tão logo os estudantes compreenderam o propósito da pesquisa e aceitaram participar passamos a um segundo momento em que foram convidados a responder um questionário (online) com questões iniciais (APÊNDICE D). Durante o preenchimento da documentação e aplicação do questionário no laboratório de informática¹¹ foram simultaneamente sendo instalado o aplicativo nos celulares de cada um dos alunos. Esta aula não houve gravação, pois ainda não havia a declaração de direito de imagem dos alunos.

Durante a apresentação do projeto os estudantes fizeram questionamentos e puderam propor sugestões para o andamento dos encontros, os principais questionamentos eram acerca do funcionamento do aplicativo, a relação entre as atividades e suas notas e como seria a análise dos registros. Foi esclarecido então que: as atividades formais que avaliariam seu desempenho nos conteúdos seguiriam as normas da escola e da legislação em atividades escritas e que as atividades desenvolvidas durante a aula teriam um caráter conceitual, portanto, de construção dos conceitos e não avaliativos (do ponto de vista escolar), ou seja, não seriam

¹¹ Este é único momento da pesquisa em que foi utilizado o laboratório de informática, pois não havia possibilidade de acesso à internet para que todos os alunos preenchessem o questionário (on line) pelo celular e em sala de aula.

atribuídas notas a estas atividades; e que as análises dos registros seriam conhecidas apenas pela equipe de pesquisa (pesquisador e orientador), os quais seriam os únicos que detinham o conhecimento da identidade de cada um. Quanto ao funcionamento do aplicativo a própria apresentação fazia um apanhado geral de como funciona a RA.

Os documentos de concordância foram também enviados aos pais, e retornaram assinados no 2º encontro.

O primeiro encontro foi realizado em todas as turmas de maneira satisfatória, alguns participantes faltaram, portanto, foram convidados em outros momentos para responderem ao questionário inicial e ainda juntamente com os que por ventura não puderam instalar o *app* realizar a instalação no início do segundo encontro.

4.3.2 **2º Encontro:** Roteiro de aprendizagem 1 – Geometria Espacial: os conceitos iniciais

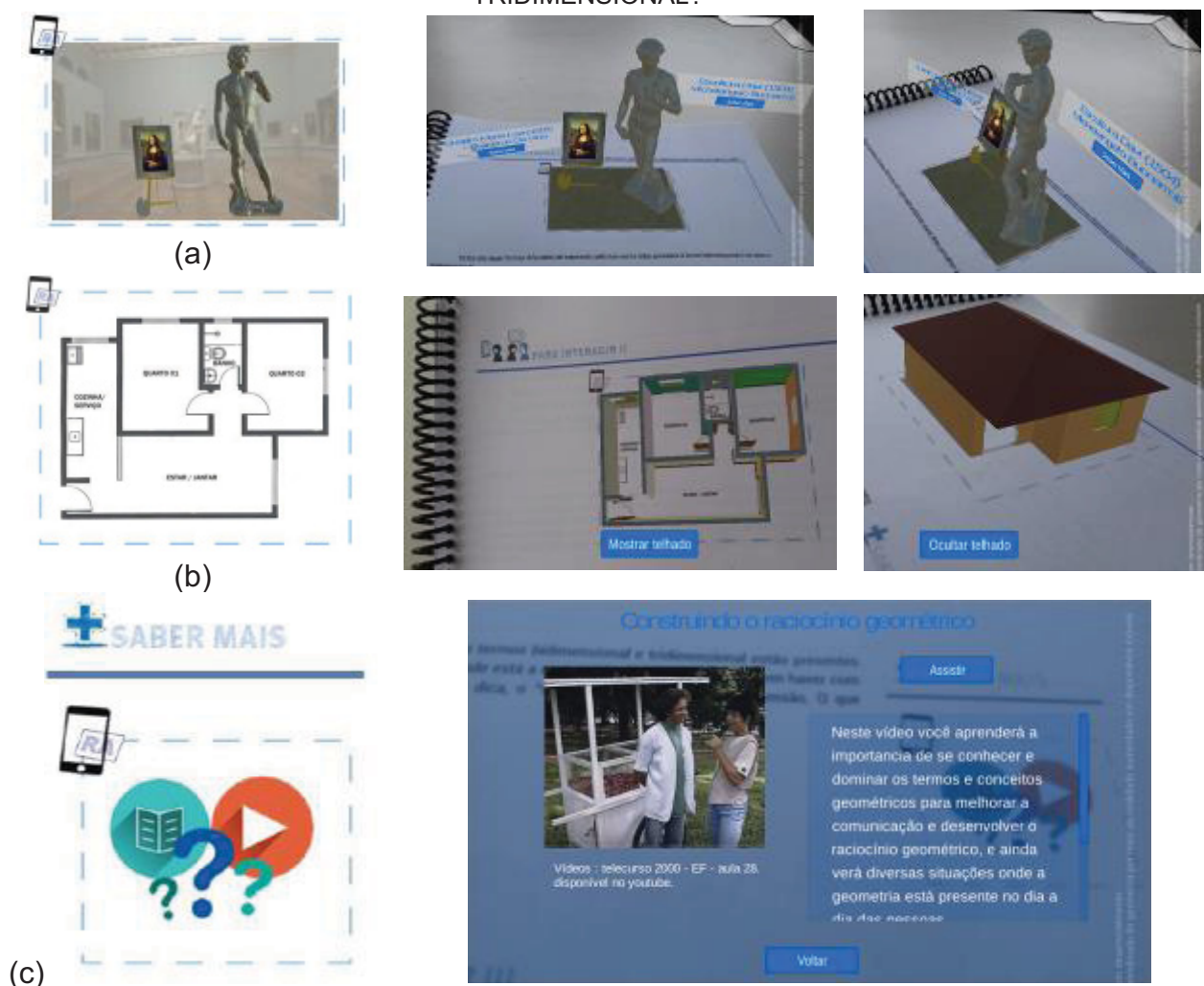
Neste encontro o objetivo foi de apresentar os conceitos iniciais de geometria espacial, principalmente, diferenciar os conceitos de tridimensional e bidimensional em diferentes contextos e ainda, diferenciar e conceituar poliedros e corpos redondos.

De maneira geral, em todas as turmas, foram apresentados os passos do roteiro de aprendizagem, o funcionamento do aplicativo e foi feita a distribuição do material impresso, logo no início do encontro. Os participantes organizaram-se livremente em grupos ou individualmente conforme a disponibilidade de celulares. A partir do roteiro de aprendizagem proposto deram início ao trabalho com o material e o aplicativo discutindo e respondendo as atividades, na medida em que os grupos solicitavam, ao professor - pesquisador atendia-os individualmente. Ao final do encontro (em algumas turmas) foi realizada sistematização onde o professor - pesquisador convidou os participantes a compartilhar seus registros, criando uma definição geral com toda a classe.

Já nas primeiras interações do material foi possível perceber como os participantes discutiam as questões propostas utilizando argumentações baseadas na simulação em RA. A reflexão buscava construir uma diferenciação entre bidimensional e tridimensional em diversas situações. Na arte (FIGURA 9a), na arquitetura (FIGURA 9b), por meio de uma cena em RA e de diversas outras formas,

mostrada por meio de um vídeo¹² sobre o tema, que poderia ser acessado via RA no marcador do roteiro de aprendizagem (FIGURA 9c).

FIGURA 9 – CENAS RA: QUAL A DIFERENÇA ENTRE BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL?



Fonte: O autor (2018).

Os questionamentos que provocavam a reflexão foram: Qual a diferença entre figura plana e espacial? Após a sequência de interações e reflexões os participantes foram convidados a escrever uma definição do que entenderam por bidimensional e tridimensional. Ao final do encontro foi feita a sistematização e alguns alunos apresentaram suas respostas e todos registraram e seus cadernos esta sistematização.

¹² Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MhmBtQ8Po6Y&t=40s> acesso em jun. de 2018.

A segunda reflexão deste encontro foi discutir modelos geométricos e os objetos reais. O roteiro de aprendizagem provocava os participantes a observarem uma simulação (FIGURA 10) e a responder uma tabela onde deveriam identificar objetos reais que poderiam se associados aos modelos desenhados na atividade.

FIGURA 10 – CENA RA: MODELO MATEMÁTICO X OBJETOS REAIS.



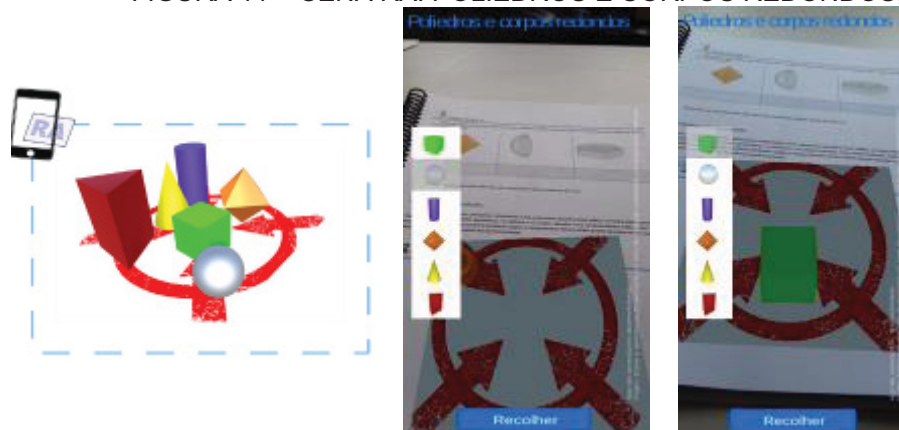
Fonte: O autor (2018).

Neste caso, a simulação teve o objetivo de dar exemplos do conceito abordado e provocar a imaginação do participante a cerca da associação de modelos geométricos e objetos reais.

Nas respostas dadas pelos participantes (o qual será analisado no próximo capítulo), foi possível perceber que todos completaram corretamente a tabela do roteiro de aprendizagem, indicando que a compreensão da atividade foi satisfatória.

No último momento do roteiro de aprendizagem, discute-se a classificação de sólidos geométricos em poliedros e corpos redondos. Para a construção deste conceito o participante é convidado a jogar de maneira virtual, sólidos em um plano (em RA) é uma simulação com interação com o usuário, conforme Figura 11.

FIGURA 11 – CENA RA: POLIEDROS E CORPOS REDONDOS,



Fonte: O autor (2018).

4.3.3 3º Encontro: Roteiro de aprendizagem 2 – Os poliedros .

O objetivo do roteiro de aprendizagem é discutir os poliedros, para isso as atividades foram desenvolvidas no sentido de que os participantes possam ao final do encontro: Definir e classificar os poliedros: Reconhecer os elementos de um poliedro e Identificar em objetos reais formas poliédricas.

Os participantes exploraram animações em RA relativas à definição de poliedros, nomeação dos poliedros e por fim puderam classificá-los em convexos e não convexos. Durante todo o encontro as atividades cobraram dos participantes conjecturas e definições que foram lidas e sistematizadas ao final.

A primeira cena em RA do roteiro de aprendizagem 2 é uma animação da definição de poliedros (FIGURA 12), com o destaque dos elementos, vértice, aresta e face. Nesta atividade os participantes buscavam estabelecer uma relação entre a imagem e o texto escrito, o roteiro pedia que se anotassem palavras cujo significado era desconhecido, para posterior discussão e pesquisa.

FIGURA 12 – CENA RA: DEFINIÇÃO DE POLIEDROS



Fonte: O Autor (2018).

A atividade que seguiu, exigia dos participantes reconhecer em sólidos virtuais o reconhecimento dos elementos e o registro em uma tabela no roteiro de aprendizagem. Como nesta cena (FIGURA 13), não havia etiquetas com os nomes dos elementos, muitos recorriam à cena anterior e utilizando a possibilidade de visualização (em todas as vistas), encontravam estratégias para contar a quantidade de faces, arestas e vértices. O Aplicativo permitia inclusive apagar cada um dos elementos, para facilitar a contagem.

FIGURA 13 – CENA RA: RECONHECIMENTO DOS ELEMENTOS DE UM POLIEDRO.

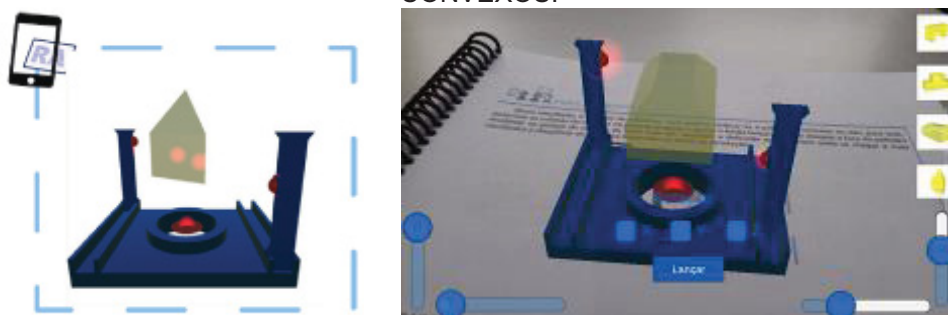


Fonte: O autor (2018).

Nesta atividade foi interessante observar como os participantes utilizaram os recursos do aplicativo para determinar suas estratégias para contar quantos elementos os sólidos tinham, e principalmente a vantagem e facilidade em contar no sólido virtual em vez de no desenho plano do roteiro de aprendizagem.

No terceiro momento do encontro, a simulação na cena RA é uma “máquina” que lança um a espécie de raio laser que em contato com os elementos do sólido criam pontos vermelhos que revelam os pontos de interseção (FIGURA 14). O objetivo é mostrar que sólidos convexos apresentam apenas dois pontos de interseção enquanto que não convexos podem ter mais de dois pontos dependendo da localização em que o laser passar. No texto do roteiro de aprendizagem, há a definição de figuras convexas e não convexas no plano, que serviam como uma espécie de dica para que os alunos classificassem os sólidos contidos em uma tabela a se preencher.

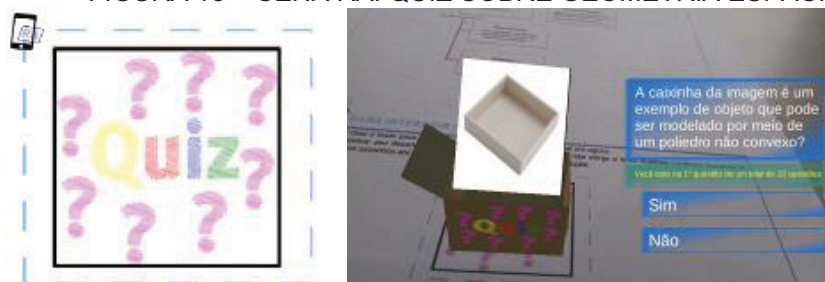
FIGURA 14 – CENA RA: CLASSIFICAÇÃO DOS POLIEDROS EM CONVEXOS E NÃO CONVEXOS.



Fonte: O autor (2018).

A última atividade deste roteiro de aprendizagem é lúdica¹³, porém também tem um caráter avaliativo, pois a partir do marcador um quiz é apresentado aos alunos que respondem perguntas referentes aos conceitos abordados e anotassem o número de acertos. A possibilidade de fornecer imagens bidimensionais e tridimensionais no quiz, ajudou os alunos a fixarem melhor os conceitos e ajudaram a encontrar as respostas.

FIGURA 15 – CENA RA: QUIZ SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL.



Fonte: O autor (2018).

Apesar do seu caráter lúdico, o quiz contribuiu para que os alunos revissem os conceitos vistos até aqui e buscassem de maneira autônoma compreender o que estavam errando.

4.3.4 4º Encontro: Roteiro de aprendizagem 3 – Poliedros Regulares.

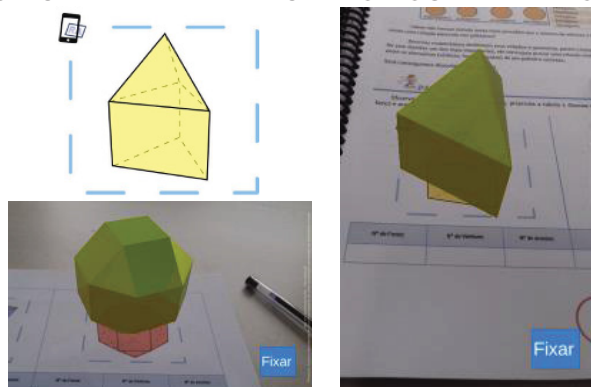
Neste encontro, o roteiro de aprendizagem explorou os poliedros regulares e teve o objetivo de permitir ao participante, reconhecer e diferenciar os poliedros regulares e irregulares, articular os conhecimentos matemáticos com a história da filosofia por meio dos poliedros platônicos e ainda, aplicar a relação de Euler em poliedros.

Por meio de uma articulação entre Matemática e Filosofia, foram definidos poliedros regulares e sólidos platônicos, identificando suas propriedades e características. As atividades promoveram as conjecturas necessárias para que os estudantes compreendam poliedros regulares, bem como a partir deles discutir a

¹³ A ludicidade mencionada aqui se deve ao fato de que a atividade traz momentos de jogos e simulações, que podem ser consideradas pelos estudantes como brincadeiras e traz para o aprendizado um momento de divertimento.

relação entre seus elementos levando ao conhecimento da relação de Euler e a generalização desse conceito para outros poliedros.

FIGURA 16 – CENA RA: IDENTIFICANDO DOS ELEMENTOS DE UM POLIEDRO



Fonte: O Autor (2018).

Na atividade em que o participante deve identificar e contar os elementos de alguns poliedros (FIGURA 16) foi possível perceber que o recurso do aplicativo de “apagar os elementos” facilitou a identificação e contagem.

Como contextualização para a introdução da Relação de Euler, a próxima animação (FIGURA 17) mostra os poliedros regulares associados aos elementos da natureza, o participante deve dentre vários poliedros acertar os platônicos, quando a certa o solido fica animado, caso haja o erro o poliedro se apaga. Ao final, um vídeo é mostrado que fala sobre os poliedros de Platão e da Relação de Euler.

FIGURA 17 – CENA RA: OS SÓLIDOS PLATÔNICOS.



Fonte: O autor (2018).

4.3.5 5° Encontro: Roteiro de aprendizagem 4 – Poliedros Convexos: Prismas e Pirâmides.

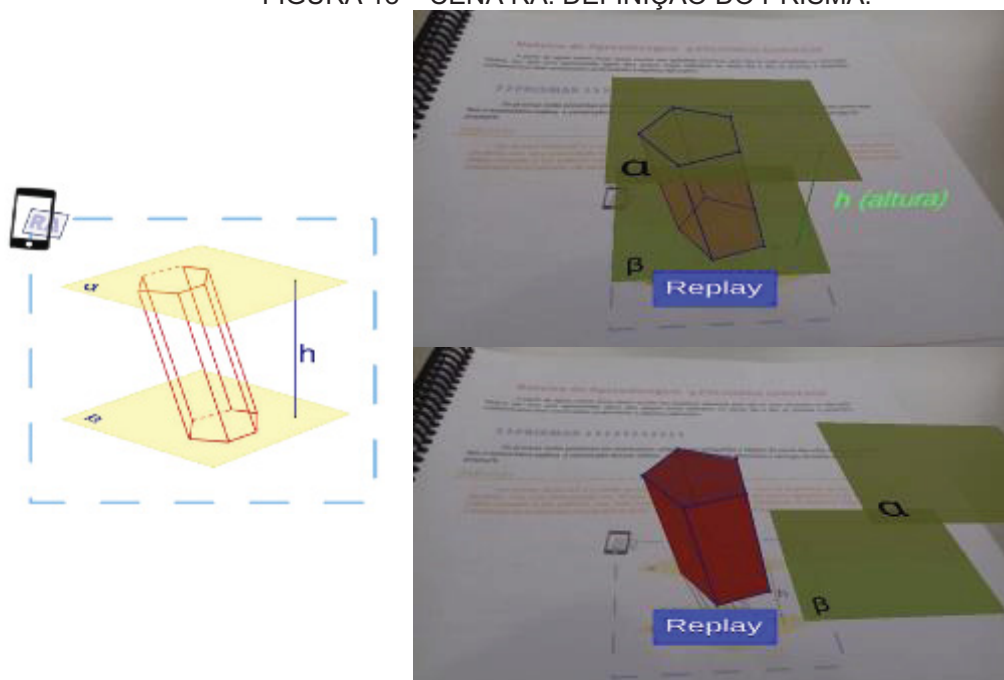
Dentre todos os encontros este é o que possui maior quantidade de objetivos de aprendizagem e discutem os poliedros convexos, portanto ao final do encontro os alunos devem:

- Definir e classificar os prismas.
- Reconhecer as propriedades e elementos de um prisma
- Reconhecer o cubo e o paralelepípedo como prismas especiais.
- Explorar as relações métricas do cubo, do paralelepípedo e de um prisma qualquer.
- Definir e classificar as pirâmides.
- Reconhecer as propriedades e elementos de uma pirâmide
- Reconhecer o tetraedro como uma pirâmide especial.
- Explorar as relações métricas da pirâmide.

Assim, as cenas em RA deste encontro vão desde simular uma definição abstrata a investigação de cálculo de medidas dos prismas e pirâmides e a resolução de problemas que envolvem estas medidas.

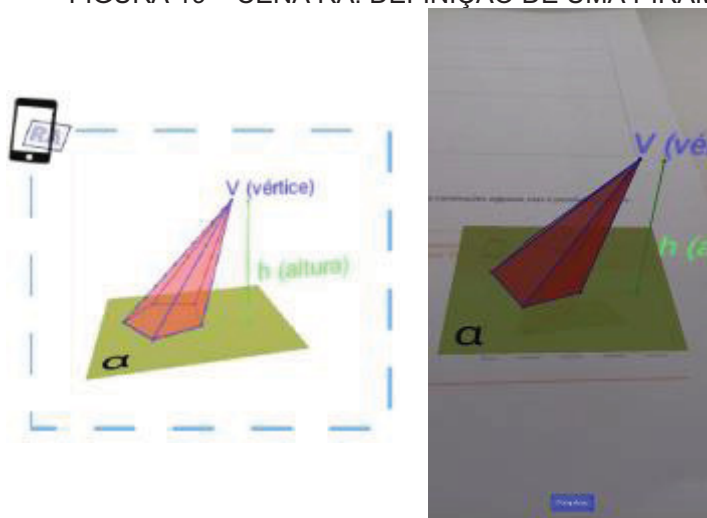
Para as definições de prisma (FIGURA 18) e pirâmides (FIGURA 19) o aplicativo mostra sobre os marcadores uma animação do texto das definições, buscando facilitar a compreensão dos conceitos.

FIGURA 18 – CENA RA: DEFINIÇÃO DO PRISMA.



Fonte: O autor (2018).

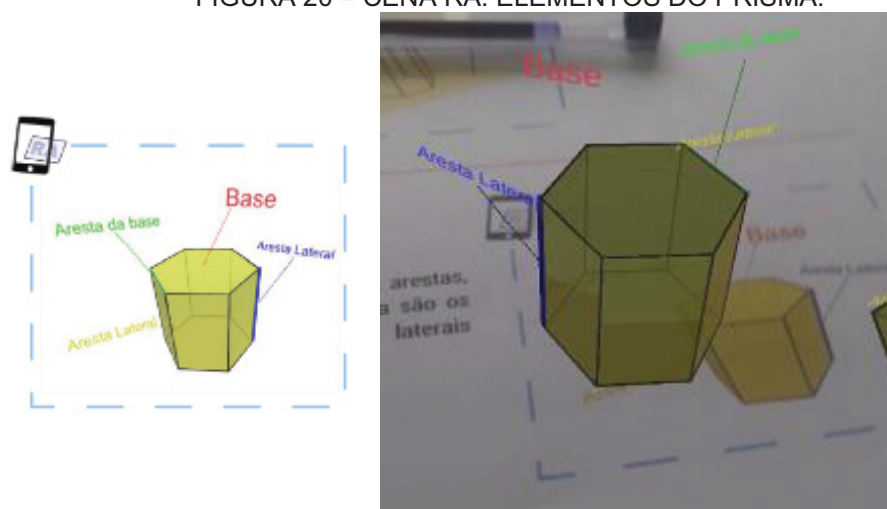
FIGURA 19 – CENA RA: DEFINIÇÃO DE UMA PIRÂMIDE.



Fonte : O autor (2018).

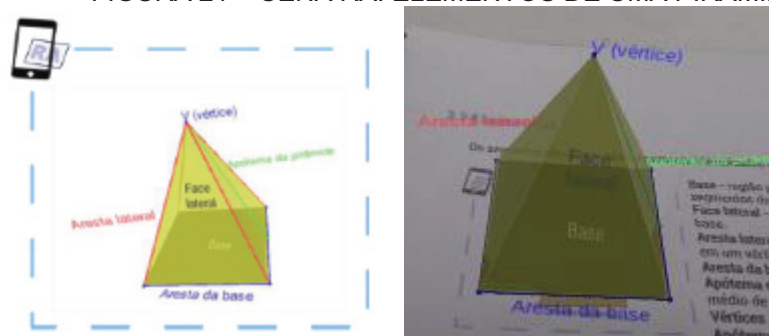
Para destacar a apresentação dos elementos do prisma (FIGURA 20) e da pirâmide (FIGURA 21), foi utilizado um objeto 3D estático com as etiquetas coloridas denotando cada um dos elementos.

FIGURA 20 – CENA RA: ELEMENTOS DO PRISMA.



Fonte: O autor (2018).

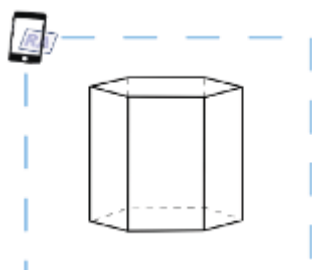
FIGURA 21 – CENA RA: ELEMENTOS DE UMA PIRÂMIDE.



Fonte: O autor (2018).

Numa segunda atividade, a RA é utilizada para que o participante identifique, conte e classifique os prismas. Conforme pode ser visto na Figura 22.

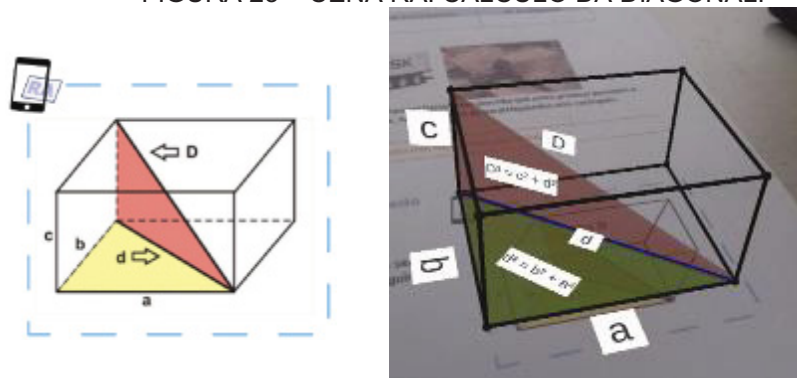
FIGURA 22 – CENA RA: RECONHECIMENTO.



Fonte: O autor (2018).

Para facilitar o entendimento do cálculo da diagonal de um prisma (FIGURA 23) outro objeto 3D estático é mostrado, com etiquetas e cores para identificação dos triângulos e relações importantes.

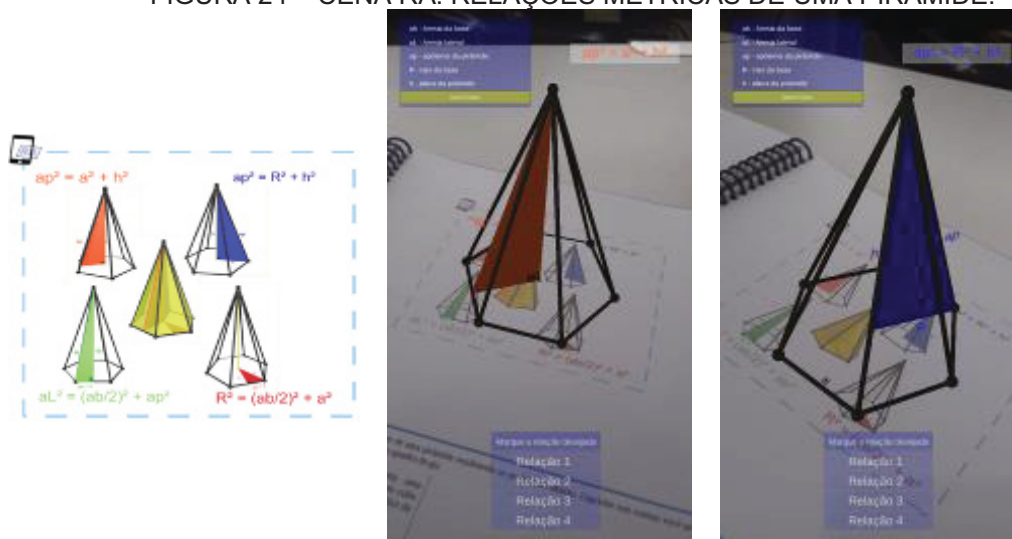
FIGURA 23 – CENA RA: CÁLCULO DA DIAGONAL.



Fonte: O autor (2018).

Como última cena em RA, as relações métricas de uma pirâmide (FIGURA 24) é apresentada com uma simulação interativa onde os participantes podem escolher os elementos que desejam calcular e o aplicativo mostra na imagem as formulas que estabelecem estas relações no calculo do problema desejado, destacando o triângulo retângulo correspondente.

FIGURA 24 – CENA RA: RELAÇÕES MÉTRICAS DE UMA PIRÂMIDE.



Fonte: O autor (2018).

A mesma estratégia é utilizada na lista de problemas da seção para fazer que encerra este roteiro de aprendizagem, as imagens dos problemas receberam

animação em RA e associadas as simulações anteriores fornecem pistas para que os participantes possam responder as questões.

4.3.6 **Encontro final:** Questionário final

Neste encontro foi aplicado o questionário final (APÊNDICE E). O questionário impresso foi distribuído aos alunos, após a entrega foi provocado uma avaliação dos encontros e algumas questões foram apresentadas pelos alunos que contribuíram para a análise dos acontecimentos. Os resultados apurados nos questionários inicial (ANEXO F) e final (APÊNDICE G) são retomados durante a próxima seção que tratará da análise dos dados obtidos.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Após a organização dos dados coletados, a elaboração de relatórios e trato das respostas dos questionários a análise realizada buscou correlacionar afirmações teóricas e práticas já mencionadas em outros trabalhos e os fatos e situações apresentadas durante esta pesquisa.

Por se tratar de uma pesquisa de abordagem é qualitativa, as observações realizadas e os dados levantados são analisados de maneira a considerar a plena presença e participação do pesquisador, como é característica de pesquisas com esta abordagem no campo educacional (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Assim a análise realizada foi fundamentalmente interpretativa em que se buscou captar de maneira direta das palavras escritas no material, nas respostas dos questionários e dos diálogos captados nos registros audiovisuais.

Por meio da triangulação das fontes de dados mencionadas, foi possível elencar três unidades de análise que sintetizam e sistematizam a apresentação dos resultados encontrados na pesquisa e as impressões do pesquisador quanto aos dados obtidos: (1) ambiente de sala de aula mediada pela RA (2) Processo ensino e aprendizagem mediada pela RA e (3) Dificuldades e desafios da integração da RA.

Contudo, consideramos fundamental a definição do perfil tecnológico e estudantil do participante para o reconhecimento de características importantes na análise e interpretação dos dados. A próxima seção traz este perfil obtido por meio do questionário inicial.

4.4.1 O perfil tecnológico e estudantil dos participantes

A seguir, serão apresentados a descrição dos resultados apurados e os comentários referentes ao perfil dos participantes.

O questionário inicial (APÊNDICE D) foi criado em formulário do *Google docs* para preenchimento online e foi respondido por todos os participantes. Para que as turmas não sejam facilmente identificadas optou-se pela codificação, TURMA A, B, C, D e E.

As respostas apresentadas no questionário inicial foram tabuladas e podem ser vistas no Apêndice F da dissertação

Há diferença marcante entre as turmas participantes, pois nas turmas A, B e C, existe uma homogeneidade entre os sexos, o que não ocorre nas D e E, onde existe uma clara prevalência do sexo feminino. As idades se concentram em 17 e 18 anos, embora pela característica das turmas noturnas existam participantes maiores de 19 anos.

Quanto à conduta e comportamento em sala de aula do participante onde ele se avalia escolhendo uma das frases indicadas, em algumas questões havia a possibilidade de inclusão de novas afirmativas. Ainda, é possível inferir um perfil geral dos participantes, o objetivo desta análise foi redefinir a metodologia e obter informações acerca das impressões individuais e coletivas dos participantes.

Em síntese, os participantes consideram que; faltam às aulas raramente, sempre realizam as tarefas para casa quando solicitadas, gostam muito de fazer as atividades em sala e na maioria das vezes a terminam em tempo. Preferem atividades em que devem discutir e apresentar em grupo e se consideram participativos, estudiosos e buscam fazer de tudo para aprender mais.

Quanto à matemática a maioria dos participantes a consideram uma disciplina importante, gostam, mas têm dificuldades em aprendê-la. Já em relação ao conteúdo de geometria alguns afirmaram lembrar-se de terem estudado em anos anteriores e que gostam do estudo, porém acreditam ter aprendido pouco. Avaliam positivamente as interações que ocorrem com o colega mais próximo na sala, com redes sociais e com o celular, ouvindo música, com vídeos, imagens e aplicativos como mais importantes, bem como, as interações com os colegas de turma.

Dessa forma, é possível perceber que na análise dos participantes as interações sociais extraclasse estão em primeiro plano, uma vez que as notas

atribuídas às interações predominantemente pedagógicas ficam em segundo plano. Na visão dos participantes elas ocorrem com menos intensidade durante as aulas. Com isso, o desafio durante os encontros foi justamente propor atividades que aproveitassem o potencial de interação, apontado pelos participantes aumentando as interações que favorecem a aprendizagem e focando mais a atenção ao conteúdo e o material didático.

Os participantes afirmam sanar suas dúvidas com o professor da disciplina, com um amigo que conheça a matéria ou na internet, deixando em último lugar a busca por ajuda em casa com seus pais irmãos e/ou parentes. Os dados apontam para uma potencialidade em atividades em sala, em grupos e pesquisas. Quanto aos recursos materiais; o quadro de giz, o caderno e os materiais concretos, foram avaliados como essenciais no apoio à compreensão da matéria. Já imagens, vídeos, aplicativos e programas de computador segundo avaliações ajudam bastante na aprendizagem. Slides e música foram considerados suficientes ou irrelevantes.

É possível perceber que os participantes ainda não valorizam as tecnologias digitais e os recursos áudio visuais como essenciais, entendendo os recursos tradicionais como os que mais ajudam nas aulas.

Este questionário teve, também, o objetivo de traçar um perfil tecnológico dos participantes e mapear como pensam o uso dos celulares. As questões eram abertas, porém foi realizada uma análise das frases e agrupadas de acordo com as respostas.

Na questão, *Para você, qual a principal função do seu celular?* Foi possível agrupar as respostas em seis funções citadas: Comunicação, informação, aprendizagem, entretenimento, opinião e organização. O que chamou a atenção nas respostas foi que apenas 25% dos participantes que a responderam apontaram o uso do celular para aprendizagem, ao serem perguntados qual aplicativo ou jogo utiliza com mais frequência é possível perceber nas respostas obtidas que há uma clara predominância das redes sociais e jogos, sendo que apenas 2% dos participantes indicaram algum tipo de aplicativo educacional, demonstrando que o uso pedagógico do celular ainda não é senso comum entre eles.

Porém, quando questionados sobre o uso pedagógico diretamente, a maioria afirma já ter usado o celular para aprender, mas não são todos que conseguem citar o aplicativo utilizado. Portanto é possível perceber que os participantes já tiveram algum tipo de experiência com o uso de celular em sala de aula, e questionados

sobre o uso, 46% dizem não atrapalhar a aula desde que haja a observância de algumas restrições quanto ao uso e 18% afirmam que o celular atrapalha.

As duas últimas questões são relacionadas à RA, nelas a maioria dos participantes disseram já ter ouvido falar nesta tecnologia, porém um grande número de participantes afirmou nunca terem a utilizado, o que colabora com a ideia de que a RA seja uma novidade em sala.

A análise do perfil dos participantes serviu de base para ajustes na execução dos encontros, interpretações de situações individuais e coletivas, contribuindo significativamente na análise de dados.

As seções que seguem apresentarão os resultados e as unidades analíticas.

4.4.2 Ambiente de sala de aula mediada pela Realidade Aumentada

Na ecologia da sala de aula é o professor e estudantes que dão vida aos processos de ensino e aprendizagem, por meio da comunicação e das relações que são estabelecidas entre si, as quais podem ser permeadas por atitudes de autoridade, alteridade, cooperação, cumplicidade e parceria (COSTA; PRADO, 2015).

Com isso, o ambiente de sala de aula deve ser analisado como um dos recursos essenciais para que a aprendizagem ocorra de maneira plena. Ela será, cada vez mais, um ponto de partida e de chegada, um espaço importante, mas que deve ser combinado com outros espaços e outros recursos para ampliar as possibilidades de atividades de aprendizagem (MORAN, 2003).

A concepção de aprendizagem exaustivamente disseminada nos dias de hoje destaca a importância das interações entre sujeitos e objetos para a aprendizagem (SERAFIN; SOUZA, 2011). Assim, investigar e vivenciar a sala de aula é sobretudo interrogar as atitudes dos atores envolvidos, alunos e professores, suas interações e relações com saberes e objetos de aprendizagem.

Com essas concepções na análise realizada nessa categoria são relacionadas às observações e dados que evidenciem (ou não) as contribuições da RA na obtenção de um ambiente que promova as interações, o interesse e a motivação necessária à troca de saberes e construção de reflexões. (SERAFIN; SOUZA, 2011).

Ao traçar o perfil dos participantes, logo no questionário inicial (APÊNDICE D) foi possível perceber que apenas 36% dos participantes, preferem trabalhos individuais em sala, o que favoreceu o trabalho em grupo. Embora houvesse certa liberdade neste ponto, percebeu-se ao longo dos encontros é que participantes foram naturalmente se unindo em grupos sendo raros os casos de alunos que iniciaram e concluíram os roteiros de aprendizagem trabalhando exclusivamente de maneira individual.

Porém, o trabalho coletivo deve promover um ambiente de socialização e reflexão. Dentre os diversos momentos o trecho que segue evidencia um momento de motivação e interação promovido pela mediação da RA, onde na TURMA A, uma participante questionou o tamanho do quadro da Monalisa e isso provocou uma discussão e uma pesquisa.

PA12: nossa... acho que o tamanho da Monalisa tá errado!

PA07: por quê?

PA12: professor, esta imagem está desproporcional não é?

PP: na verdade, não tenho certeza..., você se refere à proporção entre o quadro e a estátua?

(PA12) sim!

Enquanto isso, o participante PA07 começou a realizar uma pesquisa na internet para saber as dimensões reais do quadro e da estátua (a internet utilizada foi do próprio aluno) e o diálogo seguiu:

PA07: aqui ó.. a Monalisa tem 77 por 53!

PA12: e a estátua?

PA07: Como é o nome da estátua

PA12: Davi!... Michelangelo!

PA07: tem 517 cm de altura e uma base de 199 cm de diâmetro

PA12: falei!... ela parece maior do que é... né professor!

PA07: será?

PP: só verificando quantas vezes a estátua é mais alta que o quadro.... na realidade e na imagem 3D!

Estes participantes realizaram uma breve discussão, analisando as dimensões e ainda, outros alunos ficaram atentos e se interessaram pela discussão.

Uma solução foi apresentada, para que pudessem medir a imagem em RA, focaram o celular e com uma régua mediram as imagens, anotando as dimensões encontradas. Depois disso, os participantes solicitaram novamente a presença o professor pesquisador, onde ocorreu um novo diálogo:

PA07: Professor... a (fulana) me ajudou a segurar o celular e então medi com a régua a altura da Monalisa e da estátua!

PA12: Deu 1,5 cm ela e quase 10 cm o Davi

PP: e aí qual foi a conclusão?

PA12: Agora tem que dividir? Pra saber o quanto um é maior que outro?

PP: sim!

(então o PA07 acionou a calculadora do celular e inseriu as medidas)

PA07: nas medidas aqui da internet ficou....517 dividido por 77... deu 6,714...eee.. um monte de número... [...] ... e 10 dividido por 1,5... deu ...6,6666...(como é?)...dízima...

PA12: Então ficou 6,7 na real e 6,6 na imagem! o que significa?

PP: que a estátua é aproximadamente 6,7 vezes maior que o quadro,... e... na imagem da cena é 6,6 vezes maior

PA07: dá pra dizer que é quase a mesma proporção.. né?

PA12: mas eu não estava toda errada... na imagem o quadro é um pouquinho maior que na verdade....

Casos similares que ocorreram durante o segundo encontro nas diferentes turmas. Essa recorrência permite identificar que os alunos mudaram sua maneira de produzir, buscando em diferentes recursos subsídios para a construção de seu aprendizado e reflexões.

O diálogo ilustrado acima mostra a mobilização gerada por uma experiência de vida e um questionamento inesperado. Ao desenvolver a cena em RA, não se pensou na possibilidade de discutir as dimensões reais do quadro, porém os questionamentos da participante PA12 produziu pesquisa instantânea, contribuindo com toda a turma, enriquecendo a atividade.

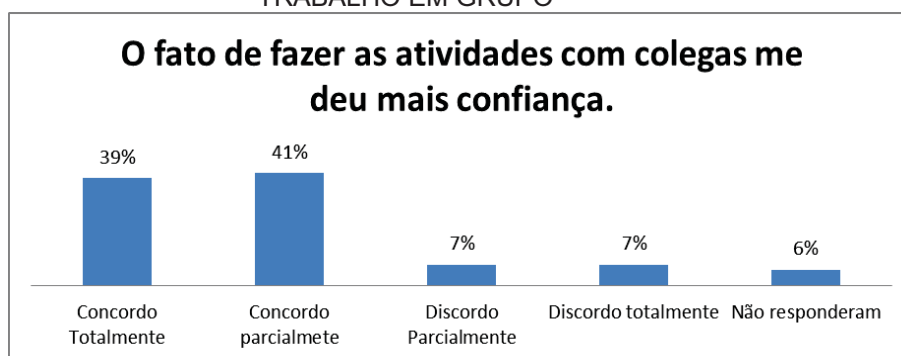
Embora não intencional, a integração da RA se deu pelo fato de que a simples presença virtual do quadro na discussão provocou uma dinâmica diferente, que talvez não houvesse em outras situações.

São essas formas de questionamentos e busca de saberes pelos participantes que reafirma o aspecto motivacional gerado pela RA (NOVAL, 2013;

MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; COLPANI, 2015), o aumento do interesse dos participantes pelo conteúdo mediado (DUNCAN, 2014; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016) e a possibilidade de interações entre os membros da equipe enriquecendo um ambiente de trabalho colaborativo de reflexões e conjecturas (MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; OLIVEIRA, 2016).

Ainda, tais observações são reafirmadas pelos participantes no questionário final. Os dados obtidos endossam esta impressão, pois quando perguntados sobre o trabalho em grupo 90% dos participantes concordaram mesmo que parcialmente que realizar as atividades em grupo aumentou a confiança (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 - RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES QUANDO A CONFIANÇA E TRABALHO EM GRUPO



Fonte: o autor (2018).

A motivação também foi avaliada pelos participantes no questionário final, pode-se perceber (GRÁFICO 2) que as maiorias das avaliações (63%) concordaram com a afirmação de que a RA motivou o estudo de alguma maneira.

GRÁFICO 2 - RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES RELACIONADAS À MOTIVAÇÃO.



Fonte: o autor (2018).

Como comentado no início desse capítulo (seção 5.2.1) sobre o perfil tecnológico dos participantes, 66% dos participantes afirmaram nunca ter utilizado um aplicativo de RA. Esse fato denota a novidade desse recurso para os participantes, durante os primeiros encontros foi muito perceptível à curiosidade e a ansiedade em saber como funcionava e o que tinha “escondido” em cada marcador do roteiro de aprendizagem.

Já com a aplicação da sequência de atividades finalizada, o questionário final mostrou que a impressão dos participantes quanto ao aspecto inovador da metodologia e do apoio tecnológico utilizado provocou a curiosidade e, consequentemente, a mobilização em relação ao conteúdo; pois 74% dos participantes concordaram mesmo que parcialmente, com a afirmação de que a curiosidade os aproximou do conteúdo da aula (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 - QUESTIONÁRIO FINAL: AFIRMAÇÃO RELATIVA À CURIOSIDADE.

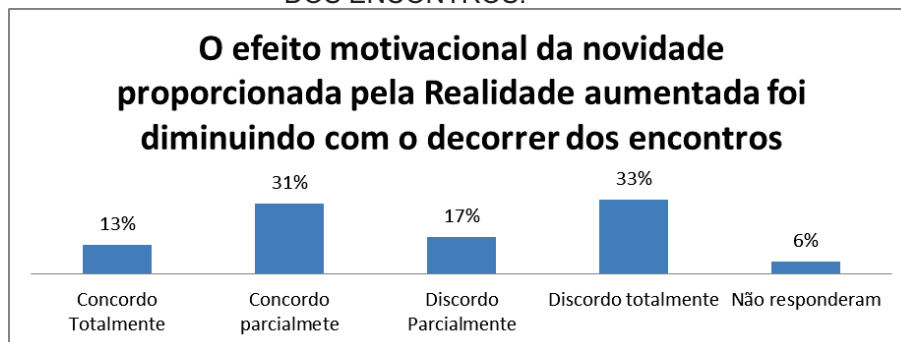


Fonte: O autor (2018).

Fez parte dessa investigação a verificação do efeito motivacional e do interesse ao longo dos encontros. A maioria dos registros destaca a predominância de participantes focados nas discussões e na realização das atividades.

Em consonância com estas observações, a avaliação dos participantes quanto a este aspecto também validou esta interpretação, uma vez que 70% dos participantes discordaram totalmente com a redução da motivação ao longo dos encontros, conforme GRÁFICO 4.

GRÁFICO 4 - RESPOSTAS RELACIONADAS AO EFEITO MOTIVACIONAL AO LONGO DOS ENCONTROS.

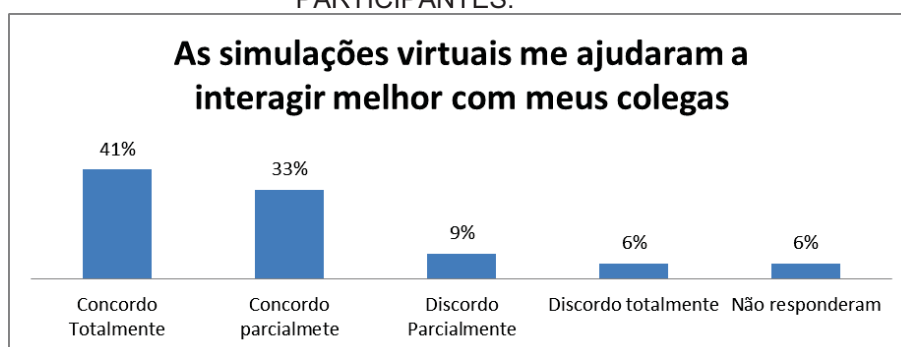


Fonte: o autor (2018).

Não foi encontrado, na literatura pesquisada, trabalho em que se realiza uma avaliação da manutenção do interesse e da motivação em utilizações prolongadas da RA em sala de aula, constituindo-se esse um ponto de contribuição desta pesquisa a este campo de investigação.

Quanto às interações entre os participantes mediadas pela RA percebidas durante os encontros pelas observações realizadas, além da intensificação destas discussões durante os encontros, os participantes expressaram esta mesma opinião quando perguntados sobre o potencial das simulações nas interações em sala de aula (GRÁFICO 5), com 80% de concordância.

GRÁFICO 5 - RESPOSTAS RELACIONADAS À INTERAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES.



Fonte: o autor (2018).

Do ponto de vista do ambiente em sala de aula, pode-se perceber que a RA favoreceu aspectos importantes na manutenção de um clima de aprendizagem, potencializando o trabalho colaborativo, as reflexões, o interesse, as interações entre professor – aluno – conteúdo, manteve o efeito motivacional ao longo dos encontros. Foi possível, também constatar durante as atividades que a RA é de

grande ajuda na sala de aula, não deixando de lado a importância de outros recursos pedagógicos e do quadro e giz, assim como o diálogo e a interatividade entre docentes e discentes para a evolução da aprendizagem (GOMES, 2015). Sendo importante ressaltar que esse recurso deve ser integrado a fim de potencializar o ambiente de aprendizagem e não simplesmente substituir qualquer que seja de seus elementos.

4.4.3 Processo ensino e aprendizagem mediado pela Realidade Aumentada.

O caso em investigação nessa pesquisa, como já dita, possui multidimensões, tais como, usabilidade, aceitação da tecnologia e gestão de sala de aula, o que poderia favorecer diversos outros pontos de análise em diferentes óticas, contudo, buscou-se nessa unidade de análise focar no processo de ensino e aprendizagem mediada pela RA, sobretudo, na ótica da construção do material e da metodologia e suas consequências nos objetivos de aprendizagem, destacando principalmente a evolução e atitudes individuais promovidas pela integração da RA.

É importante destacar que o uso das tecnologias não significa a simples transposição das aulas tradicionais para o computador ou outro dispositivo digital, mas expressa uma mudança na maneira de ensinar, representando uma forma de estimular o aluno a ganhar autonomia, levando-o a aprender a aprender (OLIVEIRA, 2016). Deve-se compreender que as tecnologias são apenas o apoio, os meios que nos permitem realizar atividades de aprendizagem de formas diferentes as de antes (MORAN, 2004).

Neste sentido, é preciso que as várias possibilidades da RA como tecnologia de mídias seja explorada de maneira adequada, pois possui um forte apelo visual (TORI, KIRNER e SISCOOTTO, 2006; NOVAL, 2013; BUJAK, et al., 2013; ARAUJO, 2013), essa experiência visual é reforçada por ações motoras de movimentação e localização (BUJAK, et al., 2013). Além de permitir a integração de diversas mídias, tais como, som, imagem, vídeos e jogos, a RA também possibilita uma interface virtual mista que permite reunir os dois mundos manipulativos (real e virtual) de maneira a integrar conhecimentos concretos e abstratos (BUJAK, et al., 2013) em prol da promoção de experiências potencializadoras da memorização e da atenção dos usuários.

Como já visto em seções anteriores, a elaboração do material e a concepção da metodologia empregada, considerou estas possibilidades ao mesmo tempo em que forneceu ferramentas de observação destas questões na prática e no ambiente natural da sala de aula, revelando situações e impressões de como estes aspectos “funcionam” no processo ensino e aprendizagem. O principal objetivo dessa unidade de análise é verificar, como estas possibilidades podem contribuir para que o aprendizado seja atingido pelo participante e o quanto a metodologia promoveu seu protagonismo e sua autonomia durante as atividades.

No questionário inicial, (com considerações já apresentadas na seção 4.1) o perfil dos participantes apontou a receptividade quanto ao trabalho coletivo e ao uso de tecnologias nas aulas. No entanto, mostrou que o uso específico de celular ainda não é senso comum entre os participantes, portanto, o uso de roteiros de aprendizagem individualizados e de um aplicativo mobile, de alguma maneira modifica alguns aspectos no trabalho discente.

Dentre as diversas situações vivenciadas no decorrer da pesquisa, apresentamos o diálogo a seguir que exemplifica uma situação onde a articulação das mídias favoreceu a construção de um conceito. Tal situação foi vivenciada na TURMA B em que dois participantes solicitaram a presença do professor-pesquisador. O diálogo abaixo foi transcrito e descrito a partir da gravação de áudio do professor-pesquisador e visualização do vídeo que registrava o ambiente em sala de aula.

PB09: professor, professor, não tô entendendo o que é pra fazer aqui?

PB10: tô dizendo que é pra ver no celular e responder as perguntas, não é?

PB09: [risos] não, isso eu entendi, mas onde vou achar as respostas, no texto não tem nada? Do vento?

PP: mas o texto é apenas um roteiro para que você pense sobre os conceitos, veja a primeira cena, [...] e na segunda (os alunos começaram a focar o celular nos marcadores e rever a cena), o que tem de igual nas cenas? O que tem de diferente? O que será que isso tudo tem haver com algo ser tridimensional ou bidimensional?

PB10: tipo 2D e 3D! né!

PB09: sim! Agora escreva sobre isso, o que significa 2D e 3D? (PP)

PB09: vixi!

(o aluno ficou parado e olhando para o roteiro, parecia que a dúvida continuava).

PB10: olha só ... (fulano), na estátua podemos ver de todos os lados,... viu! (apontando para o celular e movendo se ao redor do roteiro) já o quadro não, ... não sabemos como é a “nuca” da Monalisa!

PB09: ahh... Então é pra ir vendo os negócios aqui e dizendo o que entendeu?... Mas como vamos saber se estamos certos?

PP: vamos sistematizar depois, todos vão apresentar suas respostas... Mas ainda tem a planta e o vídeo... Explore mais!


PB09: a... tá... Eeee... Acho que entendi... Aqui na casinha a figura do papel é bidimensional e a imagem aqui é a casa em 3D!

(neste momento o participante apontava o celular para o marcador e o participante B10 o corrigia dizendo...)

PB10: o marcador é a planta da casa... Clique no botão aqui que você vai ver que a planta da casa nada mais é que a casa vista de cima, completou o participante.

Esse diálogo mostra a estranheza de um dos participantes em seguir um roteiro que orientava uma discussão, sem a presença de textos com definições prontas. A interação entre os colegas facilitou a compreensão do participante PB09 sobre como utilizar os recursos na construção de uma definição. E os diferentes recursos utilizados pelo participante PB09, tais como, RA e vídeo contribuíram para a sua compreensão do conceito e sua capacidade de elaborar uma explicação, conforme mostrado na Figura 25.

FIGURA 25 - RESPOSTA APRESENTADA PELO PARTICIPANTE B09 NO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM.

 **REFLETIR E REGISTRAR II**

Volte a analisar as imagens virtuais e escreva suas impressões sobre elas, busque destacar as diferenças entre bidimensional e tridimensional neste contexto.

*O quadro da Mona Lisa é bidimensional por fazer de-
as dimensões (comprimento e largura). A escultura da
é tridimensional por ter comprimento, altura e largura.*

Fonte: PARTICIPANTE B09.

Diversos casos similares ocorreram durante os encontros que demonstram que, os participantes mudaram sua maneira de produzir buscando em diferentes recursos subsídios para a construção de seu aprendizado.

Outro caso a se destacar ocorreu na TURMA C em que um participante com 38 anos, aqui destacamos a idade por se tratar de um participante fora da idade/série adequada que já possui uma profissão e sentiu a necessidade de voltar aos estudos, solicitou a presença do professor e motivado pela mesma atividade apresentada anteriormente fez a seguinte observação:

PC05: professor!... vc sabe que eu trabalho na marcenaria... e vendo aqui estas coisas que a gente tá estudando... Queria te fazer uma pergunta! Quer dizer que o móvel é 3D e o projeto é 2D?

PP: sim é possível fazer esta associação... Perfeitamente

PC05: mas... e quando o projeto é 3D... é certo chamar ele assim?... Porque o desenho é chapado na folha... que... Nem o projeto normal?

PP: mas o que é necessário para podermos afirmar que algo é tridimensional?

PC05: ter três dimensões... Não é? Tipo... Altura... Largura e comprimento... Mas na verdade o projeto 3D não tem...

PP: mas a forma como é desenhado projeto é diferente não é...

PC05: sim!... o 3D é assim mais real

PP: porque a representação é diferente... Observe a imagem da casa (em RA) aperte o botão para tirar o telhado.... veja de cima.

PC05: haa... A planta é tipo... o desenho de cima..... e o 3D é como se desenhasse assim de lado (colocando o celular numa posição inclinada).

Sobre esse diálogo percebe-se que a cena em RA contribuiu para uma reflexão que supera a simples realização da tarefa escolar, pois a experiência profissional foi envolvida em um momento de aprendizagem importante e construção do conhecimento. O apoio tecnológico em sala de aula proporcionou conexões entre os diferentes saberes concordando com Moran (2003, p. 352) quando afirma que “se os alunos fazem pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais, profissional ligada aos seus estudos à aprendizagem será mais significativa, viva, enriquecedora”.

No diálogo anterior é importante destacar a satisfação do participante em estabelecer de maneira coerente a relação entre o conteúdo e sua profissão. Mostrando, assim que a RA pode ser uma instrumento de fácil utilização e acesso e pode colaborar no processo do ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos passam a serem os protagonistas da construção do seu próprio conhecimento

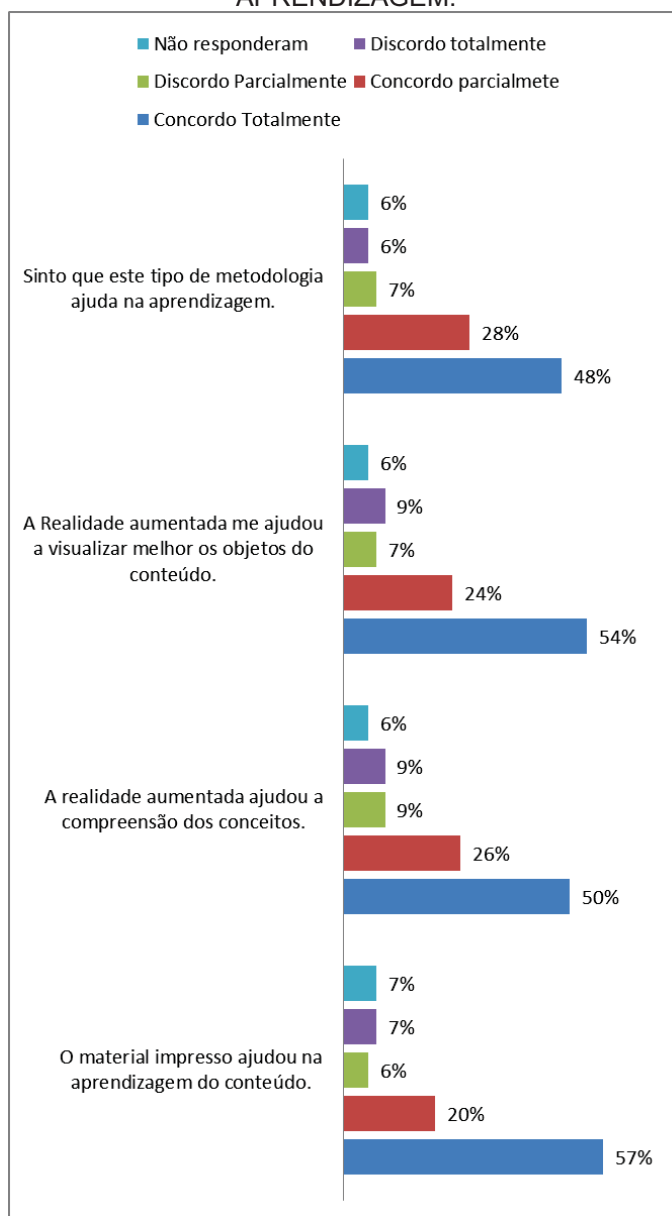
(OLIVEIRA, 2016). Fato que se destaca principalmente pelo poder de visualização possibilitado pela RA, como evidenciado em diversas outras pesquisas (NOVAL, 2013; DUNCAN, 2014; ARAUJO, 2013; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; COLPANI, 2015).

Todos os participantes entregaram seus roteiros de aprendizagem preenchidos (mesmo que um pequeno grupo de maneira incompleta) e o índice de acertos foi satisfatório o que permite observar uma contribuição importante na aprendizagem dos conceitos abordados, corroborando com os resultados apontados por outros trabalhos (SILVA, 2017; OLIVEIRA, 2016; NOVAL, 2013) onde é possível avaliar positivamente este aspecto ao final dos encontros realizados.

Alguns erros e enganos foram percebidos na correção destes roteiros, porém, não parece relevante, ao menos nesta investigação, realizar uma análise de erros ou uma averiguação profunda do motivo de suas ocorrências.

Do ponto de vista do participante o questionário final apresentou alguns dados que ajudam a validar esta avaliação (GRÁFICO 6), pois 77% dos participantes concordaram que o material impresso ajudou na aprendizagem do conteúdo, 76% concordaram que a RA ajudou na compreensão do conteúdo, 78% consideraram que a RA ajudou a visualizar melhor o conteúdo estudado e 76% deles sentiram que a metodologia usada ajudou na aprendizagem.

GRÁFICO 6 - QUESTIONÁRIO FINAL: AVALIAÇÃO DAS FRASES SOBRE APRENDIZAGEM.



Fonte: O autor (2018).

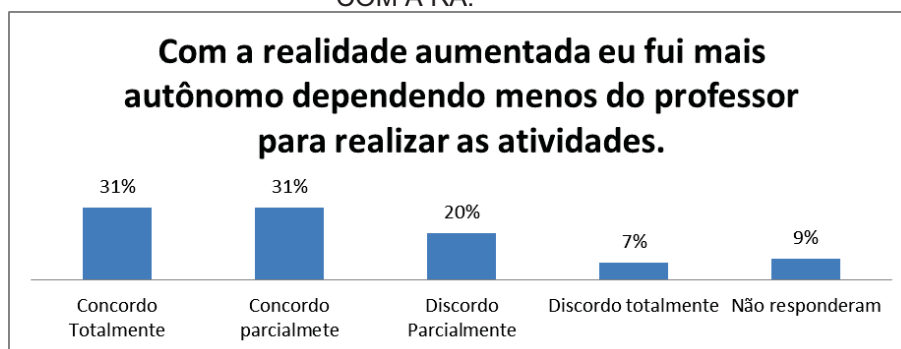
Os resultados apresentados sugerem que os participantes se sentiram num ambiente de aprendizagem. Porém, este ambiente deve buscar a autonomia e a autoconfinança do aprendiz.

Com relação a autonomia dos participantes, um fato importante observado durante os encontros é a redução sensível das solicitações, por parte dos participantes do auxílio do professor que inicialmente era relativo ao “como fazer” as atividades.

Nos primeiros três encontros foi sendo convertida em discussões mais conceituais os questionamentos e voltadas ao conteúdo em si, e na medida em que

os roteiros foram sendo trabalhados os participantes foram interagindo mais entre si e cobraram menos atenção do professor. Esta observação foi validada pelos participantes, pois 62% dos participantes (GRÁFICO 7) consideraram que com o apoio da RA foi mais autônomo dependendo menos do professor para realizar as atividades.

GRÁFICO 7 – RESPOSTA DOS PARTICIPANTES QUANTO À AUTONOMIA ADQUIRIDA COM A RA.



Fonte: O autor (2018).

Assim, a investigação apresentada neste estudo de caso, permitiu observar “como” o processo de integração da RA em sala de aula ocorreu. vários olhares podem ser lançados sobre os dados obtidos, porém os pontos elencados pela fundamentação e pelo campo de pesquisa aqui explorado permitiu vivenciar o desafio apontado por Oliveira (2016),

O desenvolvimento de trabalhos matemáticos tendo como suporte tecnológico a Realidade Aumentada representa um contexto rico e desafiador de aprendizagem tanto para alunos quanto para professores. Para alunos, porque passam a constituírem-se em sujeitos de conhecimento, isto é, alguém que sente o prazer em participar da produção/construção do seu desenvolvimento matemático. Para professores, porque permite a integração de conteúdos e adequação da aplicação à realidade de suas turmas ou mesmo da escola (OLIVEIRA, 2016, p.133-134).

O que se buscou analisar sobre o processo de ensino e aprendizagem mediado pela RA foi o de vivenciar e investigar as possibilidades oferecidas por este recurso tecnológico na obtenção de objetivos essenciais a uma aprendizagem plena, autônoma e colaborativa.

4.4.4 Dificuldades e desafios da integração da Realidade Aumentada.

Consideramos impraticável realizar uma pesquisa que envolva Educação e não falar dos desafios e das dificuldades em realizá-la, sobretudo em escolas públicas brasileiras que possuem deficiência em recursos e infraestruturas.

As investigações que ocorrem “no chão da escola” esbarram em questões naturais, tais como, cultura trazida pelos alunos e suas idéias sobre Educação, compreensão por parte da comunidade da importância de participação em pesquisas científicas. O próprio entendimento do que é pesquisa e o confronto de interesses da investigação e da gestão escolar (que podem ocorrer diversas vezes) ou ainda, as mazelas que acometem a própria escola pública, a falta de estrutura e de boas políticas públicas, turmas lotadas, falta de professores, formação e capacitação dos profissionais da educação, dentre outros (LÜDKE; CRUZ; BOING, 2009).

Quando o tema é tecnologia, somam-se, ainda, os desafios referentes ao aceite e capacidade de mudança que cada uma das pessoas envolvida deve assumir. Isso se intensifica com as alterações no cotidiano escolar que nem sempre é um processo simples, pois impacta o social, o psicológico e o profissional, gerando transtornos e inquietações que podem até inviabilizar a realização de uma investigação na área (BORBA; PENTEADO, 2007; KENSKI, 2012; MORAN, 2003).

Dessa forma, essa unidade de análise tem o objetivo é dar visibilidade a algumas das dificuldades encontradas ao longo da pesquisa, à luz do contexto e da fundamentação buscar interpretações possíveis e também elencar os desafios que não foram atingidos pela pesquisa.

Em primeiro lugar buscou-se vivenciar na integração da RA em sala de aula “as dificuldades em aplicar nas escolas públicas por falta de recursos.” (DUNCAN, 2014, p.48). Ao se prontificar na busca de soluções para esta falta de recurso alguns desafios práticos surgiram e são informações importantes e serão destacados a seguir, não como críticas, mas como alertas e contribuições importantes a outras pesquisas futuras.

Mesmo com o evidente aumento nas pesquisas que envolvem tecnologias digitais na Educação e os resultados positivos apontados por elas, ainda se percebe, que a quantidade de escolas, equipadas com computadores ou dispositivos móveis com capacidade de atender individualmente cada estudante, é insuficiente. Nos dois

colégios que participaram da pesquisa a realidade não é diferente, pois apesar de possuírem laboratório de informática a quantidade de computadores é inferior ao número de estudantes das turmas e nenhum deles é equipado com *tablets*, *notebook* ou outros. Portanto, esta dificuldade poderia até não existir se a realidade estrutural das escolas públicas fosse outra.

Assim o dispositivo utilizado na pesquisa foi o *smartphone* dos participantes. Para isso, antes que a proposta fosse comunicada aos participantes, um levantamento informal nas turmas foi realizado para que posteriormente pudessem ser convidadas a participar da investigação. Foi perguntado se possuíam celulares, se traziam frequentemente para a escola e qual era a versão do sistema operacional dos aparelhos. A tabela 3 mostra o resultado deste levantamento.

TABELA 3 - LEVANTAMENTO PRELIMINAR SOBRE OS SMARTPHONES NAS TURMAS PARTICIPANTES.

	TURMA A	TURMA B	TURMA C	TURMA D	TURMA E
Número de estudantes	32	19	21	31	20
Número de estudantes que possuíam celular	26	14	13	19	16
Numero de estudantes que trazem celular para a aula	24	14	13	18	16
Numero de celulares com sistema Android e versão compatível com o <i>app</i> desenvolvido para a pesquisa.	21	13	12	17	15
Número de estudantes que ficariam sem o <i>app</i> .	11	6	9	14	5

Fonte: o autor (2018).

O levantamento mostrou a viabilidade da realização da pesquisa, dado que em cada turma os alunos que ficariam sem o *app* seria sempre menor que 50% do total turma e, portanto, garantia a possibilidade de, em sendo realizado atividades em duplas todos teriam contado com o recurso.

Neste contexto, na viabilidade da pesquisa existiam ainda outras preocupações preliminares; (1) ter um bom número de participantes, (2) proporcionar que todos tenham possibilidades de realizar as atividades e (3) que não se crie um clima de exclusão capaz de prejudicar a aprendizagem.

Contudo, a participação dos alunos foi satisfatória, pois, num total de 123 matriculados, 70 alunos aceitaram fornecer dados e serem participantes da pesquisa, 52 aceitaram trabalhar com o material, mas não a participar fornecendo dados e tendo registros audiovisuais de suas atividades em sala e uma aluna não aceitou nem o material em o uso de celular como recurso pedagógico.

Ao buscar proporcionar a todos a possibilidade de realizar as atividades, algumas preocupações iniciais seriam:

1. Como negociar com alunos que possuíam celulares cujos sistemas não eram Android ou não tivessem celular a realização das atividades.
2. Como incluir alunos que não aceitassem participar da pesquisa fornecendo os dados e os registros num mesmo ambiente de aprendizagem respeitando sua decisão.
3. Como orientar todos os alunos na instalação do aplicativo principalmente àqueles que não têm um domínio mais avançado no tempo de um encontro.

Ressaltamos que na apresentação da pesquisa e nos documentos de concordância e direito de imagem ficou evidente a real intensão desses registros no trabalho e o sigilo pleno do material gravado exigido pela ética em pesquisas. No entanto, a não concordância em participar da pesquisa se deu pelo motivo apontado pelos alunos em não participar fornecendo dados foi a vergonha em ser gravados ou o medo de serem avaliados (externamente à pesquisa) pelo registro.

Assim, foi proposto a eles que a gravação seria feita de maneira a não os enquadrar na filmagem, para isso, foi combinado com todos os participantes que ocupassem um dos lados da sala onde estava a câmera e os alunos não participantes ocupariam a outra parte da sala, fora do campo de filmagem.

Durante os seis encontros não foram registrados quaisquer problemas quanto a isso, a interação entre os alunos e professor foi mantida e o ambiente de aprendizagem também, porém qualquer comunicação ou registro desses alunos foi omitido do relatório.

Para aluna que não aceitou a participação nem o uso do celular, alegando vergonha da exposição e de não gostar de manusear dispositivos móveis, foi proposto um material alternativo, com o uso do livro didático e atividades específicas

de maneira que os objetivos de aprendizagem de cada encontro também fossem alcançados por ela, o atendimento também foi individualizado, porém omitido do relatório, com total concordância da mesma.

Na instalação dos aplicativos foi possível observar uma maior facilidade nas turmas com alunos mais jovens (TURMA A e TURMA D), pois havia um maior número de alunos que sabiam instalar o aplicativo em seus celulares (via fonte externa¹⁴) o que diminuiu o tempo necessário para que todos os celulares disponíveis tivessem instalado o *app* de RA nessas turmas, o que não significou uma inviabilidade com as outras turmas, pois a instalação foi realizada sem maiores problemas.

Duas dificuldades surgiram neste momento em algumas turmas (TURMA A, TURMA C, TURMA D e TURMA E):

1. Alguns celulares não tinham espaço na memória para a instalação do *app*.
2. Um modelo específico não aceitava instalação de fonte externa (ou fonte desconhecida).

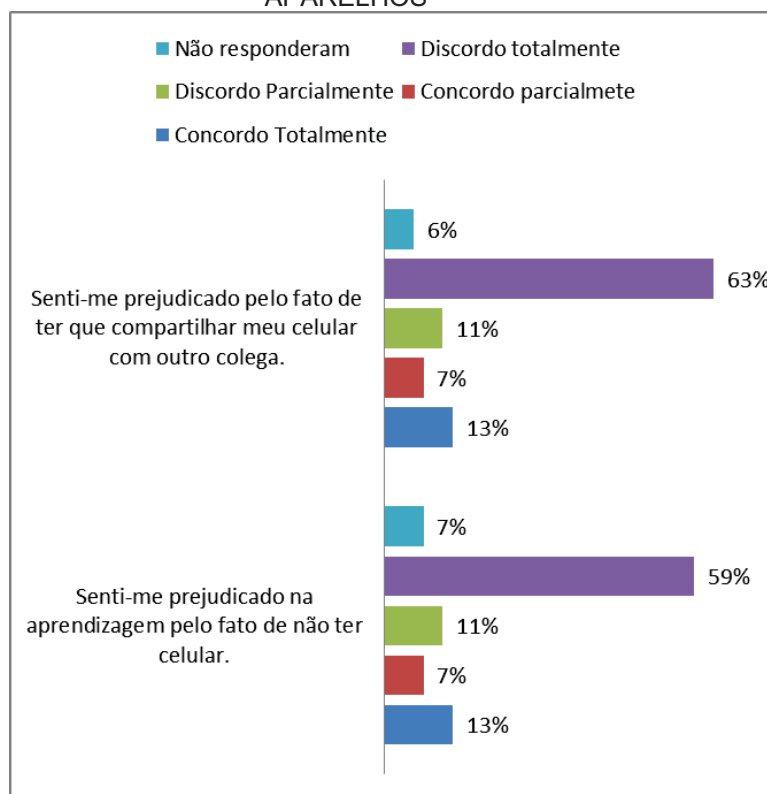
No primeiro caso, os próprios alunos se comprometeram em fazer backups de suas mídias (fotos e músicas) para que pudessem realizar a instalação no próximo encontro.

Já o segundo caso exigiu uma pesquisa na internet sobre o modelo de celular em questão necessitava de um gerenciador de arquivos instalado para que fosse possível a execução de um arquivo .apk de fonte desconhecida. Estes dois casos foram resolvidos e todos os aparelhos receberam a instalação do aplicativo, logo no segundo encontro.

As medidas adotadas e a metodologia utilizada na elaboração do material e nos encontros foram capazes de reduzir estas dificuldades, visto que os participantes tiveram uma visão positiva com relação à superação destas dificuldades. O gráfico 8 mostra a validação dos participantes com relação a estes aspectos.

¹⁴ Os aplicativos geralmente são instalados a partir da *appStore*, fonte externa significa que o aplicativo utilizado na pesquisa será instalado de um arquivo .apk transferido de um computador.

GRÁFICO 8 - AVALIAÇÃO DOS PARTICIPANTES QUANTO AO COMPARTILHAMENTO DE APARELHOS



Fonte; O autor (2018).

Na avaliação dos participantes que responderam ao questionário final, 74% dos participantes que possuí celular discordaram, mesmo que parcialmente com a afirmação “senti-me prejudicado pelo fato de ter que compartilhar meu celular com outros colegas” e 70% dos participantes que não possuía celular discordaram, mesmo que parcialmente da afirmação “senti-me prejudicado na aprendizagem pelo fato de não ter celular”. Nas duas afirmações 20% dos participantes concordaram, mesmo que parcialmente, estes valores reforçam a ideia de uma redução da dificuldade, mas não sua extinção completa.

Uma dificuldade estrutural foi percebida logo no segundo encontro e perdurou pelos demais.

Nas salas de aula utilizadas, em prédios relativamente antigos, é comum ter no máximo duas tomadas de energia elétrica, mesmo solicitando aos participantes que mantivessem carregados seus aparelhos, alguns tiveram as baterias esgotadas durante o encontro (visto que a RA mantém a tela e o processamento ativos durante todo o tempo de uso e isso faz com que o aparelho consuma mais energia). Por isso, foi necessário que uma extensão elétrica fizesse parte do material de aula e isso causou certo transtorno durante os encontros.

Do ponto de vista organizacional, não houve nenhum registro importante que interferisse diretamente no ambiente ou prejudicasse a pesquisa, embora tenham acontecidos fatos inesperados, como uma simulação de incêndio¹⁵, aula interrompida por uma reunião programada pela gestão escolar, substituição de sala por motivo de manutenção.

Por fim, alguns desafios não foram vivenciados por esta investigação e ainda ficaram obscuros, dentre outros, o uso da RA em um processo de aprendizagem que ocorra em qualquer ambiente, seja em sala ou em casa (NOVAL, 2013), a aplicação da RA em outros conteúdos matemáticos (e não só a geometria), e a construção do conhecimento por parte dos alunos por meio da autoria tendo como apoio a RA (OLIVEIRA, 2016).

Questionar as dificuldades e desafios da pesquisa é sobre tudo dar visibilidade a importantes pontos muitas vezes esquecidos, os problemas encarados e as soluções encontradas podem servir de alerta para os pesquisadores inexperientes e ainda evidenciar as dificuldades diárias encontradas no cotidiano escolar e na vivência da pesquisa. Assim, concluindo-se a análise dos dados levantados por esta investigação o próximo capítulo traz as considerações finais ao trabalho realizado.

¹⁵ Atividade realizada pela equipe de Brigadistas do colégio foi realizada sem aviso prévio aos alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investigar a integração da RA em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial do Ensino Médio é o objetivo geral desta pesquisa que buscou responder ao questionamento: Quais contribuições no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial podem ser observadas a partir da integração da RA em dispositivos móveis no Ensino Médio?

Por meio do levantamento de dados descritivos e audiovisuais foi possível analisar o caso educacional em um ambiente natural de realidade escolar, uma vez que realizamos um estudo de caso, vivenciando a integração desta tecnologia em cinco turmas de dois colégios do litoral paranaense ao longo de seis encontros.

Os objetivos traçados pela pesquisa foram na medida em que foi possível estabelecer diversas correlações entre os fatos ocorridos, as impressões dos participantes e os parâmetros teóricos obtidos ao longo da investigação.

Para isso realizamos uma RSL, que revelou as principais características das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas e que se utilizam da RA como recurso tecnológico nas aulas de matemática na Educação Básica. Tal levantamento mostrou que as principais preocupações das pesquisas presentes na literatura consultada: (1) a usabilidade, aceitação da tecnologia ou o desempenho acadêmico dos participantes ao usarem a RA no aprendizado; (2) o desenvolvimento de uma aplicação educacional em RA para apoio ao ensino e (3) apresentar diretrizes teóricas para fundamentação e desenvolvimento de novas aplicações.

Além de servirem de base teórica, a literatura forneceu parâmetros para a concepção da metodologia e dos encaminhamentos da pesquisa, contribuindo ainda para as correlações estabelecidas nas análises de dados.

A sequência de atividades desenvolvidas contou com a elaboração de um material impresso e um aplicativo para celular que serviram de recursos materiais e mediaram o processo ensino e aprendizagem. O desenvolvimento de um material didático específico foi necessário, uma vez que o desenvolvimento de aplicações educacionais em RA voltados ao ensino de matemática ainda é tímida e não encontramos uma aplicação que cumprisse com as características dessa pesquisa.

Os dados obtidos durante a execução da sequência de atividades foram analisados em três categorias: o ambiente de sala de aula mediada pela RA; o processo ensino e aprendizagem mediada pela RA e as dificuldades e desafios da

integração da RA. Essas categorias buscaram interpretar os dados por pontos de vista diferentes contribuindo, assim, para a organização dos resultados.

De maneira breve e objetiva essas considerações finais da dissertação trazem os principais tópicos da análise. Quanto à primeira unidade de análise “o ambiente sala de aula mediada pela RA” mostra a capacidade de potencializar o trabalho colaborativo, as reflexões, o interesse e as interações entre professor – estudante – conteúdo, além de manutenção de um clima de aprendizagem, ao longo dos encontros. Quanto ao “processo de ensino e aprendizagem mediado pela RA” à pesquisa mostrou a possibilidade de integração de diferentes mídias e como essa contribuiu para que os estudantes buscassem diferentes recursos na construção de seus conhecimentos, desenvolvendo a autonomia e a autoconfiança. Por fim, a terceira categoria “as dificuldades e desafios da integração” mostra que dificuldades estruturais e falta de recursos foram amenizadas pela metodologia, material e estratégias encontradas durante a pesquisa, uma vez que os participantes avaliaram satisfatoriamente os encontros, mesmo os que não tinham dispositivos próprios e necessitaram usar de um colega, quanto os que compartilharam seu dispositivo durante as atividades.

Assim, ao responder o questionamento de nossa pesquisa, pode-se perceber que no caso educacional investigado, a RA foi um recurso de apoio ao ensino que possibilitou, dentre outras coisas, criar um clima de aprendizagem, cooperação, confiança e autonomia, enriquecendo o material didático e as interações entre os estudantes e entre esses e o professor. Ainda, favoreceu a integração de mídias, a visualização de objetos geométricos e as reflexões sobre eles, com destaque para o aspecto lúdico envolvido.

Alguns desafios não foram enfrentados por esta pesquisa e podem ser explorados em futuras investigações, quais seja, o uso da RA em um processo de aprendizagem que ocorra em qualquer ambiente, seja em sala de aula ou em casa, também, a aplicação da RA em outros conteúdos matemáticos (e não só a geometria) e a construção do conhecimento por parte dos estudantes por meio da autoria tendo como apoio a RA.

Finalmente é importante destacar dois pontos: a RA não é um recurso substitutivo de qualquer um dos elementos existentes e que compõe a sala de aula atualmente, sua integração deve contribuir no processo, sendo mais um apoio e uma possibilidade ao professor; há uma necessidade urgente de novas metodologias e

recursos na preparação de uma educação do futuro, para isso, professores, estudantes e todos envolvidos na educação necessitam assumir uma mudança de postura, sem a qual qualquer inovação é infrutífera. Esse último ponto corrobora com os apontamentos de Kenski (2012) e Moran (2003) expostos no capítulo dois sobre a fundamentação teórica.

Dessa forma este trabalho buscou contribuir com duas questões: (1) apresentar uma vivência de integração da tecnologia digital em sala de aula, em especial na escola pública e (2) fornecer como um produto desta vivência o material didático e o aplicativo desenvolvido, que será disponibilizado a quem desejar utilizar, no intuito de contribuir com colegas professores em suas respectivas práticas; uma vez que a RA ainda é pouco explorada no ambiente educacional, fato observado em nossa revisão de literatura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola: criação de redes de conhecimentos. In: ALMEIDA, M. E. B. MORAN, J. M. (Orgs). **Integração das tecnologias na educação. Secretaria de Educação a Distância**. Brasília. Ministério da Educação: SEED, 2005. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000701.pdf>>. Acesso em 26/01/2017.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- _____. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista Educação e Contemporaneidade**. FAEEBA, Salvador, BA, v. 22, n.40. P 95 – 103, jul/dez. 2013
- ARAUJO, G. V. **A utilização da realidade aumentada no ensino dos poliedros convexos regulares**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em rede Nacional (PROFMAT) - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS). Dourados, p. 35. 2013.
- AZUMA, R. **A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual environments**. v. 6, n. 4. Cambridge. 1997.
- BILLINGHURST, Mark. Augmented Reality in Education. **New Horizons for Learning**, Seattle, Dezembro 2002.
- BITTAR, M. A escolha de um software educacional e a proposta pedagógica do professor: estudo de alguns exemplos da matemática. In: BELINE, ; LOBO DA COSTA, (org). **Educação Matemática, tecnologia e formação de professores: algumas reflexões**. Campo Mourão: FECILCAM, 2010. p. 215-242.
- BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 3ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- BUJAK, K. R. et al. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics. **Computers & Education**, New York - EUA, v. 68, p. 536-544, Outubro 2013. Disponível em: acesso em Out de 2017.
- COLPANI, R. **AR+G ATIVIDADES EDUCACIONAIS: Um aplicativo de realidade aumentada com Gamification para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Paulo, Campus Sorocaba. Sorocaba - SP, p. 109. 2015.
- COSTA, N. M. L. D.; PRADO, M. E. B. B. A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. **Perspectivas da Educação Matemática: Revista do programa de pós-graduação em educação matemática da universidade federal de mato grosso do sul (UFMS)**, Campo Grande, v. 8 n.16, p. 99-120, 2015.
- DUNCAN, S. D. A. M. **Uso de Técnicas de Realidade aumentada no Ensino de Pirâmide**. Dissertação (Mestrado em Matemática)-Universidade Estadual do Norte

Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Matemáticas. Campos dos Goytacazes, p. 50. 2014.

FERREIRA, A. B. D. H. **Novo Aurélio Século XXI**. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 1999.

FORTE, C. E. ; KIRNER, C. **Software educacional potencializado com realidade aumentada para uso em matemática e física**. Dissertação (Mestrado em Ciências da computação). Piracicaba: UNIMEP. 2009.

GEROIMENKO, V. Augmented Reality Technology and Art: The Analysis and Visualization of Evolving Conceptual Models. In: **16th INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALISATION**. Sydney, 2012

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GÓES, Heliza Colaço. Expressão Gráfica: um esboço de conceituação. **Revista Educação Gráfica**, Bauru, v. 17, n. nº1, 2013.

GOMES, N. A. **Possibilidades do uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Matemática (PROFMAT Profissional). Jataí - GO, p. 54. 2015.

GRILLO, J. D. **Atividades e Problemas de Geometria Espacial para o Ensino Médio** . Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - UFSCAR. São Carlos, p. 124. 2014.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

LEITÃO, Rui Manuel Vieira. **Aprendizagem baseada em jogos: realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Expressão gráfica e Audiovisual). Lisboa: Universidade Aberta. 2013.

LEMOS, Bruno Moraes; CARVALHO, Carlos Vitor de Alencar. Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. **RENOTE: Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. V. 8 , n. Nº 2, julho 2010.

LÜDKE, M. O professor, seu saber e sua pesquisa. **Educação & Sociedade**, Campinas: CEDES, n. 74, p. 77-96, 2001.

LUDKE, M. ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

LÜDKE, ; CRUZ, G. B. D.; BOING, L. A. A pesquisa do professor da educação. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. N.42, p. 456 - 602, Set/Dez 2009.

MACEDO, A. D. C.; SILVA, J. A. D.; BURIOL, T. M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **RENOTE- Novas tecnologias na Educação**, Porto Alegre - RS, v. 14, n. 2, dezembro 2016.

MACEDO, Suzana da Hora; LEITE, Evanildo dos Santos. Realidade aumentada como apoio ao estudo de sólidos. IN: **XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia: Educação na Era do Conhecimento**. Gramado: [s.n.]. 2013.

MORAN, J. Gestão inovadora da escola com tecnologias. In: VIEIRA, A. (**Gestão educacional e tecnologia**). São Paulo: Avercamp, 2003. p. 151-164.

NOVAL, M. D. M. **Realidade Aumentada no ensino da Matemática: um caso de estudo**. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real - Portugal, p. 132. 2013.

OLIVEIRA, P. S. D. **Procedimentos Pedagógicos para o processo ensino aprendizagem de matemática no Ensino Médio : Intervenção pela realidade aumentada**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós -graduação em Ensino de Ciências: mestrado profissional - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá - MG, p. 175. 2016.

RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E. R. "Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências". Livro do Pré-Simpósio 2011. IN: **XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada**. Uberlândia, Brasil, 2011.

RUIZ - ARIZA, A. et al. Effect of augmented reality game Pokemon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. **Computers & Education**, New York - EUA, v. 116, p. 49-63, Setembro 2017.

SERAFIM, M. L.; SOUSA, R. P. **Multimídia na educação: o vídeo digital integrado ao contexto escolar**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

SILVA, F. O. D. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente - SP, p. 102. 2017.

TORI, R.; KIRNER C.; SISCOOTTO R. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC; 2006.


VON HOHENDORFF, J. Como escrever um artigo de revisão de literatura. In: KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. D. P.; VON HOHENDORFF, J. **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso, 2014. Cap. 2, p. 39-64.

**APÊNDICE A – MODELOS DOS TERMOS LEGAIS PARA PARTICIPAÇÃO NA
PESQUISA: TCLE’S, TALE’S E DIREITO DE USO DE IMAGEM**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes e Prof. Alex de Cassio Macedo, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, solicitamos autorização para o estudante _____ participar de um estudo intitulado “ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA RA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS” que será aplicado nas aulas de matemática.

O estudo é importante para observarmos esta tecnologia utilizando dispositivos móveis como recurso pedagógico. Para isto, deve-se atentar aos seguintes itens:

- a) O objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia para a integração de dispositivos móveis na disciplina de matemática.
- b) Com esta pesquisa descreveremos aspectos relativos a investigar a integração da RA (RA) em dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial, a partir do uso de dispositivos móveis em sala de aula.
- c) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser: esta pesquisa envolve seres humanos diretamente e tem como foco a observação em sala de aula do desenvolvimento de diferentes atividades didáticas que poderão ou não levar a aprendizagens escolares na área do ensino de matemática. Portanto, pode envolver alguns riscos como: desconforto, constrangimento e retraimento.
- d) O benefício esperado com essa pesquisa é a melhora no aprendizado dos conteúdos da disciplina de matemática. No entanto, o estudante nem sempre será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas estará contribuindo para o avanço científico, podendo ser beneficiado no futuro.
- e) Dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador Alex de Cassio Macedo no Colégio 
- f) As informações relacionadas ao estudo serão conhecidas somente pelos responsáveis pela pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **identidade do participante seja preservada e seja mantida a confidencialidade.**

Participante da Pesquisa:

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE: Profº Alex de Casio Macedo

Orientador: Profº Dr Anderson R. Teixeira Góes

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | Térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br -
telefone (041) 3360-7259

- g) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e com a participação do estudante no estudo o senhor (a) não receberá qualquer valor em dinheiro. Terá a garantia de que problemas como desconforto, constrangimento e retraimento que possa ocorrer nas aulas, decorrentes do estudo, serão tratados na própria escola.
- h) Para tanto, caso senhor (a) concorde com essa participação, deverá assinar este termo. Se após assinado, por qualquer motivo, o senhor (a) não quiser mais que o estudante faça parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado e o termo de assentimento livre e esclarecido.

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei que o estudante sob minha responsabilidade possa participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que o estudante é livre para interromper a participação a qualquer momento sem justificar sua decisão. Eu entendi o que será realizado durante a pesquisa e fui informado que o estudante será atendido sem custos para mim se ele apresentar algum problema dos relacionados no item “g”. Também, concordo voluntariamente que o estudante sob minha responsabilidade participe deste estudo.

Guaratuba, ____ de Outubro de 2017.

(Assinatura do responsável pelo participante na pesquisa)

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira
Góes

Pesquisador Responsável
Prof. Alex de Cassio Macedo.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | Térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br -
telefone (041) 3360-7259

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto:

ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA RA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Pesquisador Principal: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes Email: artgoes@ufpr.br	Colaborador: Alex de Cassio Macedo Email: proflecao@gmail.com
--	---

Local da Pesquisa: Colégio Estadual [REDACTED]

Endereço: [REDACTED]

O que significa assentimento?

Assentimento significa CONCORDAR; assim se você, menor de idade, deseja fazer parte desta pesquisa, precisa ler este Termo de Assentimento e assinar sua concordância em participar do estudo. Você terá seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que possui o objetivo de discutir o uso de Tecnologias digitais em sala de aula, tais como celular, tablets, computadores, entre outros.

Esta pesquisa é importante porque busca estudar os benefícios do uso de dispositivos móveis em sala de aula como recursos pedagógicos, como descrever os efeitos de uma metodologia diferenciada para se trabalhar os conteúdos escolares em sala de aula e integrar as tecnologias disponíveis ao processo de ensino e aprendizagem visando à melhoria do ensino.

O estudo será desenvolvido por meio de uma sequência de aulas preparadas sobre o conteúdo de Geometria espacial, onde você participará de atividades que envolvem o uso de um aplicativo baseado em RA. Essas aulas serão registradas por meio de gravações de áudio e vídeo. Os dados da pesquisa serão: os registros das aulas, as atividades desenvolvidas por você durante as atividades, questionários e entrevistas (que eventualmente possa ser convidado a participar).

Participante da Pesquisa: Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE: Profº Alex de Casio Macedo Orientador: Profº Dr Anderson R. Teixeira Góes

Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

Caso você aceite participar, será necessário apenas, realizar as atividades em sala conforme as orientações, permitir o recolhimento de suas atividades desenvolvidas e instalar o aplicativo experimental fornecido (sem custos) em seu dispositivo móvel. Caso não possua um, ou não queira utilizar o seu dispositivo móvel, você pode participar da mesma maneira aceitando os outros termos.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo.

Contato para dúvidas

Se você ou seus responsáveis tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, poderão contatar o pesquisador Alex de Cassio Macedo, professor de matemática pelo e-mail: proflecao@gmail.com e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: artgoes@ufpr.br.

O pesquisador Alex de Cassio Macedo poderá ser contatado ainda no Colégio [REDACTED]

[REDACTED] e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciência Exatas, Departamento de Expressão Gráfica Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, de segunda à sexta feira das 8h às 12.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360- 7259.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

Guaratuba, ____ de Outubro de 2017.

Assinatura do Adolescente

Professor Alex de Cassio Macedo

Assinatura do Orientador

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | Térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br -
telefone (041) 3360-7259

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Participante maior de idade)

Título do Projeto:

ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA RA EM
 DISPOSITIVOS MÓVEIS

Pesquisador Principal: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes Email: artgoes@ufpr.br	Colaborador: Alex de Cassio Macedo Email: proflecao@gmail.com
--	---

Local da Pesquisa: Colégio Estadual [REDACTED]

Endereço: [REDACTED]

Informação ao participante

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que possui o objetivo de discutir o uso de Tecnologias digitais em sala de aula, tais como celular, tablets, computadores, entre outros.

Esta pesquisa é importante porque busca estudar os benefícios do uso de dispositivos móveis em sala de aula como recursos pedagógicos, como descrever os efeitos de uma metodologia diferenciada para se trabalhar os conteúdos escolares em sala de aula e integrar as tecnologias disponíveis ao processo de ensino aprendizagem visando à melhoria do ensino.

O estudo será desenvolvido por meio de uma sequência de aulas preparadas sobre o conteúdo de Geometria espacial, onde você participará de atividades que envolvem o uso de um aplicativo baseado em RA. Essas aulas serão registradas por meio de gravações de áudio e vídeo. Os dados da pesquisa serão: os registros das aulas, as atividades desenvolvidas por você durante as atividades, questionários e entrevistas (que eventualmente possa ser convidado a participar).

Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

Caso você aceite participar, será necessário apenas, realizar as atividades em sala conforme as orientações, permitir o recolhimento de suas atividades desenvolvidas e os registros em áudio e vídeo e, ainda instalar o aplicativo experimental fornecido (sem custos) em seu dispositivo móvel. Caso não possua um, ou não queira utilizar o seu dispositivo móvel, você pode participar da mesma maneira aceitando os outros termos.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo.

Participante da Pesquisa: Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE: Profº Alex de Casio Macedo Orientador: Profº Dr Anderson R. Teixeira Góes

Contato para dúvidas

Se você ou seus responsáveis tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, poderão contatar o pesquisador Alex de Cassio Macedo, professor de matemática pelo e-mail: proflecao@gmail.com e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: artgoes@ufpr.br.

O pesquisador Alex de Cassio Macedo poderá ser contatado ainda no Colégio [REDACTED]

[REDACTED] e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciência Exatas, Departamento de Expressão Gráfica Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, de segunda à sexta feira das 8h às 12.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360- 7259.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi as informações apresentadas neste TERMO DE CONSENTIMENTO. Tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

Guaratuba, ____ de _____ de 2017.

Assinatura do Adolescente

Professor Alex de Cassio Macedo

Assinatura do Orientador

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | Térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br -
telefone (041) 3360-7259

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

Maiores de 18 anos

Neste ato, _____, nacionalidade _____, estado civil _____, portador da Cédula de identidade RG nº. _____, inscrito no CPF/MF sob nº _____, residente à Av/Rua _____.

_____, nº. _____, município de Guaratuba/Paraná. O. **AUTORIZO** o uso de minha imagem, voz e escritos em todo e qualquer material entre fotos, áudio, filmagens e documentos redigidos por mim, para ser utilizada no projeto de pesquisa "**ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA RA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS**" sejam essas destinadas à divulgação ao público em geral. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional e no exterior, das seguintes formas: (I) Como registro de momentos importantes da pesquisa e posterior transcrição como dados de pesquisa (sem identificação); (II) Ilustração em materiais divulgados em meios acadêmicos (como apresentações, artigos e dissertação). Por esta ser a expressão da minha vontade **declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro**, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

_____, dia _____ de _____ de _____.

(assinatura)

Nome:

Telefone p/ contato:

Nos termos, onde tem nossas informações, trocar para: Dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador Alex de Cassio Macedo, professor de matemática pelo telefone 98826-1006 ou e-mail: proflecao@gmail.com e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, telefone 3361-3462, e-mail: artgoes@ufpr.br.

O pesquisador Alex de Cassio Macedo poderá ser contatado ainda no Colégio Estadual _____ - e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciências Exatas – Departamento de Expressão Gráfica – Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM
Adolescente maior de 12anos e menor de 18 anos

Eu, _____, nacionalidade _____, menor de idade, neste ato, devidamente representado por meu (minha) (responsável legal), _____, nacionalidade _____, estado civil _____, portador (a) da Cédula de identidade RG nº. _____, inscrito (a) no CPF/MF sob nº _____, residente à _____ Av/Rua _____, nº. _____, município de Guaratuba/Paraná.

AUTORIZO o uso de minha imagem, voz e escritos em todo e qualquer material entre fotos, áudio, filmagens e documentos redigidos por mim, para ser utilizada no projeto de pesquisa **"ENSINO E APRENDIZADO DE GEOMETRIA POR MEIO DA RA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS"** sejam essas destinadas à divulgação ao público em geral. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional e no exterior, das seguintes formas: (I) Como registro de momentos importantes da pesquisa e posterior transcrição como dados de pesquisa (sem identificação); (II) Ilustração em materiais divulgados em meios acadêmicos (como apresentações, artigos e dissertação). Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que **autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro**, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

_____, dia _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável legal

Assinatura do adolescente

Telefone p/ contato: _____

Nos termos, onde tem nossas informações, trocar para: Dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador Alex de Cassio Macedo, professor de matemática pelo telefone 98826-1006 ou e-mail: proflecao@gmail.com e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, telefone 3361-3462, e-mail: artgoes@ufpr.br.

O pesquisador Alex de Cassio Macedo poderá ser contatado ainda no Colégio _____ - e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciências Exatas – Departamento de Expressão Gráfica – Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

APÊNDICE B – PLANEJAMENTO DOS ENCONTROS

A sequência de atividades está estruturada com cinco encontros, onde na sua maioria, são de duas aulas com 50 min. Exceto o encontro preliminar com uma aula de 50 min.

Na medida em que as unidades forem sendo desenvolvidas em sala de aula, pode (ou não) ocorrer à necessidade de se retomar o conteúdo, como recuperação paralela, ou ainda caso não seja necessário uma recuperação pontual pode ser necessário atividades complementares, por esse motivo que a sequência de atividades total contará com 20 encontros, pois os restantes podem ser dedicados a estas atividades.

ENCONTRO 1 Aplicação: Professor regente – pesquisador colaborador. Duração: Uma aula de 50 min.	
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Orientar os possíveis participantes da pesquisa. • Ler e apresentar o TALE. • Entregar o TCLE para que estudantes menores de 12 anos levem aos pais e ou responsáveis. • Divulgação do link para instalação do aplicativo educacional.
ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	Inicialmente serão apresentados os passos da sequência de atividades o funcionamento do aplicativo e os esclarecimentos acerca da pesquisa que será realizada, a leitura e explicação dos termos (TALE e TCL) com abertura para perguntas e proposições.
RECURSOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quadro de Giz (Para anotações). ▪ TALE e TCLE.
AVALIAÇÃO	Não haverá neste momento avaliação pedagógicas apenas orientações iniciais de pesquisa.

ENCONTRO 2- GEOMETRIA ESPACIAL: Conceitos iniciais. Aplicação: Professor regente – pesquisador colaborador. Duração: Duas aulas de 50 min cada.	
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar os conceitos de tridimensional e bidimensional. • Diferenciar poliedros e corpos redondos.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	Inicialmente serão apresentados os passos da sequência de atividades, o funcionamento do aplicativo e a distribuição do material impresso. Os participantes serão organizados em duplas ou trias (conforme a disposição dos dispositivos móveis) e seguirão o roteiro de aprendizagem proposto pelo material impresso onde manuseando o aplicativo explorarão os conceitos e resolverão as atividades, espera-se que o ambiente seja de interações entre integrantes das duplas (ou trios) e entre professor e participante. Ao final da unidade, ocorrerá sistematização onde o professor deverá convidar os participantes a compartilhar seus registros, criando uma definição geral com toda a classe. Todos deverão entregar suas folhas de atividades para avaliação e registros.
RECURSOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material impresso, ▪ Quadro de Giz (Para anotações). ▪ Caderno (Para registros pessoais) e ▪ Dispositivo Móvel (celular ou tablet) com aplicativo instalado.
AValiação	A avaliação ocorrerá por meio dos registros escritos nas atividades e intervenções orais durante as atividades e na sistematização da unidade

ENCONTRO 3- OS POLIEDROS. Aplicação: Professor regente – pesquisador colaborador. Duração: Duas aulas de 50 min cada.	
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Definir e classificar os poliedros. • Reconhecer os elementos de um poliedro. • Reconhecer em objetos reais formas poliédricas.
ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	Em duplas ou trios os participantes devem através da RA assistir a uma animação relativa à definição de poliedros, em seguida discutir a nomeação dos poliedros e por fim classifica-los em convexos e não convexos. Durante toda a unidade as atividades cobrarão dos participantes conjecturas e definições que deverão ser lidas e sistematizadas ao final da unidade.
RECURSOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Material impresso, • Quadro de Giz (Para anotações). • Caderno (Para registros pessoais) e • Dispositivo Móvel (celular ou tablet) com aplicativo instalado.
AValiação	A avaliação ocorrerá por meio dos registros escritos nas atividades e intervenções orais durante as atividades e na sistematização da

	unidade
--	---------

ENCONTRO 4 - POLIEDROS REGULARES. Aplicação: Professor regente – pesquisador colaborador. Duração: Duas aulas de 50 min cada.	
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e diferenciar os poliedros regulares. • Articular os conhecimentos matemáticos com a história da filosofia por meio dos poliedros platônicos. • Aplicar a relação de Euler em poliedros.
ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	Através de uma articulação entre matemática e filosofia, serão definidos poliedros regulares e sólidos platônicos, identificando suas propriedades e características. As atividades deverão promover as conjecturas necessárias para que os estudantes compreendam poliedros regulares, bem como a partir deles discutir a relação entre seus elementos levando ao conhecimento da relação e Euler e a generalização desse conceito para outros poliedros.
RECURSOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Material impresso, • Quadro de Giz (Para anotações). • Caderno (Para registros pessoais) e • Dispositivo Móvel (celular ou tablet) com aplicativo instalado.
AVALIAÇÃO	A avaliação ocorrerá por meio dos registros escritos nas atividades e intervenções orais durante as atividades e na sistematização da unidade, também será incluída uma lista de questões que envolvam os poliedros e a relação de Euler.

ENCONTRO 5- POLIEDROS CONVEXOS: PRISMAS E PIRÂMIDES. Aplicação: Professor regente – pesquisador colaborador. Duração: Duas aulas de 50 min cada.	
OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Definir e classificar os prismas. • Reconhecer as propriedades e elementos de um prisma • Reconhecer o cubo e o paralelepípedo como prismas especiais. • Explorar as relações métricas do cubo, do paralelepípedo e de um prisma qualquer. • Definir e classificar as pirâmides. • Reconhecer as propriedades e elementos de uma pirâmide

	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o tetraedro como uma pirâmide especial. • Explorar as relações métricas da pirâmide.
ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	Os participantes serão organizados em grupo (com três ou quatro pessoas) e seguirão o roteiro de aprendizagem proposto pelo material impresso onde manuseando o aplicativo explorarão os conceitos e resolverão as atividades, espera-se que o ambiente seja de interações entre integrantes das duplas (ou trios) e entre professor e participante. Ao final da unidade, ocorrerá uma sistematização onde o professor deverá convidar os participantes a compartilhar seus registros, criando uma definição geral com toda a classe. Todos deverão entregar suas folhas de atividades para avaliação e registros.
RECURSOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Material impresso, • Quadro de Giz (Para anotações). • Caderno (Para registros pessoais) e • Dispositivo Móvel (celular ou <i>tablet</i>) com aplicativo instalado.
AVALIAÇÃO	A avaliação ocorrerá por meio dos registros escritos nas atividades e intervenções orais durante as atividades e na sistematização da unidade, também será incluída uma lista de questões que envolvam os as relações métricas do prisma e da pirâmide, que deverão ser corrigidas no quadro de giz pelos estudantes.

APÊNDICE C – ROTEIRO DE REGISTRO DAS OBSERVAÇÕES

Este registro deve ser feito pelo professor pesquisador em áudio.

Antes do encontro

Registrar inicialmente a identificação da turma e em seguida as expectativas com relação à ao encontro descrevendo:

- A atividade,
- A característica da turma (apenas no primeiro registro)
- A impressão deixada no encontro anterior e
- As expectativas e dificuldades que possam surgir.

Depois do encontro

Descrever:

- Como foi o andamento da atividade
- Principais dificuldades
- Pontos importantes e notáveis da atividade
- Impressão quanto a alguma atitude adversa
- Uma avaliação preliminar que expresse o “calor” do encontro.

Este registro será realizado pelo pesquisador e deve refletir suas impressões sobre os fatos ocorridos, será sigiloso e não será transcrito completamente, apenas servirá para a análise da contingência e variabilidade da observação.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO INICIAL

Este questionário foi adaptado e disponibilizado de maneira on line no link (<http://goo.gl/wwmMpV>)

1) Se avalie como estudante e escolha uma frase de cada coluna que melhor expresse sua condute e comportamento em sala de aula.

Quanto a sua frequência	Quanto à realização de tarefas de casa.	Quanto à participação nas atividades em sala de aula.	Nas atividades em sala você prefere as que...
<input type="checkbox"/> Raramente falto. <input type="checkbox"/> Evito faltar, mas tenho faltado com frequência. <input type="checkbox"/> falto bastante.	<input type="checkbox"/> Sempre faço minhas tarefas de casa. <input type="checkbox"/> Frequentemente me esqueço de fazer minhas tarefas. <input type="checkbox"/> Não gosto de fazer tarefas de casa, portanto só realizo aquelas que valem notas. <input type="checkbox"/> Nunca faço tarefas de casa.	<input type="checkbox"/> Gosto muito de fazer atividades em sala e na maioria das vezes a termino em tempo. <input type="checkbox"/> Sempre faço as atividades, porém muitas vezes não consigo terminá-las em sala. <input type="checkbox"/> Não gosto de atividades em sala, prefiro fazer em casa.	<input type="checkbox"/> Produzo sozinho, sem precisar de outros colegas. <input type="checkbox"/> Atividades em que tenho que discutir e apresentar em grupo. <input type="checkbox"/> Atividades que tenho que discutir em grupo, porém apresentar individualmente. <input type="checkbox"/> Atividades que envolvam o empenho de todos os estudantes da turma.

Quanto a meu comportamento em sala, me considero....	Quanto ao estudo sou...	Quanto à disciplina de matemática, você considera que...	Com relação ao conteúdo de geometria...
<input type="checkbox"/> quieto e participativo. <input type="checkbox"/> quieto e pouco participativo. <input type="checkbox"/> comunicativo e participativo. <input type="checkbox"/> comunicativo e pouco participativo. <input type="checkbox"/> agitado e participativo. <input type="checkbox"/> agitado e pouco participativo. <input type="checkbox"/> outro	<input type="checkbox"/> estudioso e busco fazer tudo para aprender mais <input type="checkbox"/> estudioso, embora tenha dificuldades. <input type="checkbox"/> busco ser um estudante correto e fazer tudo que me é solicitado. <input type="checkbox"/> não gosto muito de estudar, portanto faço o necessário para não tirar notas baixas. <input type="checkbox"/> não tenho muito compromisso, quero terminar logo e começar a trabalhar.	<input type="checkbox"/> é uma disciplina importante, gosta e tem facilidade. <input type="checkbox"/> é uma disciplina importante, gosto, mas tenho dificuldade em aprender. <input type="checkbox"/> é uma disciplina interessante, não gosto muito, mais tenho facilidade em aprender. <input type="checkbox"/> é uma disciplina importante, não gosto muito e tenho dificuldade em aprender. <input type="checkbox"/> é uma disciplina desnecessária. <input type="checkbox"/> não tenho opinião formada.	<input type="checkbox"/> me lembro de ter estudado em anos anteriores e gostado do estudo, acredito que eu aprendi bastante. <input type="checkbox"/> me lembro de ter estudado em anos anteriores e gostado do estudo, porém acredito que aprendi pouco. <input type="checkbox"/> me lembro de ter estudado em anos anteriores, não gostei de estudar o conteúdo mais tive facilidade em aprender. <input type="checkbox"/> me lembro de ter estudado em anos anteriores, não gostei de estudar o conteúdo e tive dificuldade em aprender. <input type="checkbox"/> não me lembro de se estudei. <input type="checkbox"/> não estudei este conteúdo no Ensino Médio.

2) Avalie sua percepção quanto o nível e modalidades de interação que ocorre em sala de aula.

Durante uma aula é normal que façamos diversas interações, seja com professor e colegas com perguntas e conversas, seja com o material didático, tais como livro e caderno pela leitura ou usando o celular. Neste sentido, avalie seu nível de interação com os seguintes elementos.

Elementos	Nenhuma	Pouca	Moderadamente	Muito
Com os colegas de turma				
Com o seu colega mais próximo na sala				
Com o professor				
Com material didático, neste caso considere que você lê mais livros e o caderno do que interage com os demais elementos.				
Com redes sociais				
Com o celular, ouvindo música, com vídeos, imagens e aplicativos.				

3) Quando você tem uma dúvida na matéria ou na atividade, você busca ajuda?

() sim () não, por que:

Caso a resposta seja sim, qual a ordem de prioridade na busca de ajuda.

	11°	22°	33°	44°	55°	66°	77°
Com um amigo que conheça a matéria							
Com um colega de classe que saiba a matéria							
Em casa com meus pais, irmãos e /ou parentes.							
Com o professor da disciplina							
Com o professor de confiança							
Em livros							
Na internet							

4) Dos recursos abaixo, avalie o quanto eles ajudam na compreensão da matéria.

	Em nada	Um pouco	O suficiente	Bastante	É essencial
Quadro de giz					
Caderno					
Imagens					
Vídeos					
Slides no Datashow					
Música					
Materiais concretos					
Aplicativos de celular ou					
Programas de computador					

5) Para você, qual a principal função do seu celular?

6) Atualmente qual o aplicativo, ou jogo você está utilizando mais?

7) Já utilizou algum aplicativo de celular para aprender? () sim () não Qual?

8) Você acredita que o celular atrapalha em sala de aula? () sim () não Explique o porquê.

9) Você já ouviu falar em RA? () sim () não

10) Já utilizou um aplicativo com essa tecnologia? () sim () não

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL

1) Após o encerramento da sequência de atividades você tem condições de avaliar, a partir de suas impressões diversos elementos que são muito importantes para a pesquisa que acaba de participar.

Por gentileza, avalie cada uma das frases indicando:

CT – se concorda totalmente com a afirmação.

CP – se concorda parcialmente.

DP – discorda parcialmente.

DT – discorda Totalmente.

Quanto ao material didático:

	CT	CP	DP	DT
QUANTO AO MATERIAL IMPRESSO				
O material impresso foi de fácil compreensão.				
O material impresso ajudou na aprendizagem do conteúdo.				
O roteiro de aprendizagem era claro e foi fácil entender o que se devia fazer.				
O material contém muita informação desnecessária.				
O material impresso organizou de forma coerente os conteúdos de Realidade aumentada.				
O material impresso não foi coerente com o conteúdo				
QUANTO A TECNOLOGIA UTILIZADA				
As cenas em Realidade Aumentada foram desnecessárias, pois era possível compreender o conceito sem a simulação virtual.				
A realidade aumentada ajudou a compreensão dos conceitos.				
A forma como foi elaborada as atividades do material impresso me estrigaram a continuar o estudo.				
A curiosidade em conhecer e usar a Realidade aumentada me aproximou do conteúdo e do material impresso.				
QUANTO AOS ASPECTOS PEDAGÓGICOS				
A Realidade aumentada me ajudou a visualizar melhor os objetos do conteúdo.				
A Realidade aumentada me motivou a pesquisar e explorar melhor o conteúdo.				
Com a realidade aumentada eu fui mais autônomo dependendo menos do professor para realizar as atividades.				
As simulações virtuais me ajudaram a interagir melhor com meus colegas				
Foram improdutivas as atividades que exigiam discussão com os colegas.				
Senti-me perdido e sem amparo do professor durante a sequência de atividades.				
O efeito motivacional da novidade proporcionada pela Realidade aumentada foi diminuindo com o decorrer dos				

encontros				
Senti-me prejudicado na aprendizagem pelo fato de não ter celular.				
Senti-me prejudicado pelo fato de ter que compartilhar meu celular com outro colega.				
O fato de fazer as atividades com colegas me deu mais confiança.				
QUANTO A METODOLOGIA				
Sinto que este tipo de metodologia ajuda na aprendizagem.				
A forma como se usou celular em sala distrai e prejudica a atenção dos alunos.				
A metodologia empregada nesta sequência de atividades não mudou em nada meu ritmo de aprendizagem.				
A metodologia e as atividades prenderam minha atenção.				
A metodologia ajudou a melhorar o meu interesse em atividades para casa.				
A metodologia ajudou a melhorar minha participação em sala de aula.				

2) Quais pontos positivos e negativos você indicaria com relação à sequência de atividades, o aplicativo e a metodologia da qual você participou?

3) Você acha que faltou alguma questão a ser avaliada nesta pesquisa? Se sim, por gentileza diga qual a pergunta e qual seria a sua resposta.

4) Fique a vontade para fazer suas observações

APÊNDICE F - RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Resultado do questionário inicial: caracterização dos participantes, sexo e idade.

Caracterização dos participantes; sexo e idade.

	TURMA A	TURMA B	TURMA C	TURMA D	TURMA E	GERAL
Sexo						
Masculino	63%	44%	67%	11%	0%	35%
Feminino	37%	56%	33%	89%	100%	65%
Idade						
15	0%	11%	0%	6%	0%	3%
16	26%	0%	11%	17%	0%	13%
17	53%	56%	44%	56%	7%	43%
18	16%	22%	11%	17%	86%	30%
19	5%	11%	11%	0%	0%	5%
mais de 19	0%	0%	22%	6%	7%	6%

Fonte: O autor (2018).

As respostas à primeira pergunta do questionário inicial.

1) Se avalie como estudante e escolha uma frase de cada coluna que melhor expresse sua conduta e comportamento em sala de aula.

	TURMA A	TURMA B	TURMA C	TURMA D	TURMA E	GERAL
Quanto a sua frequência						
Raramente faltou	47%	56%	67%	56%	7%	45%
Evito faltar, mas tenho faltado com frequência.	21%	33%	0%	22%	21%	20%
Falto bastante	11%	0%	11%	0%	57%	16%
Tenho faltado ultimamente por motivos pessoais.	16%	11%	22%	22%	14%	17%
Quanto à realização de tarefas de casa						
Sempre faço minhas tarefas de casa.	32%	22%	44%	56%	79%	48%
Frequentemente esqueço-me de fazer as tarefas.	32%	11%	0%	22%	14%	19%

Não gosto de fazer tarefas de casa, portanto só realizo aquelas que valem notas.	32%	0%	33%	11%	7%	17%
Nunca faço tarefas de casa.	5%	0%	11%	0%	0%	3%
Trabalho não tem tempo	0%	11%	11%	0%	0%	3%
Faço todas as tarefas em sala para não leva-las para casa!	0%	22%	0%	0%	0%	3%
Não recebemos tarefas	0%	11%	0%	0%	0%	1%
Concluo minhas atividades em sala de aula	0%	22%	0%	6%	0%	4%
Quanto à participação nas atividades em sala de aula.						
Gosto muito de fazer atividades em sala e na maioria das vezes a termino em tempo	32%	44%	56%	67%	64%	52%
Sempre faço as atividades, porém muitas vezes não consigo terminá-las em sala.	53%	44%	44%	28%	36%	41%
Não gosto de atividades em sala, prefiro fazer em casa.	11%	0%	0%	6%	0%	4%
Não sou capaz de opinar	0%	11%	0%	0%	0%	1%
	5%	0%	0%	0%	0%	1%
Nas atividades em sala você prefere as que...						
Produzo sozinho, sem precisar de outros colegas.	16%	56%	56%	33%	43%	36%
Atividades em que tenho que discutir e apresentar em grupo.	58%	11%	33%	44%	21%	38%
Atividades que tenho que discutir em grupo, porem apresentar individualmente.	11%	0%	0%	11%	14%	9%
Atividades que envolvam o empenho de todos os estudantes da turma.	5%	33%	0%	11%	21%	13%
Outros	11%	0%	11%	0%	0%	4%
Quanto a meu comportamento em sala, me considero....						
Quieto e participativo.	26%	33%	22%	17%	36%	26%
Quieto e pouco participativo.	5%	22%	22%	17%	7%	13%
Comunicativo e participativo.	11%	11%	44%	39%	29%	26%
Comunicativo e pouco participativo.	11%	11%	11%	0%	7%	7%
Agitado e participativo.	32%	22%	0%	22%	7%	19%
Outro	16%	0%	0%	6%	7%	7%

Quanto ao estudo sou...						
Estudioso e busco fazer tudo para aprender mais	32%	0%	11%	39%	36%	28%
Estudioso, embora tenha dificuldades.	11%	44%	44%	6%	43%	25%
Busco ser um estudante correto e fazer tudo que me é solicitado.	21%	22%	33%	33%	21%	26%
Não gosto muito de estudar, portanto faço o necessário para não tirar notas baixas.	26%	22%	11%	17%	0%	16%
Não tenho muito compromisso, quero terminar logo e começar a trabalhar.	5%	11%	0%	6%	0%	4%
Quanto à disciplina de matemática, você considera que...						
É uma disciplina importante, gosta e tem facilidade.	37%	11%	44%	33%	21%	30%
É uma disciplina importante, gosto, mas tenho dificuldade em aprender.	21%	44%	33%	44%	36%	35%
É uma disciplina interessante, não gosto muito, mais tenho facilidade em aprender.	5%	11%	0%	0%	14%	6%
É uma disciplina importante, não gosto muito e tenho dificuldade em aprender.	26%	11%	11%	22%	21%	20%
É uma disciplina desnecessária.	5%	11%	0%	0%	0%	3%
Não tenho opinião formada.	5%	11%	0%	0%	7%	4%
Com relação ao conteúdo de geometria...						
Lembro-me de ter estudado em anos anteriores e gostado do estudo, acredito que eu aprendi bastante.	11%	11%	0%	17%	0%	9%
Lembro-me de ter estudado em anos anteriores e gostado do estudo, porém acredito que aprendi pouco.	37%	22%	56%	44%	36%	39%
Lembro-me de ter estudado em anos anteriores, não gostei de estudar o conteúdo mais tive facilidade em aprender.	5%	11%	0%	0%	7%	4%
Lembro-me de ter estudado em anos anteriores, não gostei de estudar o conteúdo e tive dificuldade em aprender.	21%	11%	0%	17%	7%	13%
Não me lembro de se estudei.	21%	22%	44%	22%	50%	30%

Fonte: O Autor (2018).

As respostas à segunda questão do questionário sobre interação em sala de aula.

2) Avalie sua percepção quanto o nível e modalidades de interação que ocorre em sala de aula.

Atribua uma nota de 1 a 5.

Elementos		Com os colegas de turma	Com o seu colega mais próximo na sala	Com o professor	Com material didático, neste caso considere que você lê mais livros e o caderno do que interage com os demais elementos.	Com redes sociais	Com o celular, ouvindo música, com vídeos, imagens e aplicativos.
TURMA A	1	0%	0%	0%	11%	6%	22%
	2	17%	11%	11%	22%	11%	17%
	3	28%	17%	33%	39%	22%	6%
	4	33%	11%	17%	11%	17%	17%
	5	22%	61%	39%	17%	39%	33%
TURMA B	1	11%	22%	22%	44%	22%	11%
	2	22%	0%	11%	33%	22%	0%
	3	33%	11%	33%	0%	11%	56%
	4	33%	11%	22%	11%	11%	0%
	5	0%	56%	11%	11%	22%	22%
TURMA C	1	0%	0%	0%	11%	11%	11%
	2	22%	0%	33%	33%	0%	11%
	3	22%	22%	56%	44%	22%	11%
	4	22%	44%	11%	11%	44%	22%
	5	33%	33%	0%	0%	11%	44%
TURMA D	1	5%	0%	5%	32%	21%	16%
	2	37%	16%	32%	32%	21%	16%
	3	16%	11%	32%	21%	21%	11%
	4	32%	16%	26%	11%	5%	11%

	5	11%	53%	5%	5%	32%	47%
TURMA E	1	7%	0%	7%	7%	0%	43%
	2	7%	0%	7%	7%	7%	14%
	3	64%	21%	14%	43%	7%	7%
	4	21%	0%	29%	43%	21%	14%
	5	0%	16%	9%	0%	13%	4%
GERAL	1	4%	3%	6%	20%	12%	22%
	2	22%	7%	19%	25%	13%	13%
	3	32%	16%	32%	30%	17%	14%
	4	29%	14%	22%	17%	17%	13%
	5	13%	58%	22%	7%	36%	35%

Fonte: O autor (2018).

Respostas à terceira questão do questionário.

(3) Quando você tem uma dúvida na matéria ou na atividade, você busca ajuda?

		Com um amigo que conhece a matéria	Com um colega de classe que saiba a matéria	Em casa com meus pais, irmãos e/ou parentes.	Com o professor da disciplina	Com o professor de confiança	Em livros	Na internet
TURMA A	1º	29%	0%	6%	29%	0%	6%	29%
	2º	18%	29%	0%	18%	24%	0%	12%
	3º	18%	29%	12%	12%	18%	0%	18%
	4º	18%	12%	0%	12%	29%	29%	0%
	5º	0%	24%	29%	6%	6%	18%	18%
	6º	18%	0%	12%	18%	24%	18%	12%
	7º	0%	12%	41%	6%	0%	29%	12%
TURMA B	1º	25%	13%	0%	25%	0%	0%	38%

	2º	25%	38%	0%	0%	0%	25%	13%
	3º	13%	13%	0%	25%	25%	13%	13%
	4º	25%	13%	0%	38%	13%	0%	13%
	5º	0%	13%	13%	0%	50%	0%	25%
	6º	13%	0%	13%	13%	13%	50%	0%
	7º	0%	13%	75%	0%	0%	13%	0%
TURMA C	1º	29%	0%	14%	29%	0%	14%	14%
	2º	14%	29%	0%	29%	0%	14%	14%
	3º	43%	14%	0%	14%	14%	0%	14%
	4º	0%	29%	0%	0%	29%	43%	57%
	5º	14%	14%	14%	0%	0%	0%	0%
	6º	0%	14%	0%	0%	57%	29%	0%
TURMA D	1º	11%	6%	6%	39%	0%	6%	33%
	2º	11%	11%	0%	17%	6%	17%	39%
	3º	28%	17%	33%	6%	11%	6%	0%
	4º	17%	33%	0%	17%	22%	11%	0%
	5º	11%	17%	11%	0%	39%	11%	11%
	6º	6%	11%	17%	17%	22%	17%	11%
TURMA E	1º	38%	0%	15%	23%	8%	8%	8%
	2º	15%	8%	15%	31%	23%	0%	8%
	3º	0%	23%	8%	8%	23%	15%	23%
	4º	15%	8%	8%	0%	31%	23%	15%
	5º	8%	8%	15%	8%	15%	31%	15%
	6º	15%	8%	23%	23%	0%	15%	15%
GERAL	7º	8%	46%	15%	8%	0%	8%	15%
	1º	25%	3%	8%	30%	2%	6%	25%
	2º	16%	21%	3%	19%	13%	10%	19%
	3º	19%	21%	14%	11%	17%	6%	13%

4º	16%	19%	2%	13%	25%	21%	11%
5º	6%	16%	17%	3%	22%	14%	14%
6º	11%	6%	14%	16%	21%	22%	10%
7º	6%	16%	40%	8%	0%	21%	8%

Fonte: O autor (2018).

As respostas à questão quatro do questionário inicial

(Quatro) Dos recursos abaixo, avalie o quanto eles ajudam na compreensão da matéria.

	Em nada	Um pouco	O suficiente	Bastante	É essencial
Quadro de giz	3%	23%	21%	23%	30%
Caderno	1%	14%	19%	29%	37%
Imagens	7%	26%	26%	31%	10%
Vídeos	9%	23%	16%	41%	11%
Slides no Datashow	13%	21%	30%	26%	10%
Música	33%	27%	16%	13%	11%
Materiais concretos	6%	17%	17%	26%	34%
Aplicativos de celular ou	3%	19%	23%	30%	26%
Programas de computador	3%	20%	21%	31%	24%

Fonte: O autor (2018).

Resposta à questão cinco do questionário inicial.

5) Para você, qual a principal função do seu celular?

Comunicação	48%
Informação	6%
Aprendizagem	25%
Entretenimento	14%
Opinião	1%
Organização	7%

Fonte: O autor (2018).

As respostas à questão seis do questionário inicial.

6) Atualmente qual o aplicativo, ou jogo você está utilizando mais?		
	Facebook	18%
	Whatsapp	35%
	Instagram	6%
	Jogos	25%
	Educacionais	2%
	Leitura	3%
	Spotfy	2%
	Youtube	3%
	Nenhum	5%

Fonte: O autor (2018).

As respostas à questão sete do questionário inicial.

7) Já utilizou algum aplicativo de celular para aprender?		
	Sim	71%
	Não	29%
	Quais?	N° de citações
	Geekie Games	4
	Duolingo	21
	Calculadora	6
	<i>Apps relacionados à preparação para o Enem</i>	11
	Tabuada	4
	Quiz De Perguntas	2
	Geogebra	2
	Goggle	8
	Tab. Periódica	4
	Dic. Filosofia	6

Fonte: O autor (2018).

Respostas à questão oito do questionário inicial.

8) Você acredita que o celular atrapalha em sala de aula?	
Não	31%
Não Com Restrições	46%
Sim	18%
Indiferente	4%

Fonte: O autor (2018).

Respostas à questão nove do questionário inicial.

9) Você já ouviu falar em RA?	
Sim	76%
Não	24%

Fonte: O autor (2018).

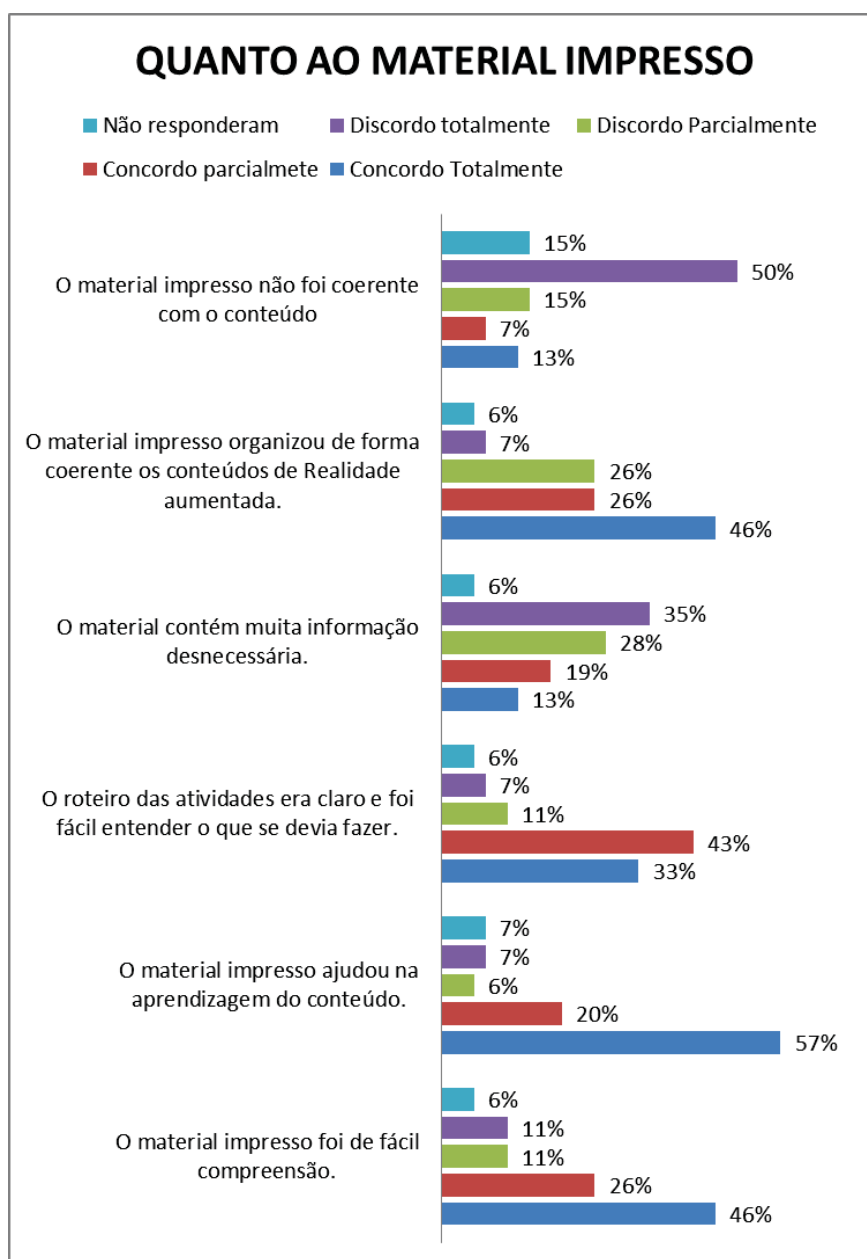
As respostas à questão 10 do questionário inicial.

10) Já utilizou um aplicativo com essa tecnologia?	
Sim	46%
Não	56%

Fonte: O autor (2018).

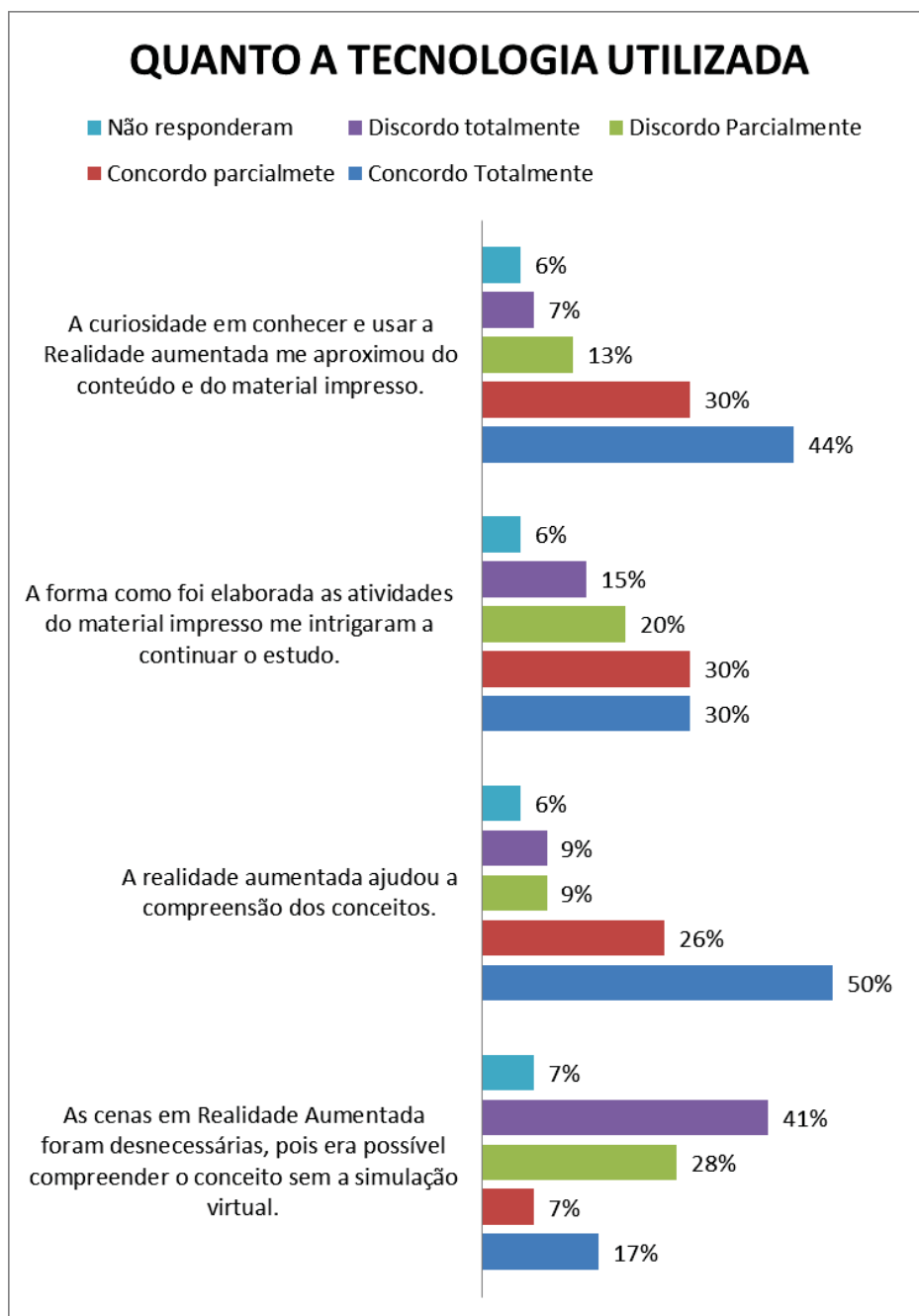
APÊNDICE G – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL

Avaliação dos participantes quanto ao material impresso.



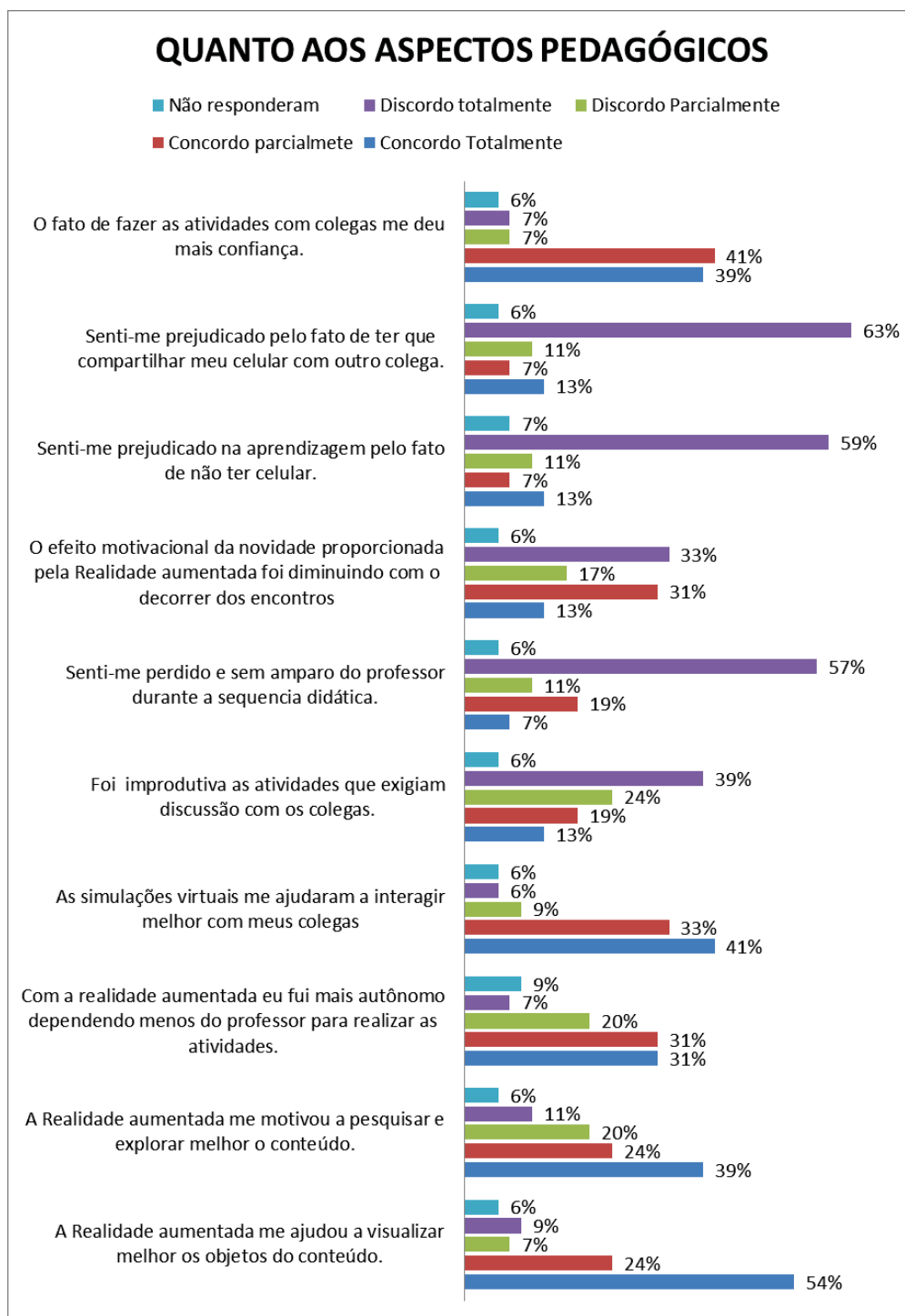
Fonte; o Autor (2018).

Avaliação dos participantes quanto à tecnologia utilizada.



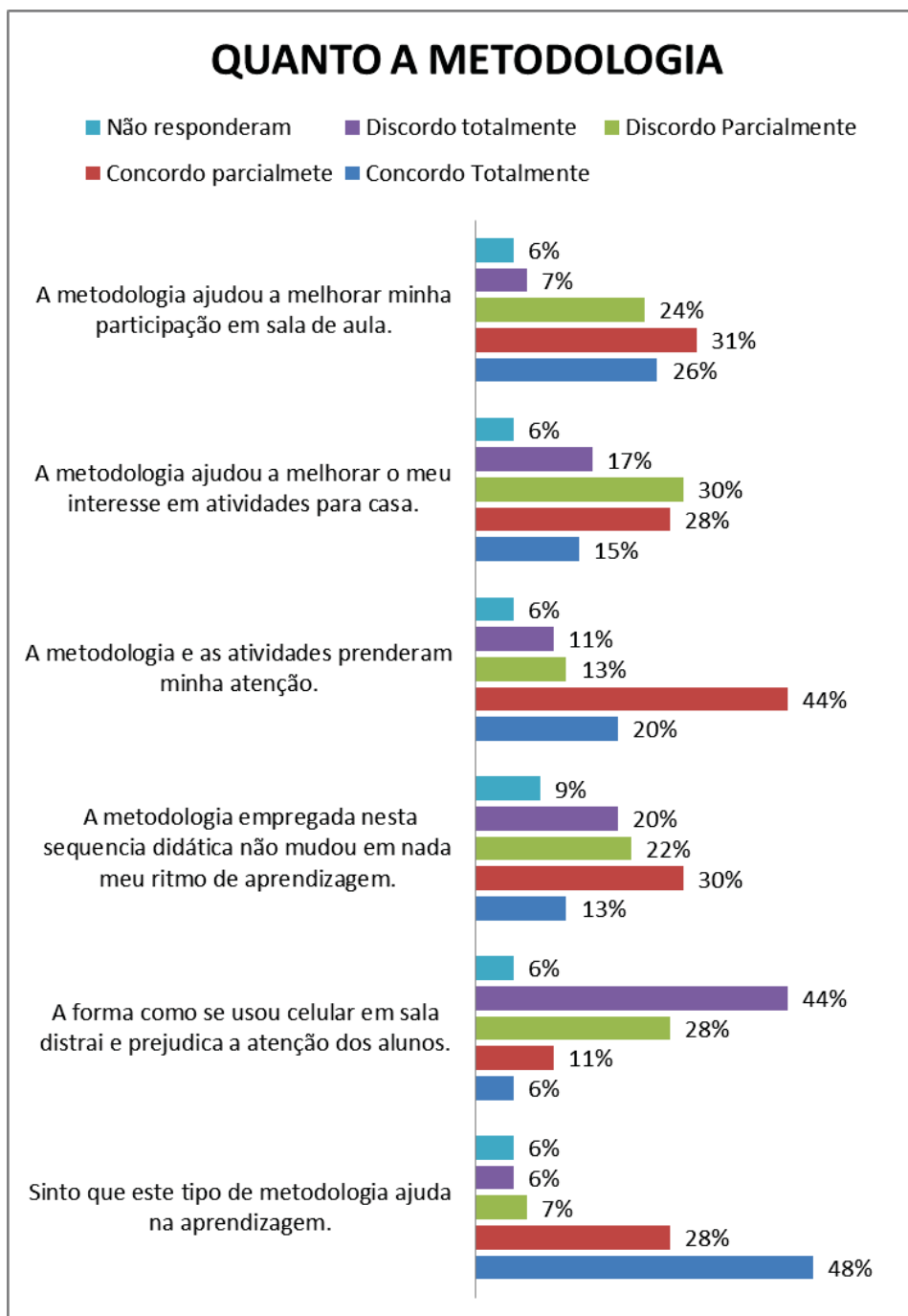
Fonte: o Autor (2018)

Avaliação dos participantes quanto os aspectos pedagógicos.



Fonte: O autor (2018).

Avaliação quanto à metodologia empregada nos encontros.







Fonte: O autor (2018).

APÊNDICE H – DOWNLOAD DO MATERIAL DIDÁTICO DESENVOLVIDO.

Os roteiros de aprendizagem (material impresso) elaborados e o aplicativo utilizado na sequência de atividades estão disponíveis on line e podem ser acessados por dois caminhos o QR CODE ou link.

Após realizar o download do aplicativo é necessário instalá-lo em um dispositivo de sistema android, em alguns casos o aparelho vai informar que a aplicação é de fonte desconhecida, basta então permitir a instalação deste tipo de aplicação nas configurações do dispositivo e continuar a instalação. O aplicativo não possui uma abertura, ao abri-lo o usuário vai apenas perceber que sua câmera traseira está em funcionamento, basta então apontar a câmera para os marcadores presentes no roteiro e as cenas surgirão na tela do dispositivo.

Aplicativo	Roteiro de Aprendizagem	Descrição
 LINK: https://goo.gl/e7BhPF	 Link: https://goo.gl/iC7Ppo	ROTEIRO DE APRENDIZAGEM 1 - GEOMETRIA ESPACIAL: Conceitos iniciais – nesta aula o objetivo é que o aluno possa diferenciar os conceitos de tridimensional e bidimensional e ainda conceituar e diferenciar poliedros e corpos redondos.
 LINK: https://goo.gl/RG9wH7	 Link: https://goo.gl/PPR4JH	ROTEIRO DE APRENDIZAGEM 2 - OS POLIEDROS - Neste roteiro o aluno deve definir e classificar os poliedros; reconhecer os elementos de um poliedro e reconhecer em objetos reais formas poliédricas.

 <p>LINK: https://goo.gl/pQzkc6</p>	 <p>Link: https://goo.gl/HGvmJ3</p>	<p>ROTEIRO DE APRENDIZAGEM 3 - POLIEDROS REGULARES – o objetivo desta aula é capacitar o aluno a: reconhecer e diferenciar os poliedros regulares; articular os conhecimentos matemáticos com a história da filosofia por meio dos poliedros platônicos e aplicar a relação de Euler em poliedros.</p>
 <p>Link: https://goo.gl/KnPnvo</p>	 <p>Link: https://goo.gl/VnkodY</p>	<p>ROTEIRO DE APRENDIZAGEM 4 - POLIEDROS CONVEXOS: PRISMAS E PIRÂMIDES – Neste roteiro busca-se desenvolver os seguintes temas.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Definir e classificar os prismas. •Reconhecer as propriedades e elementos de um prisma •Reconhecer o cubo e o paralelepípedo como prismas especiais. •Explorar as relações métricas do cubo, do paralelepípedo e de um prisma qualquer. •Definir e classificar as pirâmides. •Reconhecer as propriedades e elementos de uma pirâmide •Reconhecer o tetraedro como uma pirâmide especial. •Explorar as relações métricas da pirâmide.