



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Presidente Prudente

Fernando Oliveira da Silva

Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade  
Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos  
de Platão



Presidente Prudente – S.P.  
2017

Fernando Oliveira da Silva

Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade  
Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos  
de Platão

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre, junto ao programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Celso Messias Correia

Presidente Prudente – S.P.  
2017

Silva, Fernando Oliveira da.

Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão / Fernando Oliveira da Silva. -- São José do Rio Preto, 2017  
101 f. : il., grafs., tabs.

Orientador: Ronaldo Celso Messias Correia  
Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Realidade aumentada. 3. Tecnologia da informação. 4. Tecnologia educacional. 5. Aplicativos móveis. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 51(07)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE  
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Fernando Oliveira da Silva

Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade  
Aumentada nas aulas de Matemática

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre, junto ao programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Celso Messias Correia  
Unesp – Campus Presidente Prudente

Prof. Dr. Suetônio De Almeida Meira  
Unesp – Campus Presidente Prudente

Prof. Dr. André Luís Olivete  
IFSP – Instituto Federal de São Paulo

Presidente Prudente  
28 de julho de 2017

Dedico primeiramente a Deus que nos deu a vida e sem Ele nada seria possível. Aos meus pais que com tanto carinho e paciência me ensinaram o caminho correto a seguir. A minha virtuosa esposa Juliana que muito me ajudou. E aos meus irmãos Maria, José e Nil pelo apoio até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que se faz tão presente em minha vida.

Agradeço também a todos aqueles que fizeram parte desta caminhada até aqui:

Aos meus pais que mesmo tendo pouco tempo de escolaridade me ensinaram que conhecimento é algo muito valioso e um bem precioso que ninguém pode retirar de nós;

À Juliana, esposa que me acudiu, e deu força e incentivo para concluir este percurso;

Meus irmãos Maria e José que abriram as portas de suas casas quando precisei;

Meu irmão Nil pelo incentivo quando eu quis deixar de lado o sonho da faculdade;

Meus tios Lourenço e Conceição pelo carinho;

Professores que me ensinaram mais que regras ou conceitos, foram exemplos de vida;

O amigo Victor Paschoalino que ajudou nas linhas de programação;

E também ao meu orientador Ronaldo Celso Messias Correia por acreditar neste trabalho.

“Tomou, então, Samuel uma pedra, e a pôs entre Mispa e Sem, e lhe chamou Ebenézer, e disse: Até aqui nos ajudou o SENHOR.”

(BÍBLIA, I Samuel, 7, 12)

## RESUMO

As Tecnologias de Informação de Comunicação (TIC's) estão presentes no cotidiano da humanidade e cada vez mais acessíveis no contexto escolar. O uso dessas tecnologias pode viabilizar uma educação matemática de qualidade propiciando a formação de cidadãos críticos e detentores de conhecimento matemático. Entretanto a educação promovida, principalmente pelas escolas públicas, não tem acompanhado os desenvolvimentos tecnológicos, fazendo que o ensino de matemática aconteça de forma dissociada do cotidiano vivenciado pelos alunos e ocasionando lacunas no aprendizado. O presente trabalho tem como objetivo analisar os aspectos relevantes do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Matemática, em especial o desenvolvimento e uso de aplicativos educacionais da área de matemática baseados em dispositivos móveis com a utilização de recursos de Realidade Aumentada. Com um mapeamento sistemático foram identificados os principais trabalhos de pesquisa, tecnologias e aplicativos utilizados na área, e os resultados obtidos serviram como requisitos para o desenvolvimento do aplicativo ARSolids, que aborda conteúdos de Geometria, através dos sólidos de Platão e suas particularidades, utilizando recursos de Realidade Aumentada. Um experimento foi elaborado com o propósito de identificar e analisar a pré-disposição de docentes em utilizar TIC's nas aulas de matemática, como também a interação e satisfação do uso do aplicativo ARSolids por alunos e docentes. Com a análise dos resultados constatou-se que os alunos obtiveram resultado satisfatório utilizando o aplicativo, com uma média de acertos de 82%. Ressaltando-se que havia maior complexidade dos objetos apresentados nos testes utilizando o ARSolids. 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.

Palavras – chave: Matemática, Educação, Realidade Aumentada, aplicativos, dispositivos móveis.



## **ABSTRACT**

*Communication Information Technologies (ICTs) are present in the daily lives of humanity and increasingly accessible in the school context. The use of these technologies can enable a quality mathematical education by providing training for critical citizens and holders of mathematical knowledge. However, the education promoted, mainly by the public schools, has not accompanied the technological developments, making the teaching of mathematics happen in a way dissociated from the daily life experienced by the students and causing learning gaps. The present work has the objective of analyzing the relevant aspects of the use of Information and Communication Technologies in Mathematics Teaching, especially the development and use of educational applications in the field of mathematics based on mobile devices with the use of Augmented Reality resources. With one of the systematic mapping, the main research works, technologies and applications used in the area were identified, and the results obtained served as requirements for the development of the ARSolids application, which deals with Geometry contents, through Plato's solids and their particularities, using Augmented Reality features. An experiment was developed with the purpose of identifying and analyzing the pre-disposition of teachers in using ICTs in mathematics classes, as well as the interaction and satisfaction of the use of the ARSolids application by students and teachers. With the analysis of the results, it was found that the students obtained a satisfactory result using the application, with a mean of 82%. It was emphasized that there was greater complexity of the objects presented in the tests using ARSolids. Most of the interviewees consider the use of this type of technology in the classroom to approach mathematics content relevant to the traditional teaching method.*

*Keywords: Mathematics; Education; Augmented Reality. Applications; mobile devices*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interfaces do jogo Pacmate.....	29
Figura 2 - Ambiente da Realidade Aumentada.....	31
Figura 3 – Marcadores de RA .....	31
Figura 4 – Imagens Capturadas do Jogo PokémonGo .....	32
Figura 5 – Torre de Hanói em RA .....	33
Figura 6 – Ambiente FLARAS .....	35
Figura 7 – Interação com o SISEULER.....	36
Figura 8- Roteiro de Pesquisa.....	38
Figura 9 – Poliedros de Platão .....	45
Figura 10 – Menu do aplicativo ARSolids.....	46
Figura 11 - Cartões de leitura.....	47
Figura 12- Ação do aplicativo a partir da leitura do cartão .....	47
Figura 13 – Interface de planificação acionada ao dar um “click” no sólido .....	48
Figura 14 – Interface com dados do volume acionada ao dar um “click” na etiqueta .....	48
Figura 15 – Comando de pinça .....	49
Figura 16 – Grupo onde foi aplicado o experimento.....	50
Figura 17 – Construção dos sólidos a partir da planificação .....	53
Figura 18- Manipulando o aplicativo.....	54
Figura 19 – Comentário sobre a atividade .....	64
Figura 20 – Comentários sobre atividade.....	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relevância sobre o uso de aplicativos.....	59
Gráfico 2 – Relevância sobre o uso de aplicativos com Realidade Aumentada	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de obras selecionadas para extração de dados .....	43
Tabela 2 – Classificação dos Sólidos Regulares de Platão .....	45
Tabela 3 – Relação de aplicativos citados nas obras coletadas .....	55
Tabela 4 – Número de vezes em que cada item foi assinalado .....	66
Tabela 5 – Média por questão.....	66

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. A MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 Contextualização e dificuldades no processo de ensino/aprendizagem .....	16
2.2 TIC's e as aulas de matemática .....	18
<b>3 TIC'S: INSERÇÃO, INOVAÇÕES E POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
3.1 Estrutura organizacional para incorporação das TIC's na educação .....	24
3.2 Dispositivos móveis e aplicativos no contexto escolar .....	27
3.3 Realidade Aumentada.....	30
3.4 Aplicativos para dispositivos móveis com recursos de Realidade Aumentada .....	34
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
4.1 Mapeamento Sistemático .....	38
4.1.1 Planejamento.....	39
4.1.2 Critérios para inclusão de estudos.....	41
4.1.3 Condução da revisão.....	42
4.2 Aplicativo ARSolids.....	44
4.2.1 Sólidos de Platão .....	44
4.2.2 Detalhes do aplicativo .....	46
4.3 EXPERIMENTO COM O APLICATIVO ARSOLIDS .....	50
4.3.1 Critérios de seleção e participantes da experimento .....	50
4.3.2 Instrumentos de coleta utilizados.....	51
4.3.3 Realização das oficinas e coleta de dados .....	52
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
5.1 Resultados obtidos com o Mapeamento Sistemático .....	55

<b>5.2 Resultados obtidos através do experimento com o Grupo A.....</b>	<b>57</b>
<b>5.3 Resultados obtidos através do experimento com o Grupo B.....</b>	<b>61</b>
<b>5.4 Resultados obtidos com o teste de usabilidade.....</b>	<b>65</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>77</b>
<b>Apêndice A – Tutorial do desenvolvimento do aplicativo ARSolids.....</b>	<b>77</b>
<b>Apêndice B – Questionário aplicado aos professores e futuros professores .....</b>	<b>85</b>
<b>Apêndice C – Questionário 1 - Aplicado com os alunos.....</b>	<b>87</b>
<b>Apêndice D – Questionário 2 - Teste de usabilidade aplicado com os alunos.....</b>	<b>89</b>
<b>Apêndice E – Plano de aula: Grupo A .....</b>	<b>91</b>
<b>Apêndice F – Plano de aula: Grupo B .....</b>	<b>93</b>
<b>Apêndice G – Atividades 1 e 2 desenvolvidas com os alunos .....</b>	<b>95</b>
<b>Apêndice H – Planificações usadas na atividade com os alunos .....</b>	<b>97</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) foram incorporadas ao cotidiano, os computadores conectados à internet ocasionaram uma revolução nas formas de comunicação, mas as TIC's ganharam maior notoriedade e democratização através de dispositivos móveis como: os celulares, smartphones, tablets, relógios, entre outros, que possibilitam o acesso remoto e em tempo real à internet e conseqüentemente a transmissão, o processo e armazenagem de diferentes tipos de informação, influenciando e causando mudanças nas atividades como: trabalho, cultura e especialmente na educação.

O uso de TIC's no contexto escolar viabiliza a compreensão de conceitos e ideias, seu potencial para gerar a simulação de fatos reais e contextualizados amplia o universo dos conteúdos (SOUZA, 2015), possibilitando que o ensino de matemática aconteça de forma mais dinâmica e atrativa, gerando proximidade com o cotidiano do aluno.

Uma vez inseridas no âmbito escolar, as TIC's geram novos paradigmas educacionais, fomentando interações diferenciadas e permitindo a contextualização e segundo afirma D'Ambrósio (2005, p.115), "contextualizar a matemática é essencial para todos". Logo, repensar práticas pedagógicas dissociadas da interação com as TIC's pode produzir ações ineficazes para a melhoria de aprendizado.

São diversos os trabalhos de pesquisa realizados na área com objetivo de verificar os aspectos positivos do uso destas tecnologias. Destacando o trabalho de Sena, Oliveira e Carvalho (2014), que realiza um mapeamento sistemático tendo como fonte de dados eventos científicos com enfoque na área de Informática na Educação e apresenta uma lista com os aplicativos de matemática mais utilizados nestas pesquisas.

Identifica-se como necessária a inserção de aplicativos para dispositivos móveis no ambiente escolar, pois ao relacionar os conteúdos de matemática do ensino básico e as dificuldades no processo de ensino/aprendizagem, a utilização destes recursos possibilita promover maior interação com os conteúdos abordados, criando possibilidades para o sucesso da aprendizagem matemática.

Portanto, não é intenção deste trabalho colocar em discussão a eficácia do uso das TIC's na educação matemática, o objetivo é pesquisar os aspectos

relevantes do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de matemática, em especial o desenvolvimento e uso de aplicativos educacionais da área de matemática baseados em dispositivos móveis com recursos de Realidade Aumentada. Os objetivos específicos são:

- Desenvolver uma revisão de literatura sobre o ensino/aprendizagem da matemática e o uso de tecnologias;
- Aplicar um mapeamento sistemático que busca identificar trabalhos de pesquisa que abordem o uso de aplicativos, e da Realidade Aumentada na área educação matemática;
- Criar um aplicativo para dispositivos móveis que utiliza recursos de Realidade Aumentada;
- Desenvolver um experimento com professores e alunos através da temática deste trabalho;
- Investigar a aceitação desta ferramenta tecnológica em um ambiente de aprendizagem e também avaliar a usabilidade do aplicativo através de metodologia própria.

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. Os Capítulos 2 e 3 apresentam uma revisão de literatura, sendo que o Capítulo 2 aborda o ensino de matemática na educação básica com o auxílio das TIC's e o Capítulo 3 destaca a importância de inserção das TIC's nas escolas, relacionando dois tópicos importantes: a Realidade Aumentada e os aplicativos para dispositivos móveis que são o foco de pesquisa deste trabalho. No Capítulo 4 estão as metodologias empregadas na pesquisa: Primeiro o mapeamento sistemático realizado, que reúne, a partir de bancos de dados de revistas da área, informações sobre a relação entre as pesquisas em educação matemática e o uso de aplicativos e Realidade Aumentada, servindo como parâmetro para a elaboração do aplicativo; Segundo destaca as funcionalidades e a interface do aplicativo ARSolids, desenvolvido com recursos de Realidade Aumentada e posteriormente utilizado no experimento; E terceiro o experimento com o uso do ARSolids, abordando o perfil dos participantes da pesquisa, protocolo e instrumentos de coleta de dados. O Capítulo 5 relaciona os resultados obtidos através do mapeamento sistemático e do experimento com o aplicativo. Por fim o capítulo de conclusão.



## **2. A MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

O conteúdo de matemática está presente nas disciplinas do currículo da educação básica devido a sua importância para a formação profissional e vida em sociedade. É através da matemática que se promovem os conhecimentos de: contar, medir, resolver problemas, etc. E estes conhecimentos são fundamentais para exercer bem a cidadania.

Os conteúdos de matemática não são alterados periodicamente. Na disciplina de história, por exemplo, há sempre fatos novos a inserir, na língua portuguesa ajustes gramaticais, ou na química novos elementos. Mas as inovações conceituais da matemática não revolucionam sua estrutura de conhecimento. Fato é que para se resolver um problema com juros, o indivíduo precisa primeiro conhecer as quatro operações básicas: adição, subtração, divisão e multiplicação, sem as quais seria impossível resolver tal problema.

A matemática não sofre mudanças significativas em seus conceitos, e isso não a torna menos importante para o ser humano do século XXI, basta atentar para o fato de que um computador não existiria sem princípios básicos de matemática.

Mas embora seu conteúdo seja consolidado e passível de aplicações, possibilitando experiências científicas, a matemática quando apresentada apenas através de regras e definições pode desmotivar os alunos. E segundo D'Ambrósio (2005, p.107), “o aluno é mais importante que programas e conteúdos.”, apontando a necessidade de promover uma educação cada vez mais formativa e não apenas informativa.

### **2.1 Contextualização e dificuldades no processo de ensino/aprendizagem**

A falta de contextualização no processo de ensino/aprendizagem gera uma cultura de desvalorização da matemática, impossibilitando despertar nos estudantes a verdadeira importância do saber matemático, causando dificuldades na assimilação dos conteúdos e ocasionando uma desmotivação no aprender que é constatada através da falta de atenção e até mesmo pela indisciplina.

Visando diminuir esses problemas, há necessidade de criar uma cultura de valorização do conhecimento da matemática dentro de suas rotinas, diárias,

ensinando a criança a entender como administrar as despesas do lar, ou seu futuro salário ou sua futura empresa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, destacam como prática viável para o ensino, identificar a vivência dos alunos entendendo suas condições culturais, desde o ensino fundamental. Indicam como objetivos, envolver o aluno com o conhecimento matemático de modo que ele possa transformar o mundo a sua volta, estimulando o interesse e a curiosidade e tornando o caminho da aprendizagem uma “investigação”.

Segundo, Machado (1987, apud Gladcheff, 2001p.1-2), a dificuldade não está na matemática em si, mas em como ela vem sendo ensinada, onde se passa a imagem de que ela é o lugar por excelência das abstrações. Enfatiza-se, deste modo, seus aspectos formais, num total divórcio da realidade e de seu significado.

Starepravo, (2009) relata o distanciamento entre o saber matemático e a realidade dos alunos, pois nem sempre os trabalhos desenvolvidos em áreas de pesquisa que abordam conceitos matemáticos mais aprofundados são interessantes e acessíveis aos alunos na rede básica de ensino. Isso não diminui a importância de se saber matemática, aquela matemática do dia-a-dia que pode se utilizar também de conceitos mais aprofundados, mas que tem ênfase no cotidiano deste aluno. Segundo Brousseau (1996, apud Starepravo, 2009, p.77), é próprio da promoção dos conteúdos de matemática conter: “explicações gerais, desvinculadas do contexto específico de produção de um dado conhecimento”.

Na escola o objeto de aprendizagem precisa levar em consideração o contexto específico da vivência do aluno, transformando esta experiência de saber utilizável em diferentes outras situações, e sem a intenção abordar o saber de forma direta como um objeto cultural.

Na construção de uma aprendizagem significativa o educador faz a mediação entre o saber e o aluno e este faz uso como lhe for conveniente, sendo que a vivência do aluno servirá para contextualizar o conteúdo proposto em aula. Atividades desafiadoras, situações problemas, pesquisas e muitas outras atividades que aguçam a curiosidade e despertam o desejo de descobertas.

Ao aplicar em sala uma questão que fala da compra de um automóvel, pode se criar um falso contexto para abordar o conceito de multiplicação com o exemplo desta aplicação real, entretanto não faz parte do cotidiano de um aluno do sexto ano

do ensino fundamental calcular a compra de um carro. E a lacuna deixada por uma real contextualização nas aulas desmotiva e provoca a falta de atenção do aprendiz.

Segundo Starepravo, (2009), a falta de atenção tem sido considerada também um fator responsável por grande parte dos erros na aula de matemática, mas esse modo de observar pode impedir o educador de perceber no erro uma manifestação da forma de pensar do aluno. A psicologia explica que essa função psicológica-atenção, é indissociável da consciência. Starepravo afirma (2009, p. 75):

Para a psicologia, ela consiste em um estado de vigília que forma a base da orientação seletiva da percepção, do pensamento e da ação. Assim, podemos afirmar que a atenção é requisito básico para que haja aprendizagem. Entretanto, na escola, via de regra, essa função não é exigida, senão como um comportamento disciplinar do aluno, cuja ausência é passível de punição.

Em seu cotidiano, o ser humano ao encontrar com situações novas ou desafiadoras, dobra a atenção para dominá-las, isso ocorre porque essas atividades não são mecânicas, dessa forma a proposta de mudança nas aulas de matemática pode começar com atividades que agucem a curiosidade diante de desafios a serem resolvidos (STAREPRAVO, 2009).

As aulas de matemática não podem ser o lugar onde se realizam apenas cálculos, mas elas devem proporcionar a ligação entre a realidade do aluno e os conteúdos matemáticos para que este possa encontrar significados para aquilo que aprende e não utilizar os conceitos somente em provas escolares.

## **2.2 TIC's e as aulas de matemática**

O número de trabalhos de pesquisa que utilizam Tecnologias da Informação e Comunicação na educação matemática em geral, tem aumentado nos últimos anos, sendo que jogos digitais, planilhas e outros aparatos tecnológicos tem ganhado cada vez mais a atenção dos pesquisadores que buscam uma melhoria para o ensino.

A expansão das TIC's e o contato diário em diversas situações pelas pessoas com diferentes mídias contribuíram para ocorrer mudanças num sentido positivo na forma de ensinar e aprender. A vivência do aluno com esses recursos, no contexto escolar, servirá como apoio na sistematização de conteúdos. Portanto, vale ressaltar que os alunos não dependem da escola para ter contato com as TIC's, mas é por meio da escola que a utilização dessas TIC's será definida. Esse filtro,

primeiramente deve ser realizado pelos educadores, sendo necessário ter como premissa cursos de formação com qualidade (KENSKI, 2007; MARTÍNEZ 2004).

Importante ressaltar que a utilização de recursos como vídeos, televisões, computadores não garante melhoria no aprendizado e muito menos ensino de qualidade. Kenski (2007), alerta que mesmo que uma ferramenta avançada, sendo utilizada na aula de modo convencional, permanecerá o modo de ensino tradicional. Um exemplo é a utilização de jogos computacionais, estes geralmente propõem atividades em que uma animação desempenha o papel do professor transmitindo conhecimentos prontos para o estudante “absorver”, essa tecnologia funciona como livros comuns, porém com “páginas virtuais”.

Essa ação é uma continuação do modelo tradicionalista de ensinar, pois aquilo que o aluno sabe não foi levado em consideração no planejamento das propostas das atividades. É o mesmo método de leitura seguida de perguntas e respostas, mas de um modo mais moderno, pois nesses jogos muitas vezes o aluno percebe que errou, mas não entende o porquê do erro. “Os alunos, isolados, em interação exclusiva com o computador e o conteúdo, logo desanimam.” (KENSKI, 2007, p.88).

Alguns meios eletrônicos quando não usados com equilíbrio podem diminuir o rendimento escolar trazendo prejuízo para a cognição mesmo quando existem excelentes professores e espaços totalmente favoráveis à aprendizagem. Setzer (2014) elenca os seguintes itens causados pelo mal uso dessas tecnologias:

- Excesso de peso e obesidade;
- Riscos para a saúde;
- Problemas de atenção e hiperatividade;
- Agressividade e comportamento antissocial;
- Depressão e medo;
- Intimidação a colegas (*bullying*);
- Indução de atitude machista;
- Dessensibilização dos sentimentos;
- Indução de mentalidade de que o mundo é violento e violência não gera castigo;
- Prejuízo para a leitura;
- Diminuição do rendimento escolar e prejuízo para a cognição;

- Confusão de fantasia com realidade;
- Isolamento e outros problemas sociais;
- Aceleração do desenvolvimento;
- Prejuízo para a criatividade;
- Autismo;
- O problema do vício;
- Indução ao consumismo;
- Problemas causados pela Internet.

Sobre diminuição do rendimento escolar e prejuízo para a cognição, Setzer (2014) descreve o comportamento resistente de jovens que passaram tempo assistindo programas de TV como referência, e revela que não é o tempo gasto em frente à televisão que impede os alunos de estudarem, deixando seus deveres escolares, mas aquilo que internaliza no sujeito e o faz ficar em busca somente de coisas legais e que o entretendam.

Reforçando estes argumentos o trabalho de Fuchs e Woessmann (2004), correlaciona o uso de computadores aos resultados do exame PISA (*Programme for International Student Assessment*), dividindo os estudantes em três grupos. O primeiro grupo foi o que obteve melhor resultado, formado por alunos que possuem acesso ao computador e conseqüentemente à internet, mas, apenas de forma moderada na escola. O segundo grupo, formado por estudantes que não tem nenhum acesso ao computador e à internet, apresentou um desempenho inferior ao dos estudantes do primeiro grupo. Entretanto, o terceiro grupo de estudantes, formado por aqueles que utilizam o computador muitas vezes por semana apresentou um resultado ainda pior do que segundo grupo, que não tem nenhum acesso ao computador. O trabalho de Fuchs; Woessmann (2004, p.2) constata também uma relação entre o rendimento do aluno e o uso do computador e internet na escola que pode ser representada através de um gráfico no formato de um U invertido, tal qual uma parábola com concavidade negativa, onde é possível averiguar um ponto de valor máximo. Indicando que “[...] há um nível em que a utilização do computador e internet no ambiente escolar é otimizada, sendo que o ponto de otimização é anterior aos pontos em que o uso é intensificado variadas vezes por semana.”.

Estes estudos indicam que o excesso no uso de tecnologias pode trazer mais malefícios que benefícios, logo impor a tecnologia como único meio de ensino/aprendizagem caindo num excesso é um erro grave. Mas, também, não significa ignorá-la limitando as interações apenas ao convívio presencial humano. É necessário explorar as tecnologias de maneira sensata buscando a eficácia.

E uma característica que mais se destaca nas TIC's é a interatividade, pois possui uma capacidade potencial para promover o envolvimento entre o sujeito e as informações (COLL E MARTÍ, 2004). Em meio ao crescimento acelerado dos recursos tecnológicos, a sociedade caminha para chegar a um tempo onde as atividades interacionais serão plenamente digitais. Na sociedade do futuro situações didáticas que envolvam apenas a interatividade somente com pessoas, deverão ser cada vez mais raras. Pais (2010, p. 146) descreve que dessa era que estamos vivendo pode resultar uma comunicação voltada apenas para "interfaces computadorizadas" e:

Se por um lado há uma tendência de diminuição do contato pessoal, por outro, deverá aumentar a interação com as amplas fontes de informação, surgindo nesse aspecto uma maior exigência da competência da autonomia e da independência na busca do conhecimento.

Os PCN's de Matemática destacam a importância da escola promover aos alunos o desenvolvimento das funções básicas de cidadão, garantindo sua inserção no mundo do trabalho. Isso inclui saber utilizar recursos tecnológicos como diferentes fontes de informação para construir conhecimentos e entender a cidadania como participação social e política. O uso das TIC's como recurso didático é uma proposta para unir ideias, pessoas e possibilidades de troca e construção de conhecimentos.

Pesquisadores pontam que é possível adaptar os ambientes de aprendizado às diferentes evoluções tecnológicas, e dever da escola levar em consideração o impacto que a cada ano as gerações vão passando. Pois, se o mundo tem se transformado com o passar dos anos, as mudanças no comportamento humano também ocorrem. Kenski (2007, p.21), cita que: "A evolução tecnológica não se restringe apenas aos novos usos de determinados equipamentos e produtos. Ela altera comportamentos". Sendo assim, os mesmos conteúdos de alguns meses atrás podem não ser relevantes amanhã, pois a dinâmica do aluno é determinada pela

dinâmica que envolve o rápido alcance da informação. Corroborando com este pensamento Castillo (2008, p. 185) afirma que:

As TIC's podem apoiar o aprendizado dos alunos em diversas áreas da matemática, tais como: números, medidas, geometria, estatística, álgebra, pois, espera-se que o aluno que esteja trabalhando com elas busque se concentrar e tomar decisões, raciocinar e resolver problemas. A disponibilidade, versatilidade e o poder das TIC's possibilitam reavaliar os conteúdos de matemática que os alunos devem aprender e a melhor forma deles aprenderem.

A inserção das TIC's nas aulas de matemática é fundamental para criar um ambiente de aprendizado que possibilite ganhos para o aprendiz. Gerando motivação e possibilitando experiências científicas que só seriam possíveis através do investimento de altos recursos financeiros.

### **3 TIC'S: INSERÇÃO, INOVAÇÕES E POSSIBILIDADES PARA A EDUCAÇÃO**

As TIC's são atualizadas constantemente, seja por meio de um processo de criação, a partir de conceitos novos, ou, seja na reformulação de antigas ideias. Assim, tecnologias novas surgem constantemente e outras são aperfeiçoadas e apresentadas com diferentes roupagens o que cria expectativas quanto aos seus novos atributos.

A educação é a atividade humana ideal para incorporar essas novas tecnologias, uma vez que o ambiente escolar é lugar propício para o novo. A partir do desejo por inovações é que surgem os avanços tecnológicos. O desejo do homem em buscar melhores formas de viver, sempre foi o impulso para imaginar e estudar diferentes possibilidades. Esse sentimento é inerente ao ser humano, sendo assim esse processo de planejamento e construção de produtos motivados pela necessidade não terá fim.

Segundo Kenski (2007) tecnologia é um conjunto de conhecimentos e princípios científicos aplicados à determinada área, e existe variação do conceito de novas tecnologias a partir do contexto em que elas se inserem. Logo, como o desenvolvimento tecnológico acontece sempre com certa celeridade, é muito complexo definir o que é "novo". Há tecnologias em diferentes instrumentos, procedimentos e conhecimentos, contudo todas elas têm a finalidade de facilitar as atividades do cotidiano.

O papel das TIC's é o de complementar as ações convencionais no intuito de que os processos de ensino/aprendizagem sejam mais eficazes. A vasta extração de informação, possível através da Internet, tornar-se-á em conhecimento quando o sujeito frente à informação está capacitado para discernir o que é possível de ser ou não incorporado como conhecimento. Contudo, Martínez alerta que mesmo com a introdução das TIC's na educação não há garantias de que os problemas que giram em torno desta acabem, mas há possibilidades de ganhos, ao: "introduzir melhorias no âmbito de uma reforma educacional completa e de uma política nacional que as integre de forma pertinente." (2004, p.96).

As TIC's vieram para democratizar o conhecimento independente de classe social, mas limitar que elas são a resposta para os "problemas educacionais" é desconsiderar que ainda há muita desigualdade social em nosso país (COLL E MARTÍ, 2004, p.424). Nas escolas particulares onde as estruturas são na maioria



das vezes melhores que as das escolas públicas, há mais chances de atrair o interesse do aluno para o conhecimento. Mas, isto está muito longe de ser uma regra, já que há escolas públicas que também conseguem, de forma unida, estabelecer seus objetivos e partir para ações de sucesso, fazendo o uso otimizado de seus equipamentos.

Decorrente de observações, Martínez (2004), identificou que para uma escola obter bons resultados no uso das TIC's é necessário que sejam estabelecidos os objetivos, isto é, que seja determinado aquilo que deve acontecer na sala de aula. Mediante essa identificação, o professor precisa verificar o tipo de tecnologia que será mais "pertinente para potencializar, simplificar e melhorar os processos de ensino aprendizagem" (Martínez, 2004, p.99). Desta forma, estes recursos tecnológicos serão apoio para o processo de ensino/aprendizagem enquanto os protagonistas passam a ser apenas o aluno e o professor no processo de mediação. Para corroborar com esta fala, D'Ambrósio (2012, p. 74) afirma que:

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a "sociedade do conhecimento". A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto. Sobretudo ao se falar em ciência e tecnologia. Será essencial para a escola estimar a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e nas expectativas da sociedade. Isso será impossível de atingir sem ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicações dominarão a tecnologia educativa do futuro.

### **3.1 Estrutura organizacional para incorporação das TIC's na educação**

Incorporar as TIC's envolve primeiramente planejamento conciliado com medidas governamentais e educacionais. Apenas o ato de inserir novas tecnologias pode acarretar até mesmo em fracasso, quando não são tomadas as decisões corretas como: a tecnologia ideal para aquela realidade onde a escola está inserida, viabilidade, prazos ou futuras readequações.

Pensando nesta lacuna Souza (2016), apresenta uma metodologia para a seleção e implantação de Tecnologias de Informação e Comunicação nos ambientes de aprendizagem, que foi proposta considerando as particularidades do ambiente escolar, baseada em três etapas: 1 - Diagnóstico e definição da missão, visão, valores, medidas, métricas e indicadores; 2 - Plano de Implantação; 3 - Execução da Implantação.

Cada etapa possui um objetivo definido que deve ser alcançado para que haja êxito na implementação. Basicamente a primeira etapa analisa o ambiente escolar onde será inserida a tecnologia. Na segunda etapa, cria-se o plano de implantação, onde se escolhe a tecnologia, são avaliados os impactos pedagógicos e elabora-se um plano de gastos. Na terceira e última etapa vêm: o plano de aquisição, a instalação, a definição de normas, treinamento e um questionário de controle que avalia a satisfação dos professores. É a etapa das ações propriamente dita, onde segundo Souza (2016, p.55) a respeito desta última etapa: “A implantação deve ser entendida como um único bloco de atividades que envolve todos os colaboradores da instituição de ensino que foram destacados para a tarefa de informatizar o processo de ensino e aprendizagem.”.

Martínez (2004), partindo de experiências latino-americanas aponta algumas observações importantes a se pensar no momento da elaboração dessa inclusão:

- Ao pensar em equipar as escolas é imprescindível a participação dos professores no desenvolvimento e planejamento desses programas, por terem conhecimento sobre as especificidades dos locais que trabalham. A participação também precisa contar com as associações de pais, juntas essas participações ampliarão oportunidade do programa ser bem-sucedido colaborando também no desenvolvimento da comunidade.
- Outro ponto é o investimento em espaços físicos adequados para os laboratórios de computação levando em consideração se o local selecionado irá garantir que os equipamentos fiquem protegidos.
- Para aquisição de tecnologia é preciso fazer buscas por preços melhores. Isso pode acontecer através de licitações, parcerias ou quando viável, fazer locações dos aparelhos, pois constantemente estarão atualizados e com manutenções em dia.
- Todo equipamento requer manutenção e antes de vencer o período da garantia é preciso pensar em como será o custo dessa manutenção, levando em consideração que há gastos fixos que também requerem verba.
- O uso dos computadores não necessariamente precisa ser individual. Seu uso pode ser proveitoso quando, antes de servir-se do objeto, definir as

metodologias pedagógicas que favoreçam a participação em equipe ou que utilize poucos aparelhos. Observar as experiências de outros grupos que já trabalham com esses materiais. Sempre haverá discussões sobre se são pouco esses recursos, se há outros que são mais beneficiados ou não. No entanto, não cabe lançar dúvidas de que inserir as TIC's é desafiador e exige esforço de todos que estão ligados direta e indiretamente neste processo.

- Conhecer as possibilidades de usos das TIC's como recurso em sala também é um desafio. Quando oferecidas as capacitações devem ser “de caráter técnico e pedagógico” com o apoio constante dos gestores. Essas formações devem estar apoiadas em programas permanentes que conduzam a possíveis reflexões críticas sobre a prática. Por não ter acesso contínuo a esses novos recursos, demanda-se um tempo maior para que os professores sintam-se mais integrados aos conhecimentos que lhes garantirão mais segurança. Lembrando que precisa haver a união do pedagógico com o domínio dos conhecimentos técnicos. Concebidos esses dois fatores que possibilitam o domínio e garantem o uso dessas tecnologias, as demais formações servirão mais para atualização e aperfeiçoamento.
- A escola que insistir em manter um ensino tradicional estará colocando uma barreira às novas práticas educativas. Pois, segundo Martínez (2004), nota-se transformação nos ambientes escolares que aderiram as TIC's de forma sistemática e significativa.

É importante dar voz aos professores que já atuam na escola ou que vivenciaram experiências com projetos que fizeram usos desses recursos. O sucesso geral só será possível quando, não apenas alguns profissionais, mas todos os envolvidos neste processo unirem-se para pensar em um mesmo propósito e desenvolver ações que chegarão ao mesmo objetivo. A iniciativa, por menor que seja, sempre trará esperança de multiplicar a ideia para outros que já desejam mudanças e ainda temem o novo (MARTÍNEZ, 2004).

E quando a escola, que é local por excelência da promoção do conhecimento “do novo”, não trata de assuntos pertinentes a modernidade, ela deixa de desenvolver seu papel na sociedade.

### 3.2 Dispositivos móveis e aplicativos no contexto escolar

A inserção de dispositivos móveis no contexto escolar não está limitada apenas aos aparelhos celulares e ocorreu graças à expansão da Educação à Distância (EAD) pela internet e o desenvolvimento de aplicativos específicos para estes dispositivos.

O uso de celulares em sala de aula nem sempre é bem visto pelos professores. No estado de São Paulo o decreto nº 52.625 de 15 de janeiro de 2008 estabelece a proibição do uso de aparelhos celulares em salas de aula, mas o celular não é sempre vilão, Amorim (2012) afirma que a utilização de celulares em contextos escolares não traz apenas um novo formato de aprendizagem, mas promove mudanças no comportamento tanto do aluno quanto do professor e em pesquisa realizada desenvolve uma experiência com o uso pedagógico do SMS, que são mensagens de texto trocadas entre celulares, corroborando para demonstrar quão versátil pode ser utilizar dispositivos móveis em ambientes de aprendizado, para os mais variados públicos e fins pedagógicos. Segundo as pesquisadoras Bento e Cavalcante, (2013, p. 119):

[...] o celular pode ser um recurso didático a ser utilizado em diferentes momentos na escola, desde que conste no planejamento do plano de aula do docente e da instituição escolar. Para isto, é necessário que o corpo docente, as famílias e a escola comuniquem-se e promovam um trabalho colaborativo.

A EAD também foi precursora da inserção dos dispositivos móveis no ambiente escolar por abrir portas que conduzem a novas possibilidades para os processos de ensino/aprendizagem, pois, ela ultrapassa as paredes de uma sala de aula comum, e juntamente com a internet estabeleceram o marco de um novo modelo educativo para a atual sociedade (CORTELAZZO, 2010). Sociedade que se adaptou a acessar conteúdos de multimídia através das tecnologias móveis, ação que até pouco tempo era uma exclusividade do computador pessoal. Isso possibilitou segundo Moura (2009, p.50): “um novo paradigma educacional, o *mobile learning* ou aprendizagem móvel, através de dispositivos móveis.”.

Logo, assim como o computador pessoal, que teve avanços muito significativos em suas configurações de hardware e software em tão pouco tempo, a maior parte dos celulares, hoje nomeados de smartphones, seguem os mesmos

passos. Segundo dados da Anatel (BRASIL, 2016), veiculados através do site da própria agência, o Brasil registrou em janeiro de 2016, cerca de 257,248 milhões de linhas ativas na telefonia móvel e a teledensidade, ou seja, o índice de distribuição dos acessos à rede telefônica por região foi de 125,31 acessos para cada 100 habitantes. Devido a esse aumento de acessos remotos à rede mundial de computadores ocorreram mudanças no comportamento da sociedade, um exemplo é o modismo que tem surgindo ultimamente nas redes sociais, o “compartilhar”. A internet hoje permite que aquilo que uma pessoa produz alcance milhares de outras pessoas ao mesmo tempo, gerando públicos muito grandes, o que pode ser usado a favor da educação.

Para Júnior (2012, p.126): “Estes dispositivos móveis apresentam como característica serem leves, ágeis e com baixo custo e principalmente permitem a mobilidade das pessoas ao utilizar estes aparelhos.”. Por possuírem essas características podem ser grandes aliados na difusão e aquisição de conhecimento através da utilização de aplicativos.

O aplicativo é um software cujo diferencial é desempenhar uma tarefa específica para o usuário, fazendo com que a forma e o processo de execução de determinada tarefa sejam otimizados. Geralmente um aplicativo é multiplataforma, podendo ser executado nos mais variados dispositivos, inclusive em dispositivos móveis que possuam sistemas operacionais *mobile* como: o Windows Phone, Android ou IOS. Júnior (2012) pondera que, utilizando esta tecnologia, o professor pode montar inúmeras estratégias de ensino e apresenta algumas opções a partir de recursos inerentes aos dispositivos móveis como: as câmeras fotográficas, gravadores de áudio, gravadores de vídeo, mensagens eletrônicas e o acesso à internet.

O Google Maps é um bom exemplo de aplicativo que pode ser utilizado em sala de aula. Com ele há diversas opções de abordagem de conteúdos, que vão desde a localização geográfica, até mesmo o cálculo de distância ou velocidade (LUIZ e SÁ, 2016). Possibilitando ao professor um trabalho interdisciplinar e transdisciplinar. Luiz e Sá (2016) fazendo uso do Google Maps demonstram, através do planejamento de uma situação de aprendizagem digital para o ensino do conceito de escalas, algumas ideias de como abordar este conceito através do aplicativo. Colocando também sugestões de atividades como o cálculo da distância real entre dois pontos no mapa.

Pereira, et al. (2012) conduz o desenvolvimento e implementação de um jogo no formato de aplicativo para dispositivos móveis com sistema Android, como ferramenta de apoio ao ensino de matemática. O jogo nomeado de Pacmate faz referência ao jogo Pac-Man, no qual foi inspirado. Na Figura 1 da esquerda para a direita temos as duas interfaces iniciais do jogo e o ambiente de interação.

Figura 1 – Interfaces do jogo Pacmate



Fonte: Pereira, et al, 2012

O aplicativo aborda o conteúdo de aritmética para os anos iniciais do ensino fundamental. De acordo com Pereira, et al. (2012):

O aplicativo trabalha quatro operações aritméticas através de um jogo interativo onde o aluno pode praticar os conceitos aprendidos em sala de aula. O jogo exige do aluno habilidades no controle dos personagens e ao mesmo tempo agilidade e habilidade para a realização de cálculos mentais. Ao término do jogo o aluno pode compartilhar com os colegas as contas que conseguiu resolver ou aquelas em que teve dificuldades. A lista de recordes, que registra as melhores pontuações no jogo, desperta no aluno o desejo de superar as suas marcas e isso faz com que ele pratique mais a matemática.

A implementação, aponta resultados satisfatórios por parte dos entrevistados ao utilizar a ferramenta de ensino. Entre as dificuldades apontadas pelos entrevistados, destacam-se: os cálculos de divisão, a jogabilidade e a instalação em celulares com telas pequenas. Mas, todas estas dificuldades são passíveis de solução. E “Segundo a avaliação e definição das crianças, o jogo é legal e ajuda no aprendizado e a praticar a matemática, mesmo não sendo esta a matéria com que elas mais se identificam.” (PEREIRA, et al, 2012). O que reforça como os aplicativos para dispositivos móveis são ferramentas de apoio ao ensino/aprendizagem bem aceitas no âmbito escolar.

### 3.3 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada tem se destacado e ganhado a atenção das empresas tecnológicas, graças aos avanços de equipamentos como o tablet, smartphone e até mesmo óculos virtuais (KIRNER E SISCOOTTO, 2007). Para a educação esta tecnologia apresenta-se prodigiosa, uma vez que tem se tornado cada vez mais acessível.

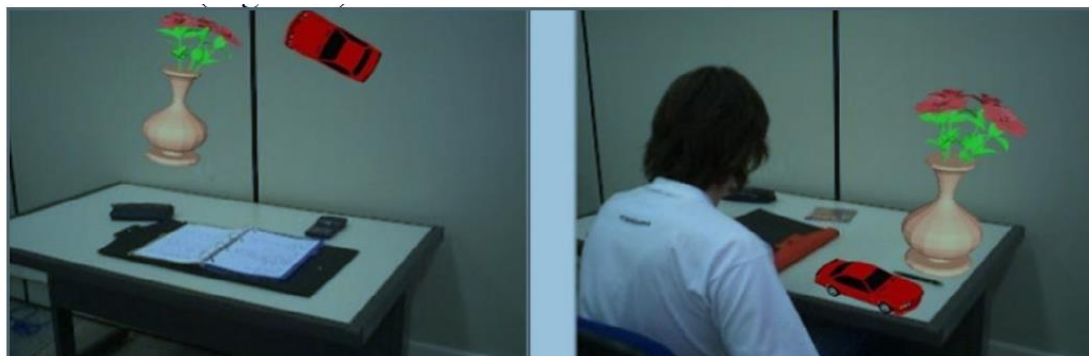
A partir da década de 60, com o surgimento da Realidade Virtual foram desenvolvidos vários aparatos como: luvas interativas, simuladores, capacetes que ajudaram no avanço de pesquisas na área viabilizando a criação da Realidade Aumentada, que segundo Kirner e Siscoutto (2007), surgiu apenas na década de 90 com a ideia de sobreposição de objetos virtuais em ambientes reais através de algum dispositivo tecnológico.

E de acordo com Kirner e Kirner (2011), teria sido Thomas Caudell da Universidade do Novo México quem usou o termo Realidade Aumentada pela primeira vez, quando fez referência a um dispositivo de Realidade Virtual usado na montagem de equipamentos eletrônicos da empresa Boeing, do ramo da aviação.

Entretanto, foi apenas na última década que estas tecnologias começaram a ganhar mais força, isso não só graças ao advento de máquinas mais rápidas e cada vez mais compactas, mas também pelo barateamento e a enorme popularização de dispositivos móveis.

A Realidade Aumentada (RA) ou *augmented-reality* (AR) é uma tecnologia que insere num cenário real imagens geradas por computador, criando assim um único ambiente, (KIRNER, 2013). O termo “aumentada”, é usado pois inserindo outras informações num cenário real o usuário tem a imagem de um ambiente real com informações adicionais, podendo manipular os objetos reais ou virtuais dispostos no cenário sem a necessidade de nenhum aparato extra como uma luva ou o mouse. A Figura 2 ilustra como é o ambiente gerado pelo software que cria a Realidade Aumentada.

Figura 2 - Ambiente da Realidade Aumentada



Fonte: Kirner e Kirner, 2011

As primeiras interações com a Realidade Aumentada aconteceram com o uso de um computador, sua webcam e um software que trata a imagem capturada pela câmera e mistura com os componentes virtuais que são criados pelo software.

Os sistemas mais comuns de RA utilizam um marcador, como ilustra a Figura 3, que é uma espécie de cartão de leitura, quando a câmera captura a imagem do cartão, o software específico da Realidade Aumentada realiza as ações para o qual está programado.

Figura 3 – Marcadores de RA



Fonte: Kirner e Kirner, 2011

Entretanto, o programa de inserção de objetos na RA não se limita apenas à leitura de cartões. O programa pode fazer o escaneamento de um objeto sólido com três dimensões com um cubo, uma pirâmide ou mesmo objetos com dimensões pouco convencionais como garrafas e outros recipientes e assim que aquele formato for identificado nas imagens capturadas, o sistema reage produzindo as informações pertinentes. Outra forma com a qual o programa de RA pode interagir é através do posicionamento GPS ou também com a utilização de um aplicativo de



posicionamento como o Google Maps. O sistema identifica a posição através do GPS e insere a interação relativa àquele local, esse tipo de programação foi utilizado no jogo para aparelhos móveis PokémonGo. O momento da captura do “animalzinho”, Pokémon, o jogador tem a opção de acionar a câmera do dispositivo móvel e interagir em RA, como demonstra a Figura 4.

Figura 4 – Imagens Capturadas do Jogo PokémonGo



Fonte: Site PokemónGO<sup>1</sup>

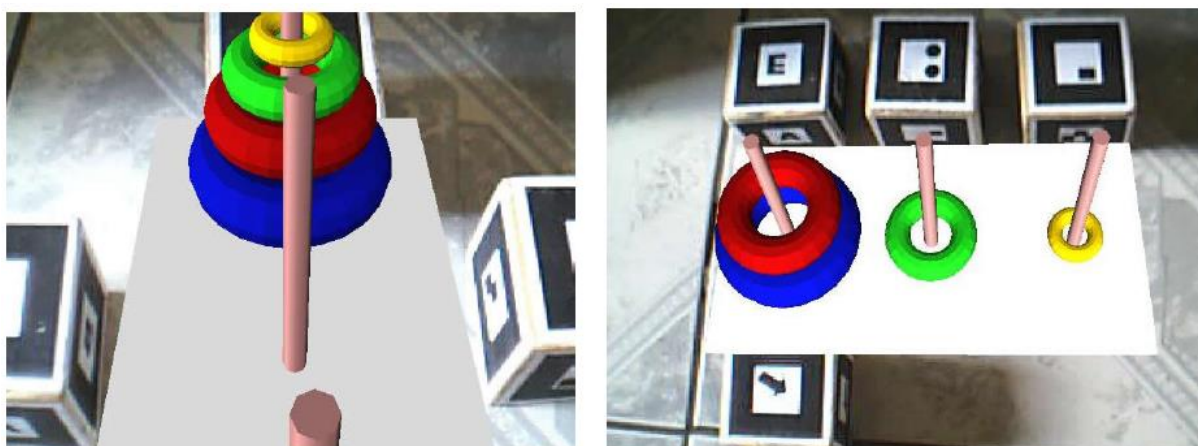
Rodello, et all (2013), apontam que a RA tem ganhado espaço em diversas vertentes organizacionais como: peças em ações de marketing, desenvolvimento de produtos, etc. Apresentam como o uso da Realidade Aumentada tem sido aplicado em ações de Marketing, estabelecem vantagens e desvantagens de se utilizar esta ferramenta para negócios por meio de demonstrações de produtos através da RA. Como exemplo, apresenta um provador virtual baseado em marcadores e captura de movimentos. Em suma, o cliente acessa o site da empresa, escolhe o modelo de roupa e tem a possibilidade de experimentar virtualmente. Daí, o cliente se posiciona na frente da webcam e começa a interação. O aplicativo adiciona na imagem capturada o modelo de roupa escolhido pelo cliente que pode fazer ajustes no tamanho e cor das peças virtuais. Outro software é o provador de óculos, que possui diversos modelos de óculos de sol onde o consumidor apenas se posiciona na frente da câmera e o programa exibe os óculos virtualmente como se o consumidor o estivesse usando. Dentre os pontos positivos apontados pelos pesquisadores está o

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.pokemongo.com/pt-pt/photos/>

fato do sistema não exigir a utilização de marcadores, isso torna possível ao usuário experimentar todos os modelos disponíveis no sistema sem ter que fazer a impressão de marcadores, tornando a interação mais dinâmica e intuitiva. Já um dos pontos fracos é a necessidade de fazer o download do sistema, o que demanda tempo.

Na área de educação são inúmeras as pesquisas sobre a inserção desta tecnologia na sala de aula. O trabalho de Zorzal, et al. (2008), apresenta cinco jogos computacionais com recursos de Realidade Aumentada. Os jogos são baseados em jogos educacionais já conhecidos como: quebra-cabeça, torre de Hanói, cubo mágico e jogos de palavras. A Figura 5 ilustra a interface de um destes jogos, o Jogo Torre de Hanói em RA. O diferencial segundo Zorzal, et al. (2008), está em que: “Com o avanço tecnológico, através de técnicas de Realidade Aumentada, tornou-se possível associar ao mundo real objetos virtuais e proporcionar ao usuário uma experiência natural, agradável e motivadora.”. O trabalho apresenta a realização de um experimento de interação com crianças de 7 (sete) e 8 (oito) anos e a Realidade Aumentada através do Jogo de Palavras. Os resultados apresentados demonstraram que cerca de 81,39% das crianças tiveram média de acerto acima de 80%. Apontando o grande potencial desta tecnologia para a área educacional.

Figura 5 – Torre de Hanói em RA



Fonte: Zorzal, et al, 2008

O trabalho de Roberto, et. al. (2011), traz no formato de um estudo de caso a criação de um jogo baseado em blocos para auxiliar na alfabetização de crianças. Apresenta ainda três aplicações voltadas para a educação: o *Invisible Train*, um jogo desenvolvido para dispositivos móveis e voltado para crianças em nível primário, onde o jogador deve conduzir um trem virtual; o *Magic Cubes*, um programa

computacional que utiliza marcadores no formato de cubos, e que funciona como um livro de histórias infantis; e o *Magic Table*, que funciona como uma lousa mágica capturando o que é escrito no quadro e colocando o conteúdo em retângulos virtuais.

### **3.4 Aplicativos para dispositivos móveis com recursos de Realidade Aumentada**

As possibilidades para o futuro da RA indicam que esta tecnologia pode estar cada vez mais presente nas atividades humanas. O desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis com a tecnologia de Realidade Aumentada ganha força, tornando a utilização viável em ambientes de ensino, por não esbarrar tanto em questões burocráticas, como a compra e manutenção de equipamentos como ocorre com as salas de informática. Basta, um smartphone e um aplicativo de Realidade Aumentada para que o ensino da geometria ganhe uma interação com a RA.

De acordo com a publicação *Policy Guidelines for Mobile Learning* (Orientações de Política para a Aprendizagem Móvel), da UNESCO “os aparelhos móveis podem dar um significado literal ao ditado “o mundo é uma sala de aula”” (UNESCO, 2014, p.20). Para exemplificar consta a implementação de projetos na Europa e América do Norte em que foram utilizados softwares instalados em tablets que auxiliaram estudantes de engenharia a enxergarem “a localização de apoios estruturais no interior de determinadas pontes, quando observadas de diferentes ângulos”.

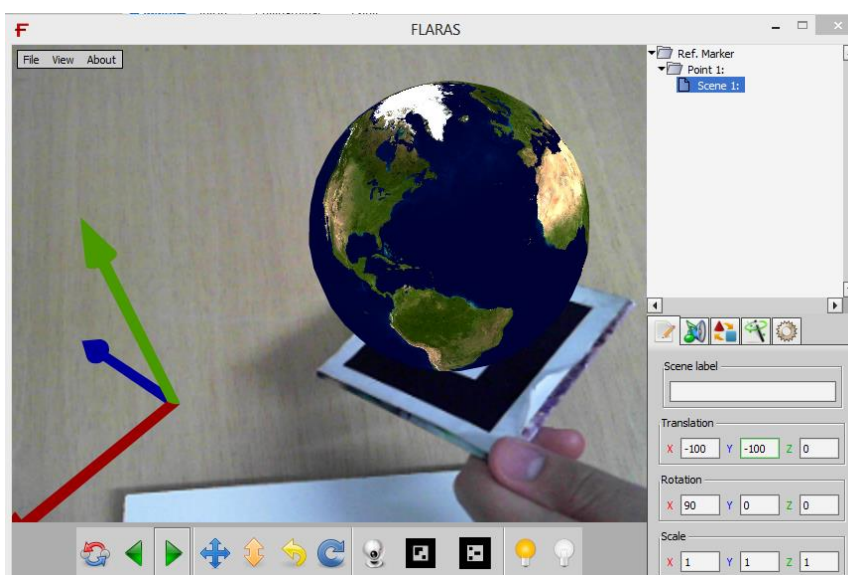
E nas escolas públicas da educação básica a interação com os mais diversos tipos de materiais, que na maioria das vezes faltam nas salas de aula, como os sólidos geométricos pode ser substituída pelo uso de dispositivos móveis com recursos de RA. Conceição e Vassallo (2016, p. 12), corroboram afirmando que:

Com relação a dificuldade de recursos financeiros para manutenção e compra de computadores, uma boa estratégia seria a utilização de dispositivos móveis, tais como os *tablets* educacionais. Estes *tablets* podem auxiliar na realização de pesquisas e ainda ser o recurso para a inserção de softwares matemáticos na sala de aula. Outra vantagem é a portabilidade deste recurso e a não necessidade de um espaço físico rígido.

No trabalho de Kirner (2013) são apresentadas algumas iniciativas que possibilitam o uso da Realidade Aumentada na educação. Dando destaque para o

software FLARAS (Flash Augmented Reality Authoring System), uma ferramenta de autoria desenvolvida por Raryel Costa Souza, Hipólito Douglas França Moreira e Claudio Kirner, em que as aplicações podem ser iniciadas diretamente do navegador online. Aplicações simples ou até mesmo mais sofisticadas podem ser desenvolvidas por usuários sem muitos conhecimentos técnicos de programação ou modelagem 3D. Assim, tanto professores como estudantes podem até mesmo salvar suas aplicações no ambiente do FLARAS e interagir online. É um software livre e com vasta opção de material de apoio. Para utilizá-lo basta que o usuário faça a impressão de um único marcador e posicione este marcador de frente para a câmera do computador. Na Figura 6 é possível visualizar uma interação com um globo terrestre gerada a partir do ambiente FLARAS.

Figura 6 – Ambiente FLARAS

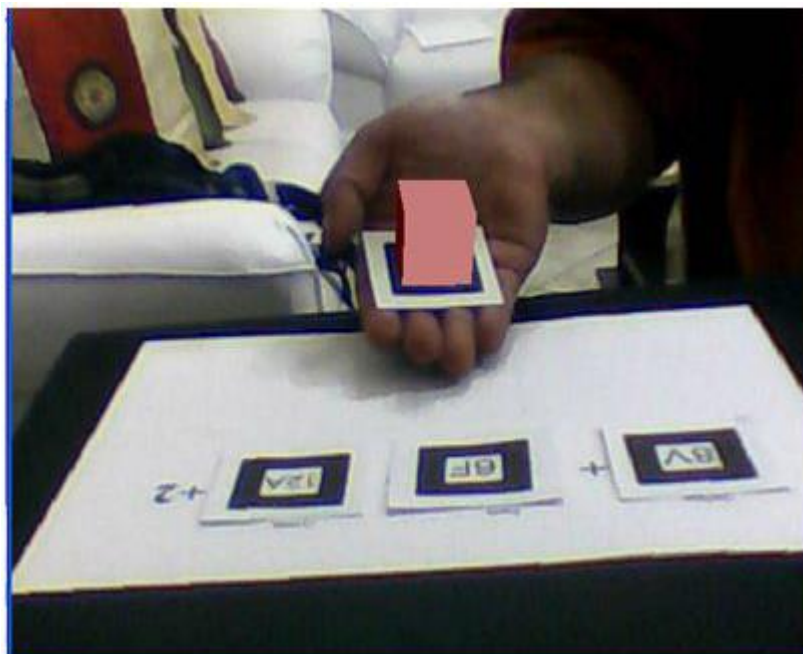


Fonte: Site do desenvolvedor<sup>2</sup>

Na área de matemática, Lemos e Carvalho (2010), desenvolveram através da plataforma Artoolkit um software denominado SISEULER, que faz uso de marcadores e é implementado em computadores com webcam. Foi apresentada uma sequência didática para o ensino da relação de Euler através dos sólidos disponíveis no software de RA. Os participantes da experiência foram professores em curso de formação. O software foi desenvolvido com a ideia de retirar a apresentação da fórmula da relação de Euler e permitir que os próprios alunos com a manipulação dos cartões “marcadores de RA” construam a fórmula através da concatenação. Assim, para formar um sólido como o tetraedro, por exemplo, é

necessário que o participante escolha os cartões (8V, 6F e 12A), referentes aos: oito vértices, seis faces e doze arestas respectivamente, como ilustra a Figura 7.

Figura 7 – Interação com o SISEULER



Fonte: Lemos e Carvalho, 2010

O trabalho estimula e reflete os benefícios que a interação com a RA pode trazer para a construção do saber, os autores Lemos e Carvalho (2010) pontuam que:

A Realidade Aumentada pode trazer muitos benefícios para a construção do conhecimento em várias áreas, entretanto, sem dúvida, as áreas da educação, e da matemática são as mais beneficiadas. A interação de ambientes virtuais no mundo real torna a percepção mais atraente, estimula o processo investigativo dos alunos o que torna o processo ensino e de aprendizagem mais valioso.

Embora haja um entusiasmo natural por entrar em contato com trabalhos que se utilizam de tecnologias como a RA, é preciso discernir que o foco aqui não é a Realidade Aumentada em si, pois como citam Lemos e Carvalho (2010) estes recursos tecnológicos não podem ser considerados máquinas de ensinar. São apenas recursos que auxiliam e promovem a interação e a construção do saber, que é mediado pelo professor.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://ckirner.com/flaras2/introducao/>

Forte e Kirner (2009) desenvolvem um software educacional potencializado pela Realidade Aumentada, nomeado de ARTutor. O software é voltado para o ensino de Física e Matemática e possibilita a interação através da RA. Testado por professores e alunos, gerou bons resultados, que de acordo com Forte e Kirner (2009, p.172): “[...] não só mostraram-se bastante aceitáveis, como também apontaram para o fato de o ARTutor satisfazer às necessidades básicas, a fim de que seja empregado no contexto educacional.”. O ARTutor foi concebido utilizando além da linguagem de programação C++, o Sistema de Autoria Colaborativa em Realidade Aumentada (SACRA), que possibilita a interação da RA em rede.

Dentre as possibilidades mencionadas por Forte e Kirner (2009, p. 178), a que mais se destaca é que:

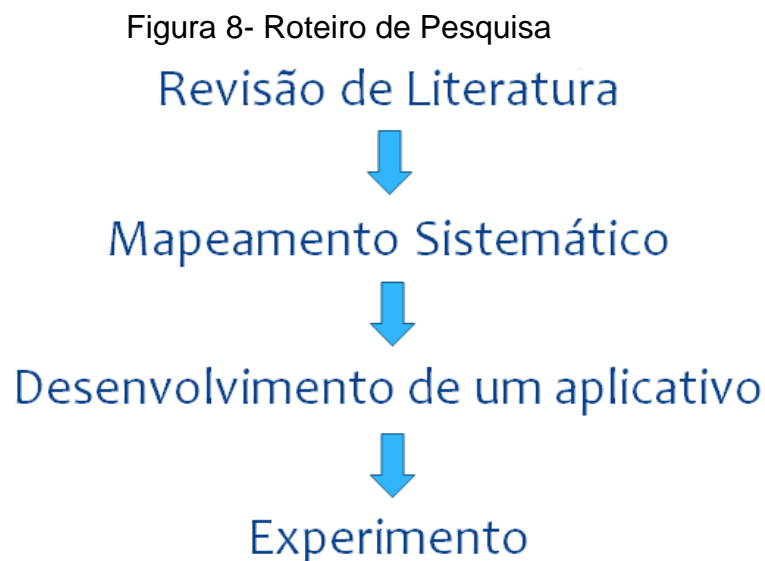
O software pode evoluir, ainda, para um ambiente virtual de aprendizagem, no qual se permita, através do desenvolvimento ou adoção de ferramentas já disponíveis, a colaboração, comunicação e coordenação entre os participantes, a fim de que sejam disponibilizadas também para os alunos de educação à distância as benesses observadas.

Alguns dos trabalhos apresentados demonstram como a Realidade Aumentada tem despertado o interesse devido ao forte apelo que tem em sua interação, motivando este trabalho a propor o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis baseado em RA, e aplica-lo no meio educacional, com intuito de analisar esta interação.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com a Figura 8 foi estabelecido um roteiro metodológico, que partindo de uma revisão de literatura, busca uma visão mais ampla dos trabalhos de pesquisas realizados na área de educação matemática a respeito de aplicativos e o uso da Realidade Aumentada através do Mapeamento Sistemático. Posteriormente apresenta-se o aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido com Realidade Aumentada e concluindo este roteiro o experimento desenvolvido com o uso do ARSolids.



Fonte: Autor

### 4.1 Mapeamento Sistemático

Para obter um panorama sobre os trabalhos de pesquisa que abordam o uso de TIC's no ensino de matemática, em especial o desenvolvimento e uso de aplicativos educacionais da área de matemática para dispositivos móveis com recursos de Realidade Aumentada, foi aplicada a metodologia de Mapeamento Sistemático em bases de dados de educação matemática. Esta metodologia utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinada temática. Entretanto, diferentemente de uma revisão bibliográfica, o mapeamento sistemático possui uma estrutura e sequencia a serem seguidas, muito próximas da Revisão Sistemática, podendo segundo Kitchenham (2007) ser vista até mesmo, como uma revisão

complementar à Revisão Sistemática, pois possibilita uma revisão ampla de estudos primários numa determinada área.

Este Mapeamento Sistemático foi realizado em três fases: Planejamento, Condução do Mapeamento e Análise dos dados, descritas por Kitchenham, (2004, apud. Sena, Oliveira e Carvalho, 2014, p.175). A fase de planejamento é o momento em que são definidos os objetivos da pesquisa e o protocolo. Sendo que o protocolo é o que engloba a questão central da pesquisa, palavras-chave e modo como a pesquisa será conduzida. Na segunda fase, a Condução do Mapeamento, são realizados os estudos primários de acordo com o protocolo estabelecido, é o momento em que ocorre a varredura nas bases de dados. E na terceira e última fase, a Análise dos dados, onde as informações retiradas dos trabalhos selecionados são compiladas para serem publicadas.

#### **4.1.1 Planejamento**

O objetivo desta pesquisa é identificar a utilização de aplicativos baseados em dispositivos móveis e Realidade Aumentada dentro da área de educação matemática. A ideia de realizar este mapeamento surgiu a partir do contato com o trabalho de Sena, Oliveira e Carvalho (2014), que realizou um mapeamento sistemático nas bases de dados de eventos apoiados pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), na área de informática na educação, onde aponta-se quais os aplicativos m-learning voltados para o ensino da matemática auxiliam a aprendizagem nos diferentes níveis de ensino.

Entretanto, como o trabalho não considera um levantamento em bases de educação matemática, entende-se que é também pertinente obter uma visão ampla de quais os aplicativos tem sido foco de pesquisadores na área de educação matemática.

O ponto central é identificar aplicativos para dispositivos móveis que apresentem maior relevância para a comunidade científica e também identificar pesquisas sobre Realidade Aumentada.

Os questionamentos levantados para a presente pesquisa são:

- Com que relevância revistas nacionais de educação matemática tem apresentado pesquisas sobre aplicativos para dispositivos móveis?



- Quais os aplicativos tem se destacado em pesquisas apresentadas em revistas de educação matemática nacionalmente conhecidas?
- Com que frequência as revistas de educação matemática tem apresentado pesquisas com Realidade Aumentada?
- Quais são as revistas de educação matemática que dão maior ênfase às pesquisas sobre aplicativos?

A princípio utilizou-se como palavra-chave: TIC's, tecnologias, recurso, informática, mas devido ao grande volume de trabalhos relacionados às TIC's optou se por utilizar palavras-chave com foco mais específico em dispositivos móveis e aplicativos. Assim as Palavras-chave utilizadas neste levantamento foram: "aplicativo", "aplicativos", "m-learning", "mobile learning", "dispositivo móvel", "dispositivos móveis", "smartphone", "tablet", "celular", "RA", "R.A.", "realidade aumentada".

O primeiro critério para a escolha das revistas de educação matemática foi que possuíssem qualificação B2, B1, A2 ou A1 na área de educação, pela plataforma Sucupira/Capes, de acordo classificação de periódicos 2015, última atualização disponível. O segundo critério para a escolha das revistas foi a disponibilidade de acervo em plataforma virtual, medida que torna viável a execução deste trabalho. Um dado importante é que duas das revistas escolhidas são de Universidades que se destacaram no ranking mundial das 500 melhores universidades, publicado pela Universidade de Jiao Tong, de Xangai em 15 de agosto de 2014 (G1, 2014).

O acervo de dissertações do PROFMAT (Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), também foi escolhido, mesmo não atendendo aos critérios apresentados anteriormente, pois considera-se que é interesse do programa de pós-graduação verificar quais tem sido as opções de pesquisa dos professores de matemática em capacitação em suas dissertações quando estas envolvem recursos de tecnologia. Abaixo as bases de dados escolhidas para o presente mapeamento:

- (UNESP) BOLEMA: Boletim de Educação Matemática, classificação A1;
- (UNICAMP) Zetetiké - Revista de Educação Matemática, classificação B2;
- (PUC-SP) Educação Matemática Pesquisa, classificação B2;

- (SBEM) Educação Matemática em Revista, classificação B1;
- (PROFMAT) Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, possui nota cinco na última avaliação trienal feita pela CAPES no ano de 2013.

#### 4.1.2 Critérios para inclusão de estudos

Os critérios para inclusão de estudos foram elaborados em consonância ao objetivo do mapeamento e possibilitam que a pesquisa se desenvolva com dinamismo. Sendo assim como critérios de escolha:

- Os trabalhos devem ter sido publicados em uma das cinco plataformas escolhidas, descritas no item anterior;
- Os trabalhos devem conter pelo menos uma das *strings* de busca em seus títulos, resumos ou palavras-chave;
- Os trabalhos precisam apresentar pesquisa relacionada aos temas: aplicativos em dispositivos móveis ou Realidade Aumentada.

Para garantir a qualidade dos estudos escolhidos, foram considerados apenas os que possuíssem conteúdos versando sobre os temas. Todos os estudos que se enquadram nos critérios de inclusão foram selecionados para o mapeamento. O pesquisador aplicou os parâmetros pré-estabelecidos para identificar quais seriam os estudos primários a serem selecionados. Foi realizada uma varredura através das *strings* de busca e posteriormente a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos para verificar quais os trabalhos deveriam ser selecionados. Após terem sido aplicados todos os critérios de inclusão, fez-se uma leitura superficial dos trabalhos focada na introdução, objetivos, métodos e conclusão do estudo primário. Identificando os trabalhos que ainda geravam incerteza se o conteúdo era pertinente com o objetivo desta pesquisa foi efetuada uma nova leitura, agora na íntegra.

A partir de então, ocorreu uma análise mais criteriosa comparando e destacando os pontos convergentes e divergentes entre os estudos e as questões levantadas nesta pesquisa.

### 4.1.3 Condução da revisão

Buscou-se em cada uma das bases de dados disponibilizadas pelas próprias revistas a aba “Conteúdo da revista”. Esta aba que possui a mesma característica em todos os sites possui um campo chamado “Pesquisa” para inserção de dados a serem encontrados e um botão chamado “escopo da busca” que limita os itens da busca por:

- Todos: busca em todos os campos;
- Autor: permite a varredura apenas pelos nomes dos autores;
- Título: permite a varredura apenas pelos títulos das obras;
- Resumo: permite a varredura apenas pelos resumos das obras;
- Termo indexado: permite a varredura apenas pelos termos indexados nas obras;
- Texto Completo: Faz a varredura em todo o texto das obras;

Apenas a opção “Todos” foi a escolhida, uma vez que o número de trabalhos encontrados não ultrapassou o contingente de 13 respostas por palavra-chave em cada base de dados. No total foram obtidos 36 trabalhos, de acordo com a relação:

- BOLEMA: 17 respostas;
- Educação Matemática em Revista: 1 resposta;
- PROFMAT: 18 respostas;

Estes 36 textos foram analisados considerando o resumo, palavras-chave e introdução, e embora em todos os trabalhos fossem encontrados conteúdos referentes às TIC's, apenas 14 atendiam a todos os critérios de inclusão, principalmente ao que se refere a apresentar pesquisa relacionada a aplicativos em dispositivos móveis ou à Realidade Aumentada. Sendo assim, 22 trabalhos não foram selecionados nesta fase, por não atender a este último critério de inclusão. Os

trabalhos selecionados foram relacionados, de acordo com a Tabela 1, para a extração dos dados, que são apresentados no Capítulo 5.

Tabela 1 – Relação de obras selecionadas para extração de dados

Nº	Título	Autor(es)	Base de Dados/Ano
1	Softwares Matemáticos e Estatísticos Para Tablets: Uma Primeira Análise	Priscilla Guez Rabelo Amaral	PROFMAT/ 2013
2	Situações Didáticas no Ensino de Geometria com o aplicativo Geogebra	Leandro Ramiro	PROFMAT/ 2014
3	Uso de smartphones e tablets como ferramenta do ensino de matemática: o software Geogebra	José Ricardo De Souza Araújo	PROFMAT/ 2015
4	Registros de representações semióticas no estudo de polinômios usando aplicativos em tablets	Ana Mary Fonseca Barreto	PROFMAT/ 2015
5	Um estudo sobre cônicas e curvas cúbicas no plano, e o aplicativo Easymath	Giselle Cacure Pedroso	PROFMAT/ 2015
6	Desenvolvendo aplicativos para dispositivos móveis através do Mit App Inventor 2 nas aulas de Matemática	Marcos Alberto Barbosa	PROFMAT/ 2016
7	Aplicações das funções exponenciais e logarítmicas usando o aplicativo Malmath	Ivan Fabrício Braum Einhardt	PROFMAT/ 2016
8	O uso das ferramentas do aplicativo “Google Sala De Aula” no ensino de Matemática	Helenice Maria Costa Araújo	PROFMAT/ 2016
9	A utilização da Realidade Aumentada no ensino dos poliedros convexos regulares	Genilson Valdez De Araújo	PROFMAT/ 2013
10	Uso de técnicas de Realidade Aumentada no ensino de pirâmide	Sandra De Aquino Maia Duncan	PROFMAT/ 2014
11	Realidade Aumentada aplicada ao ensino de geometria espacial: um desafio para a Educação Matemática	Fredson Conceição Dos Santos	PROFMAT/ 2015
12	Uma proposta didática da Realidade Aumentada no ensino da geometria espacial	Jefferson Silva França	PROFMAT/ 2015
13	Possibilidades do uso da Realidade Aumentada na visualização de elementos matemáticos	Neades Afonso Gomes	PROFMAT/ 2015
14	Aplicativo Multibase para tablets: análise de uma de suas funcionalidades	Rony Cláudio De Oliveira Freitas	Educação Matemática Em Revista/ 2016

Fonte: Autor

## 4.2 Aplicativo ARSolids

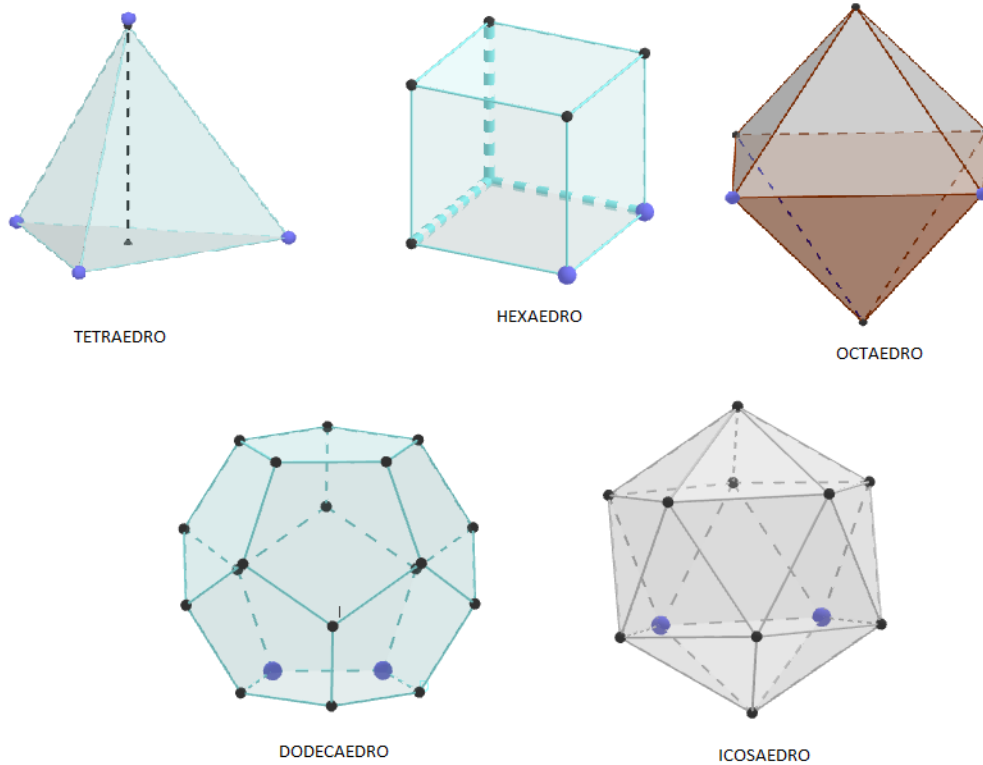
O aplicativo proposto neste trabalho foi desenvolvido para dispositivos móveis com sistema Android utilizando recursos de Realidade Aumentada. Apesar da existência de outros aplicativos com funcionalidades parecidas, o objetivo do desenvolvimento deste aplicativo é empregar tecnologias atualmente conhecidas e elaborar um tutorial que descreva em etapas seu desenvolvimento. O aplicativo, denominado ARSolids, possibilita ao usuário interagir com objetos 3D, em especial os sólidos de Platão, por meio da tela do smartphone e através da manipulação e interação com marcadores impressos. O grande diferencial deste aplicativo, em relação a se trabalhar com a RA num computador ou laptop, está em concatenar a Realidade Aumentada aos dispositivos móveis, transformando estes dispositivos em verdadeiras lupas reveladoras de objetos virtuais ocultos em meio ao ambiente real.

Os sólidos de Platão foram escolhidos como tema para o desenvolvimento deste aplicativo, pois o conteúdo de Geometria ministrado no ensino básico muitas vezes fica pautado apenas nos exemplos apresentados nos livros didáticos e nas explicações dos professores. Estudos como o de Pirola (1995) e Moraco (2006), tem revelado que tanto alunos quanto professores enfrentam dificuldades em conceitos básicos de Geometria Plana e Espacial, sendo assim um aplicativo que aborde este tema pode auxiliar muito o processo de ensino/aprendizagem da Geometria.

### 4.2.1 Sólidos de Platão

De acordo com Dolce e Pompeo (1985) todo poliedro é constituído de vértice, aresta e face. As faces são as seções planas do poliedro, o segmento comum entre duas faces é chamado de aresta (intersecção das faces), os vértices são os pontos comuns entre as arestas. Todo poliedro regular é também chamado de poliedro de Platão, ilustrados na Figura 9.

Figura 9 – Poliedros de Platão



Fonte: Autor

Sendo ao todo 5 (cinco) poliedros, classificados de acordo com a Tabela 3, a seguir:

Tabela 2 – Classificação dos Sólidos Regulares de Platão

Poliedro de Platão	Figura geométrica da face	Número de Faces	Número de Vértices	Número de Arestas
Tetraedro	Triângulo equilátero	4	4	6
Hexaedro	Quadrado	6	8	12
Octaedro	Triângulo equilátero	8	6	12
Dodecaedro	Pentágono regular	12	20	30
Icosaedro	Triângulo equilátero	20	12	30

Fonte: Autor

### 4.2.2 Detalhes do aplicativo

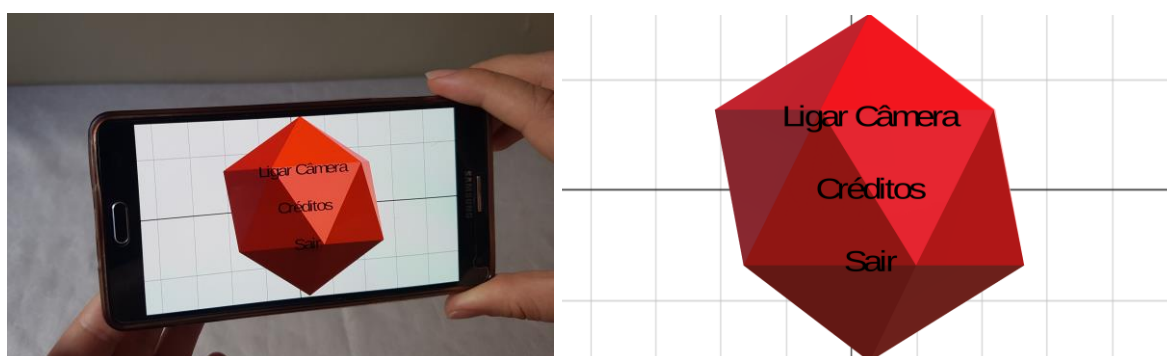
O aplicativo foi desenvolvido utilizando a plataforma Unity3D (UNITY, 2016), que é um software que possibilita a criação de ferramentas interativas, como jogos, banner ou aplicativos, em duas ou três dimensões.

A elaboração do aplicativo adotou a metodologia de desenvolvimento de jogos multiplataforma, com foco nas funcionalidades de RA, a partir de cinco etapas: Instalação da plataforma Unity, Criação de novo projeto, Inserção de objetos de cena, Funcionalidades e Compilação e Teste do aplicativo, que são descritas no Apêndice A, no formato de tutorial de desenvolvimento do aplicativo.

A partir da instalação no dispositivo móvel, o acesso é feito através do ícone criado na área de trabalho do sistema.

Uma vez iniciado o aplicativo, o menu, ilustrado na Figura 10, é apresentado ao usuário. Este menu que é básico, contém três opções: Ligar Câmera que inicia a interação com a RA, Créditos do trabalho ou Sair.

Figura 10 – Menu do aplicativo ARSolids



Fonte: Autor

Para iniciar a interação com o ambiente de Realidade Aumentada basta clicar no botão Ligar Câmera, automaticamente o aplicativo liga a câmera do dispositivo móvel. Daí, o software de Realidade Aumentada analisa as imagens capturadas pela câmera do dispositivo móvel e toda a vez que detecta nas imagens um padrão específico ele gera uma ação pré-determinada. Este padrão específico nomeado de cartão de leitura, é criado pela Plataforma Vuforia. Ao todo foram confeccionados cinco cartões de leitura, com cinco padrões diferentes, um para cada sólido, de acordo com a Figura 11. Estes cartões de leitura podem ser impressos para facilitar a interação.

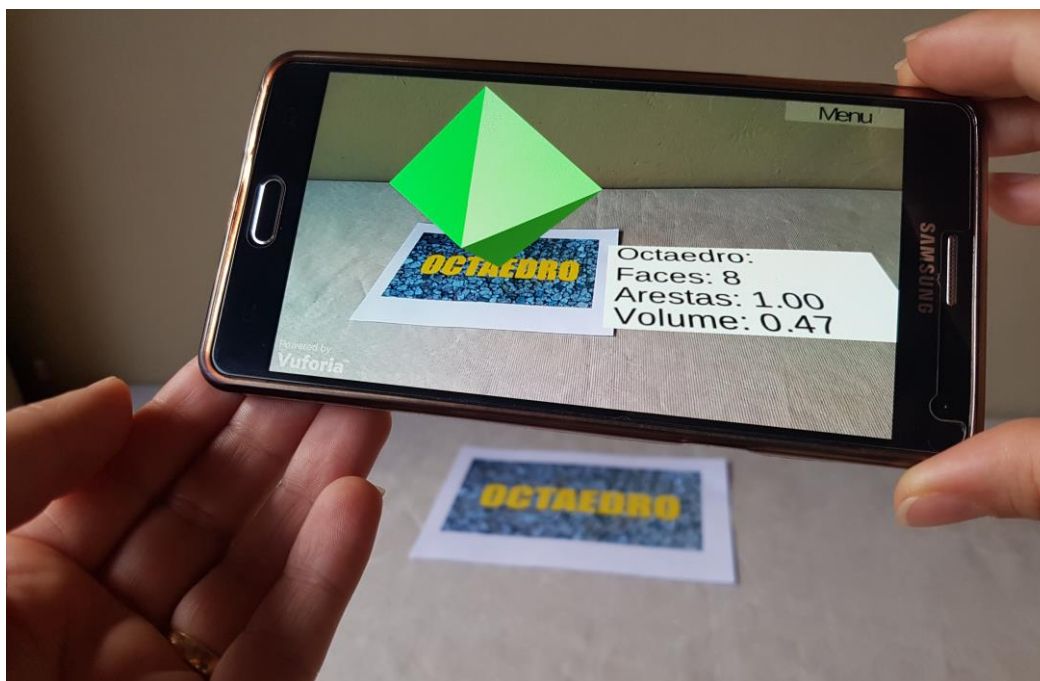
Figura 11 - Cartões de leitura



Fonte: Autor

Ao identificar o cartão de leitura o software posiciona o respectivo Sólido de Platão e sua etiqueta virtual sobre o cartão de leitura e daí então é possível iniciar a interação. A Figura 12 ilustra esta ação, que cessa quando o cartão de leitura impresso sai do campo de captura da câmera.

Figura 12- Ação do aplicativo a partir da leitura do cartão



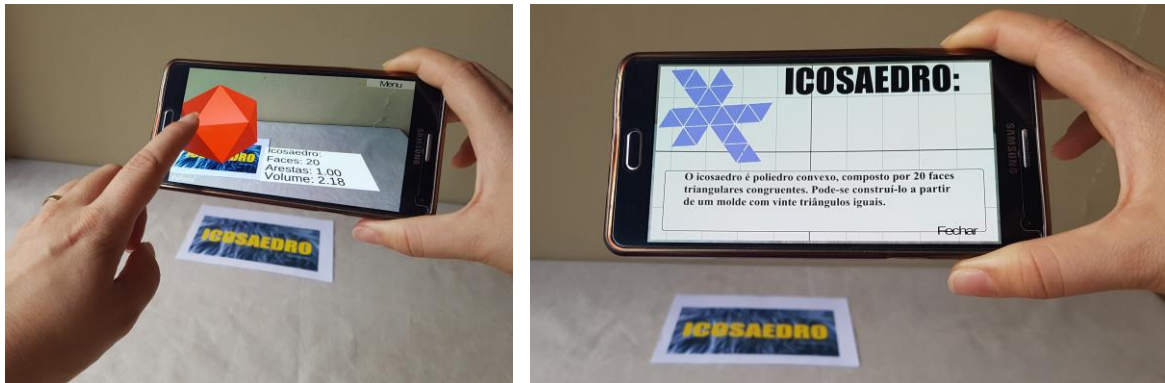
Fonte: Autor

O aplicativo reage a duas funções de “click” acionadas com o toque na tela, uma para cada objeto apresentado. Ao clicar no sólido é chamada uma interface com informações básicas do sólido e sua planificação. A segunda função foi



vinculada à etiqueta, ao clicar sobre a etiqueta, uma interface é apresentada com informações sobre o volume do sólido. Nas Figuras 12 e 13 estão as respectivas interfaces acionadas através desta função.

Figura 13 – Interface de planificação acionada ao dar um “click” no sólido



Fonte: Autor

Figura 14 – Interface com dados do volume acionada ao dar um “click” na etiqueta



Fonte: Autor

A interação com os objetos 3D ocorre por meios de algumas funcionalidades inseridas no aplicativo. A funcionalidade de aumento e diminuição do sólido é acionada através do movimento de “pinça” na tela. Quando o usuário interage com este comando de pinça, o sólido pode mudar de tamanho, afastando-se os dedos há um aumento no volume e aproximando-se os dedos há uma diminuição, ilustrado na Figura 14. A etiqueta também responde de forma dinâmica ao comando de pinça, recalculando de forma instantânea o valor do volume e a medida da aresta.

Figura 15 – Comando de pinça



Fonte: Autor

Após a finalização do aplicativo o resultado foi bastante satisfatório e possibilitou a implementação de um experimento, descrito na sequencia.

### 4.3 Experimento com o Aplicativo ARSolids

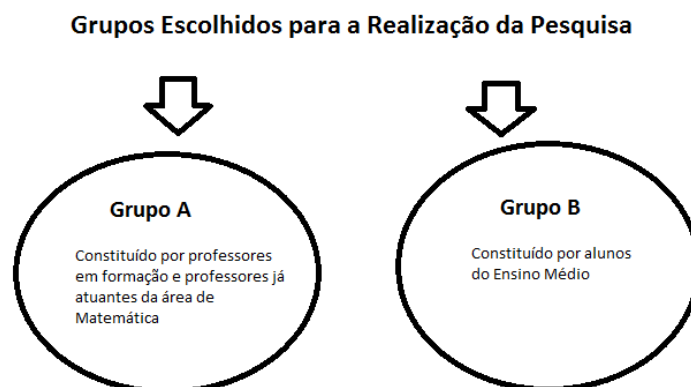
Considerando os pontos levantados e discutidos sobre o uso de TIC's nas aulas de matemática e o aplicativo ARSolids desenvolvido, foi elaborado um experimento, para pesquisar a pré-disposição de docentes em utilizar TIC's nas aulas de matemática e a interação e satisfação com o uso do aplicativo ARSolids por professores e alunos.

Não é intenção promover generalizações, mas é intuito analisar as questões de relevâncias a partir de dois pequenos grupos, identificando pontos essenciais para entender e melhorar a utilização desta tecnologia.

#### 4.3.1 Critérios de seleção e participantes da experimento

Foram escolhidos dois grupos distintos para a presente pesquisa, de acordo com o diagrama da Figura 15. O primeiro grupo, doravante denominado de Grupo A, formado por professores da rede básica e futuros professores de matemática de uma universidade paranaense, participou de oficina realizada durante a semana de matemática com a temática do uso de aplicativos nas aulas de matemática. O segundo grupo, doravante denominado Grupo B, constituído de alunos das três séries do Ensino Médio de uma escola da região de Ourinhos/SP, participou de uma oficina de capacitação profissional. A escolha dos dois grupos se justifica pelo fato de ambos serem heterogêneos, onde o Grupo A é misto de professores em fase de formação e professores com tempo de carreira, e o Grupo B, misto de alunos do Ensino Médio, que podem ter visto ou não o conteúdo dos sólidos de Platão.

Figura 16 – Grupo onde foi aplicado o experimento



Fonte: Autor

### 4.3.2 Instrumentos de coleta utilizados

Segundo Yin (2001) é importante privilegiar a coleta de dados a partir de múltiplos instrumentos de coleta. Os instrumentos foram elaborados e selecionados buscando uma melhor análise dos dados, constituindo-se de dois questionários e da observação feita pelo pesquisador.

O primeiro instrumento Apêndices B e C, são questionários empregados para investigar aspectos relevantes do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino/aprendizagem de matemática, pois como pondera Rodríguez et al. (1999, apud Meirinhos e Osório, 2010, p 62), embora:

[...] a sua utilização está mais associada a técnicas de investigação quantitativa. Contudo, enquanto técnica de recolha de dados, o questionário pode prestar um importante serviço à investigação qualitativa. Esta técnica baseia-se na criação de um formulário, previamente elaborado e normalizado.

O segundo instrumento de coleta Apêndice D, realiza um teste de usabilidade empregado para identificar a satisfação do usuário do aplicativo, buscando também mensurar a interação com o conteúdo do aplicativo e com o aplicativo em si, investigando as qualidades e defeitos de maneira clara. Pois de acordo com a NBR 9241-11 (2002, p.3), o termo usabilidade: “[...] é a extensão em que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação num contexto específico de uso”.

Pensando de maneira geral “a usabilidade se aplica a todos os aspectos do sistema com os quais um ser humano pode interagir, incluindo procedimentos de instalação e manutenção.” (BASTOS, 2007, p.62). Sendo assim, a conduta de avaliação para determinado sistema pode não ser conveniente para outro. E aí entra também o fato de alguns tipos de sistema proporcionarem ao usuário maneiras diferentes de interação, como é o caso específico da RA ou mesmo a RV. Então seria muito ousado pensar que a ferramenta de avaliação de um site poderá servir para mensurar as mesmas peculiaridades que um sistema de RA, pois o tipo de interação é diferente. E como reforçam os autores Martins, Corrêa e Guimarães, “Metodologias tradicionais para avaliar a usabilidade podem ser utilizadas, porém não conseguem alcançar questões bastante específicas de RA para medir novos

conceitos, como marcadores e objetos virtuais, apresentados concomitantemente com o mundo real nestas aplicações.” (2013, p.139)

Optou-se então pelo método de Martins, Corrêa e Guimarães, em específico, o teste de usabilidade que é aplicado com usuários. Visto que é uma metodologia apropriada para a avaliação de Software de RA, uma vez que este tipo de tecnologia é versátil e possui atributos que diferem de outros tipos de software, tanto na interação quanto na dinâmica de construção. E embora existam, outras metodologias exigiriam um tempo de montagem e execução que inviabilizaria este projeto.

O terceiro instrumento de coleta foi a observação. Instrumento que pode ser usado no processo de triangulação dos dados, como mais uma fonte de evidências. Segundo Yin (2001, p. 115), as observações são: “úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado”. O processo de observação adotado foi o de observação participante, quando o observador não é passivo, mas assume uma variedade de funções dentro do experimento.

#### **4.3.3 Realização das oficinas e coleta de dados**

Para a coleta de dados foram realizadas duas oficinas. A primeira oficina foi realizada com o Grupo A durante uma Semana de Matemática de uma Universidade do Paraná. E a segunda oficina ocorreu com o Grupo B num momento de capacitação em que foram reunidos alunos de três turmas do Ensino Médio.

A condução das oficinas ocorreu de forma diferenciada de acordo com os Planos de abordagem, o Apêndice E apresenta-se o plano relativo ao Grupo A e o Apêndice F o plano relativo ao Grupo B.

Com o Grupo A, a dinâmica com o aplicativo ARSolids ocorreu de forma a promover uma interação, onde o grupo poderia manipular os cartões e explorar as funcionalidades do aplicativo. Possibilitando apenas inferências a respeito do uso e também uma discussão sobre a utilização em sala de aula. Após o término desta atividade aplicou-se o questionário Apêndice B.

Com o Grupo B a dinâmica ocorreu num formato diferente, buscando promover duas situações de interação, uma com objetos manipuláveis montados pelos alunos, a partir de molde em papel cartão, e outra com o aplicativo no smartphone. Levando-se em consideração heterogeneidade da sala, composta de

uma turma mista entre alunos dos três anos do Ensino Médio, previamente fez-se um breve embasamento e elucidação sobre o conteúdo de sólidos e em específico os sólidos de Platão.

Em seguida deu-se início às duas atividades de interação com os sólidos de Platão, dividindo o grupo B em cinco equipes. Na primeira atividade, cada equipe ficou responsável pela montagem de um sólido a partir de sua planificação. As planificações destes sólidos, Apêndice H, foram impressas em tamanho de (90 x 60) cm<sup>2</sup>, para que ao término da montagem, os sólidos ficassem de um tamanho que permitisse uma fácil manipulação por parte dos alunos, sendo possível utilizá-los na atividade seguinte. A Figura 15 ilustra alguns momentos da atividade com o Grupo B.

Figura 17 – Construção dos sólidos a partir da planificação



Fonte: Autor

Na segunda atividade cada equipe teve que completar duas tabelas de acordo com o Apêndice G. Estas tabelas levantavam as características ímpares de cada sólido de Platão, como números de faces, arestas ou vértices e também o volume do objeto.

Entretanto, na busca por avaliar qual a interação que proporcionaria maior facilidade de manejo, se a interação com o aplicativo ou a interação com materiais manipuláveis “os sólidos ali construídos” e com o objetivo de confrontar as duas interações, a atividade de completar as tabelas foi dividida em duas situações, na



primeira cada uma das equipes pôde utilizar apenas os sólidos montados anteriormente com as planificações para completar a tabela da Atividade 1 de acordo com o Apêndice G. Na segunda situação os estudantes puderam utilizar apenas o aplicativo ARSolids, como ilustra a Figura18, disponibilizado através de um smartphone por grupo para completar a tabela da Atividade 2 de acordo com o Apêndice G. Após o término desta atividade aplicou-se o questionário e o teste de usabilidade Apêndice D. Dados, também, foram coletados por meio de observação.

Figura 18- Manipulando o aplicativo



Fonte: Autor

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados levantados estão organizados e apresentados separadamente. A princípio são apresentados os resultados obtidos com o Mapeamento Sistemático e posteriormente os resultados obtidos com o Grupo A, e por último os resultados com o Grupo B, composto por alunos.

### 5.1 Resultados obtidos com o Mapeamento Sistemático

Utilizando o processo de busca foi encontrado nas bases de dados das revistas escolhidas, apenas 1 (um) trabalho relacionado a um dos temas procurados: aplicativos para dispositivos móveis e Realidade Aumentada. Já na base de dados de dissertações do PROFMAT foram encontrados trabalhos relacionados a pelo menos 1 (um) dos temas.

Dos 14 (quatorze) trabalhos selecionados 9 (nove) citam pelo menos um aplicativo para dispositivos móveis voltado para o ensino de matemática, e 5 (cinco) deles falam sobre o uso da Realidade Aumentada no Ensino de Matemática. Em apenas 1 (um) dos trabalhos há uma relação entre os dois temas, ou seja, aplicativos para dispositivos móveis com uso de Realidade Aumentada mas esta relação limita-se apenas a cogitar a possibilidade de concatenar as duas tecnologias, não fazendo menção a nenhum aplicativo que contemple ambas.

Estão relacionados na Tabela 2 os aplicativos que foram citados nas 9 (nove) publicações:

Tabela 3 – Relação de aplicativos citados nas obras coletadas

Nº	Título	Aplicativo(s)
1	Softwares matemáticos e estatísticos para tablets: uma primeira análise	- Sketchometry; - Wolfram Alpha; - Desmos; - Webfluidmath; - Dyscalculator; - Smart Tools; - Pick-A-Path; - Myscript Calculator.
2	Situações didáticas no ensino de geometria com o aplicativo Geogebra	- Geogebra.
3	Uso de smartphones e tablets como ferramenta do ensino de matemática: o	- Geogebra.



	software Geogebra	
4	Registros de representações semióticas no estudo de polinômios usando aplicativos em tablets	- Xgraphing.
5	Um estudo sobre cônicas e curvas cúbicas no plano, e o aplicativo Easymath	- Easymath.
6	Desenvolvendo aplicativos para dispositivos móveis através do Mit App Inventor 2 nas aulas de matemática	- Mit App Inventor 2;
7	Aplicações das funções exponenciais e logarítmicas usando o aplicativo Malmath	- Malmath.
8	O uso das ferramentas do aplicativo "Google Sala de Aula" no ensino de Matemática	- Google Sala De Aula.
9	Aplicativo Multibase para tablets: análise de uma de suas funcionalidades	- Aplicativo Multibase

Fonte: Autor

Com exceção do MIT APP INVENTOR 2 e do Google Sala de Aula, os demais aplicativos relacionados na Tabela 2, possuem conteúdo específico de matemática, não levando em consideração o nível de ensino em que se enquadram. Já o MIT APP INVENTOR 2 e o Google Sala de Aula não são aplicativos que possuem conteúdos específicos de matemática. O MIT App Inventor 2 é um aplicativo que possibilita a construção de outros aplicativos. Ou seja, ele possibilita desenvolver aplicativos com conteúdos variados e não somente conteúdos de matemática. O Google Sala de Aula é como uma ferramenta de compartilhamento de conteúdos. Como não é foco deste trabalho questionar o uso dos aplicativos e sim investigar quanto ao uso destes nas pesquisas, mantivemos os dois aplicativos. O Geogebra é o aplicativo que mais aparece nas pesquisas relacionadas. De acordo com a Tabela 2, apenas o aplicativo Geogebra apareceu em duas publicações. Os demais aplicativos apareceram apenas uma vez.

Dos 5 (cinco) trabalhos que mencionam a Realidade Aumentada no ensino de matemática apenas, 1 (um) trabalho levanta possibilidades de se trabalhar com a RA

utilizando aplicativos em dispositivos móveis mas não apresenta nenhum aplicativo com esta finalidade ou interação para computador. Sob o título de: “Possibilidades do uso da Realidade Aumentada na Visualização de Elementos Matemáticos”, o trabalho de Gomes (2015), expõe elementos relevantes sobre o tema e fala da necessidade de se criar um aplicativo que possibilite esta interação. Os demais trabalhos utilizam os softwares Artoolkit, FLARAS ou ambos e desenvolvem ferramentas para o ensino e aprendizagem de matemática que foram criadas com estes softwares de Realidade Aumentada. Entretanto, recaem na utilização do computador com webcam.

Diante dos resultados apresentados constata-se que apenas uma pesquisa foi encontrada, na base de dado do PROFMAT, com ambos os temas: aplicativos para dispositivos móveis e Realidade Aumentada. A base de dados que apresenta maior ênfase nos trabalhos sobre o uso de aplicativos e que também apresentou trabalhos sobre a RA na sala de aula também foi o banco de dissertações do PROFMAT.

Talvez este seja um alerta de que os professores estão interessados em desenvolver atividades inovadoras com tecnologias de ponta, mas muitas vezes não encontram material específico para isso em pesquisas em educação matemática, um contraste com o trabalho de Sena, Oliveira e Carvalho (2014), que ao realizar um mapeamento sistemático em bases de dados da área de Informática, relacionam um contingente razoável de aplicativos voltados para o ensino de matemática.

Logo, constata-se que os aplicativos baseados em Realidade Aumentada se enquadram como novas opções tecnológicas para a educação matemática. Pois, não foi possível elencar aplicativos para dispositivos móveis com recursos de RA nas pesquisas em educação matemática. Entretanto, este fato é mais um estímulo para desenvolver um aplicativo que permita gerar uma interação entre professor, alunos e a Realidade Aumentada, através de dispositivos móveis.

## **5.2 Resultados obtidos através do experimento com o Grupo A**

A partir da análise dos resultados, do total de 13 (treze) participantes entre professores e futuros professores de matemática da região de Jacarezinho no Paraná, 38,5%, ou seja, 5 (cinco) são professores já atuantes na Educação Básica e o restante 61,5% são formandos do curso licenciatura plena em matemática.

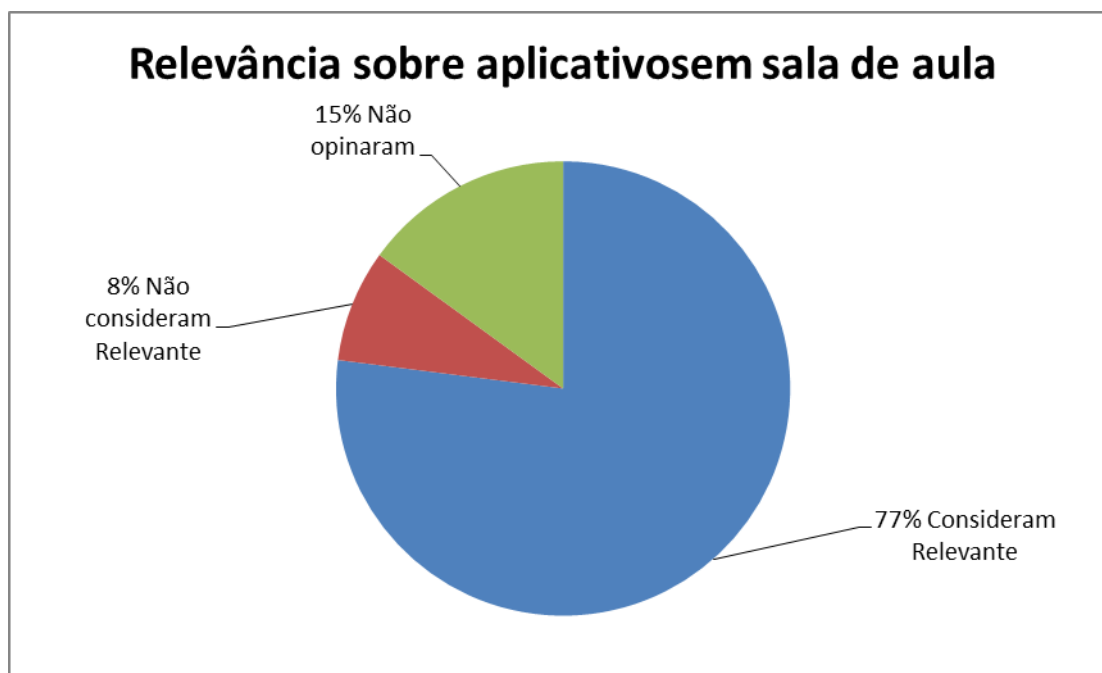
Dos 5 (cinco) professores atuantes, cerca de 60%, ou seja, 3 (três) professores consideram relevante o uso de dispositivos móveis na sala de aula, 1 (um) não considera relevante e 1 (um) não opinou. Entre os 8 (oito) futuros professores entrevistados todos opinaram e a grande maioria, ou seja 7 (sete) considera relevante o uso de dispositivos móveis no processo de ensino/aprendizagem.

Cerca de 60% dos professores atuantes afirmaram já ter utilizado algum aplicativo para dispositivo móvel em sala de aula. O que parece ser um grande avanço, pois a maioria das escolas públicas conta com poucos recursos tecnológicos e a iniciativa do professor neste sentido deve ser vista como ousadia e dedicação pela profissão. Sobre quais os aplicativos que utilizam em sala de aula, os que mais aparecem nos relatos são: Geogebra e Youtube. Este mesmo contingente de professores considerou médio ou baixo seu conhecimento para utilizar TIC's como recurso para o ensino/aprendizagem, o que possivelmente pode desmotivá-los quando pensam em inserir essas tecnologias no planejamento de suas aulas.

Este resultado é também um reflexo das poucas políticas de incentivo à formação continuada, em especial cursos que visem formação para a utilização de tecnologias nas salas de aula. Entre os futuros professores também aparece o mesmo quadro sendo que 62,5%, ou seja, 5 (cinco) dos 8 (oito) entrevistados consideram baixo ou muito baixo o seu domínio sobre tecnologias.

Analisando o total geral de respostas dos entrevistados, professores e futuros professores, é possível identificar que a maior parte de Grupo A, cerca de 77%, consideram relevante o uso de aplicativos como recurso para as aulas de Matemática, como ilustra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Relevância sobre o uso de aplicativos

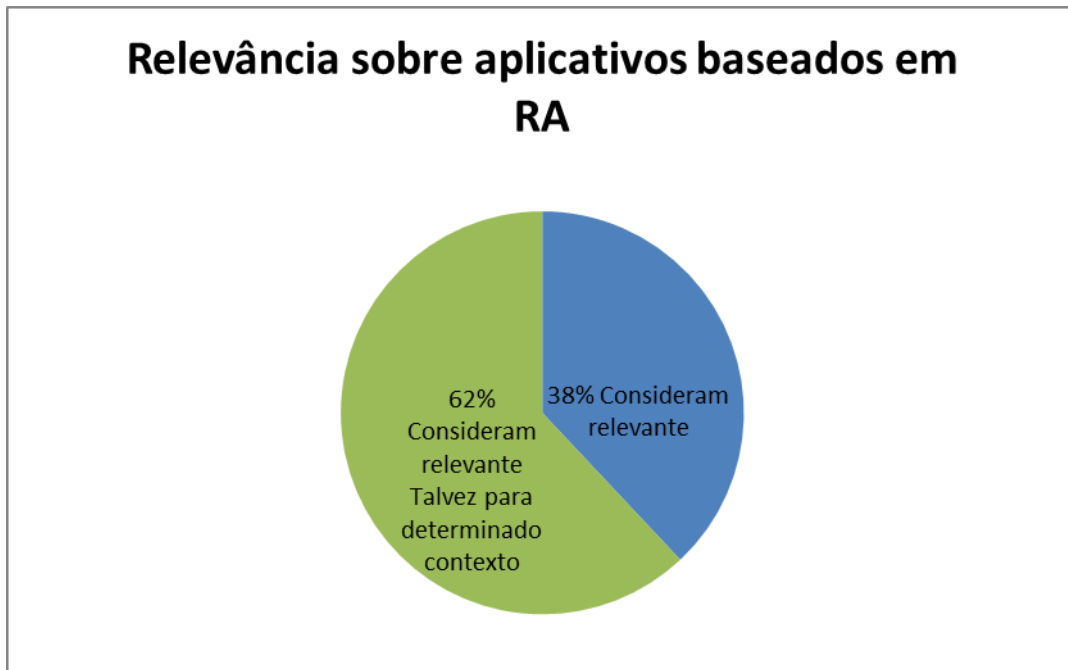


Fonte: Autor

Em torno de 62% dos participantes, já tinham ouvido falar ou já conheciam algum aplicativo de Realidade Aumentada, mas não sabiam mencionar algum. O restante, cerca de 38%, informou que nunca tinham ouvido falar. E ao analisar se consideram possível utilizar a RA em sala de aula, o quadro se inverte, pois cerca de 62% disseram que talvez fosse interessante apenas para um determinado contexto e apenas 38% responderam que consideram possível utilizar a RA na sala de aula.

Sobre os dispositivos vistos/utilizados na oficina, apenas 30% dos participantes não conhecia, demonstrando que a maioria dos entrevistados teve certo contato com estas tecnologias, seja através de alguma interação ou mesmo através de noticiários ou jornais. A respeito da relevância sobre o uso de aplicativos baseados em RA na sala de aula constatou-se que, cerca de 38% dos participantes consideram como relevante o uso de aplicativos com Realidade Aumentada para o ensino de Matemática, como ilustra o Gráfico 2. E cerca de 62% considera que talvez para determinado contexto este uso seja relevante. O que demonstra que ainda boa parte dos professores e futuros professores enxerga estas tecnologia com certa desconfiança.

Gráfico 2 – Relevância sobre o uso de aplicativos com Realidade Aumentada



Fonte: Autor

Durante a aplicação da oficina pôde se relacionar alguns comentários e interações positivas vindas dos participantes, constatando se que a R.A. é um apoio que pode contribuir para a qualidade do ensino, mas não é o substituto do professor. Sobre o uso de dispositivos móveis, dos 13 (treze) entrevistados, 10 (dez) consideram relevante esse recurso.

Em comparativo a essas manifestações encontramos as Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel lançada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2014). Neste guia é citado que a inserção de tecnologias móveis terá efeito positivo quando, antes de empregar a tecnologia em si, o investimento tiver primeiramente como foco os professores mediante formações, pois, caso contrário, ocorrerá de professores “fazerem coisas velhas de formas novas”. Quando a escola abre as portas para utilizar dispositivos móveis em sala de aula, ela promove o uso responsável, incentivando o jovem a usar esse recurso para ampliar seu conhecimento.

Cerca de 92% dos participantes deixaram comentários de satisfação com o tema abordado. De modo geral, as opiniões registradas foram: “Foi de grande valia e possível para prática”; “Relevante no processo ensino aprendizagem”; “Conteúdo interessante”; “Totalmente atual e útil”; “Relevante para prática”; “Muito bom para

prática”; “Excelente e importante para a prática aluno professor”; “Mais tempo para oficina”. Gerando um *feedback* positivo quanto à interação e proposta de abordagem das oficinas.

### **5.3 Resultados obtidos através do experimento com o Grupo B**

Apresentam-se os resultados das atividades desenvolvidas com o Grupo B através do aplicativo ARSolids e com os objetos manipuláveis construídos pelos próprios alunos, os dados colhidos através do questionário desenvolvido para esta pesquisa e também os coletados através de observação. Também são tabulados e discutidos os dados coletados pelo teste de usabilidade, que visa aferir qual foi o grau de satisfação e interação dos alunos com o aplicativo.

Analisando o resultado das duas atividades de interação com os sólidos de Platão constatou-se que para a atividade 1, utilizando apenas os sólidos manipuláveis confeccionados pelo próprio Grupo B, obteve-se uma média de acerto de cerca 91,3% contra cerca de 82% registrada na atividade 2 em que foi utilizado apenas o aplicativo. Esta média foi calculada considerando-se apenas o número de questões que foram assinaladas. Não foram considerados os itens deixados em branco, uma vez que tendo sido estipulado tempo para conclusão das duas atividades, constatou-se que na atividade 2, onde os sólidos possuíam um número maior de atributos (vértices, faces e arestas), o tempo pode ter sido um fator que limitou a conclusão desta etapa, pois como constatado a média de questões deixadas em branco na atividade 1 foi de apenas 6,6% em contrapartida a média de questões deixadas em branco na atividade 2 foi de cerca de 37,8%. Ou seja, praticamente mais de um terço das respostas da atividade 2 foram deixadas em branco pelas equipes. Este provável problema com o tempo para completar as tabelas, também foi constatado através dos relatos deixados pelos alunos nos questionários. Como por exemplo, um dos estudantes comenta sobre a atividade e a questão do tempo: “Foi legal, só precisa de mais tempo.”.

Observa-se que esta dinâmica de dividir as salas em equipes e adicionar um tempo para a execução das atividades, gerou certa motivação, pois as equipes foram estimuladas a competir entre si. Sendo eleita equipe campeã, a que completasse maior parte da tabela no tempo determinado.

Embora a taxa de acertos com o uso do aplicativo tenha sido menor, a diferença entre as taxas para ambas as atividades foi muito pequena para considerar que houve fracasso com o uso do Aplicativo. Pelo contrário as taxas de acerto foram bem equiparadas, e levando em consideração o fato de que os sólidos da atividade 2 possuíam um número maior de atributos, como já mencionado, e que isso também pode ter influenciado no desempenho das equipes, pode-se aferir que a atividade com o uso do aplicativo culminou em sucesso, e que esta atividade foi tão eficaz quanto a com uso dos sólidos manipuláveis.

Do perfil dos alunos envolvidos na pesquisa, cerca de 47,8% estavam matriculados no 2º ano do Ensino Médio, 34,8% matriculados no 3º ano e apenas 17,4% matriculados no 1º ano do Ensino Médio. Isso corrobora para o fato de apenas 21,8% dos entrevistados terem respondido que não haviam estudado os poliedros de Platão. Segundo o Currículo do Estado de São Paulo para a Matemática (São Paulo, 2012), este conteúdo disciplinar está previsto para o 2º ano do Ensino Médio. Assim, observa-se que havia uma pequena parcela desta turma mista que ainda não teria visto o conteúdo trabalhado.

Com relação se acham possível aprender o conteúdo de sólidos de Platão apenas utilizando o aplicativo ARSolids, cerca de 89% dos entrevistados, que já haviam estudado o conteúdo, disseram que consideram mais fácil aprender através do aplicativo e 11% indicaram que consideram importante mais mesmo utilizando o aplicativo ARSolids ainda possuíam dúvidas. Entretanto dos que assinalaram que nunca tinham estudado os sólidos de Platão, 40% responderam que acham possível aprender utilizando o aplicativo e consideraram o aprendizado significativo, 60% entretanto responderam que acham possível aprender utilizando o aplicativo, mas que ainda possuíam dúvidas sobre o tema, mesmo utilizando o aplicativo ARSolids. Isso reflete o quanto é importante o trabalho do professor e vai de encontro com a fala de (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014, p. 133) que pondera que a tecnologia é uma ferramenta de ensino e a aprendizagem muito útil sim, mas em momentos específicos. E que embora estes instrumentos de interação sejam interessantes e estimulem o aprendizado, não substituem o professor, pois o professor faz a vez de ponte para o saber, já que muitas vezes é ele quem tem a sensibilidade de mostrar a saída correta para o aprendiz.

Vale ressaltar também que nenhum dos entrevistados assinalou que não acha possível aprender utilizando os aplicativos. Mostrando que, como afirma D'Ambrosio

(2012, p. 73) a respeito de tecnologia: “Todos esses meios serão auxiliares para o professor. Mas este, incapaz de utilizar desses meios, não terá espaço na educação”. A tecnologia não vai destituir do professor o papel de ponte para o conhecimento, mas é um meio importante para alavancar o aprendizado. Seja motivando, seja através do lúdico ou mesmo na busca de informação, a tecnologia tem lugar garantido e de fundamental destaque na escola do agora.

O fato da resposta à questão anterior ter refletido um sinal positivo, quanto ao uso de aplicativos, é fortalecido na questão que levanta se os alunos consideram relevante utilizar aplicativos para dispositivos móveis no processo de aprendizagem. Aproximadamente 91% dos alunos responderam “sim”, que consideram relevante o uso de aplicativos em dispositivos móveis para a aprendizagem. Apenas 9% responderam não possuir opinião sobre o assunto. Mas, nenhum dos entrevistados respondeu que não considera relevante. O que demonstra uma atitude positiva com relação à inserção deste tipo de tecnologia.

Quando questionados se já haviam participado de alguma aula que utilizava aplicativos como ferramenta de ensino, cerca de 72% disseram nunca ter participado e apenas 28% disseram que tinham participado. Fato que espelha como ainda os aplicativos tem sido pouco usado nas salas de aula como ferramenta de ensino, o que torna ainda mais preocupante é que sem políticas de capacitação ao professor, utilizar um celular ou smartphone como ferramenta didática pode vir a ser apenas uma fala.

Sobre a Realidade Aumentada, apenas 9% disseram que já conheciam a tecnologia, 68% disseram já ter ouvido falar e 23% nunca ouviram falar. Isto vai de encontro aos resultados obtidos através do mapeamento, sobre esta nova tecnologia. Pois, embora este recurso tecnológico não seja recente, o interesse pelo mercado e o ingresso deste tipo de tecnologia em linhas de produção, visando o usuário comum, só tiveram êxito a pouco tempo. E uma das formas pelas quais o usuário comum tem acesso a esta tecnologia é através de aplicativos que surgem com propostas de inserir imagens numa foto em tempo real ou jogos em primeira pessoa. O fato é que a Realidade Aumentada é uma tecnologia que tem se destacado no mercado, com promessas de estar cada vez mais inserida no cotidiano humano.

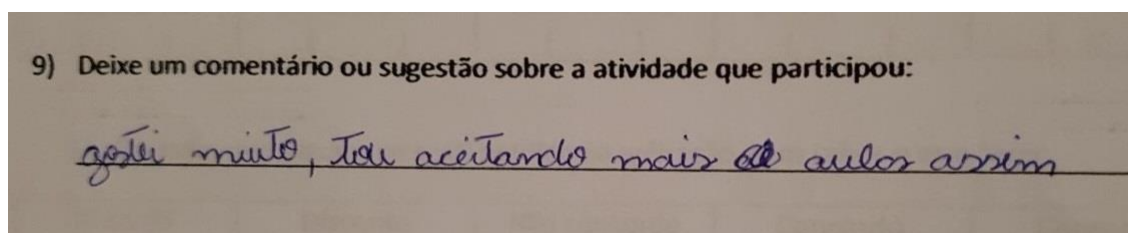
Da questão sobre se consideram relevante aprender os conteúdos de matemática através de aplicativos em dispositivos móveis baseados em Realidade



Aumentada 86,5% afirmaram considerar relevante, e 13,5% responderam que talvez para determinado contexto. Estes percentuais demonstram claramente que o aluno está interessado em aulas mais tecnológicas e que possuam conteúdo inovador. Os jovens estão abertos às novas ideias, querem experimentar, querem entender como os conteúdos que lhe são ensinados podem realmente ser usados na prática. Saber conceitos como o Teorema de Pitágoras ou as relações trigonométricas é algo interessante, mais por si só não despertam um interesse ao jovem, que hoje tem acesso a todo tipo de informação. O que o jovem anseia são as práticas, as relações que estes conteúdos tem com a sua realidade e enxergar como os conteúdos aprendidos em sala de aula podem ser usados na sua vida.

Por meio da observação contatou-se o interesse por parte destes alunos em manipular tanto as planificações para montar os sólidos, quanto em interagir com o aplicativo. No ultimo item a ser respondido no questionário 1, o entrevistado poderia deixar sua opinião ou crítica sobre a atividade que participou. E este item foi o que mais surpreendeu, pois era esperado que apenas uma pequena parcela dos entrevistados desse sua opinião, entretanto mais de 91% contribuíram deixando seu comentário. Fazendo a leitura dos comentários, em cerca de 90% apareceram frases como: gostei, gostei muito, achei legal, achei muito legal e adorei. Algumas frases até surpreendem pela entonação como na Figura 18 a frase: “Gostei muito, estou aceitando mais aulas assim” demonstra a aceitação que a oficina recebeu.

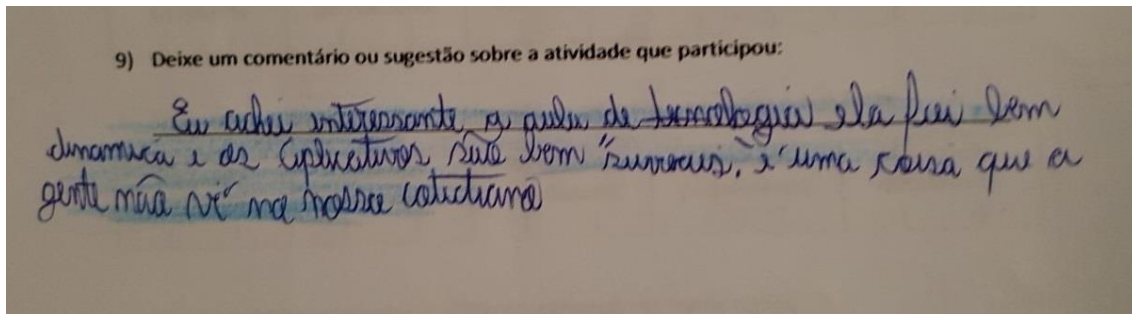
Figura 19 – Comentário sobre a atividade



Fonte: Autor

Outras frases relatam como os alunos anseiam por aulas diferentes e inovadoras, como na Figura 19.

Figura 20 – Comentários sobre atividade



Fonte: Autor

Na Figura 19 o aluno chama os aplicativos de “surreais” e frisa que em seu cotidiano na escola o contato com as novas tecnologias não acontece. Transcrevendo: “Eu achei interessante a aula de tecnologia ela foi bem dinâmica e os aplicativos são bem “surreais”, é uma coisa que a gente não vê no nosso cotidiano”.

#### 5.4 Resultados obtidos com o teste de usabilidade

O teste de usabilidade foi usado aqui com o intuito de avaliar a satisfação do público alvo. Visto que tendo sido desenvolvido por Martins, Corrêa e Guimarães (2013, p.143-147), foi pensado especificamente para sistemas que utilizam a tecnologia de Realidade Aumentada. O teste de usabilidade também serviu como termômetro para a interação, uma vez que se o aplicativo não se comportar como o esperado, pode comprometer a interação com a Realidade Aumentada, e não gerar dados satisfatórios para a pesquisa.

Lembrando também que antes de serem iniciadas as atividades de interação com o aplicativo ARSolids foram dadas explicações referentes ao uso do aplicativo e estas ocorreram de forma aberta diante de todos o grupo. Como a apresentação utilizou um smartphone conectado à uma Smarttv todos os comandos de interação com o aplicativo ficaram visíveis. O formulário referente ao teste de usabilidade foi aplicado aos alunos juntamente o questionário 1 ao fim da interação. Para fins de organização chamamos este formulário de questionário 2, conforme Apêndice D. O teste possui 11 questões e cada questão possui cinco alternativas (discordo

totalmente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente) de acordo com a escala tipo Likert.

Abaixo a Tabela 4 apresenta o levantamento dos dados e o número de vezes que cada item de cada questão foi assinalado.

Tabela 4 – Número de vezes em que cada item foi assinalado

Questão	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1				8	15
2				12	11
3	5	2	4	10	2
4			1	8	14
5				10	13
6				8	15
7				1	22
8				2	21
9				19	4
10				4	19
11		1		6	16

Fonte: Autor

Na tabela 5 é disponibilizada a média por questão:

Tabela 5 – Média por questão

Questão		Média
1	Entendi de forma clara como utilizar o aplicativo e seu objetivo.	4,65
2	As mensagens apresentadas no aplicativo eram de fácil compreensão.	4,48
3	Em momento algum me senti perdido na aplicação, sem saber o que fazer.	3,09
4	Ao mostrar o marcador, o sólido era carregado de forma rápida.	4,57
5	O objeto da cena segue de forma correta à posição do marcador.	4,57
6	Cada marcador apresentava o sólido correlato.	4,65

7	Foi uma experiência legal utilizar aplicação.	4,96
8	Eu utilizaria novamente a aplicação.	4,91
9	Eu sempre executava as mesmas ações para acionar as mesmas funcionalidades.	4,17
10	O número de objetos que apareceram na tela foi coerente com os objetivos da aplicação.	4,83
11	O objeto estava sempre posicionado de acordo com o marcador.	4,61

Fonte: Autor

Levando em consideração que cada uma das questões teve o mesmo peso e que para cada um dos cinco itens que poderiam ser escolhidos nas questões foi atribuído um valor de 1 (um) a 5 (um), obedecendo à respectiva ordem (discordo totalmente, discordo parcialmente, não concordo nem discordo, concordo parcialmente e concordo totalmente), o aplicativo teve média total de 4,49, o que pode ser considerado um resultado muito positivo e que superou expectativas. Entretanto, a única questão que apresenta valor diverso aos demais é a de número 3, com média de 3,09. Mas, analisando esta questão por moda temos que o item “concordo parcialmente” é o mais assinalado com cerca de 43,5% do total. E levantando em consideração apenas os dados positivos (concordo parcialmente, concordo totalmente) ou negativos (discordo parcialmente, discordo totalmente), o resultado é que 52% consideram esta questão como positiva e apenas 30% consideram negativa. Pode-se então aferir que o teste de usabilidade indicou que o aplicativo teve um alto nível de aceitação obtendo média próxima à máxima que é 5.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde os primeiros contatos da sociedade com as TIC's já existiam aqueles que eram resistentes ao uso delas no ambiente escolar. Contudo aos poucos essas ferramentas foram revelando sua eficácia e ganhando milhares de adeptos, principalmente por favorecer acesso ao conhecimento. Cada ano o número de dispositivos móveis cresce em todo mundo, tornando esta tecnologia cada vez mais acessível às diferentes classes sociais. Gerando uma demanda em apresentar à sociedade, os avanços e suportes que estas TIC's podem dar para a educação, e neste caso específico a educação matemática.

O novo causa estranheza e desconforto ao ser humano, pois quando surge a necessidade de dominar algo novo, surge a necessidade de aprender. O novo jeito de fazer inicia-se desconstruindo o conhecimento que se tem para construí-lo novamente, mas de outra maneira. Oportunidades podem ser desperdiçadas quando há receio e ou aversão, às mudanças no meio educacional, e como pode a escola não ter domínio desses conhecimentos atuais, se a ela nesta sociedade, é designado o espaço de formação de todas as pessoas? É dela o papel de promover uma formação que contribui para o desenvolvimento de competências de modo que o cidadão tome decisões conscientes para situações complexas nessa era da informação e comunicação.

A interatividade proporcionada pelos recursos tecnológicos, quando inseridos na educação, gera uma forma de conhecer e aprender de maneira mais intuitiva e até mesmo prazerosa. Isso faz com que os sujeitos da trama educacional se olhem com maior apreço. Uma vez que o professor ao inserir tecnologia esta criando um contexto convidativo para o aprendizado e o aluno dispense sua atenção ao ser imerso num processo de interação tecnológica.

Ensinar matemática por meios de dispositivos móveis é uma ação com características inovadoras e possibilidades reais de realização e melhorias no aprendizado, sendo possível constatar isso na aceitação que a interação com o aplicativo ARSolids gerou num ambiente de aprendizagem, mostrando-se satisfatória e apresentando atividades com percentual de acerto elevado.

A Realidade Aumentada é uma ferramenta poderosa de tecnologia, que tem um apelo para a interação, promovendo o envolvimento e a chamada imersão do sujeito num ambiente com aditivos virtuais. O aplicativo proposto permite que

dispositivos móveis: smartphones ou tablet funcionem como uma lupa, capturando a imagem com a câmera instalada no lado oposto à tela. Gerando a sensação de que o dispositivo móvel funciona como um filtro para uma nova realidade, escondida em meio ao espaço físico e só visível através das lentes tecnológicas. Assim a interação com o programa de RA fica muito mais intuitiva, quando o usuário não precisa manipular os dois periféricos diferentes simultaneamente, ou seja, o monitor e a webcam.

Escrever como a tecnologia e seus variados recursos podem trazer melhoras ao ensino/aprendizado é muito importante e proveitoso. Entretanto, é preciso gerar oportunidades reais de interação com estas Tecnologias. O mapeamento sistemático realizado reflete que professores de matemática tem interesse em TIC's e em especial, em dispositivos móveis e Realidade Aumentada, entretanto são poucas as revistas especializadas em educação matemática que tem apresentado trabalhos relacionados aos temas.

A partir dos resultados apresentados podemos afirmar que para o aproveitamento significativo dos recursos oferecidos por estas ferramentas no campo educacional é preciso que se invista em programas onde o próprio professor possa criar seus aplicativos, podendo ligar estes recursos de tecnologia com a vivência dos seus alunos. Pois, diante das dimensões territoriais de nosso país as vivências e realidades dos estudantes são muito heterogêneas e concatenar assuntos que sejam pertinentes com o recurso tecnológico é tarefa que exige conhecimento através de contato direto com o público alvo. Enfatiza-se, que por se tratar de um recurso tecnológico de baixo custo é preciso também incentivar propostas que abordem interações com aplicativos para dispositivos móveis com recursos de RA para as aulas de matemática. E isso só poderá ocorrer se houver incentivo e investimento por parte dos órgãos públicos responsáveis, com apoio da iniciativa privada e também de uma mudança cultural na sociedade no sentido de gerar uma verdadeira valorização da escola e de seus componentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Simone Aparecida Aleixo. Tecnologias Móveis em contexto educacional: o uso de SMS na Educação De Jovens E Adultos. Unesp, 2012.

Disponível em:

<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000864850&opt=4> Acesso em: 05/11/2016.

BASTOS, Nacha Costa. Uma metodologia para avaliação de usabilidade de interfaces de realidade mista interativas. 2007. 181p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos. Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **Educação, Cultura e Comunicação**, v. 4, n. 7, 2013. Disponível em:

<http://www.fatea.br/seer/index.php/eecom/article/viewFile/596/426> Acesso em: 20/10/2016.

BÍBLIA. A. T. I Samuel. In: BÍBLIA. Português. Bíblia sagrada: contendo o antigo e o novo testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. Rio de Janeiro: Sociedade Bíblica do Brasil, 1966. p.384.

BORBA, M. de C; SCUCUGLIA, R. S.; GADANIDIS, G.. Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento. 1º edição. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014 (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei Federal nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. **Portal Brasil**, 2016. Apresenta dados sobre o uso da telefonia móvel no Brasil. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/brasil-terminou-janeiro-com-257-248-milhoes-de-acessos-moveis> Acesso em: 16/02/2017.

\_\_\_\_\_, M. E. C. Decreto nº 2.494, de 10 de Fevereiro de 1998. Secretaria de Educação à Distância. Ministério da Educação. Brasília, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/D2494.pdf> Acesso em: 12/08/2016.

CASTILLO, Sandra. Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa**, v. 11, n. 2, p. 171-194, 2008.

COLL, César; MARTÍ, Eduardo. A educação escolar diante das novas tecnologias da informação e da comunicação. In: **COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CONCEIÇÃO, Luiz Augusto de Souza; NETO, Msc Rafael Vassallo. **A UTILIZAÇÃO DA INFORMÁTICA EDUCATIVA POR PROFESSORES DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BANANAL/SP**. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 2016. Disponível em: [http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/8119\\_3630\\_ID.pdf](http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/8119_3630_ID.pdf)

CORTELAZZO, Iolanda Bueno de Camargo. **Prática pedagógica, aprendizagem e avaliação em Educação a Distância**. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2010.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan et al. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005.

\_\_\_\_\_, Ubiratan. Educação Matemática: Da teoria à prática. 23. ed. Campinas – SP: Papirus, 2012.



DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. Fundamentos de Matemática Elementar. São Paulo: Atual, v. 9, 1995.

FORTE, Cleberson Eugenio; KIRNER, Cláudio. Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. 2009. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/wrva/st%5C62200.pdf> Acesso em 27/09/2016.

FUCHS, Thomas; WOESSMANN, Ludger. Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school, 2004. Munich: Ifo Institute for Economic Research, University of Munich. Disponível em [http://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/\\_1321.html](http://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_1321.html) Acesso em: 20/02/2017.

G1, Portal de notícias G1 Educação, 2014. Apresenta ranking de 500 melhores universidades do mundo. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2014/08/brasil-tem-6-universidades-em-ranking-de-500-melhores-do-mundo.html> Acesso em: 04/04/2016.

GLADCHEFF, Ana Paula. **Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional de matemática**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GOMES, Neades Afonso. Possibilidades do uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Jataí. 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5465> Acesso em: 10/01/2017.

JÚNIOR, João Batista Bottentuit. Do Computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação. **Revista educaonline**, v. 6, n. 1, p. 125-149, 2012.

KENSKI, Vani Moreira. Educação e tecnologias: o novo ritmo da educação. 7. ed. São Paulo: PAPIRUS, 2007.

KIRNER, Claudio. Desenvolvimento de aplicações Educacionais Adaptáveis Online com Realidade Aumentada. In: **Tendências e Técnicas em Realidade Aumentada**, v. 3, p. 9-25, 2013. Disponível em: [http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre\\_SVR%202013.pdf](http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre_SVR%202013.pdf) Acesso em: 01/11/2016.

\_\_\_\_\_, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap**, v. 1, p. 10-25, 2011.

\_\_\_\_\_, Claudio; SISCOOTTO, Robson A. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ)**, Porto Alegre: SBC. 2007. P. 2-29

KITCHENHAM, Barbara. Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report, EBSE-2007-001, 2007.

LEMOS, Bruno Moraes; CARVALHO, Carlos Vitor de Alencar. **Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. RNOTE**, v. 8, n. 2, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/download/15219/8982> Acesso em: 01/11/2016.

LUIZ, Learcino dos Santos; SÁ, Ricardo Antunes. Aprendizagem com dispositivos móveis: reflexões epistemológicas e práticas no ensino de Matemática. In: Raabe, André Luiz Alice. et al. **Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem**. Recife: Pipa Comunicação, 2016. Disponível em: Acesso em 05/11/2016.

MARTÍNEZ, Jorge H. Gutiérrez. Novas Tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, Juan Carlos. (org.) **Educação e Novas Tecnologias: esperança ou**

**incerteza?** São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.

MARTINS, V. F; CORRÊA A. G. D.; GUIMARÃES M. P. Avaliação de Usabilidade para Aplicações de Realidade Aumentada. In: **Tendências e Técnicas em Realidade Aumentada**, v. 3, p. 138-156, 2013. Disponível em: [http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre\\_SVR%202013.pdf](http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre_SVR%202013.pdf) Acesso em 11/10/2016

MEIRINHOS, Manuel; OSÓRIO, António. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **Revista EduSer**, n. 2 , p. 49-65, 2010

MORACO, Ana Sheila do Couto Trindade. Um estudo sobre os conhecimentos geométricos adquiridos por alunos do Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006

MOURA, Adelina. Geração Móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a “Geração Polegar”. (2009) Disponível em: <http://repositorio.uportu.pt/handle/11328/472>. Acesso em: 22/11/16.

NBR 9241-11: requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores. Parte 11 - Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

PAIS, Luiz Carlos. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

PEREIRA, Leonardo Romão, et al. O uso da tecnologia na educação, priorizando a tecnologia móvel, 2012. Disponível em: [http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais\\_2012/GT-02/GT02-014.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2012/GT-02/GT02-014.pdf) Acesso em: 23/02/2017.

PIROLA, N. A. **Um estudo sobre a formação dos conceitos de triângulo e paralelogramo em alunos de primeiro grau.** Dissertação (Mestrado em Psicologia Educacional) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

RODELLO, Ildemerto A. et al. Realidade Virtual e Aumentada Aplicada na Área de Negócios: casos na área de Marketing e de Projeto e Desenvolvimento de Produtos. In: **Tendências e Técnicas em Realidade Aumentada**, v. 3, p. 43-59, 2013. Disponível em: [http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre\\_SVR%202013.pdf](http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/documentos/pre_SVR%202013.pdf) Acesso em: 01/11/2016.

ROBERTO, Rafael et al. Jogos educacionais baseados em realidade aumentada e interfaces tangíveis. **Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada**, v. 1, n. 1, p. 91-128, 2011. Disponível em: <http://comissoes.sbc.org.br/ce-rv/livro2011.pdf#page=91> Acesso em: 15/02/2017.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Matemática e suas tecnologias / Secretaria da Educação;** coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Nilson José Machado. – 1. ed. atual. – São Paulo : SE, 2012. 72 p. Disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/783.pdf> Acesso em: 19/11/16

SENA, Denise Maciel; DE OLIVEIRA, Elaine Harada T.; DE CARVALHO, Leandro SG. Aplicativos móveis para o aprendizado de matemática. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.** 2014. p. 174.

SETZER, Valdemar W. **Efeitos negativos dos meios eletrônicos em crianças adolescentes e adultos**, 2014. Disponível em: <http://www.https://www.ime.usp.br/~vwsetzer/efeitos-negativos-meios.html> Acesso em: 06/07/2016

SOUZA, Paulo Henrique de; ABREU, Renato Oliveira. O USO DA REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DO SISTEMA SOLAR. **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 6, p. 299-309, 2015.

SOUZA, Tiago Grajanin de. Metodologia para seleção e implantação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino da educação básica. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – UNESP campus Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/tcc\\_get.php?cpf=00527094269&d=20160509224314&h=9cab237ffc3ba17d0d14515984240016504855a6](https://sca.proformat-sbm.org.br/tcc_get.php?cpf=00527094269&d=20160509224314&h=9cab237ffc3ba17d0d14515984240016504855a6) Acesso em: 03/05/2016.

STAREPRAVO, Ana Rute. Resolver problemas para ensinar e aprender matemática. In: STAREPRAVO, Ana Rute; PAROLIN, Isabel C. H.; BOZZA, Sandra. **NA ESCOLA SEM APRENDER? ISSO NÃO!** Pinhais: Melo, 2009.

UNESCO. Policy Guidelines for Mobile Learning. BRASIL: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2014. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf> Data: 12/11/2016.

UNITY. Unity, 2016. Site da empresa Unity. Disponível em: <https://unity3d.com/pt> Acesso em: 05/07/2016.

VUFORIA. Vuforia Developer Portal, 2016. Site da empresa Vuforia. Disponível em: <https://developer.vuforia.com/> Acesso em: 05/08/2016.

YIN, ROBERT K. Estudo de caso: planejamento e métodos/Robert K. Yin. Trad. Daniel, 2001.

ZORZAL, Ezequiel Roberto, et al. "Aplicação de jogos educacionais com realidade aumentada." *RENOTE* 6.2 (2008). Disponível em <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14575/8482> Data: 15/02/2017.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Tutorial do desenvolvimento do aplicativo ARSolids

Este documento busca detalhar o desenvolvimento do aplicativo ARSolids, a partir de cinco etapas: Instalação da plataforma Unity, Criação de novo projeto, Inserção de objetos de cena, Funcionalidades e Compilação e Teste do aplicativo.

O software utilizado para este desenvolvimento foi o Unity3D, que é muito empregado na confecção de ferramentas interativas em duas ou três dimensões, como: jogos, banner ou aplicativos.

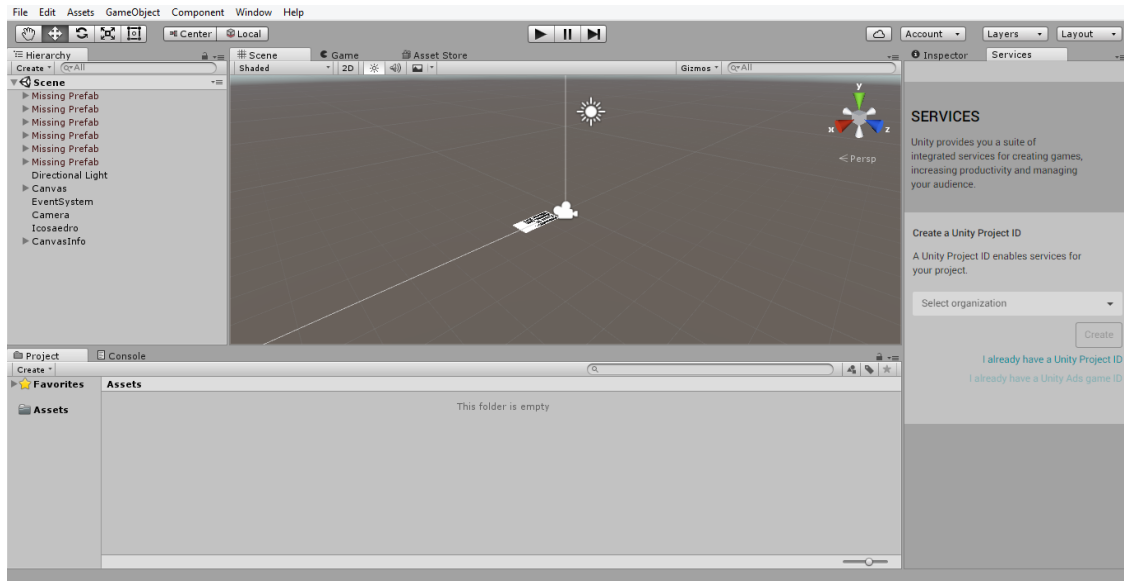
A vantagem desta plataforma está em seus recursos gráficos que agilizam o desenvolvimento de projetos, permitindo avançar fases que denotam varias linhas de programação e revisões de erro. A Unity 3D está disponível para download através de dois tipos de versões: as gratuitas (Personal ou Beta) e as versões (Plus ou Pro) que exigem o pagamento de mensalidade. Existe ainda a opção por uma licença educacional. Para obter acesso às versões da Unity basta acessar o site da empresa que é inteiramente em português e através do menu download escolher a opção Unity (UNITY, 2016). No site há também possibilidades de aperfeiçoamento através de cursos on-line. Alguns disponibilizados pela própria Unity como tutorias através da aba *Asset Store*.

A seguir apresentam-se as etapas:

#### **1ª Etapa : Instalação da plataforma Unity:**

A Unity é de fácil instalação, com interface amigável e objetiva que permite que mesmo o usuário leigo possa instalar o programa. Pelo fato deste trabalho estar baseado na criação de aplicativos, ao fazer a instalação é preciso ficar atento com o menu inicial para marcar todas as opções, principalmente aquelas concernentes a recursos *mobile* já no momento da instalação. A Figura 1 apresenta a interface da plataforma já instalada.

Figura 1 – Interface principal do Unity3D

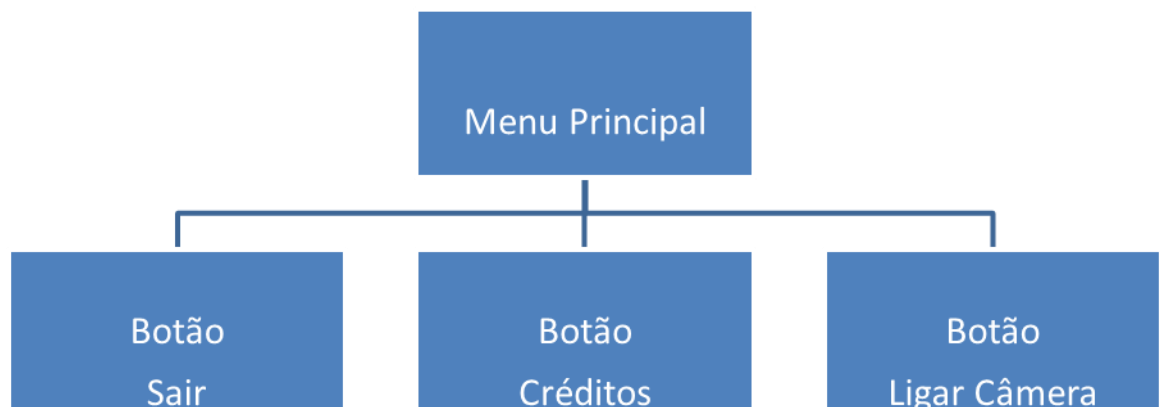


Fonte: Autor

## 2ª Etapa : Criação de novo projeto

O próximo passo é criar um novo projeto, partindo do menu file no botão *New Project* e nomeando o projeto em seguida. Após a criação do novo projeto a interface inicial do aplicativo é implementada com o menu principal, de acordo com o diagrama de árvore da Figura 2.

Figura 2 – Diagrama do menu principal do aplicativo

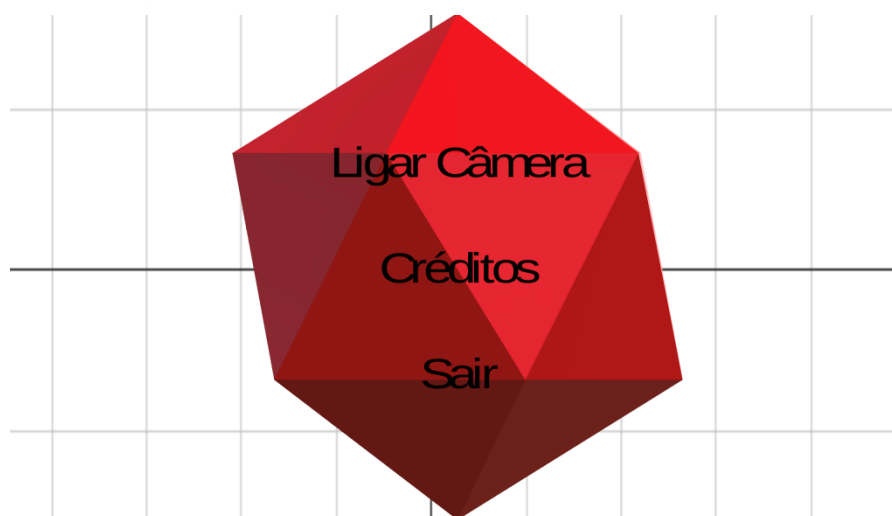


Fonte: Autor

Para inserir o menu basta criar um novo arquivo *javascript* e utilizar os comando de criação de guia (UNITY, 2016), descrevendo a localização do botão na

tela e indicando a cena a ser chamada ao clicar no botão. Entretanto, para a confecção deste menu, optou-se por um modelo disponível na Asset Store, a loja virtual da própria Unity. Esta loja permite ao programador baixar ou disponibilizar exemplos de aplicativos, programas pra outros programadores de forma gratuita ou paga. A Figura 3 apresenta o menu do aplicativo, que é básico com apenas três opções. A opção, Ligar Câmera que inicia a interação com a RA, Créditos do trabalho ou Sair.

Figura 3 – Menu principal do aplicativo ARSolids



Fonte: Autor

### **3ª Etapa : Inserção de objetos de cena**

A inserção dos objetos na cena acontece de maneira intuitiva já que uma vez criado o objeto virtual em 3D é possível arrastá-lo e posicioná-lo através do mouse. Os objetos de cena que foram inseridos são os cinco poliedros já em três dimensões. Há a possibilidade de criar estes objetos tanto no Unity como nos softwares Sketchup ou 3DStudio Max e depois importar para a Unity.


Para relacionar os objetos inseridos na cena com os cartões marcadores e gerar um ambiente que permita trabalhar com a Realidade Aumentada é necessário baixar um pacote adicional para a plataforma Unity, chamado Vuforia AR. Este pacote pode ser adquirido através do link downloads, no site da empresa (VUFORIA, 2016). O pacote Vuforia funciona como uma extensão da Unity e permite escolher a imagem ou figura a ser inserida como cartão de leitura, diferentemente de outras plataformas que disponibilizam apenas cartões pré-definidos, há ainda a opção de



utilizar elementos tridimensionais para criar a interação com a RA, ou seja, ao invés de um cartão impresso é possível interagir com a RA através de objetos sólidos, como garrafas, caixas, latas, etc. As aplicações podem ser geradas para sistemas *mobile* Android ou IOS.

O Vuforia realiza a leitura das imagens capturadas pela câmera do celular e pode também utilizar as informações coletadas pelo acelerômetro e giroscópio que permitem ao sistema trabalhar com coordenadas de localização. Por isso, celulares sem estes dois tipos de hardware muitas vezes não permitem a instalação de aplicativos com RA. É preciso registrar-se no site da empresa desenvolvedora no link <https://developer.vuforia.com> para efetuar o carregamento das imagens que servirão de cartão chamadas de *Image Target* e também o download da extensão. Após o registro cria-se um banco de dados de imagens particular. A Figura 4 traz a interface para carregar as imagens para o site e que possibilita também fazer a leitura de objetos 3D.

Figura 4 – Janela de diálogo para *upload* de *Image Target* na Vuforia



**Add Target**

Type:

Single Image   Cuboid   Cylinder   3D Object

File:

Choose File   Browse...

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

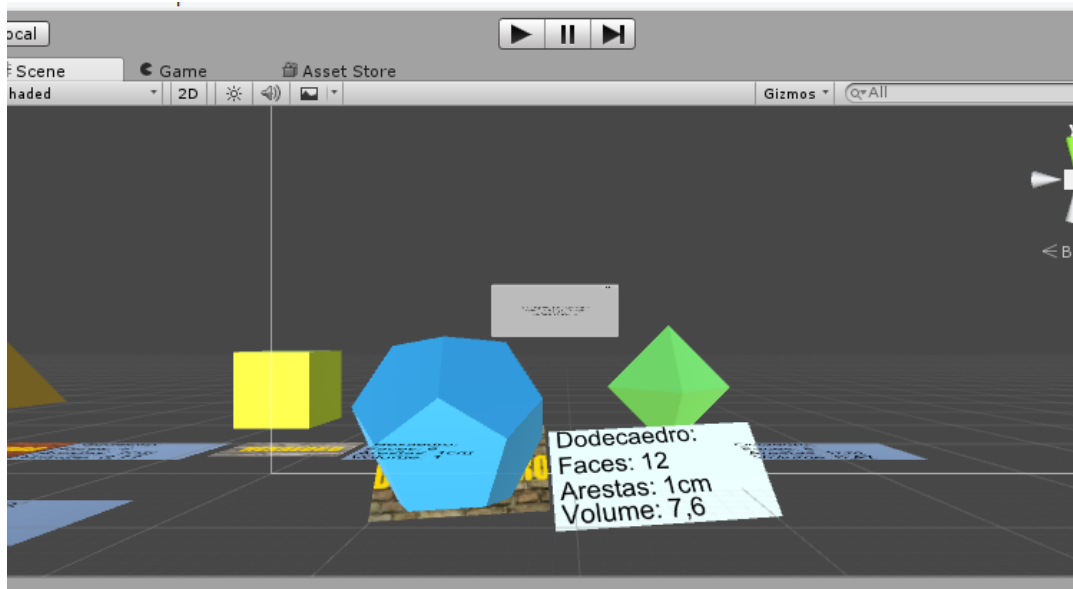
Cancel   Add

Fonte: Autor

Após a instalação do Vuforia, para que seja possível trabalhar com a RA é necessário apagar o objeto “câmera padrão”, que vem no Unity3D, e substituí-la pela “AR Câmera” que é encontrada no pacote Vuforia. É preciso também ajustar o *Image target* e vincula-lo ao objeto. A Figura 5 apresenta o dodecaedro já vinculado

ao *image target*, analise que embaixo do sólido está concatenada a imagem do seu respectivo cartão marcador:

Figura 5 – Concatenando o *Image Target*



Fonte: Autor

Nesta etapa é preciso configurar tanto a câmera quanto os demais componentes de acordo com a ação esperada, e também é preciso inserir pontos de luz para tornar mais visível o objeto no momento da interação.

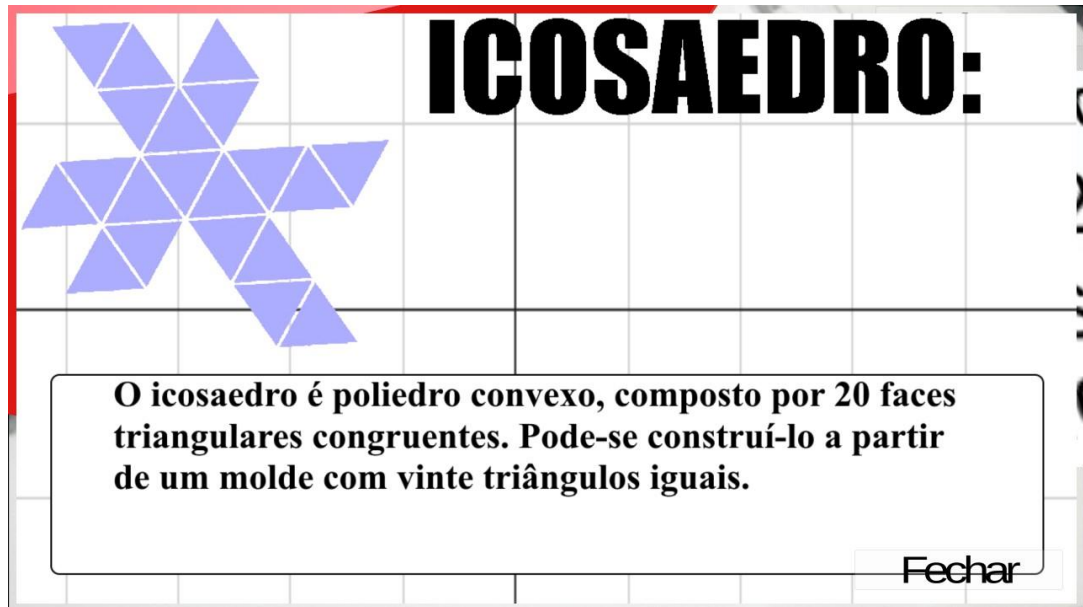
#### 4ª Etapa : Funcionalidades

Inicialmente o objetivo do aplicativo era apenas detectar um cartão e apresentar o objeto 3D, mas durante o desenvolvimento novas funcionalidades foram implementadas, como ações para interagir com os objetos. Foram criados 5 (cinco) cartões marcadores para serem impressos, cada qual referente a um sólido. Criou-se também mais 5 (cinco) novos objetos de cena chamados de etiquetas, uma para cada sólido. Esta etiqueta fica ao lado do sólido quando a ação de Realidade Aumentada é acionada através do cartão. Ou seja, assim que o sólido aparece, a etiqueta também é visualizada.

O sólido possibilita a interação através da função “click” que é acionada com o toque na tela. Quando o usuário do aplicativo toca na tela do dispositivo móvel sobre o sólido que aparece em RA, chama uma interface com informações básicas do sólido e sua planificação. Outra função vinculada à etiqueta virtual que aparece ao lado do sólido, é acionada ao clicar sobre a etiqueta, e uma interface é apresentada

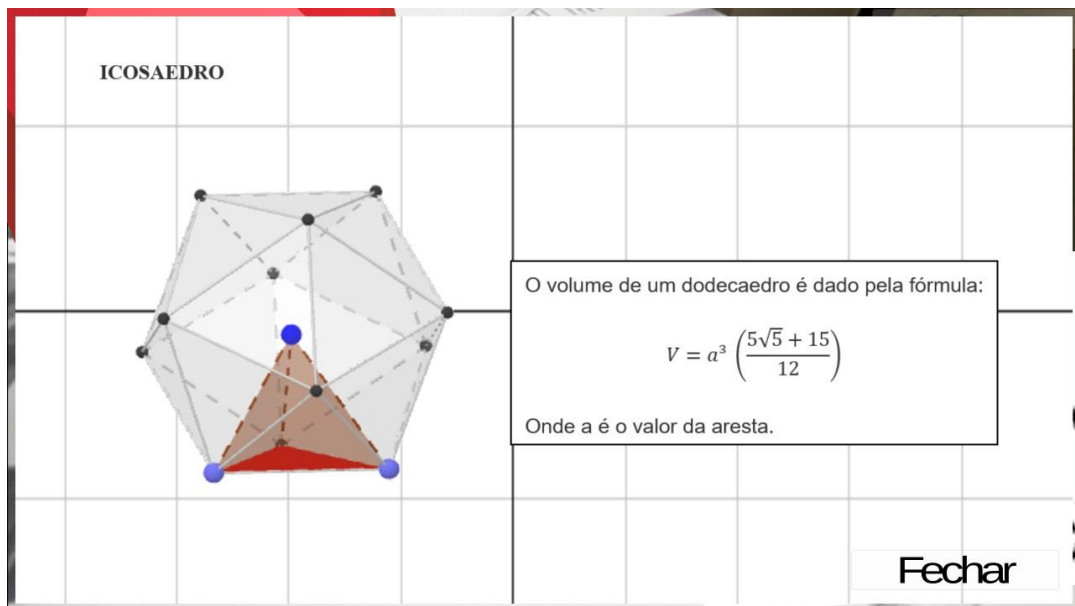
com informações sobre o volume do sólido. Como ilustram as Figuras 6 e 7 respectivamente.

Figura 6 - Interface de planificação acionada ao dar um “click” no sólido



Fonte: Autor

Figura 7 – Interface com dados do volume acionada ao dar um “click” na etiqueta



Fonte: Autor

O volume do objeto pode ser alterado através da funcionalidade de aumento e diminuição do sólido que é acionada com o movimento de “pinça” na tela. Quando o usuário interage com este comando de pinça, o sólido pode mudar de tamanho, afastando-se os dedos há um aumento no volume e aproximando-se os dedos há uma diminuição. A etiqueta também responde de forma dinâmica ao comando de pinça, recalculando de forma instantânea o valor do volume e a medida da aresta.

### 5ª Etapa : Compilação e teste do aplicativo

Para gerar um arquivo teste que possa ser instalado em um dispositivo móvel com sistema Android é preciso primeiro compilar o aplicativo, para isso deve-se acessar o menu File e escolher a opção Build Settings, que irá chamar uma janela de diálogo, onde basta indicar a opção Android na lista Platform e clicar no botão Build para que o arquivo com a extensão “.apk” seja gerado. Para a realização dos testes iniciais foi utilizado um simulador de sistemas Android, o BlueStacks, o que agiliza o processo de construção, uma vez que gera uma economia de tempo, não havendo necessidade de transferir cada nova compilação para o dispositivo móvel apenas com a finalidade de teste. A Figura 8 apresenta o aplicativo sendo executado já com as suas principais funcionalidades.

Figura 8 – Realização de testes



Fonte: Autor

Com a finalidade de refinar os testes, o aplicativo foi instalado em alguns dispositivos móveis: o LG E425F, Samsung A7, Samsung S6 e o Samsung S7. A versão 4.1.2 do Android, presente no LG foi a versão mais básica do sistema mobile em que foram efetuados os testes, e constatou-se que nesta versão o tempo de instalação e o tempo de resposta nos comandos do aplicativo não foram muito satisfatórios denotando um tempo maior de resposta quando comparado à versões mais novas do sistema. Outro motivo para o maior tempo de resposta pode ter sido a

baixa configuração de hardware do dispositivo, mas em nenhum momento o aplicativo parou de funcionar. Já os demais dispositivos Samsung A7, S6 e S7, possuíam a versão 5.1 do Android ou superior, e nestes não foi constatada nenhuma queixa durante os testes.

## Apêndice B – Questionário aplicado aos professores e futuros professores

Caro Professor,

Realizo um estudo pelo Programa de pós-graduação stricto sensu Mestrado em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), que busca investigar a relevância de aplicativos de dispositivos móveis no ensino de matemática. Agradeço sua colaboração!

Prof. Fernando O. Silva – email: [fernando.uenp@hotmail.com](mailto:fernando.uenp@hotmail.com)

- 1) Utiliza TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) no Processo de Ensino e Aprendizagem ?
  - a) Sim.
  - b) Não.
  
- 2) Classifique seu nível de conhecimento /domínio da área de TIC para aplicar no Processo de Ensino e Aprendizagem:
  - a) Muito bom
  - b) Bom
  - c) Médio
  - d) Baixo
  - e) Muito Baixo
  
- 3) Considera relevante o uso de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem?
  - a) Sim.
  - b) Não.
  - c) Ainda não possui opinião formada sobre este assunto.
  
- 4) Já utilizou algum aplicativo como ferramenta para ensino na sala de aula?
  - a) Sim, já utilizei.
  - b) Ainda não utilizei mas pretendo utilizar.
  - c) Nunca utilizei e não pretendo utilizar.

5) Dos aplicativos que foram apresentados na oficina já havia utilizado algum?  
Caso já tenha utilizado outro aplicativo indique o nome:

---

- a) Sim.
- b) Não.

6) Já conhecia a Realidade Aumentada?

- a) Sim, já conhecia.
- b) Já havia ouvido falar.
- c) Nunca ouvi falar.

7) Já conhecia algum aplicativo para dispositivos móveis que utilizava a Realidade Aumentada?

- a) Sim.
- b) Não.

8) Considera relevante ensinar conteúdos de matemática com aplicativos de Realidade Aumentada?

- a) Sim, considero relevante.
- b) Talvez para determinado contexto.
- c) Não considero relevante.

9) Qual o seu tempo atuação como professor de matemática?

- a) Ainda não atuo como professor.
- b) Atuo a menos de 5 anos.
- c) Entre 5 e 10 anos.
- d) Entre 10 e 15 anos.
- e) Mais de 15 anos.

10) Deixe um comentário ou sugestão para este trabalho:

---

## Apêndice C – Questionário 1 - Aplicado com os alunos

### Questionário 1

Caro Estudante,

O presente formulário é parte de uma pesquisa de pós graduação stricto sensu, do curso de Mestrado em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Sendo assim, as questões aqui apresentadas buscam levantar dados a respeito de algumas indagações sobre a relevância que estes aplicativos têm para o ensino de matemática. Responda o formulário, levando em consideração o conteúdo exposto e a sua interação com este conteúdo através do aplicativo ARSolids.

Agradeço sua colaboração!

Prof. Fernando O. Silva - email: [fernando.uenp@hotmail.com](mailto:fernando.uenp@hotmail.com)

- 1) Em que ano do ensino médio você está?
  - a) 1ª ano do EM.
  - b) 2ª ano do EM.
  - c) 3ª ano do EM.
  
- 2) Você já havia estudado os poliedros de Platão?
  - a) Sim.
  - b) Não.
  
- 3) Caso nunca tenha estudado os poliedros de Platão. Você acha que foi possível aprender utilizando os aplicativos?
  - a) Sim. Considero que o aprendizado foi significativo.
  - b) Sim. Mas ainda possuo dúvidas sobre o assunto.
  - b) Não. Considero que o aprendizado não foi significativo.
  - c) Já tinha estudado.
  
- 4) Caso já tenha estudado os poliedros de Platão. O que você achou da experiência de utilizar o aplicativo?
  - a) Importante, considerei mais fácil aprender através de aplicativos.
  - b) Importante, mas ainda possuo dúvidas sobre o assunto.
  - c) Não considero que o aprendizado por aplicativo superou o tradicional.
  - d) Ainda não havia estudado.
  
- 5) Considera relevante o uso de dispositivos móveis (smartphones, tablets, etc) no processo de ensino e aprendizagem?
  - a) Sim.



- b) Não.
  - c) Ainda não possuo opinião formada sobre este assunto.
- 6) Já tinha participado de alguma aula que utilizava algum aplicativo como ferramenta de ensino?
- a) Sim, já tinha participado.
  - b) Ainda não tinha participado.
- 7) Já conhecia a Realidade Aumentada?
- a) Sim, já conhecia.
  - b) Já havia ouvido falar.
  - c) Nunca ouvi falar.
- 8) Considera relevante aprender conteúdos de matemática com aplicativos de Realidade Aumentada?
- a) Sim, considero relevante.
  - b) Talvez para determinado contexto.
  - c) Não considero relevante.
- 9) Deixe um comentário ou sugestão sobre a atividade que participou:
-

## Apêndice D – Questionário 2 - Teste de usabilidade aplicado com os alunos

### Questionário 2

Caro Estudante,

O presente formulário é parte uma pesquisa de pós graduação stricto sensu, do curso de Mestrado em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Sendo assim as questões aqui levantadas buscam avaliar o aplicativo a partir da atividade desenvolvida. Analise como foi o manuseio do aplicativo que lhe foi apresentado, considerando alguns itens como: interface, facilidade de uso, tempo de resposta, erros do aplicativo e satisfação. Vamos lá?

Assinale com um “X” uma alternativa para cada um dos onze itens. Cada item possui 5 alternativas e as respostas são ordenadas numa escala crescente de satisfação da esquerda para a direita.

- 1) Entendi de forma clara como utilizar o aplicativo e seu objetivo.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

- 2) As mensagens apresentadas no aplicativo eram de fácil compreensão.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

- 3) Em momento algum me senti perdido na aplicação, sem saber o que fazer.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

- 4) Ao mostrar o marcador, o sólido era carregado de forma rápida.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

- 5) O objeto da cena segue de forma correta à posição do marcador.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

6) Cada marcador apresentava o sólido correlato.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

7) Foi uma experiência legal utilizar aplicação.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

8) Eu utilizaria novamente a aplicação.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

9) Eu sempre executava as mesmas ações para acionar as mesmas funcionalidades.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

10)O número de objetos que apareceram na tela foi coerente com os objetivos da aplicação.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

11)O objeto estava sempre posicionado de acordo com o marcador.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------

## **Apêndice E – Plano de aula: Grupo A**

### **PLANO DE AULA - GRUPO A**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

Professor: Fernando O. Silva

Carga horária: 120 horas

Público alvo: Professores e futuros professores de matemática participantes de uma Semana de Matemática.

Ano: 2016

#### **2. Objetivo geral**

Promover um experimento para o uso do aplicativo ARSolids com professores de Matemática.

#### **3. Objetivos específicos**

- Apresentar diversas ferramentas de auxílio ao ensino/aprendizagem de matemática para as séries do Ensino Fundamental e Médio;
- Abrir discussão sobre o tema;
- Elucidar sobre o uso de aplicativos e da Realidade Aumentada como ferramentas de ensino;
- Promover a interação com alguns aplicativos, em especial o aplicativo ARSolids;
- Aplicar os formulários de investigação.

#### **4. Conteúdo programático**

Serão apresentados os tópicos:

- Uso de TIC's no ensino/aprendizagem de matemática;
- Novas possibilidades geradas pelos aplicativos em dispositivos móveis;
- A Realidade Aumentada nas aulas de matemática;
- Ensino de Geometria baseado no aplicativo ARSolids

#### **5. Metodologia**

- A abordagem dos conteúdos se dará de forma expositiva e dialogada, com o auxílio de um software para apresentação de slides, através de uma smartv;
- Serão expostos alguns aplicativos para dispositivos móveis e abriremos para perguntas e discussões;
- Após será promovida uma interação com o aplicativo ARSolids, e posteriormente será aplicado o questionário para coleta de dados.

#### **6. Recursos Didáticos**

Smartfone, Smartv, Aplicativos para dispositivos móveis;

#### **6. Avaliação**

A avaliação se dará através de questionário próprio e da observação do pesquisador.

## **7. Bibliografias**

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. Fundamentos de Matemática Elementar. São Paulo: Atual, v. 9, 1995.

## **Apêndice F – Plano de aula: Grupo B**

### **PLANO DE AULA - GRUPO B**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

Professor: Fernando O. Silva

Carga horária: 120 horas

Público alvo: Alunos de uma sala mista do Ensino Médio.

Ano: 2016

#### **2. Objetivo geral**

Promover um experimento para o uso do aplicativo ARSolids com alunos.

#### **3. Objetivos específicos**

- Apresentar diversas ferramentas de auxílio a aprendizagem de matemática;
- Abrir discussão sobre o tema;
- Elucidar sobre o uso de aplicativos e da Realidade Aumentada como ferramentas de aprendizagem;
- Promover a interação com alguns aplicativos;
- Promover uma atividade de aprendizagem dos Sólidos de Platão utilizando o aplicativo ARSolids;
- Aplicar os formulários de investigação e o teste de usabilidade.

#### **4. Conteúdo programático**

Serão apresentados os tópicos:

- Uso de TIC's na aprendizagem de matemática;
- Novas possibilidades de aprendizagem geradas pelos aplicativos em dispositivos móveis;
- A Realidade Aumentada nas aulas de matemática;
- Ensino de Geometria baseado no aplicativo ARSolids

#### **5. Metodologia**

- A abordagem dos conteúdos se dará de forma expositiva e dialogada, com o auxílio de um aplicativo para dispositivos móveis para a apresentação de slides, através de uma smarttv;
- Serão expostos alguns aplicativos para dispositivos móveis e abriremos para perguntas e discussões;
- Após será promovida uma atividade com o aplicativo ARSolids, esta atividade consiste em: a sala será dividida em cinco equipes, e cada equipe deverão confeccionar um dos cinco sólidos de Platão, através de uma planificação já impressa no tamanho (90 x 60)cm;
- Após os terem confeccionado os sólidos os alunos deverão preencher a atividade 1 apenas com o auxílio dos sólidos confeccionados por eles;
- E depois terão que preencher a atividade 2 apenas com o auxílio do aplicativo ARSolids;
- Posteriormente serão aplicados os questionários e o teste de usabilidade para coleta de dados.

#### **6. Recursos Didáticos**

Smartfone, Smartv, Aplicativos para dispositivos móveis, planificações impressas na medida (90 x 60)

## **7.Avaliação**

A avaliação se dará através de questionário próprio e da observação do pesquisador.

## **8. Bibliografias**

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. Fundamentos de Matemática Elementar. São Paulo: Atual, v. 9, 1995.

**Apêndice G – Atividades 1 e 2 desenvolvidas com os alunos**

**Atividade 1**

Utilizando as formas geométricas manuseáveis, monte a tabela abaixo.

Cada campo vazio deverá ser preenchido de acordo com os respectivos poliedros:

Poliedro Regular Convexo	Cada face é um:	Faces Qtde	Vértices Qtde	Arestas Qtde	Ângulos entre as arestas Qtde	Volume do Poliedro (considere a aresta com valor: 2)
Tetraedro						
Hexaedro						



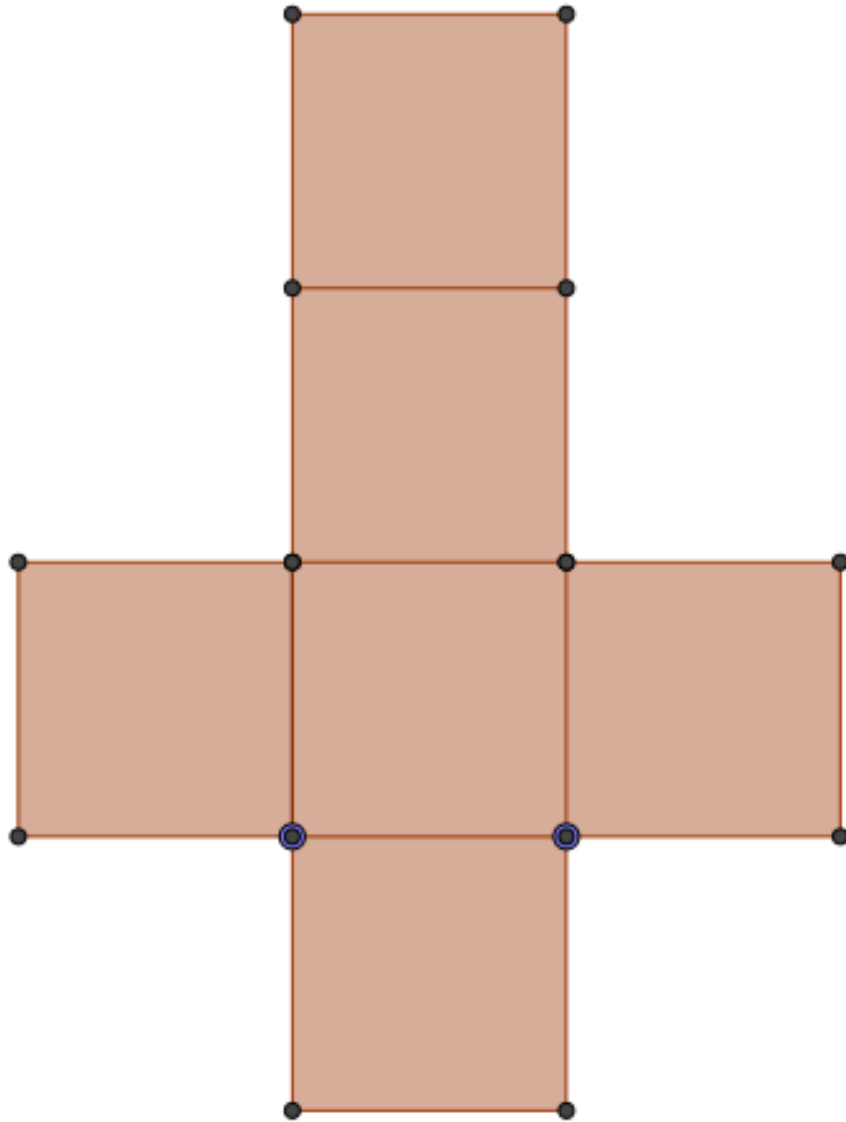
## Atividade 2

Utilizando o aplicativo ARSolids, monte a tabela abaixo.  
Cada campo vazio deverá ser preenchido de acordo com os respectivos poliedros:

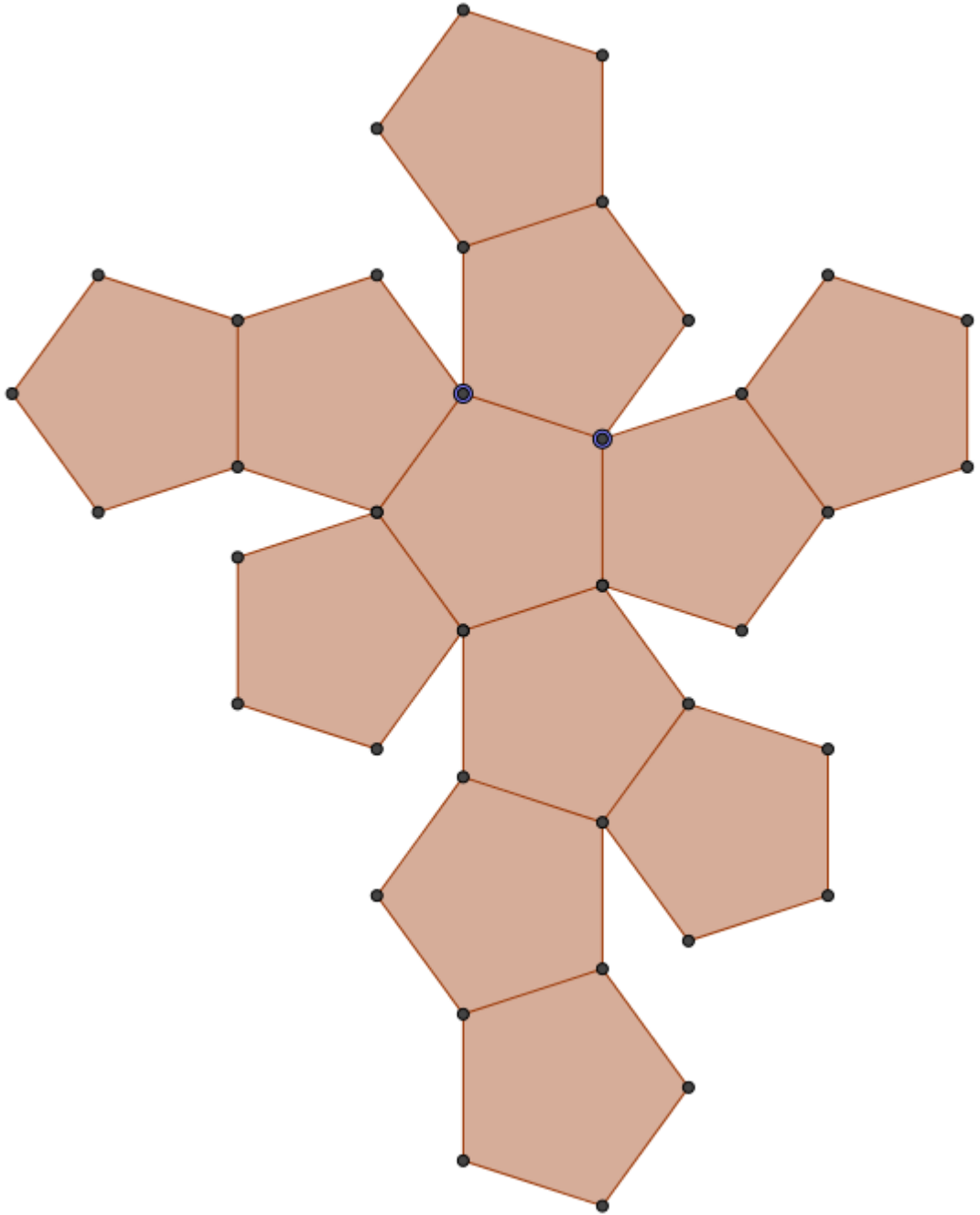
Poliedro Regular Convexo	Cada face é um:	Faces Qtde	Vértices Qtde	Arestas Qtde	Ângulos entre as arestas Qtde	Volume do Poliedro <small>(considere a aresta com valor: 2)</small>
Octaedro						
Dodecaedro						
Icosaedro						

**Apêndice H – Planificações usadas na atividade com os alunos**

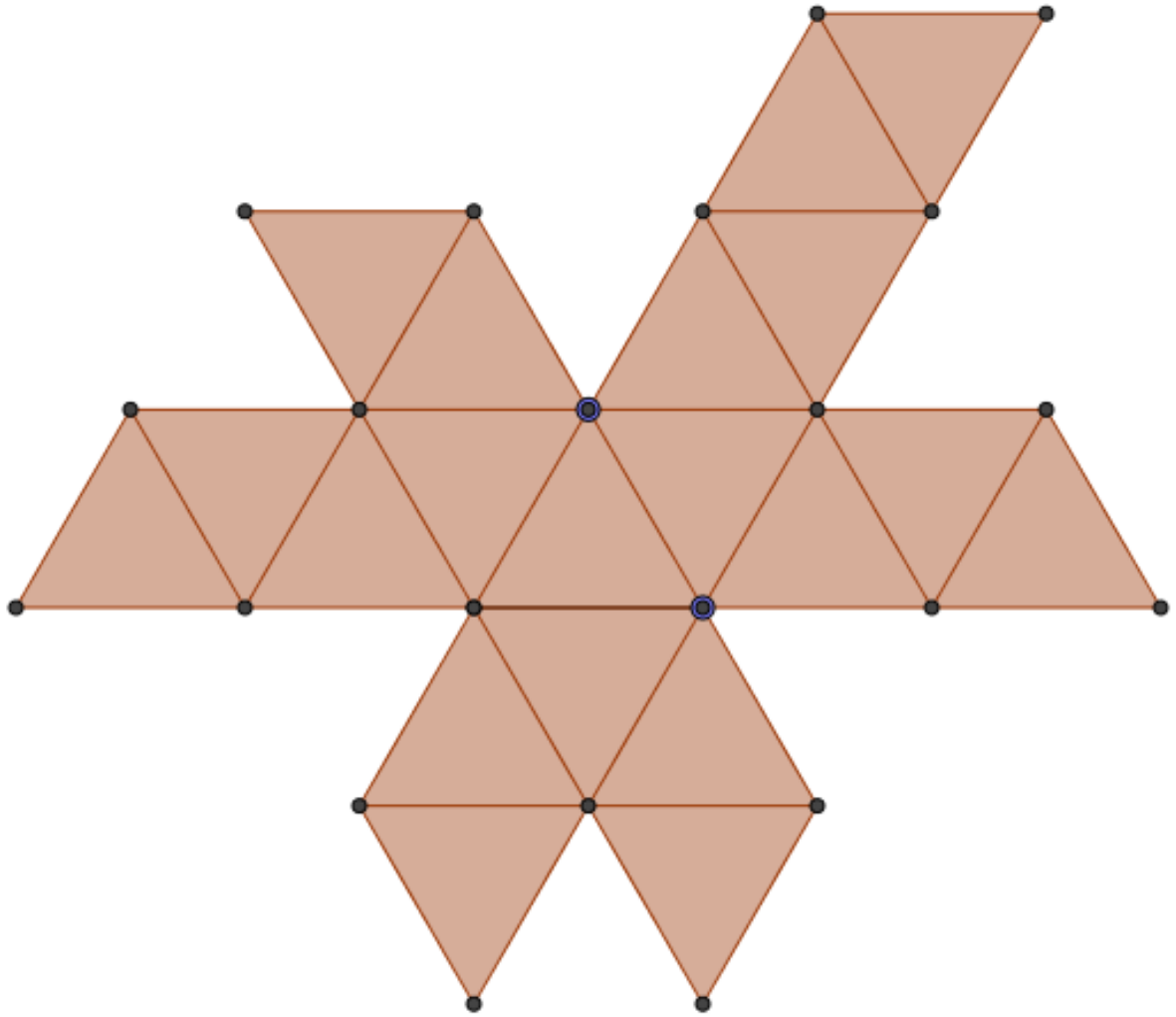
CUBO



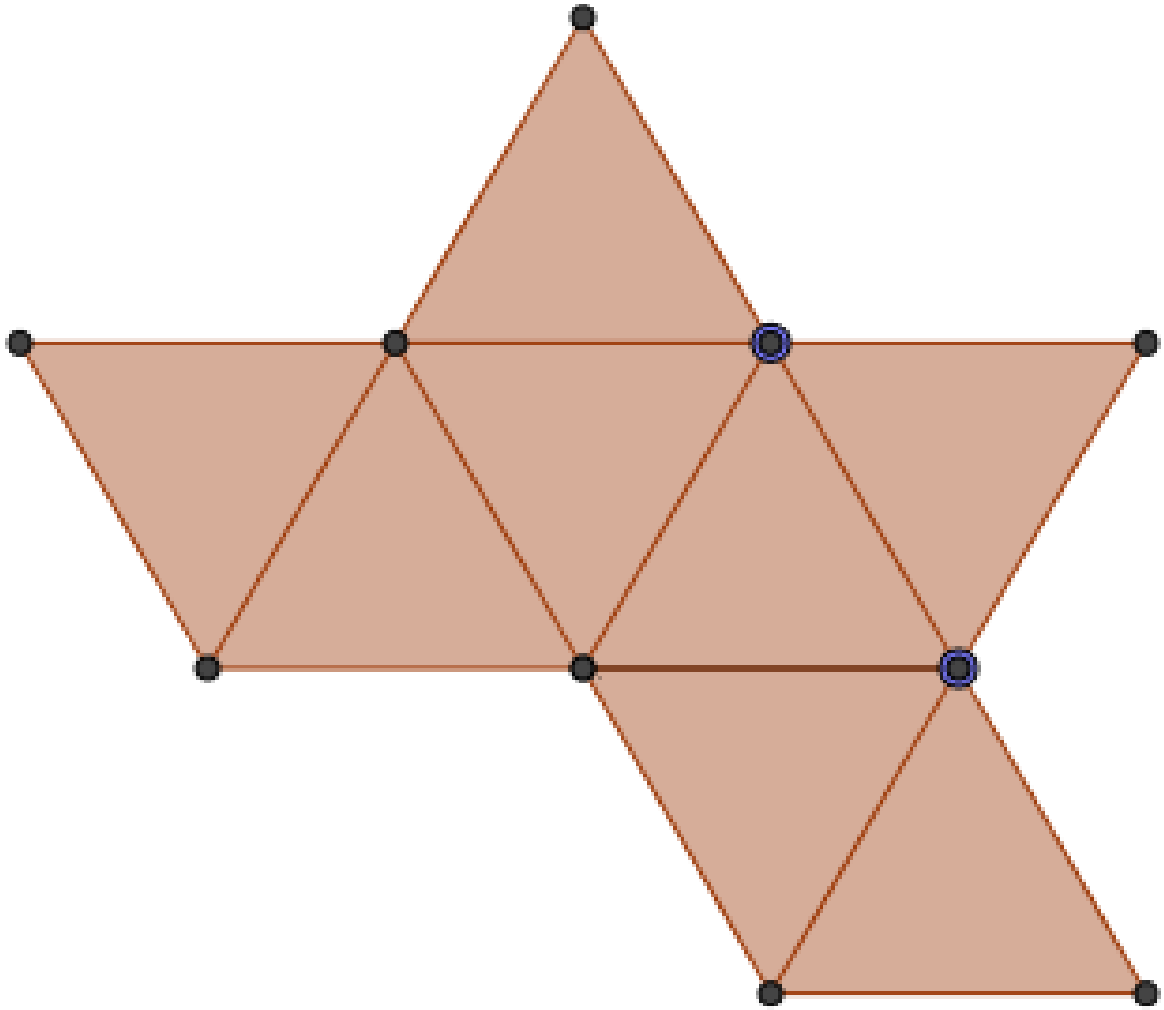
DODECAEDRO



ICOSAEDRO



OCTAEDRO



TETRAEDRO

