



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**FLÁVIO HENRIQUE ALVES**

**ADOÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL EM SMART EDUCATION PARA  
APOIAR A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

Assis  
2018



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**FLÁVIO HENRIQUE ALVES**

**ADOÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL EM SMART EDUCATION PARA  
APOIAR A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Ciência da Computação do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando (a):** Flávio Henrique Alves

**Orientador (a):** Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Assis/SP  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

ALVES, Flávio Henrique

**Adoção de Realidade Virtual em Smart Education para Apoiar a Aprendizagem em Matemática/** Flávio Henrique Alves. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2018.

54p.

Orientador: Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA

**1.** Realidade Virtual. **2.** Aprendizagem de Matemática **3.** Smart Education

CDD: 001.6

ADOÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL EM SMART EDUCATION PARA  
APOIAR A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

FLÁVIO HENRIQUE ALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis,  
como requisito do Curso de Graduação, avaliado  
pela seguinte comissão examinadora:

**Orientador:**

---

Prof. MSc. Guilherme de Cleve Farto

**Examinador:**

---

Prof. Dr. Luiz Ricardo Begosso

Assis/SP

2018

## Resumo

Dado o avanço tecnológico é imprescindível que a Aprendizagem da Matemática seja efetivamente atingida de maneira positiva em benefício da atualização pedagógica escolar, a Realidade Virtual possibilita que as escolas tradicionais a se atualizem e se tornem escolas que apliquem o conceito Smart Education, esse avanço ajuda na formação de novas gerações que estarão preparadas para o mundo tecnológico que encontraram ao sair de sua formação escolar básica e fundamental. Com o intuito de explanar temas que iram auxiliar a expansão do conceito de Smart Education, utilizando a Realidade Virtual para Aprendizagem de Matemática, serão expostos conceitos e ferramentas que podem ser utilizadas em sala de aula. O projeto é concluído com a criação de um ambiente imersivo em Realidade Virtual para dispositivos mobile com interação de um contexto matemático fundamental, que conta com a modelagem do cenário e a configurações necessárias para criação de uma Build para execução em sistemas Android, contendo, mecanismos de locomoção e seleção por apontamento de objetos 3D. O projeto é configurado com o auxílio das ferramentas Unity 2017.1 e o SDK GoogleVR.

**Palavras-Chave:** Realidade Virtual, Aprendizagem de Matemática, Smart Education, Ambiente Imersivo, Tecnologias.

## ABSTRACT

Given the technological advance, it is imperative that Mathematics Learning be positively achieved in the benefit of the pedagogical update of the school, Virtual Reality makes it possible for traditional schools to update themselves and become schools that apply the concept of Smart Education. Formation of new generations that will be prepared for the technological world that they found when leaving their basic and basic school education. With the intention of explaining themes that would help to expand the concept of Smart Education using Virtual Reality for Mathematics Learning, concepts and tools that can be used in the classroom will be exposed. The project is completed with the creation of an immersive Virtual Reality environment for mobile devices with interaction of a fundamental mathematical context, which counts on the scenario modeling and the necessary configurations to create a Build for execution in Android systems, containing mechanisms of locomotion and selection by pointing 3D objects. The project is configured with the help of the Unity 2017.1 tools and the GoogleVR SDK.

**Keywords:** Virtual Reality, Mathematics Learning, Smart Education, Immersive Environment, Technologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Censo Escolar Inep dos três níveis escolares.....	12
Figura 2: Censo Escolar Inep todos os anos.....	13
Figura 3: Utilização de Realidade Virtual.....	14
Figura 4: Esquemática dos padrões de marcas no osso de Ishango.....	19
Figura 5: Desempenho em Matemática no Brasil e relação a outros países....	21
Figura 6: Alunos de São Paulo, navegam com o Google Expeditions.....	22
Figura 7: Kit ZSpace utilização em anatomia.....	25
Figura 8: Utilização do Kit Google Expeditions.....	26
Figura 9: Ambiente Virtual de Aprendizagem, Processos Gerenciais Uninter...27	
Figura 10: Protótipo do Sensorama.....	29
Figura 11: Capacete do projeto Super Cockpit de Tom Furness.....	30
Figura 12: Visão do ambiente gráfico do Super Cockpit.....	30
Figura 13: Head-mounted display desenvolvido por Ivan Sutherland.....	31
Figura 14: Ideia de 6 graus de liberdade.....	33
Figura 15: Suporte a Multiplataformas.....	35
Figura 16: Instalação Android Build Support.....	36
Figura 17: Script de TerrainMoveMechanism.....	42
Figura 18: Script do RVPlayer, utilizando Ray Casting.....	43
Figura 19: Prefab GVRViewerMain.....	44
Figura 20: Canvas com imagens.....	45
Figura 21: Script de Market.....	46
Figura 22: Occlusion Culling, etapa de mapeamento.....	47

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
1.2.	OBJETIVOS .....	12
1.2.1	OBJETIVOS GERAIS .....	12
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3	JUSTIFICATIVA .....	13
1.4	MOTIVAÇÃO .....	16
1.5	PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO .....	16
1.6	METODOLOGIA DE PESQUISA .....	17
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
2.	APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA FUNDAMENTAL .....	19
2.1	PRIMORDIO DA MATEMÁTICA .....	19
2.2	DESAFIO DO ENSINO DA MATEMÁTICA .....	21
3.	SMART EDUCATION .....	23
3.1	CONCEITO DE SMART EDUCATION .....	23
3.2	DESAFIO DE DESENVOLVER SMART EDUCATION .....	24
3.3	REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO .....	25
3.4	FERRAMENTA TECNOLOGICAS EDUCACIONAIS .....	26
3.4.1.	ZSPACE .....	26
3.4.2.	KIT GOOGLE EXPEDITION .....	27
3.4.3	AMBIENTE DE APRENDIZAGEM VIRTUAL .....	27
4.	REALIDADE VIRTUAL .....	29
4.1	DEFINIÇÃO .....	29
4.2	CONCEPÇÃO E EVOLUÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL .....	29
4.3	CARACTERÍSTICA DE UM AMBIENTE VIRTUAL .....	33
4.4	MOVIMENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL .....	34
5.	PROPOSTA DO TRABALHO .....	35
5.1	FERRAMENTAS .....	35
5.1.1	UNITY 3D <i>ENGINE</i> .....	35
5.1.2	GOOGLE E ANDROID .....	37
5.2	PROJETO PROPOSTO .....	38
5.3	ELEMENTOS DO PROJETO .....	39



6.	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	41
6.1	MOVIMENTAÇÃO DO JOGADOS NO TERRENO .....	42
6.2	RAY CASTING .....	43
6.3	PREFABS .....	43
6.4	UTILIZAÇÃO DE CANVAS .....	45
6.5	MARKET BALL E MARKET ARROW.....	46
6.6	TÉCNICA DE OTIMIZAÇÃO PARA REALIDADE VIRTUAL .....	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
7.1	CONCLUSÃO .....	48
7.2	TRABALHOS FUTUROS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil passa por um intenso e contínuo movimento de reformas curriculares escolar e isso inclui o ensino e aprendizagem em matemática. Segundo Nacarato (2017), um relatório divulgado pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA, de dezembro de 2015, apresentou o resultado do desempenho dos alunos no território brasileiro, indicando que ela está em um patamar inferior em relação à média dos alunos em países que integram a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico – OCDE, com um resultado em matemática de 377 pontos, comparados à média de 490 pontos (INEP, 2015).

As dificuldades encontradas em salas de aulas no processo de aprendizagem da Matemática, tanto por parte do professor quanto do aluno, levam à diminuição do real interesse e da necessidade que a disciplina pode trazer no cotidiano dos alunos, reduzindo o interesse de aprender sobre diversos conteúdos necessários para a formação básica, ou fundamental, de crianças e adolescentes (SILVA, 2014).

A escola de hoje é produto da era industrial, e mantém a sua estrutura para preparar as pessoas para viver e trabalhar na sociedade daquela época, mas que agora está sendo substituída pela sociedade da informação, é de esperar que a escola, criada e organizada para servir a era anterior, tenha que sofrer uma repaginação para que sobreviva ao desafio que lhe coloca essa tecnologia, podendo passar a ser uma instituição educacional moderna (CHAVES, 1998).

No campo da educação, as decorrentes solicitações de mudanças que incentivam as novas metodologias e tecnologias para agregar e viabilizar um conhecimento e novas experiências aos alunos, promove que escolas tradicionais busquem atualização dos meios de ensino como um diferencial. Dentre as frentes de inovação em abordagens de aprendizagem, destaca-se a área de Smart Education, ou Educação Inteligente, que é composta pela integração de educação e tecnologia (BARONE, 2000).

Este conceito aproveita o avanço tecnológico que está cada vez mais inserido na vida de crianças e adolescentes, ainda que fora das salas de aula, e utiliza seu aspecto para aumentar a eficiência e o dinamismo nas atividades acadêmicas e de aprendizagem (CARON, 2007). Complementar uma formação escolar com a adoção de recursos tecnológicos pode contribuir com a redução das dificuldades dos alunos no ensino fundamental, conforme se propõe avaliar esta pesquisa com ênfase em Matemática, ou seja, a tecnologia como mecanismo para auxiliar na compreensão da Matemática (PEREIRA et al., 2017, p.80-94).

Buscando aumentar a motivação e comprometimento dos alunos, este trabalho propõe a utilização da Realidade Virtual (RV) para aprendizagem em Matemática em nível Fundamental. Segundo Sementille (2008), Realidade Virtual baseia-se nos conceitos de imersão, iteração e envolvimento, consistindo em um ambiente tridimensional gerado por computadores. Para tornar a Realidade Virtual tangível, utiliza-se um óculo integrado a um dispositivo smartphone para a geração de interação de imagens com efeitos de profundidade, além da simulação de movimentos programada por sensores como acelerômetros e giroscópios.

A Realidade Virtual permite a simulação de ambiente, promovendo, principalmente, os fatores de imersão e interação com ambientes virtuais que podem auxiliar na abstração e na retenção da informação pretendida (GASCA-HURTADO, 2015).

Quando aplicada junto ao contexto de Smart Education, diversas são as oportunidades para se adotar a Realidade Virtual. Alguns dos benefícios da adoção tecnológica entre Smart Education e Realidade Virtual são: (i) nova abordagem para compartilhar conteúdos teóricos, (ii) distintas atividades e exercícios lúdicos e (iii) simulação de ambientes e cenários para compreensão de conteúdo.

A necessidade de novas metodologias para aplicação do conteúdo utiliza dos recursos computacionais, para auxiliar a obter a atenção e concentração do aluno além de garantir a melhor qualidade do ensino. O computador é considerado um recurso que facilita a aprendizagem, mas quando existe material

para sua aplicação. Partindo dessa problematização, pretendemos colaborar com as escolas tradicionais uma transformação que as coloque nessa era digital, e em escolas avançadas que saibam o verdadeiro valor que novas tecnologias possam contribuir para a base curricular de seus alunos.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é explorar Realidade Virtual (RV) de maneira integrada aos conceitos de Smart Education para promover e contribuir com recursos de aprendizagem da Matemática no ensino fundamental. Pretende-se, desta forma, investigar os conceitos Smart Education, integrando tecnologia e recursos de software para oportunizar e contribuir com a aprendizagem e o ensino de Matemática.

Como parte dos resultados desta pesquisa, pretende-se modelar e implementar uma aplicação baseada em RV a ser experimentada em uma avaliação real.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral proposto nesta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Pesquisar os conceitos e desafios atuais na aprendizagem de Matemática no ensino fundamental;
- Pesquisar os fundamentos de Smart Education;
- Pesquisar a área de Computação Gráfica com ênfase em Realidade Virtual;
- Smart Education com uso de Realidade Virtual como estratégia de ensino de Matemática no ensino fundamental;

- Definir os conteúdos de Matemática que serão explorados em Smart Education;
- Modelar e desenvolver uma aplicação de Realidade Virtual;
- Definir uma avaliação experimental com alunos do ensino fundamental;
- Relatar os resultados obtidos e os desafios encontrados;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O intuito desta pesquisa é estudar os principais conceitos relacionados a Smart Education, Aprendizagem em Matemática e Realidade Virtual, bem como suas ferramentas, além de implementar e avaliar experimentalmente uma aplicação educacional. Esta pesquisa se justifica devido ao interesse de propor e desenvolver novas abordagens para ensino e aprendizagem, por exemplo, em Matemática junto à tecnologia. Como as ferramentas certas este conceito inovador, pode influenciar e auxiliar a evolução na área da educação.

Feliciano (2012) evidencia que as principais dificuldades educacionais advindas da educação brasileira são da matemática básica e mostrou que 65% dos alunos que frequentam a 4ª série do ensino fundamental, não dominam as quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

Esta dificuldade é apresentada na Figura 1, que faz um resumo da situação dos alunos que reprovam, abanam e aprovam nos três níveis principais das etapas escolares, níveis iniciais, fundamentais tratados como finais e ensino médio, em todas as disciplinas.

Etapa Escolar	Reprovação	Abandono	Aprovação
<b>Anos Iniciais</b>	5,9% 905.063 reprovações	0,9% 145.721 abandonos	93,2% 14.391.257 aprovações
<b>Anos Finais</b>	11,4% 1.394.874 reprovações	3,1% 377.141 abandonos	85,5% 10.477.425 aprovações
<b>Ensino Médio</b>	12,0% 906.585 reprovações	6,6% 498.051 abandonos	81,5% 6.171.032 aprovações

**Figura 1:** Censo Escolar Inep dos três níveis escolares (QEDU, 2016).

A Figura 2, apresenta detalhadamente o cenário de evolução de reprovado, abondonados e aprovados ano a ano, deixando clara as estatísticas que mostram a necessidade de atenção, o sexto ano apresenta um alto índice de reprovação e o índice mais alto comparados com os demais de abono dos alunos.

Anos Iniciais	Reprovação	Abandono	Aprovação
1º ano EF	1,3% 37.270 reprovações	0,9% 25.803 abandonos	97,8% 2.803.847 aprovações
2º ano EF	2,5% 74.688 reprovações	0,6% 17.925 abandonos	96,9% 2.894.883 aprovações
3º ano EF	10,7% 352.355 reprovações	0,9% 29.638 abandonos	88,4% 2.911.043 aprovações
4º ano EF	7,2% 228.931 reprovações	1,1% 34.976 abandonos	91,7% 2.915.691 aprovações
5º ano EF	6,8% 211.820 reprovações	1,2% 37.380 abandonos	92,0% 2.865.795 aprovações
Anos Finais	Reprovação	Abandono	Aprovação
6º ano EF	14,0% 478.964 reprovações	3,2% 109.478 abandonos	82,8% 2.832.728 aprovações
7º ano EF	12,1% 385.062 reprovações	3,0% 95.470 abandonos	84,9% 2.701.798 aprovações
8º ano EF	10,2% 288.771 reprovações	3,0% 84.933 abandonos	86,8% 2.457.383 aprovações
9º ano EF	8,6% 242.078 reprovações	3,1% 87.261 abandonos	88,3% 2.485.518 aprovações
Ensino Médio	Reprovação	Abandono	Aprovação
1º ano EM	17,3% 516.715 reprovações	8,6% 256.864 abandonos	74,1% 2.213.210 aprovações
2º ano EM	10,7% 260.756 reprovações	6,1% 148.655 abandonos	83,2% 2.027.555 aprovações
3º ano EM	6,0% 129.115 reprovações	4,3% 92.533 abandonos	89,7% 1.930.267 aprovações

**Figura 2:** Censo Escolar Inep todos os anos. (QEDU, 2016).

Tendo em vista que aplicações em Realidade Virtual vem sendo estudadas, compartilhadas em pesquisas e aplicadas em diversas áreas, assim como ocorre no cenário apresentado na Figura 3, distintas soluções podem ser propostas para promover a transformação digital em ambientes educacionais. Tal transformações digitais podem ser concebidas pelo uso de tecnologias, como Realidade Virtual e outras, no ensino de conteúdos e na avaliação de atividades dentro da sala de aula.

Tais aplicações de Smart Education podem servir de apoio nas salas de aulas de escolas que prezam a adoção de novas experiências e tecnologias para facilitar o aprendizado da Matemática e outras disciplinas.



**Figura 3:** Utilização de Realidade Virtual (CARON, 2017).

A tecnologia está presente no cotidiano, mas ainda não foi incorporada ao currículo como proposta pedagógica, sendo assim, não cumprindo com um dos princípios da educação segundo os PCN, BRASIL (1998), que consta o compromisso de desenvolver no aluno, habilidades para a utilização de diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e estabelecer conhecimentos.

Já é realidade o uso de Realidade Virtual nas escolas, a Google lançou em 2015 um programa que leva o Cardboard, óculos compostos de papelão e uma lente que possibilita experimentar a Realidade Virtual, o programa chamado Expedição, faz com que os alunos possam explorar o mundo sem sair da sala

de aula. Ele permite que o professor seja um guia para mostrar aos alunos coleções de imagens em 360° e 3D, destacando pontos de interesse de cada disciplina (GOOGLE, 2017).

#### 1.4 MOTIVAÇÃO

Esta pesquisa que pretende aplicar uma abordagem de Smart Education por meio de uma aplicação de Realidade Virtual é motivada pela dificuldade encontrada na aprendizagem de Matemática no ensino fundamental. Estudos apontam que tais dificuldades são fatores que contribuem com a baixa motivação e até mesmo ausência e desistência de alunos no ensino fundamental (MINUZZI; CAMARGO, 2009).

Sabendo-se dessas dificuldades, a proposta desta pesquisa visa apoiar e incentivar o ensino de Matemática por meio de soluções de tecnologia com recursos de Realidade Virtual. Dessa forma, conteúdos antes explorados de forma teórica, no modelo tradicional de aulas, podem ser explorados com tecnologia e inovação. Atividades, exercícios e desafios podem tornar o ensino e a aprendizagem mais lúdica e colaborativa, eliminando parte das dificuldades ao se trabalhar Matemática no ensino fundamental (CARON, 2007).

#### 1.5 PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO

Ao concluir esta pesquisa, espera-se ter um material de apoio a profissionais nas áreas de educação, com foco em Matemática, porém também de interesse para profissionais de tecnologia e desenvolvimento de software. Os assuntos abordados e os desenvolvimentos realizados irão compor um documento de apoio com os resultados identificados por esta pesquisa. Além do referencial teórico, também serão apresentadas as etapas realizadas para a concepção, a modelagem e o desenvolvimento de uma aplicação baseada em Realidade Virtual.



Dessa forma, pretende-se contribuir com uma solução para ambientes educacionais, unindo tópicos de Matemática, do ensino fundamental, com uma abordagem para transformar a educação por meio de um processo de aprendizagem tecnológico e inovador.

## 1.6 METODOLOGIA DE PESQUISA

Os primeiros passos da pesquisa serão alcançados por uma revisão da literatura que discorra sobre os conceitos gerais da área de Smart Education, Aprendizagem em Matemática e Realidade Virtual. Posteriormente, será conduzida uma análise dos principais estudos já realizados que exploram o contexto de Smart Education, bem como de Realidade Virtual para apoiar a aprendizagem de Matemática no ensino fundamental.

Após a revisão da literatura e da investigação sobre as pesquisas que se relacionam a este trabalho, será proposta uma aplicação para apoiar a aprendizagem de conceitos e conteúdo de Matemática por meio de Realidade Virtual.

Um cenário para avaliação experimental será definido, possibilitando adotar, na prática, a aplicação de Realidade Virtual na aprendizagem e atividades de Matemática com alunos do ensino fundamental.

Ao concluir os desenvolvimentos e avaliações experimentais, serão relatados e discutidos todos os resultados obtidos, bem como as dificuldades e os desafios identificados. Dessa forma, futuras pesquisas poderão se basear nas experiências compartilhadas com esta pesquisa.

Por fim, trabalhos futuros serão listados para sugerir evoluções, interação com novas tecnologias, como inteligência artificial, realidade aumentada, realidade mista, projeção holográfica e quais quer melhorias e novas atividades nos contextos de que possa auxiliar uma escola tradicional a adotar o conceito de Smart Education e Realidade Virtual.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho será composta das seguintes partes:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Neste capítulo, será contextualizada a pesquisa de maneira ampla, apresentando uma introdução, os objetivos gerais e específicos, as motivações e as justificativas, bem como a metodologia de pesquisa adotada.
- **Capítulo 2 – Aprendizagem em Matemática Fundamental:** Neste capítulo, será conduzida uma revisão em pesquisas que se relacionam ao tema de Smart Education para investigar o uso de tecnologias no processo de aprendizagem e educação.
- **Capítulo 3 – Smart Education:** Neste capítulo, será abordado, como as escolas tradicionais podem se atualizar e quais benefícios essa repaginação traz para educação.
- **Capítulo 4 – Realidade Virtual:** Neste capítulo, serão apresentados conceitos de Realidade Virtual, relacionando os recursos e as tecnologias disponíveis para sua implementação.
- **Capítulo 5 - Proposta de Trabalho:** Neste capítulo, será proposto e modelado uma aplicação com os fundamentos de Realidade Virtual para o contexto de aprendizagem de Matemática no ensino fundamental, contribuindo com soluções na área de Smart Education.
- **Capítulo 6 – Desenvolvimento do Trabalho:** Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os artefatos desenvolvidos por esta pesquisa, bem como os resultados de uma avaliação experimental da solução de RV implementada para Matemática.
- **Capítulo 7 – Conclusão:** Neste capítulo, serão revisitados os principais tópicos desta pesquisa, bem como os resultados identificados por meio do projeto desenvolvido e experimentado.

## 2. APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA FUNDAMENTAL

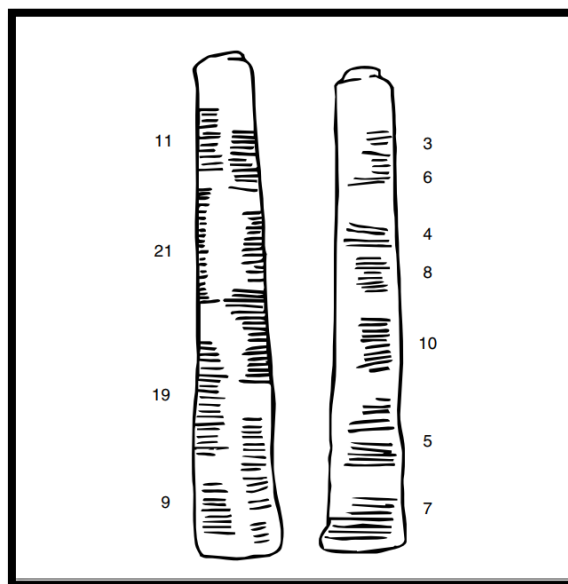
Contar e medir são as primeiras manifestações de cálculos matemáticos e seu desenvolvimento até que se consolidou como números e operações, das formas geométricas, das estruturas e regularidades, da variação, do acaso e da incerteza. A Matemática é uma das ciências mais antigas, do mesmo modo é a uma das disciplinas mais antigas dos currículos escolares, ela trabalha com objetos e relações abstratas, diferem das demais disciplinas que contemplam o entendimento de ciência sobre o mundo, natural ou social, ela é uma ciência que nos permite o entendimento e representar o mundo, é ferramenta que dá formas de agir sobre ele e resolver problemas que encontramos podendo prever e controlar resultados de nossas ações (PONTE, 2007).

### 2.1 PRIMORDIO DA MATEMÁTICA

Pode se imaginar que a matemática tem apenas um criador, porem na realidade há muitos nomes e etnias que contribuíram e contribuem até hoje para evolução da matemática. Uma lenda que ronda em torno da palavra cálculo, que por curiosidade vem do latim *Calculus* que significa pedrinha, conta que um pastor, para controlar seu rebanho, associava as pedras que guardava dentro de um recipiente a cada ovelha que saia e ao retorno de cada ovelha ele retirava a pedra do recipiente, se ao final do dia sobrasse pedra significava que alguma ovelha havia se perdido. Isto se dá o nome de correspondência termo a termo, nada mais é a associação de cada elemento do conjunto. Esta é a base de qualquer sistema de numeração e permite comparar o tamanho dos conjuntos (VALENTE, 2007).

Segundo fato interessante foi descoberto em 1950 pelo arqueólogo belga Jean de Heinzelin, na região de fronteira do Zaire e Uganda, este local ganhou o apelido Marcas do Osso de Lobo, o osso contém 57 marcas profundas, sendo que duas delas são mais longas e separam um grupo de 25 de um grupo de 30 marcas, supostamente correspondentes ao número de presas de um caçador.

Pouco se sabe sobre os povos dessa região à essa época, pois eram populações nômades que deixaram pouquíssimos vestígios, provavelmente registro de um povo que viveu às margens do lago Edward em alguma época entre 9000 e 6500 A.C. Entre arpões de pesca e outros instrumentos, estava o osso com inscrições que podemos observar no diagrama na figura 4 (AIRES, 2010).



**Figura 4:** Esquemática dos padrões de marcas no osso de Ishango (ARIES, 2010).

Assim é possível reconhecer que a utilidade da matemática básica é fundamento para toda e qualquer ação futura no cotidiano de uma pessoa, exemplo da Figura 4, onde a simplicidade do controle a partir da necessidade trouxe a matemática complexa e suas vertentes que se fazem necessárias. Uma base sólida traz uma formação que permita aos alunos compreender e utilizar a Matemática, nas diferentes disciplinas em que ela é necessária, além da escolaridade, na profissão e na vida pessoal em sociedade. Uma formação que cause nos alunos uma visão adequada da Matemática e da atividade matemática e o reconhecimento da subvenção para o desenvolvimento científico e tecnológico e da sua importância cultural e social em geral (ARIES, 2010).

## 2.2 DESAFIO DO ENSINO DA MATEMÁTICA

A matemática é tratada como uma disciplina com resultados precisos com métodos infalíveis, regido por elementos fundamentais com operações aritméticas, procedimentos algébricos, definições e teoremas geométricos. A metodologia tradicional praticada com frequência nos dias atuais no ensino da matemática, não seguem o desenvolvimento tecnológico da sociedade, exigindo dos alunos um excesso de técnicas operatórias, assim acabando com a criatividade nesse período de formação do aluno (PRADO, 2000).

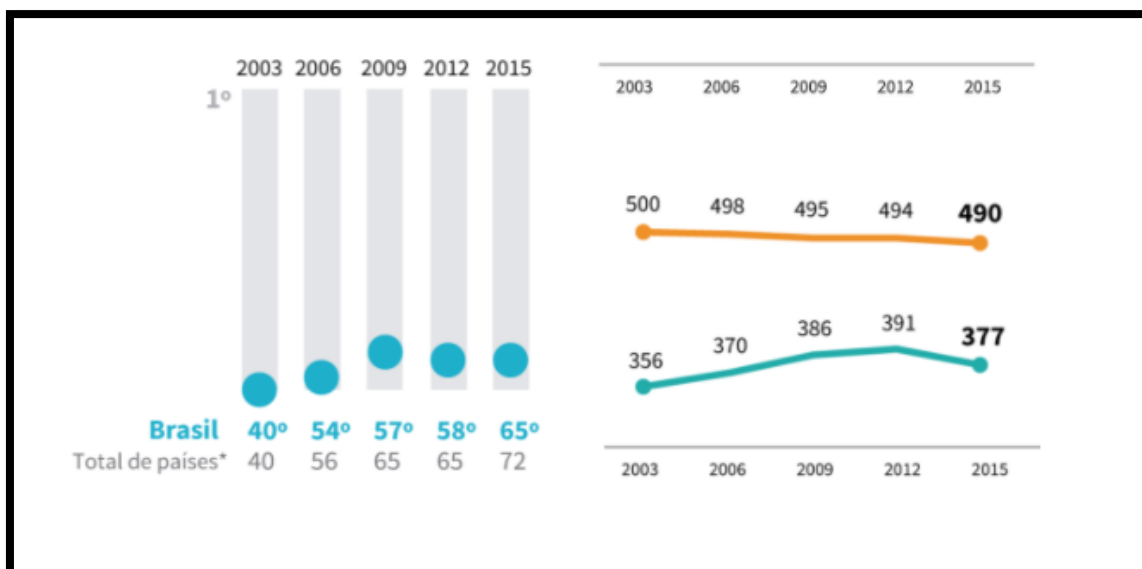
Além dos livros didáticos e metodologia pedagógica que estão em descompasso com o mundo moderno, a tecnologia e o ensino da Matemática não conseguem entrar em sincronia nesse momento onde as tecnologias como computadores, smartphones, smartwatches e demais tecnologias que emergem a cada minuto, se tornando cada vez mais presentes nas atividades do dia a dia. E por esse grande avanço, a matemática não consegue acompanhar e ser introduzida na aprendizagem do aluno (SOUSA, 2011).

O desafio está em trazer toda essa tecnologia que está beneficiando o dia a dia para dentro de sala de aula, muito mais que apenas trazer estes elementos para dentro das aulas, trazê-las com eficiência e que sejam efetivas na aprendizagem nos anos iniciais, minimizando esta lacuna que se vê hoje entre metodologias pedagógicas ultrapassadas e engessadas, com essa tecnologia que avança a passos largos quase na velocidade da luz (LIBANEO, 2006).

## 2.3 DESEMPENHO DA MATEMÁTICA NO BRASIL

O Brasil tem tomado medidas pouco eficientes para aprimorar o sistema educacional e a metodologia pedagógica, bem como as condições do corpo docente e da infraestrutura das escolas. Em paralelo, muitos estudos com foco nos resultados de avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA, vêm sendo realizados para encontrar as causas dos resultados negativos obtidos (CÁRIA, 2015).

No Pisa de 2015 o Brasil teve um desempenho baixo, representando a situação delicada em que o ensino transparece, pois, o país está entre os piores do mundo nas disciplinas de ciências, matemática e leitura. Já em matemática o Brasil obteve seu pior resultado, 65º lugar no ranking. A nota média dos alunos brasileiros foi de 377 enquanto que a média dos outros países foi de 490, uma diferença de 113 pontos, como apresentado na Figura 5 (PISA, 2015).



**Figura 5:** Desempenho em Matemática no Brasil e relação a outros países. (PISA, 2015).

O Pisa - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - é um exame que avalia a cada três anos o desempenho de estudantes de 15 anos em leitura, matemática e ciências em todo o mundo. O Brasil está entre os piores lugares do ranking desde o ano 2000 e caiu nas notas das três disciplinas na edição de 2015 (PISA, 2015).

### 3. SMART EDUCATION

#### 3.1 CONCEITO DE SMART EDUCATION

Por maior que seja os esforços para evolução é a modernização da metodologia educacional, a definição de Smart Education não é clara e consistente nos dias de hoje. Pesquisadores multidisciplinares e profissionais educacionais estão frequentemente debatendo o conceito de aprendizagem inteligente. Alguns pontos já foram discutidos em revisões literárias, Hwang (2014), entende que a aprendizagem inteligente é uma aprendizagem que contém várias vertentes em contexto. Para Swank (2010), a aprendizagem inteligente tem alguns pontos que devem ser levados em consideração. Primeiro, é focado em alunos e conteúdo mais do que em dispositivos. Em segundo lugar, é uma aprendizagem efetiva, inteligente e adaptada, baseada em infraestrutura de TI avançada, a tecnologia tem um papel importante no apoio à aprendizagem inteligente.

Middleton (2015), também estipula os aspectos centrados no aluno do aprendizado inteligente e como ele se beneficia com o uso de tecnologias inteligentes. As tecnologias pessoais e inteligentes tornam os aprendizes envolvidos em sua aprendizagem e aumentam sua independência de maneiras mais abertas, conectadas e aumentadas por contextos cada vez mais profundos.



**Figura 6:** Alunos de São Paulo, navegam com o Google Expeditions (GOOGLE BRASIL, 2018).

Maior integração social dos alunos unido com o uso de novas tecnologias pode ajudar a resolver alguns problemas sociais encontrados nas salas de aula. Alunos mais tímidos podem ser estimulados a sair do isolamento com o auxílio de estímulos mais dinâmicos, assim como aqueles que enfrentam dificuldades com matérias como matemática, por exemplo, podem sentir-se mais confiantes ao descobrir novas habilidades com o auxílio da tecnologia.

A tecnologia de realidade virtual pode se adaptar a diferentes necessidades e estilos de aprendizagem de cada estudante. Além disso, a presença de métodos mais interativos de estudo pode criar ótimas oportunidades para trabalhos em grupo (GOOGLE BRASIL, 2018).

### 3.2 DESAFIO DE DESENVOLVER SMART EDUCATION

A educação inteligente é um novo modelo na educação mundial, o objetivo dessa educação é melhorar a aprendizagem da qualidade de vida do aluno. Focando em uma aprendizagem contextual, individual e perfeita para agenciamento a inteligência dos alunos emergentes e auxiliar sua capacidade de resolução de problemas em ambientes avançados. Com o desenvolvimento de tecnologias e dentro de uma sociedade moderna, a educação inteligente enfrentará muitos desafios, como a teoria pedagógica, a liderança tecnológica educacional, a liderança de aprendizado dos professores, as estruturas educacionais e a ideologia educacional (SHIN, 2011).

*Smart City* toma proporção na sociedade, esse crescimento exige uma carga de pessoas capacitada de desenvolvam tecnologias inteligentes que dependem de requisitos da Smart Education com base na *Smart City* para serem promovidos. O objetivo geral da educação inteligente na arquitetura da cidade inteligente é acomodar a todos os serviços personalizados e a uma experiência de aprendizagem ideal. A aprendizagem acontece em qualquer lugar e a qualquer momento e produz muitos dados comportamentais dos envolvidos. Como integrar os dados de diferentes cenários em *Smart City* e desenvolver uma



educação concentrada nas necessidades que as cidades exigem, este é um grande desafio para os educadores, terem o intuito de proporcionar dentro de sala experiências que refletem um aprendizado contínuo e um serviço personalizado para os alunos. O serviço de aprendizagem interligado e integrada e a experiência entre o sistema de Smart Education e outros sistemas de cidade *Smart* que ganham destaque no desenvolvimento de novas tecnologias para a sociedade (HOLLANDS, 2008).

Ambientes inteligentes de aprendizagem podem suavizar a responsabilidade cognitiva dos alunos, assim, os capacitam a se concentrar na criação de sentido e facilitar a construção da ontologia. Além disso, a experiência de aprendizagem dos alunos pode ser aprofundada e estendida e, assim, ajudar o desenvolvimento dos alunos em todas as habilidades necessárias como afetiva, intelectualmente e fisicamente. Os alunos podem aprender com flexibilidade e trabalhar de forma colaborativa em ambientes de aprendizagem inteligentes.

### 3.3 REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO

A Educação é um processo de descoberta, exploração, constante construção do conhecimento e de observação, características específicas da Realidade Virtual possibilitam transformá-la em um prestigioso instrumento a favor da pedagogia que almejam o desenvolvimento e reestruturação da educação. O que parecia impossível ser realizado ou presenciado dentro das escolas, podem hoje possibilitar novas experiências, tornando uma realidade com a Realidade Virtual. É possível estar, conhecer, explorar e constituir um novo conceito do que é processo educacional (BRAGA, 2001).

O potencial do RV, traz a condição de desenvolver um ambiente virtual específico para o desenvolvimento do conteúdo, assim como já é utilizada em outros segmentos, utilizando da imersão para alavancar a absorção de conteúdo de uma maneira inovadora.

Atributos da Realidade Virtual, fazem dela uma ferramenta ideal para as diversas situações e contextos de pesquisa a aprendizagem, cada indivíduo tem sua

particularidade, reagem de maneiras diversas a estímulos no momento da absorção de conteúdo, como estímulos visuais, verbais, alguns respondem de maneira positiva quando são instigados a explorar, outros a dedução e investigação. É experiência o que a RV traz embarcado em seu conceito, podendo atender a cada necessidade em maneiras diferentes. O usuário é envolvido e totalmente imerso no ambiente virtual, ele poderá desenvolver um comportamento natural e intuitivo, buscando agir como agiria no mundo real e por meio da interação receber resposta ideal para suas ações.

### 3.4 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EDUCACIONAIS

#### 3.4.1. ZSPACE

As imagens 3D semelhantes a um holograma oferecem novas formas de estudar modelos educacionais em ciência e outros assuntos. O ZSpace criou um tablete que usa uma caneta e óculos para permitir que os alunos tenham experiências de aprendizado interativas. Esta tecnologia torna a educação mais imersiva e cativante, mas também pode fornecer modelos mais específicos para estudantes em áreas profissionais, como medicina e engenharia.



**Figura 7** - Kit ZSpace utilização em anatomia (ZSPACE, 2018).

Na Figura 7, a aluna consegue obter uma imagem virtualizada na anatomia do sapo.

### 3.4.2. KIT GOOGLE EXPEDITION

O Expedições é uma ferramenta de ensino com realidade virtual. Para interação do usuário, a Google lança esse programa para possibilitar a imersão no aluno diversos locais. São quase 500 expedições disponíveis (GOOGLE, 2017).



**Figura 8:** Utilização do Kit Google Expeditions – Material de Divulgação (GOOGLE,2017).

Os alunos podem explorar o mundo sem sair da sala de aula. Ele permite que o professor seja um "guia" para mostrar aos alunos coleções de imagens em 360° e 3D, destacando pontos de interesse, onde a interação e a imersão impulsionam a aprendizagem, exemplo na Figura 8. O material conta com um Kit completo desde a parte de hardware e software, até o suporte para o professor ministrar suas aulas.

### 3.4.3 AMBIENTE DE APRENDIZAGEM VIRTUAL

Ambiente virtual de Aprendizagem - AVA é o ambiente digital de alto nível que realiza a conscientização do aprendiz, reconhece a característica do aprendiz, fornece recursos de aprendizagem adaptativos e ferramentas interativas convenientes, processa técnicas de aprendizagem automaticamente e avalia resultados de aprendizagem. Seu objetivo é apoiar uma aprendizagem fácil, comprometida e efetiva para os alunos (CAMPANA, 2008).

**Figura 9:** Ambiente Virtual de Aprendizagem, Processos Gerenciais Uninter (UNINTER, 2018).

O acesso pode ocorrer a qualquer hora e em qualquer lugar por meio da utilização de dispositivos tecnológicos, assim como apresentado a ferramenta na Figura 9. O aspecto consciente do contexto desempenha um papel importante em ambientes de aprendizagem que podem oferecer suporte para oferecer um serviço de aprendizado adequado aos alunos, geralmente o ambiente de aprendizagem é eficaz, eficiente e envolvente. O aluno é o condutor da ferramenta é ele quem dita a velocidade aprendizagem, esse é o principal objetivo do ambiente de aprendizagem inteligente, a de fornecer serviços de autoaprendizagem, auto motivados e personalizados (UNINTER, 2018).

## 4. REALIDADE VIRTUAL

### 4.1 DEFINIÇÃO

Realidade Virtual tem seu início com o fundador da VPL Research Inc., Jarin Lanier, que no início da década de 80, desenvolveu trabalhos que diferenciavam simulações de ambientes reais feitos em computador, a simulação englobava múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (ARAUJO, 1996).

Pimentel (1995) discorre que a Realidade Virtual (RV) é o uso de tecnologia avançada para dar a sensação ao usuário que está em um outro ambiente real, promovendo a sua envoltura por completo nesse ambiente criado por recursos computacionais.

Lévy (1993) afirma que a realidade virtual a partir de um dispositivo que garante a comunicação entre dois sistemas informáticos diferentes ou um sistema informático e uma rede de comunicação, administram os fluxos de informação para criar um ambiente tridimensional.

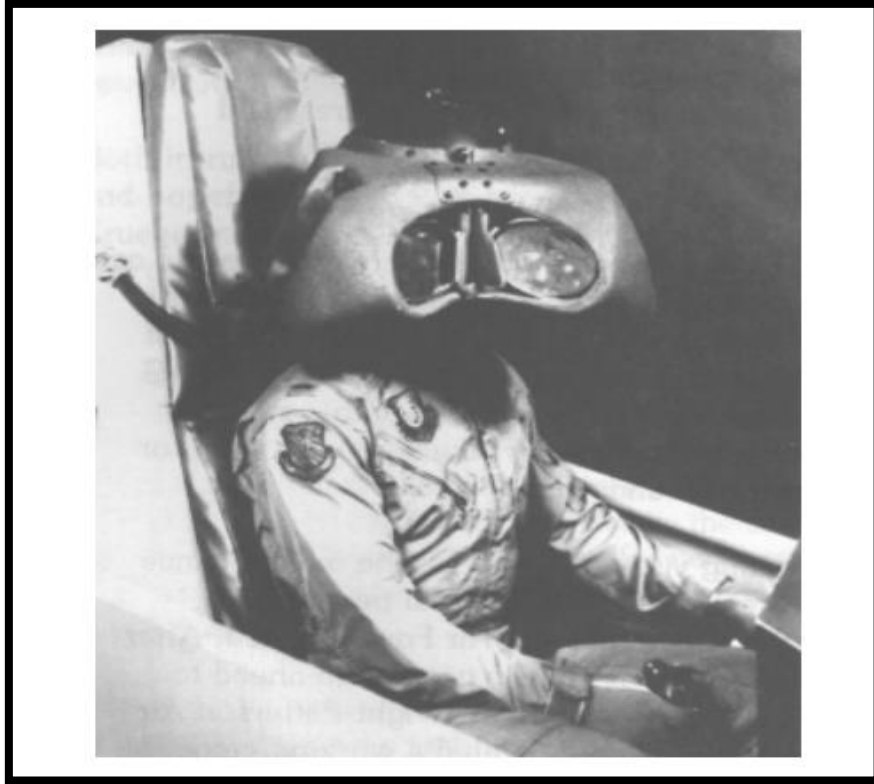
### 4.2 CONCEPÇÃO E EVOLUÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL

As indústrias com o âmbito de atender a necessidade de suprir as exigências que o Pós-Segunda Guerra Mundial trouxeram, realizavam projetos para simuladores de voo, para atender a Força Aérea Norte América (JACOBSON, 1994). O Sensorama, teve sua contribuição partindo da indústria do enterramento, o Sensorama era um simulador, Figura 10, foi construído o projeto de cabine que atribuía filmes 3D, vibração mecânica, aromas, som estéreo e ventiladores que simulavam o movimento do ar. A união desses atributos proporcionava ao usuário a imersão em um ambiente multissensorial (PIMENTEL, 1995).

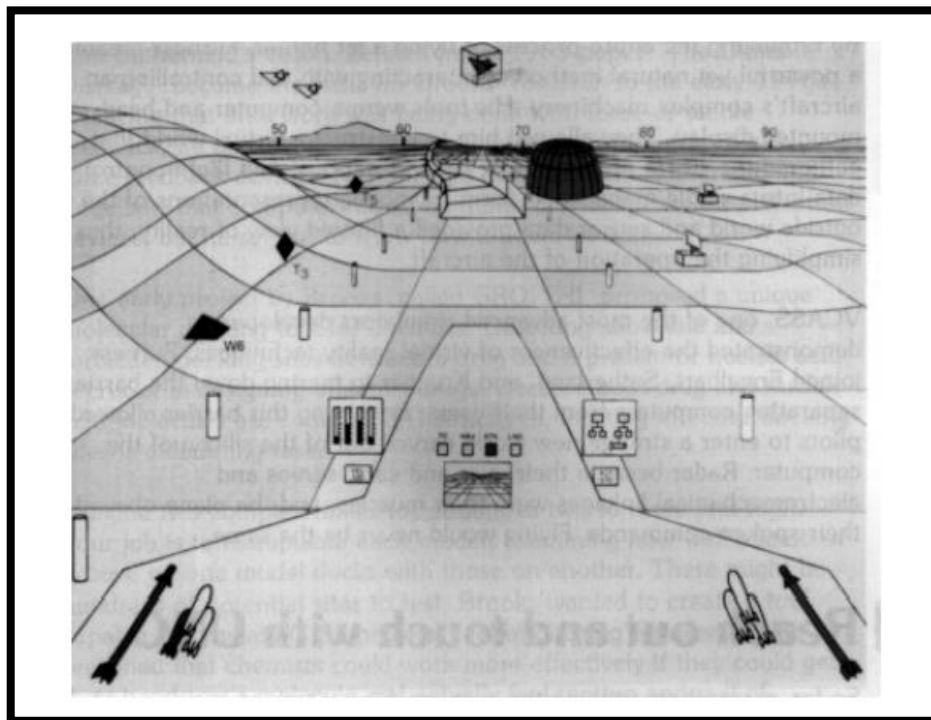


**Figura 10:** Protótipo do Sensorama (PIMENTEL, 1995).

Em 1982, Thomas Furness evidenciava para a Força Aérea Americana o VCASS - Visually Coupled Airborne Systems Simulator, dando o nome de Super Cockpit, Figuras 11 e 12. Era um simulador que usava computadores e vídeo- capacetes interligados para representar o espaço 3D da cabine de um avião, representando ações reais de guerra, Figuras10 (PIMENTEL, 1995).



**Figura 11:** Capacete do projeto Super Cockpit de Tom Furness (PIMENTEL, 1995).



**Figura 12:** Visão do ambiente gráfico do Super Cockpit (PIMENTEL, 1995).

Em 1958 a Philco desenvolve um par de câmaras remotas e um protótipo de um capacete com sensores que possibilitavam a quem estava usando, uma sensação de presença quando imerso no ambiente (COMEAU, 1961). Anos mais tarde esse protótipo é nomeado de Head Mounted Display, conhecido também por suas iniciais HMD.

Anos depois, em meio a 1965, Ivan Sutherland, que ficou conhecido por ser o pioneiro RV (HAND, 1994), iniciou na comunidade tecnologia os conceitos de desenhar objetos diretamente na tela do computador com o auxílio de uma caneta ótica, dando o pontapé a Computação Gráfica. Sutherland tornou-se o precursor da atual indústria de CAD e desenvolveu o primeiro vídeo-capacete totalmente funcional para ambientes gráficos de computador no projeto The Ultimate Display, Figura 13. O vídeo-capacete concedia ao usuário observar, movimentando a cabeça, os diferentes lados de um cubo representado em uma estrutura fio-de-arama flutuando no espaço (FISHER, 1990; MACHOVER, 1994).



**Figura 13:** Head-mounted display desenvolvido por Ivan Sutherland (HAND, 1994).

A NASA possuía um ambiente virtual, no final de 1986, que possibilitava a ordenação por comando de voz, manipular objetos virtuais por meio do movimento das mãos, escutar voz sintetizada e som em 3D. Todo esse avanço possibilitou que a realidade virtual pudesse ser comercializada e assim, tornando essa tecnologia acessível a qualquer pessoa, mesmo tendo um preço de



aquisição alto, sabendo que o mesmo precisaria sofrer muitos reajustes até que se pudesse praticar um valor justo e possível para a população.

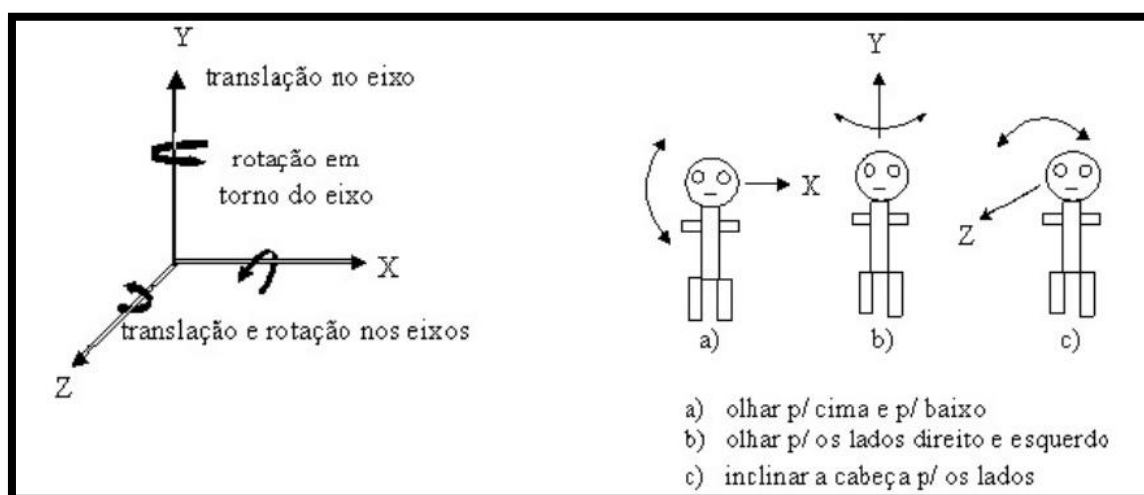
### 4.3 CARACTERÍSTICA DE UM AMBIENTE VIRTUAL

Um ambiente Virtual padrão deve conter atributos que possibilitem a indenização de algumas características, VINCE (2004), como:

- Tridimensional - O ambiente que em cerca do usuário é representado em três dimensões ou seja 3D e que tenham recursos que dão a ideia de que o ambiente tenha profundidade e que o usuário pode mover por meio dele.
- Imersivo - além do que visualizar imagem e escutar um display vindo de um monitor, o display precisa constituir a impressão de que se está dentro do ambiente criado virtualmente, ou seja com recurso do computador. Isto é possível com o uso de capacetes de visualização.
- Multissensorial - É uma modalidade sensorial usada para simular o espaço, como, sonoro, sentido visual, espacial, ou seja, de profundidade de reação do usuário com o local.
- Sintético - Significa que o ambiente é gerado em temporal por um sistema gráfico.
- Interativo - Acena à capacidade do computador identificar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações realizadas nele.
- Com presença – Descreve-se como sendo um sentido subjetivo, encarregado por dar ao usuário a impressão de que ele está fisicamente dentro do ambiente fictício.
- Realístico. Submerge a perfeição com que o ambiente virtual reflete os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente.

#### 4.4 MOVIMENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL

A movimentação no mundo virtual depende de vários fatores já que o dispositivo envolve técnicas não convencionais de entrada e saída. Na realidade virtual, assim como no mundo real, a navegação acontece no espaço tridimensional, sendo resultante da soma de movimentos de translação e de rotação, como em uma aeronave. Desloca-se nos três eixos cartesianos X, Y, Z e também rotacional em torno deles. Isto resulta no que se chama de 6 graus de liberdade sendo 3 de translação e 3 de rotação, conforme a Figura 14. Normalmente, usa-se a regra da mão direita para se tomar os valores positivos de translação e rotação. Para isto, com a palma da mão aberta voltada para a pessoa, dobra-se o dedo médio em 90 graus. O polegar corresponde ao eixo X, o indicador o eixo Y e o dedo médio o eixo Z. O sentido dos dedos é o sentido positivo de translação. Para verificar a rotação, coloca-se o polegar no sentido do eixo e a rotação positiva será aquela obtida com a rotação da mão no sentido dos outros dedos. Essa convenção é utilizada em muitos softwares de modelagem 3D (TORI, 2006).



**Figura 14:** Ideia de 6 graus de liberdade (TORI, 2006).

Para poder tolerar a navegação em tempo real, o sistema tem que ter desempenho suficiente para ler os sensores do dispositivo de navegação, posicionar o usuário no mundo virtual, realizar testes de colisão, se estiver

habilitado para isto, e calcular e mostrar a cena com o número de quadros por segundo apropriado.

## 5. PROPOSTA DO TRABALHO

A proposta deste trabalho é a Adoção de Realidade Virtual em Smart Education para apoio na Aprendizagem de Matemática, pretende-se observar qual é a evolução na aprendizagem do aluno e o quanto aplicado em forma de jogo, assim servira como uma importante ferramenta de apoio pedagógico com conceito de Smart Education para favorecimento e assimilação das informações e construção do saber. Espera-se mensura os níveis de aprendizagem na troca da pedagogia convencional, para utilização de uma tecnologia imersiva e interativa que o ambiente virtual traz, esses dados serão coletados e a aplicados na ferramenta de análise RStudio, que possibilitará uma melhor avaliação analítica dos resultados.

Com o apoio da plataforma Unity 3D Android SDK, que conta com um motor de jogos 3D e uma IDE para desenvolvimento, será utilizado a linguagem C Sharp Script e técnicas tridimensionais em ambientes imersivos.

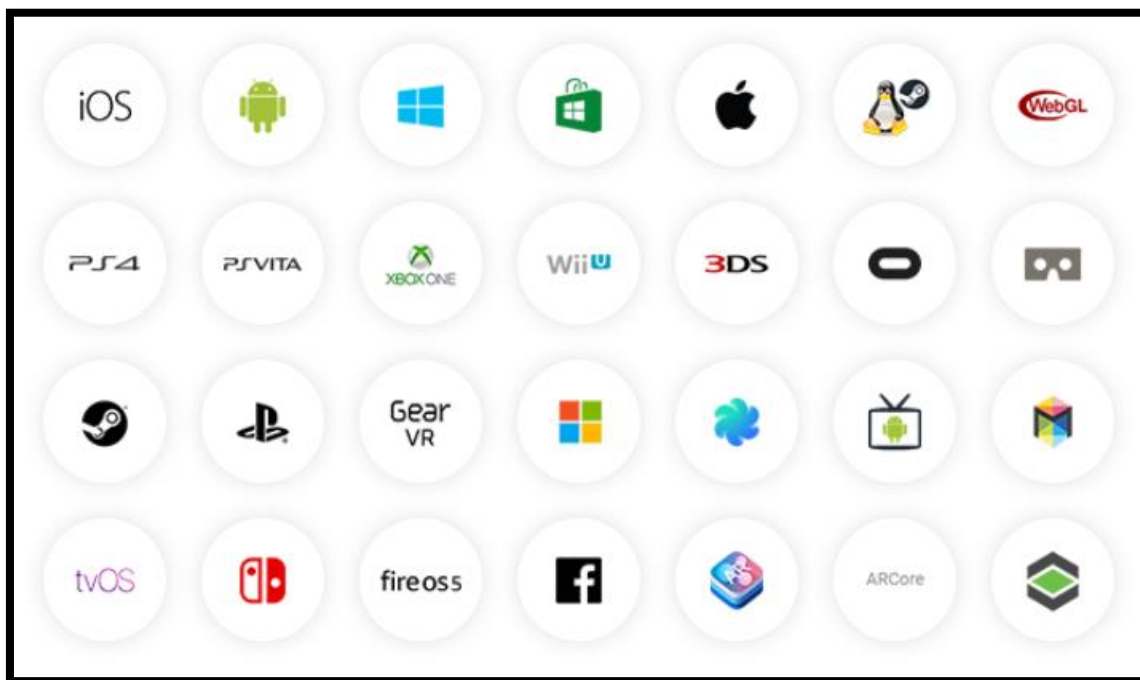
Após a finalização do projeto, pretende-se aplicar essa ferramenta em alunos que curse o ensino fundamental, avaliando a experiência da utilização da tecnologia de Realidade Virtual.

### 5.1 FERRAMENTAS

#### 5.1.1 UNITY 3D *ENGINE*

Para o desenvolvimento do projeto foi escolhido a *engine* Unity 3D, está no mercado desde 2005, software tem alta popularidade para o desenvolvimento de aplicações tridimensionais. Oferece um ambiente de desenvolvimento com ferramentas próprias para a criação de conteúdo 3D com possibilidade de

interação. Em sua cartilha oferece atualmente mais de 25 plataformas dispositivos móveis, desktop, console, TV, VR, AR e Web. A Unity 3D ainda suporta sistemas de iluminação, áudio, efeitos especiais e animação oferecendo ao usuário a viabilidade de testar e editar, simultaneamente, a aplicação que está sendo desenvolvida por meio de sua robusta IDE (UNITY, 2018).



**Figura15:** Suporte a Multiplataformas (UNITY,2018).

São vários os benefícios que o Unity traz, uma dela se dá por sua popularidade que contém uma documentação completa e a disponibilidade na comunidade Unity. Possui uma comunidade com milhares de membros e com uma grande diversidade de conteúdos capaz de auxiliar os desenvolvedores, desde os iniciantes até os mais experientes. Assim, contribuem resolução de imprevistos encontrados no desenvolvimento do projeto, contribuindo para maximização da produção (UNITY, 2018).

Todo ambiente 3D, arquitetura de aquisição e envio de dados e mecanismos de interação que compõem o SRV foram criadas utilizando a *engine*, com a importação de objetos tridimensionais e desenvolvimento de scripts. Várias animações estiveram criadas na própria ferramenta, como as transições de

câmeras, por exemplo, trabalhando em conjunto com animações desenvolvidas no software de modelagem (JUNIOR, 2016).

### 5.1.2 GOOGLE E ANDROID

A Google VR SDK possibilita a interação do projeto para ambientes tridimensionais desenvolvido no IDE do Unity, para um dispositivo móvel Android, utiliza uma estratégia para interagir com o ambiente virtual utilizando apenas um Trigger. Assim trazendo uma melhor experiência para o usuário final (GOOGLE VR, 2018).

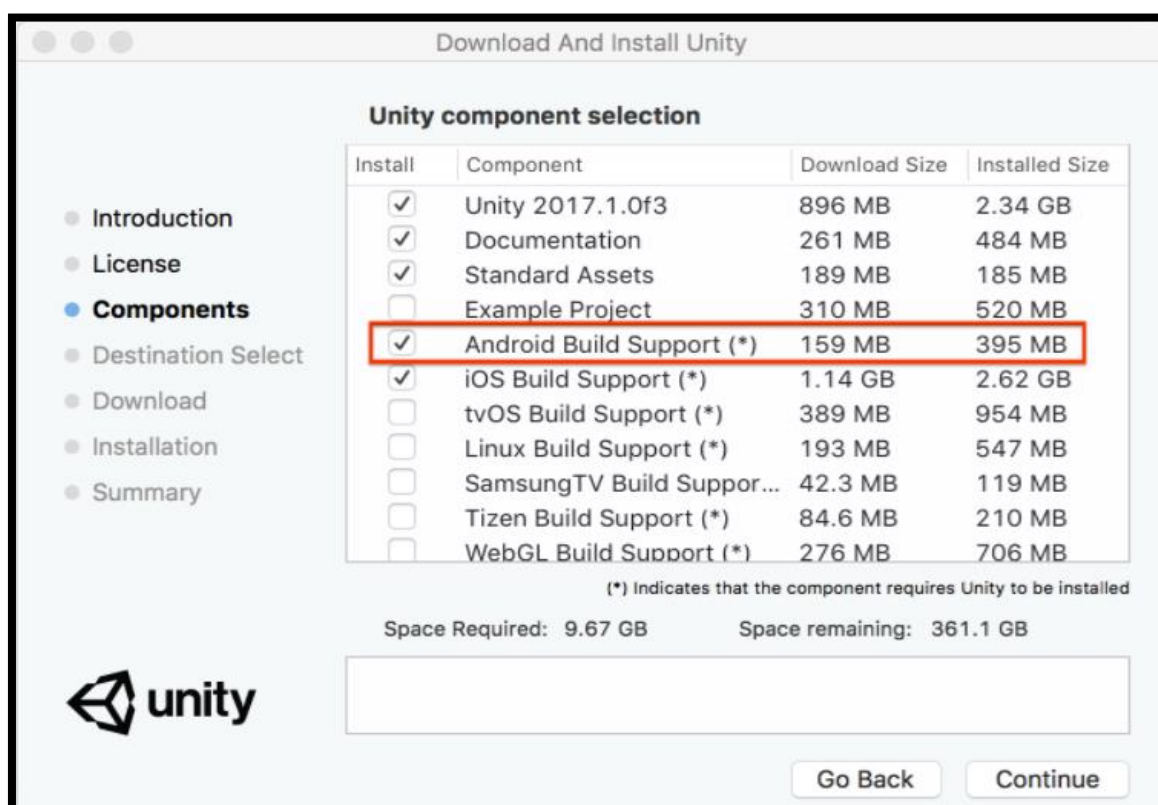


Figura 16: Instalação Android Build Support (GOOGLE VR, 2018).

## 5.2 PROJETO PROPOSTO

É pretendido ao longo do desenvolvimento, utilizar as técnicas de Realidade Virtual, onde o personagem em primeira pessoa será capaz de percorrer todo o terreno, contando com a temática de era medieval.

O jogo conta com uma estrutura de um vilarejo medieval, com duas armas disponíveis para o jogador interagir com a aplicação, para a utilização das armas é necessário adquirir munição no mercado do vilarejo que fica no final de um labirinto, o labirinto conta com painéis de desafios de raciocínio matemático fundamental, as respostas certas liberam a direção que está bloqueada por um grande caixote, acertando todas respostas é possível chegar até o mercado que está localizado no final do labirinto. Caso a respostas estiver correta o jogador retorna para fora do labirinto.

É pretendido ao logo do desenvolvimento, trabalhar com diversos elementos e técnicas tais como:

- Realidade virtual para dispositivos mobile: Utilizar componentes de Realidade Virtual que executem em dispositivos mobile.
- Mecanismos de locomoção no ambiente virtual: Utilizar técnicas de mecanismo de locomoção no terreno para movimentação tal como *RayCasting*.
- Seleção de objetos 3D por apontamento: Selecionar objetos e interagir utilizando *RayCasting* e *MashCollider*.
- Alvos para disparo com pontuação: Utilizando objetos 3D pré-fabricados para disparar flechas no alvo e contabilizar pontuação.
- Interface de Usuário para RV: Utilizar componente de Interface do Usuário para interagir com imagens de cálculos matemáticos.
- Sistema de Mercado e compra de itens: Através de Canvas um componente de Interface de Usuário, criar dois painéis para compra de munição.
- Configuração de Projeto para GoogleVR: Importar *Packages* e *Assets* para a configuração do ambiente de desenvolvimento.

- Criação de ambiente virtual medieval: Inserir objetos 3D no ambiente para caracterização de um ambiente de era medieval, tais como, muro, portões, construções e torres.
- Iluminação: Utilização de técnicas de iluminação para melhorar o sombreamento e iluminação do ambiente.
- Aprimoramento de cena: Utilizar técnicas de otimização e renderização da cena.
- Partículas: Utilizar efeitos para colisão de objetos
- Occlusion Culling: Oculta as imagens que não estão na direção da imagem.
- Manipulação de Objetos: Utilizar a inserção de objetos 3D no ambiente, tais como escala e orientação no plano cartesiano.
- Configuração de Projetos para Android: Preparar o ambiente de desenvolvimento para criação da *build*.
- Criação de Build: Transformar a aplicação do Unity em um arquivo executável em ambiente mobile.

### 5.3 ELEMENTOS DO PROJETO

Todos os elementos e componentes fazem parte de um *package* que está disponível na loja virtual do Unity e em um curso tutorial de Conceito de Realidade Virtual do professor Camilo Barreto.

Os elementos estarão em um terreno 70x70, modelado com componentes que otimizam a reprodução e manipulação de criação do ambiente de Realidade Virtual, contará com a distribuição de objetos 3D e componentes que construiram o ambiente tais como, árvores, casa, torres, muros, prédios e portões.

A parte de interação do ambiente ficará por parte de duas armas pré-fabricadas, que possibilitarão o jogador disparar munição em objetos que estão distribuídos no terreno, as flechas poderão atingir 3 alvos dispostos em um estande de tiros, o canhão poderá alvejar caixas que estão empilhadas.

A munição é limitada, para obter mais munição, será necessário passar por um labirinto, construído com cercas de madeira, alguns painéis utilizando componentes de UI – Interação com o Usuário serão espalhados em pontos estratégicos, eles contaram com cálculos matemáticos fundamentais, duas opções de resposta, a resposta do cálculo correto indica o caminho correto, que retira o obstáculo que impede a passagem, no caso de erro o jogador retorna para o início do labirinto, independentemente do local que estiver, ao final do labirinto encontra-se o mercado, onde é possível comprar mais munições e retornar para a entrada do labirinto.



## 6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A aplicação desenvolvida é um ambiente em Realidade Virtual, com temática da era medieval, por meio do ambiente de imersão, o objetivo é que sutilmente haja uma introdução de aprendizagem em matemática fundamental, painéis distribuídos em um labirinto serve de orientação para o usuário, cada painel mostra uma questão relacionadas ao raciocínio matemático fundamental, como adição, multiplicação, subtração e geometria.

Cada resposta correta indica a direção para chegar ao mercado no qual possível comprar munição para carregar as armas, que dão o direito de exploração do mapa e utilizar as armas para atingir os alvos.

Alguns conceitos foram fundamentais para o entendimento do ecossistema do Unity, que possibilita a criação de um ambiente de Realidade Virtual de alta complexidade.

*GameObject* é a base de todos os objetos em uma cena, onde as cenas também são uma *GameObject*, elas precisam de características para se tornarem um personagem, uma arma, um cenário, uma explosão ou um item. Considerando que são caixas vazias onde é possível adicionar diversos Componentes. Assim é possível adicionar diferentes combinações de Componentes ao *GameObject*. Inclusive criar componentes via script. Os principais Componentes que estarão contidos no projeto são:

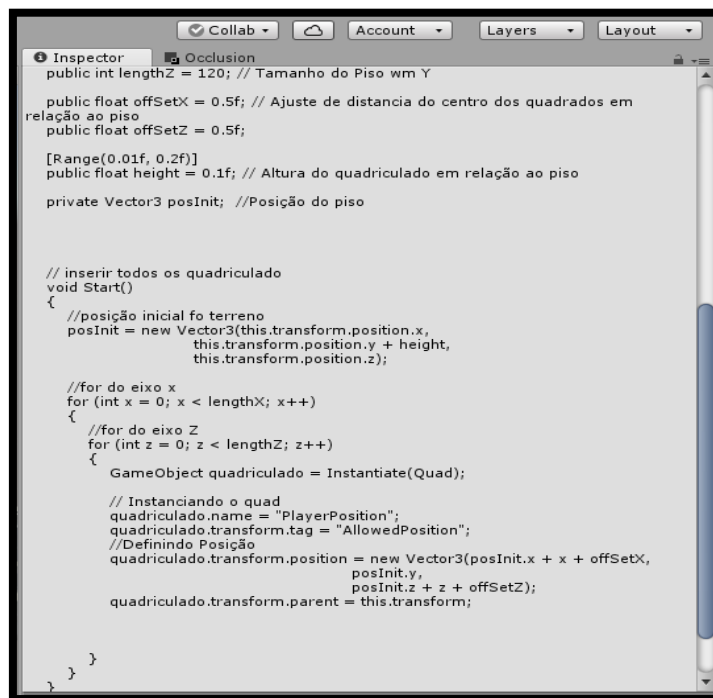
- *Transform*: Para armazenar a posição do objeto na Cena.
- *Câmera*: Delimita a área da Cena que será visível na tela
- *AudioSource*: Responsável por tocar sons no ambiente.
- *Rigidbody*: Responsável pela simulação física.
- *Collider*: Responsável pela detecção de colisão entre os objetos na cena.

- *Light*: Responsável pela iluminação da cena.
- *Renderer*: Responsável pela renderização de um objeto na tela.
- *MonoBehaviour*: Adiciona lógica aos objetos via Script.

## 6.1 MOVIMENTAÇÃO DO JOGADOR NO TERRENO

Levando em consideração que para a movimentação, precisamos de um toque na tela do celular, foi utilizada a técnica de divisão ortográfica, onde foi adicionado a todo o terreno uma malha que contém o componente *Collider*, que vai interagir com o *Raycasting*, que serve de orientação para a movimentação do jogador, as funções desses métodos são de armazenar uma posição atual e coletar uma nova posição levando o jogador de um ponto a outro.

Para o mapeamento do terreno foi utilizado o Script *TerrainMoveMechanism*, Figura 17, que preenche todo terreno ficando todo quadriculado assim facilitando a coleta de posição, logo a movimentação.



```

Inspector
Occlusion
public int lengthZ = 120; // Tamanho do Piso em Y

public float offsetX = 0.5f; // Ajuste de distancia do centro dos quadrados em
relação ao piso
public float offsetZ = 0.5f;

[Range(0.01f, 0.2f)]
public float height = 0.1f; // Altura do quadriculado em relação ao piso

private Vector3 posInit; // Posição do piso

// inserir todos os quadriculado
void Start()
{
    // posição inicial do terreno
    posInit = new Vector3(this.transform.position.x,
        this.transform.position.y + height,
        this.transform.position.z);

    //for do eixo x
    for (int x = 0; x < lengthX; x++)
    {
        //for do eixo Z
        for (int z = 0; z < lengthZ; z++)
        {
            GameObject quadriculado = Instantiate(Quad);

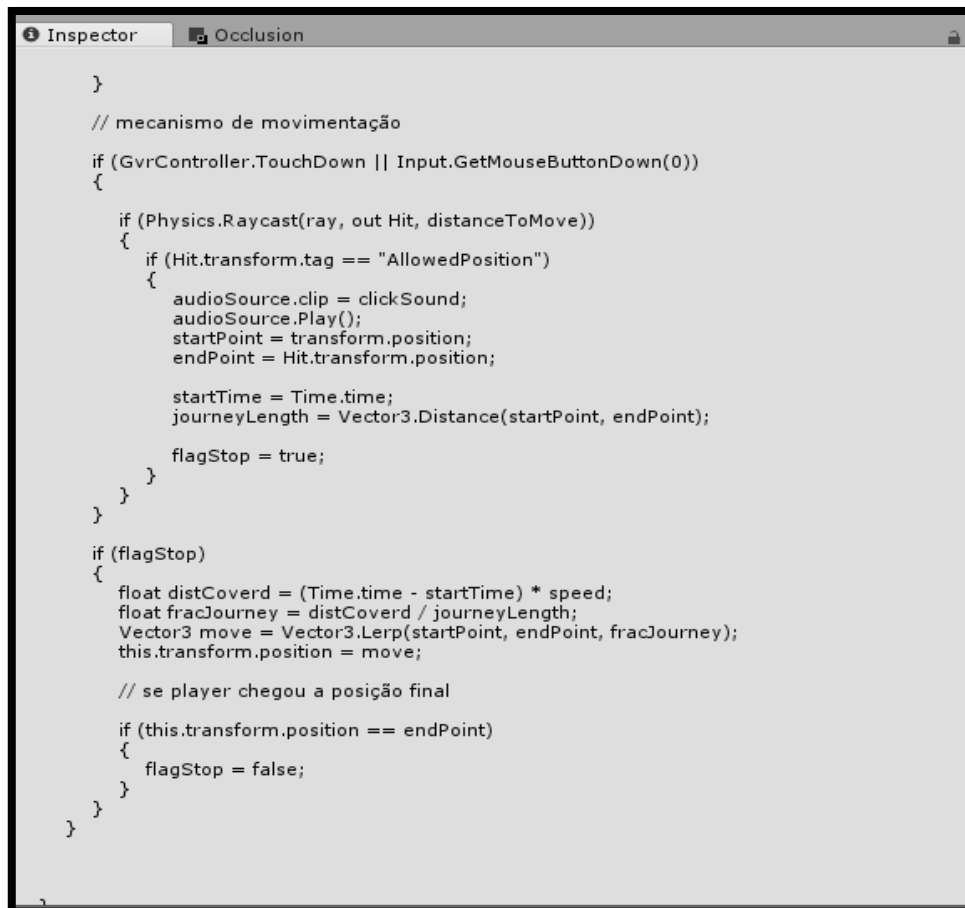
            // Instanciando o quad
            quadriculado.name = "PlayerPosition";
            quadriculado.transform.tag = "AllowedPosition";
            //Definindo Posição
            quadriculado.transform.position = new Vector3(posInit.x + x + offsetX,
                posInit.y,
                posInit.z + z + offsetZ);
            quadriculado.transform.parent = this.transform;
        }
    }
}

```

Figura 17: Script de *TerrainMoveMechanism*, mapeia o terreno com quadrados.

## 6.2 RAY CASTING

Ray Casting é um método de apontamento existente no Unity, que lança um raio originado do centro da câmera principal até um determinado objeto, que no nosso caso serão o no formato quadriculado espalhados pelo terreno, esse método foi utilizado dentro do Script RVPlayer que contém as funcionalidades referentes a mobilidade e ação do jogador. Na Figura 18, mostra o funcionamento do script que em um laço de *if*, a partir do apontamento da câmera e o clique da tela, é coletado a informação da posição inicial e posição final, onde o player se movimenta.



```

}

// mecanismo de movimentação

if (GvrController.TouchDown || Input.GetMouseButtonDown(0))
{
    if (Physics.Raycast(ray, out Hit, distanceToMove))
    {
        if (Hit.transform.tag == "AllowedPosition")
        {
            AudioSource.clip = clickSound;
            AudioSource.Play();
            startPoint = transform.position;
            endPoint = Hit.transform.position;

            startTime = Time.time;
            journeyLength = Vector3.Distance(startPoint, endPoint);

            flagStop = true;
        }
    }
}

if (flagStop)
{
    float distCoverd = (Time.time - startTime) * speed;
    float fracJourney = distCoverd / journeyLength;
    Vector3 move = Vector3.Lerp(startPoint, endPoint, fracJourney);
    this.transform.position = move;

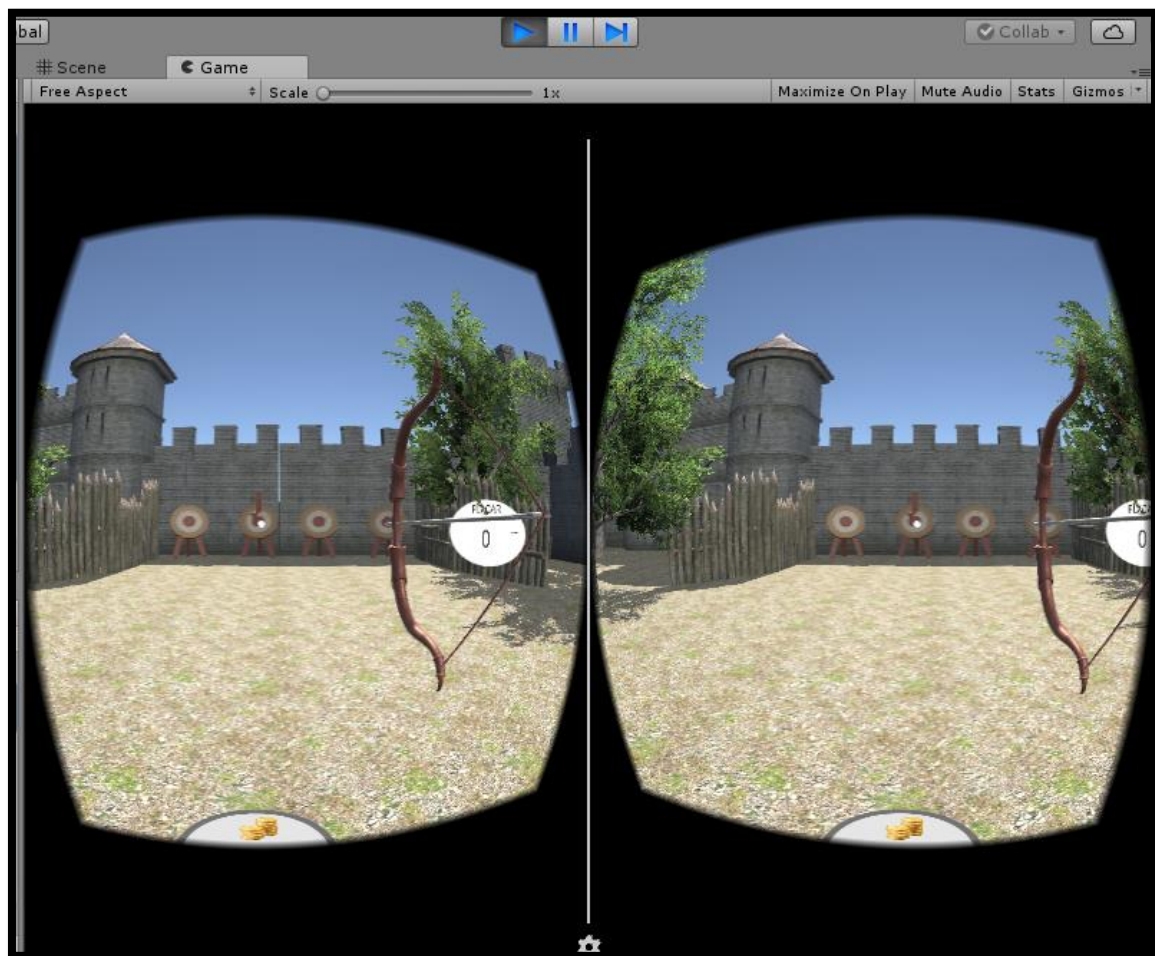
    // se player chegou a posição final
    if (this.transform.position == endPoint)
    {
        flagStop = false;
    }
}
}

```

**Figura 18:** Script do RVPlayer, faz a movimentação do jogador por meio do Ray Casting.

## 6.3 PREFABS

Prefabs são objeto pré-fabricado, são itens disponibilizados pelo Unity, permitem criar um modelo de componente, contendo texturas, transformações e scripts próprios que podem ser importados e reaproveitados em diferentes cenas na Figura 19, mostra a utilização do objeto *GvrViewerMain*, que transformará a saída da câmera principal da cena em um formato VR, com as divisões e transformações necessárias para funcionar corretamente em Óculos VR.



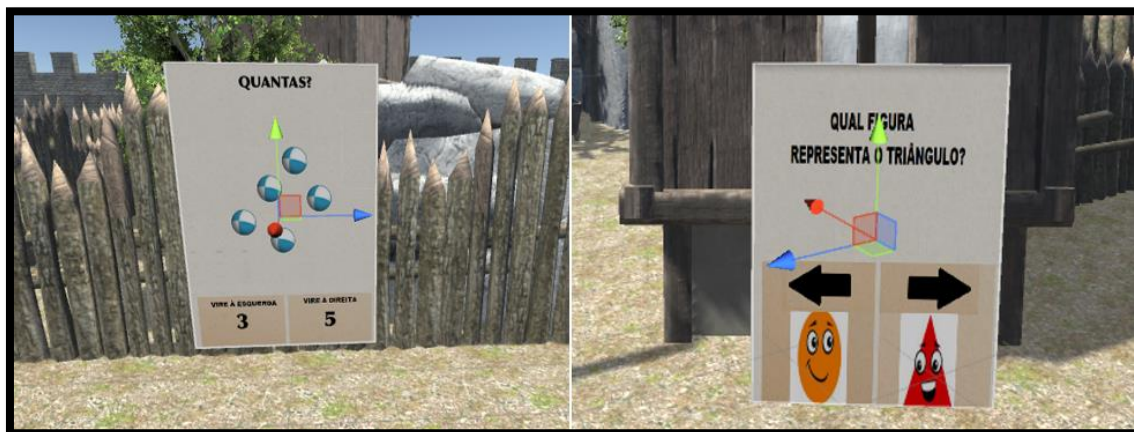
**Figura 19:** Prefab GVRViewerMain, máscara para projeção em óculos de Realidade Virtual.

O GVRViewerMain possibilita a visualização do objeto 3D, cada um dos nossos olhos enxerga uma imagem diferente do mundo. Com esta máscara na tela nossos olhos terão sua imagem levemente afastada, essa diferença de centímetros na sua face acaba gerando uma visualização diferente no

posicionamento dos objetos na sua mente, pois como cada olho está capitando a mesma imagem de perspectiva diferem ao unir a imagem em nosso cérebro é possível ter a visualização 3D.

#### 6.4 UTILIZAÇÃO DE CANVAS

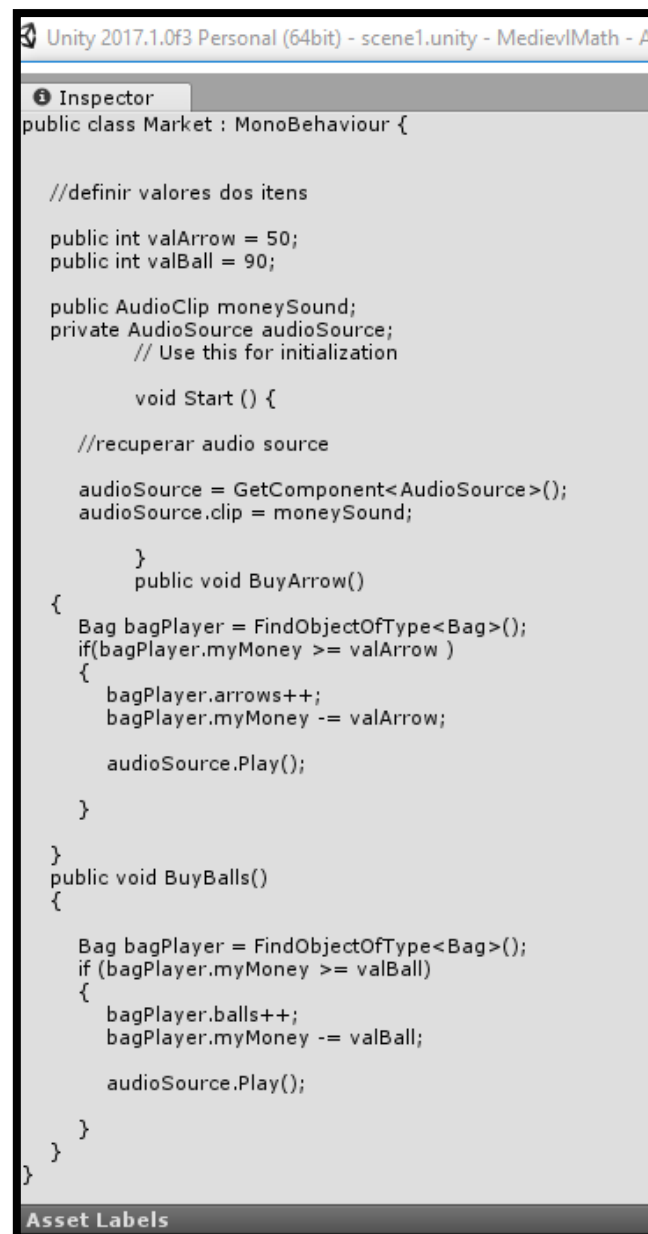
O elemento de Canvas é utilizado para renderização de tela, este elemento permite a interação do usuário, podendo adicionar botões, formas, texto e imagens, assim como na Figura 20. Cada Canvas dentro do labirinto, contém uma imagem que mostram os desafios, cada desafio contém um cálculo matemático, são duas respostas errada transporta o jogador para o início do jogo, a resposta certa retira o obstáculo que impede a passagem para chegar até o mercado dentro do labirinto.



**Figura 20:** Canvas com imagens que dão dicas para orientar o jogador.

## 6.5 MARKET BALL E MARKET ARROW

Utilizando duas interações de usuário por meio do Canvas, foi criado o mercado, no qual o jogador compra munição para poder interagir com as duas armas espalhadas no mapa.

The image shows a screenshot of the Unity Inspector window. The title bar reads "Unity 2017.1.0f3 Personal (64bit) - scene1.unity - MedievalMath - A". The Inspector panel is titled "Inspector" and displays the C# code for a class named "Market" which inherits from "MonoBehaviour". The code defines two public integer variables, "valArrow" (50) and "valBall" (90), and a public "AudioClip" variable "moneySound". It also has a private "AudioSource" variable "audioSource" with a comment "Use this for initialization". The "Start" method is used to retrieve the "audioSource" component and set its clip to "moneySound". There are two public methods: "BuyArrow()" and "BuyBalls()". "BuyArrow()" checks if the player's "myMoney" is greater than or equal to "valArrow", and if so, increments "arrows" and decrements "myMoney" by "valArrow", then plays "audioSource". "BuyBalls()" checks if "myMoney" is greater than or equal to "valBall", and if so, increments "balls" and decrements "myMoney" by "valBall", then plays "audioSource". The code is enclosed in curly braces for the class and methods. At the bottom of the Inspector, there is a section for "Asset Labels".

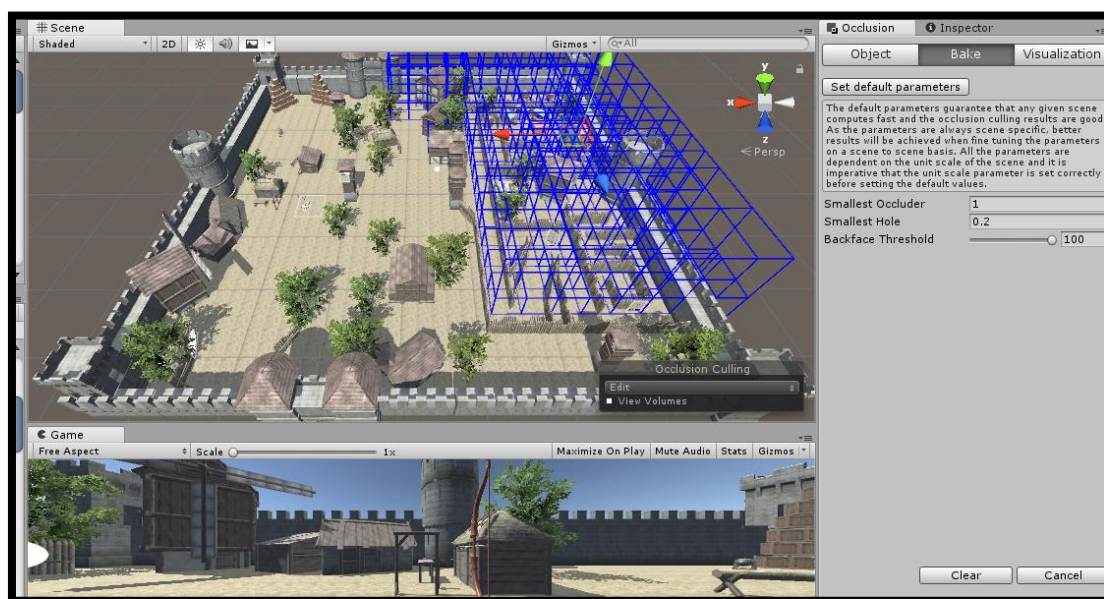
```
public class Market : MonoBehaviour {  
  
    //definir valores dos itens  
    public int valArrow = 50;  
    public int valBall = 90;  
  
    public AudioClip moneySound;  
    private AudioSource audioSource;  
    // Use this for initialization  
  
    void Start () {  
  
        //recuperar audio source  
        audioSource = GetComponent<AudioSource>();  
        audioSource.clip = moneySound;  
  
    }  
    public void BuyArrow()  
    {  
        Bag bagPlayer = FindObjectOfType<Bag>();  
        if(bagPlayer.myMoney >= valArrow )  
        {  
            bagPlayer.arrows++;  
            bagPlayer.myMoney -= valArrow;  
  
            audioSource.Play();  
  
        }  
    }  
    public void BuyBalls()  
    {  
  
        Bag bagPlayer = FindObjectOfType<Bag>();  
        if (bagPlayer.myMoney >= valBall)  
        {  
            bagPlayer.balls++;  
            bagPlayer.myMoney -= valBall;  
  
            audioSource.Play();  
  
        }  
    }  
}
```

Figura 21: Script de Market, adiciona munição ao jogador.

Cada Canvas contém um botão, que são acionados com o toque na tela, toda a interação acontece via o Script Market, na Figura 21, mostra como acontece a dedução das munições.

## 6.6 TÉCNICA DE OTIMIZAÇÃO PARA REALIDADE VIRTUAL

A Occlusion Culling é um recurso que desativa a renderização de objetos quando eles não são vistos atualmente pela câmera porque eles são obscurecidos por outros objetos. Isso não acontece automaticamente em computação gráfica 3D, já que na maioria das vezes os objetos mais distantes da câmera são desenhados primeiro e objetos mais próximos são desenhados sobre eles.



**Figura 22:** Occlusion Culling, etapa de mapeamento.

É possível visualizar na Figura 22, como o Occlusion Culling funciona, ele mapeia toda a aplicação e apenas reenvernia a face em que a câmera principal está apontada, e a parte de trás da câmera não tem renderização assim aprimorando o processamento e otimizando o hardware.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7.1 CONCLUSÃO

No processo de criação da aplicação foi possível adquirir conhecimento sobre o as técnicas de desenvolvimento de aplicações em Realidade Virtual que tem se expandido na atualidade, que com toda sua complexidade de componentes e técnicas de otimização, mostra-se um produto diferenciado, que agrega valor na mão de obra do desenvolvedor e conseqüentemente no de mercado pelo produto final apresentado.

A aprendizagem em matemática fundamental anseia por novas metodologias e práticas para serem aplicadas, o presente trabalho tem como um de seus objetivos servir essa necessidade, auxiliar na transformação de colégios que agreguem com conceito Smart Education, pois, a Realidade Virtual é uma ponte que une extremos na vida do aluno, o jogo que a princípio é levado como entretenimento e a aprendizagem em matemática, que pode não ser atrativo ao aluno. Incluir Matemática em um jogo assim como um jogo na sala de aula, pode aumentar a captação de atenção do aluno e assim trazer ótimos resultados para a aprendizagem do usuário.

As novas escolas valorizam o uso de tecnologias emergente, a aplicação serve de ferramenta mesmo que sutil para o trabalhado dentro da sala de aula, importante salientar que em nenhum momento o jogo substitui um item de grade curricular, mais agrega de forma positiva o processo de aprendizagem do aluno que atualmente é conectado diretamente com tecnologia. A transformação de uma escola tradicional para uma escola com conceito de Smart Education, deve ter um pontapé inicial, a aplicação ajudará nessa transação.

O Medieval Math propõe auxiliar os alunos a assimilar cálculos simples mediante ao um ambiente de Realidade Virtual, quebrando alguns paradigmas de que jogo é apenas diversão, é possível mixar estes conceitos para se obter resultados positivos, e atualizar os modelos de ensinos, assim os tornando mais atrativos.



O professor, será o guia com uma ferramenta virtual para seus alunos, ajudando-os a entender e a ver a matemática de outra forma.

## 7.2 TRABALHOS FUTUROS

Como a ferramenta Unity tem constante evolução e novos métodos de criação, para melhora da produção e otimizar da aplicação que executam em celulares de hardware limitados, certamente aprimoramentos serão necessários.

Em uma próxima oportunidade será realizado alterações necessárias para que aplicação seja híbrida e execute em diferentes plataformas e suas diversas versões desde as mais baixas até as mais altas.

Além de melhoramentos de software é pretendido testar a aderência da aplicação em um grupo de crianças do ensino fundamental, visualizar e analisar quais resultados a ferramenta efetivamente pode ocasionar na aprendizagem de matemática as crianças.

## REFERÊNCIAS

AIRES, L. M. **Uma história da Matemática: dos primeiros agricultores a Alan Turing, dos Números ao Computador**. Lisboa: Edições Sílabo, 2010.

ARAUJO, R.B. **Especificação e Análise de um Sistema Distribuído de Realidade Virtual**. Tese de Doutorado, EPUSP, 1996.

BARONE, R. E. M. **Educação e Políticas Públicas: questões para o debate**. Boletim Técnico do SENAC, Rio de Janeiro, v. 26, n.3, p. 2-17, 2000.

JUNIOR, Barreto et al. **Uma estratégia para otimizar a geração de arranjos em subestações virtuais de energia elétrica**. 2016.

BRAGA, Mariluci. **Realidade virtual e educação**. Revista de biologia e ciências da terra, v. 1, n. 1, 2001.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: língua estrangeira / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 120 p.

CÁRIA, Neide Pena; OLIVEIRA, Sandra Maria. **Avaliação Em Larga Escala: Gestão Da Qualidade Da Educação**. Revista de Ciências Humanas, v. 16, n. 26, p. 22-40, 2015.

COMEAU, C. P. & Bryan, J. S. **Headsight television system provides remote surveillance**, Electronics, pp. 86-90, November, 1961.

CAMPANA, Vitor Façal et al. **Agentes para apoiar o acompanhamento das atividades em ambientes virtuais de aprendizagem**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2008. p. 63-70.

CARON, Aline. **8 motivos para usar tecnologia em benefício da educação**. Disponível em < <https://www.positivoteceduc.com.br/blog-inovacao-e-tendencias/motivos-para-usar-a-tecnologia-na-educacao> > Acesso em 25/10/2017.

CHAVES, Eduardo OC. **Tecnologia e educação: o futuro da escola na sociedade da informação**. Campinas: Mindware Editora, 1998.

ELLIS, S. R. **What are virtual environments?** IEEE Computer Graphics and Application, 31pp. 17-22, January 1994.

FELICIANO, Vinícius Brás et al. **Uso da Realidade Virtual no auxílio do Ensino-Aprendizagem da Matemática para o Ensino Fundamental**. In: IX Workshop de Realidade Virtual e Aumentada-WRVA. 2012. p. 1.

FISHER, S. S. & Tazelaar, J. M. **Living in a virtual world**, Byte, pp. 215-221, July, 1990.

GASCA-HURTADO, Gloria Piedad et al. **Realidad virtual como buena práctica para trabajo en equipo con estudiantes de ingeniería**. RISTI, Porto, n. 16, p. 76-1, dez. 2015. Disponível em < [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952015000400007&lng=pt&nrm=isso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952015000400007&lng=pt&nrm=isso) >. Acessos em 29 out. 2017.

GOOGLE. **Expeditions**. Disponível em < <https://edu.google.com/expeditions/#about> > Acesso em 17 nov. 2017.

GOOGLE BRASIL. **Expeditions**. Disponível em < <https://brasil.googleblog.com/2015/11/google-expeditions-realidade-virtual.html> > Acesso em 01 fev. 2018.

GOOGLE VR. **Quickstart para Google VR SDK para Unity com Android**. Disponível em < <https://developers.google.com/vr/develop/unity/get-started> > Acesso em 05 mar. 2018.

GWAK, D. **The meaning and predict of Smart Learning**. Smart Learning Korea Proceeding. Korean e-Learning Industry Association, 2010.

HAND, C. **Other faces of virtual reality**, First International Conference MHVR'94 - Lecture Notes in Computer Science n.1077, pp. 107-116, Ed. Springer, Moscow, Russia, September, 1994.

HOLLANDS, Robert G. **Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? City**. v. 12, n. 3, p. 303-320, 2008.

HWANG G.J., **Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective.** Smart Learning Environments, 1–14, 2014.

INEP. **Pisa no Brasil.** Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/pisa-no-brasil> Acesso em: 15/11/017.

JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa.** Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.

LIBÂNEO, José Carlos. **Diretrizes curriculares da pedagogia: imprecisões teóricas e concepção estreita da formação profissional de educadores.** Educação e Sociedade, v. 27, n. 96, p. 843-876, 2006.

MACHOVER, C., S. E. **Virtual reality,** IEEE Computer Graphics and Application, pp. 15-16, January, 1994.

MIDDLETON, Andrew (Ed.). **Smart Learning: Teaching and Learning with Smartphones and Tablets in Post-Compulsory Education.** Media-Enhanced Learning Special Interest Group and Sheffield Hallam University Press, 2015.

MINUZZI, I., CAMARGO, M. **O ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas.** In: X Encontro Gaúcho de Educação Matemática. Ijuí- RS, 2009.

NACARATO, Adair Mendes; DA SILVA MENGALI, Brenda Leme; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental-Tecendo fios do ensinar e do aprender.** Autêntica, 2017.

NETTO, Antonio Valerio; MACHADO, Liliane dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. **Realidade virtual-definições, dispositivos e aplicações.** Revista Eletrônica de Iniciação Científica-REIC. Ano II, v. 2, 2002.

PRADO, I. G. **Ensino de Matemática: O Ponto de Vista de Educadores e de seus Alunos sobre Aspectos da prática pedagógica.** Rio Claro 2000. 255f. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado–Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociência e Ciências exatas (UNESP).

PIMENTEL, K. & Teixeira, K. **Virtual reality - through the new looking glass.** 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

PEREIRA, R. S. G.; SEKI, J. T. P.; ROBIM, B. N. P. A. S.; COELHO NETO, J.; CARDOSO, A.; DAMIN, W.; MARTINS, B. O. **Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais Educacionais: Possibilidades e Aproximações por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 8, p. 80-94, 2017.

PONTE, J. P., SERRAZINA, M. D. L., GUIMARÃES, H., BREDAS, A., GUIMARÃES, F., SOUSA, H., ... & OLIVEIRA, P. **Programa de matemática do ensino básico**. (2007).

QEDU. **Taxas de Rendimento (2016) conheça a proporção de alunos com reprovação ou abandono em 2016 segundo indicadores do INEP**. Disponível em < <http://www.qedu.org.br/brasil/taxas-rendimento> > Acesso em 25 nov. 2017.

SEMENTILLE, A. C.; BREGA, José Remo Ferreira; GIOVANINI, Fernando Lopes. **Combinando o Real e o Virtual: Uma Visão Geral da Realidade Misturada**. In: **Aparecido Nilceu Marana; José Remo Ferreira Brega**. (Org.). Técnicas e Ferramentas de Processamento de Imagens Digitais e Aplicações em Realidade Virtual e Misturada. Bauru: Canal 6, 2008, v., p. 133-162.

SILVA, Luciano Cavalcanti da. **Dificuldades da matemática na educação de jovens e adultos no CEIEBJA de Nova Londrina, PR**. 2014. 34 f. Trabalhos de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

SOUSA, Robson Pequeno de et al. **Tecnologias digitais na educação**. 2011.

SHIN, Dong-Hee et al. **Smartphones como ferramentas pedagógicas inteligentes: implicações para smartphones como dispositivos de aprendizagem**. Computers in Human Behavior, v. 27, n. 6, p. 2207-2214, 2011.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006.

UNINTER. Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, Curso de Processos Gerenciais. Disponível em < <http://ava.grupouninter.com.br/claroline176/index.php> > Acesso em 25 fev. 2018.

VALENTE, Wagner Rodrigues. **História da Educação Matemática: interrogações metodológicas**. Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 2, n. 1, p. 28-49, 2007.

VINCE, J. **Virtual Reality Systems**, Addison-Wesley, Reading, MA, 2004.

ZSPACE. **Products Zspace**. Disponível em <<https://zspace.com/technology/>>  
Acesso em 24 Fev 2018.