

## Possibilidades de Ensino com Realidade Virtual e Realidade Aumentada

Sidiclei José Pereira dos Santos<sup>1</sup>  
Alexandre Celestino Leite Almeida<sup>2</sup>

### Resumo:

O baixo desempenho no ensino de matemática tem sido um problema crescente nos últimos anos no Brasil. Resultados de estudos nacionais mostram que apenas 4,5% dos alunos apresenta aprendizagem adequada. Por outro lado há um número crescente de alunos usando smartphones e tablets nos sistemas educacionais. Os dispositivos móveis ganharam popularidade como uma ferramenta educacional. Existe muitas escolas que usam frequentemente atividades educacionais para melhorar o aprendizado. Dentre estes, a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada torna uma ferramenta importante no sentido de atrair a atenção dos alunos para uma interação e visualização de sólidos geométricos em dispositivos móveis como celular ou tablet. Este trabalho propõe o uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada no Ensino de Matemática, em especial com o uso em dispositivos móveis para o ensino da geometria espacial. A utilização destas tecnologias pode ser eficaz para a complementação da aprendizagem e conseqüentemente contribuindo para o desenvolvimento da educação.

**Palavras chave:** Realidade Virtual. Realidade Aumentada. Matemática. Ensino.

### Abstract:

Low performance in mathematics teaching has been a growing problem in Brazil in recent years. Results from national studies show that only 4.5% of students have adequate learning. On the other hand, there is an increasing number of students using smartphones and tablets in educational systems. Mobile devices have gained popularity as an educational tool. There are many schools that often use educational activities to improve learning. Among these, Virtual Reality and Augmented Reality become an important tool in the sense of attracting students' attention to an interaction and visualization of geometric solids on mobile devices such as cell phones or tablets. This work proposes the use of virtual reality and augmented

---

<sup>1</sup>Aluno de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Turma 2018  
Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei  
E-mail: sydicley@gmail.com

<sup>2</sup>Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento de Estatística, Física e Matemática - Defim, CAP-UFSJ  
E-mail: celestino@ufsj.edu.br

reality technologies in Mathematics Teaching, especially with the use of mobile devices for teaching spatial geometry. The use of these technologies can be effective in complementing learning and consequently contributing to the development of education.

**Keywords:** Virtual reality. Augmented Reality. Mathematics. Teaching.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
1.1	Problemática . . . . .	5
1.2	Objetivos . . . . .	5
1.2.1	Objetivo Geral . . . . .	5
1.2.2	Objetivos Especificos . . . . .	6
1.3	Justificativa . . . . .	6
1.4	Estrutura do trabalho . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Revisão da Literatura</b>	<b>7</b>
2.1	Gestão e Educação . . . . .	7
2.1.1	Inovação na Educação: Um Papel Importante de Gestão . . . . .	7
2.1.2	Quebra de Paradigmas na Educação com o Emprego da Tecnologia . . . . .	9
2.1.3	Considerações para Inclusão de Projetos Tecnológicos na Educação . . . . .	10
2.1.4	O Potencial da Aprendizagem Apoiada Pela Tecnologia . . . . .	12
2.2	Diferença entre as Realidades e suas Concepções . . . . .	15
2.2.1	Realidade Virtual e Aumentada: Concepção Histórica . . . . .	15
2.2.2	Diretrizes e Concepções da Realidade Virtual . . . . .	18
2.2.3	Realidade Aumentada e suas Premissas . . . . .	18
2.2.4	Virtualidade Contínua e Mista . . . . .	19
2.2.5	Aplicabilidades de RV e RA . . . . .	20
2.2.6	Aplicações na Educação Globalizada . . . . .	21
2.2.7	RV e RA Aplicadas a Matemática . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Experiência Pedagógica com RV e RA</b>	<b>35</b>
3.1	O Software Geogebra 3D e Matemática RA . . . . .	35
3.2	Cenário De Aplicação e Dificuldades Observadas . . . . .	39
3.3	Organização e Proposta De Atividades Com Os Aplicativos . . . . .	40
3.4	Aplicação da proposta . . . . .	42
3.5	Considerações sobre o experimento . . . . .	45
<b>4</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>46</b>
<b>A</b>	<b>Apêndice</b>	<b>55</b>
A.1	Atividade Prática: Exercício 01 . . . . .	55
A.2	Atividade Prática: Exercício 02 . . . . .	56
A.3	Análise das Atividades Práticas . . . . .	57

# 1 Introdução

O baixo desempenho no ensino de matemática tem sido um problema crescente nos últimos anos no Brasil. Um estudo feito pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e publicada em agosto de 2018, mostra que, 7 a cada 10 alunos possuem insuficiência no aprendizado relacionado a matemática do ensino básico. O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), como pode observar na Figura 1, mostra que apenas 4,5 % dos estudantes do país que participaram do SAEB apresentaram aprendizagem adequada.

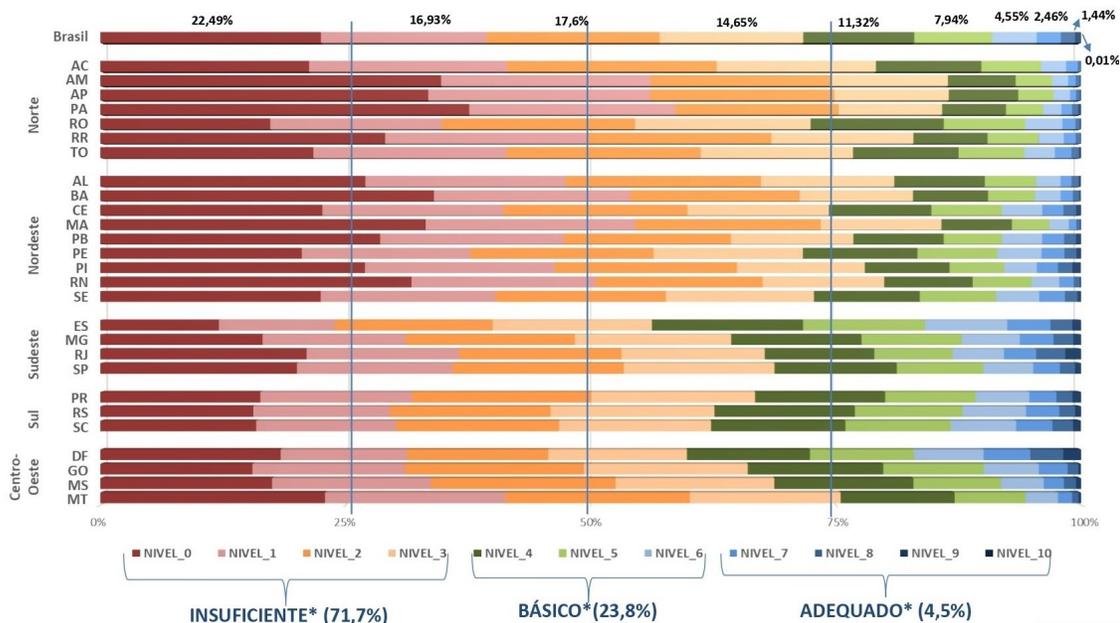


Figura 1: Distribuição (%) dos estudantes nos níveis da escala de Proficiência - Matemática - SAEB (2018). (Adaptado pelo autor)

Observando os resultados<sup>3</sup>, pode compreender ainda que a maioria dos alunos encontra nos níveis de aprendizagem insuficiente, ou seja, 70% dos estudantes terminam a Educação Básica sem conhecimentos mínimos de matemática.

A recente disponibilidade de smartphones e tablets com maior capacidade de processamento e usabilidade, acessíveis em larga escala, permite uma expansão exponencial das tecnologias sociais e participativas da web.

Também é importante notar que esses estudantes são a geração de jogos digitais e redes sociais. Não se pode ignorar que eles não são mais os mesmos para os quais o sistema educacional foi projetado, algumas décadas atrás. Veja, por exemplo, a perspectiva de Ebert (2003), para quem a revolução tecnológica produziu uma geração de estudantes que cresceram com fontes de mídia multidimensionais e interativas. Uma geração cujas expectativas e visões de mundo são diferentes daquelas que precederam isso.

Nesse contexto, é aconselhável considerar a integração de mídia digital e dispositivos móveis (iPad, iPod, tablets, smartphones), permitindo que os alunos estabeleçam objetivos pessoais, gerenciem conteúdo educacional e que se comuniquem com os outros no contexto certo.

<sup>3</sup>Fonte da Figura 1: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/saeb/2018/documentos/presskit\\_saeb2017.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/presskit_saeb2017.pdf).

A maior disponibilidade de smartphones e tablets com conectividade à Internet e o aumento da computação de alto desempenho, tornam possível o uso de aplicativos de realidade aumentada (RA) nesses dispositivos móveis. Em um futuro próximo, eventualmente, todos terão um smartphone ou tablet capaz de exibir informações virtuais e aumentadas. Isso possibilita ao professor desenvolver atividades educacionais que possam tirar proveito das tecnologias das realidades RV e RA para melhorar as atividades de aprendizagem.

O uso da tecnologia da informação fez muitas mudanças na maneira de ensinar e aprender [23]. Vários exemplos já estão mostrando que isso está acontecendo. Por exemplo, o trabalho recente de Restivo et al. (2014) com Realidade Aumentada envolvendo alunos de STEM, usando marcadores para ensinar os fundamentos do circuito DC, revelaram muito boas percepções e satisfação dos alunos.

Neste trabalho, busca-se expandir o uso das Realidades RV e AR para o ensino e aprendizagem, descrevendo atividades educacionais criadas para a aplicabilidade na matemática.

Ferramentas que não exigem conhecimento de programação para serem usadas por qualquer professor(a), são mencionadas neste trabalho. Através do material produzido, os alunos poderão trabalhar em casa e ver as soluções completas para problemas que tornam o aprendizado mais interativo.

Descreve-se as atividades educacionais usando vários tipos de tecnologias de realidade virtual e aumentada. Os exemplos apresentados abrangem as tecnologias baseadas em “marcadores” que ajudarão à mostrar como criar atividades de aprendizado para visualizar informações aprimoradas, como texto e vídeo, que ajudam os alunos a entender o conteúdo educacional.

## 1.1 Problemática

É fato que a matemática sempre foi presente perante a sociedade. Mesmo na antiguidade, o homem já se utilizava da matemática mesmo que intuitivamente para resolver problemas cotidianos relacionados à época. Atualmente a matemática comporta uma ampla gama de áreas que despertam a capacidade de instigar, desenvolver, projetar e criar as mais diversas soluções aplicadas à estas áreas. Com isso muitas vezes sua complexidade é fator de fracasso durante os processos de ensino e aprendizagem.

Diante de tais entendimentos, surge a problemática que este trabalho se inspira para promover soluções cotidianas ajudando neste processo, que seriam:

**Como aproveitar melhor os recursos de T.I (Tecnologia da Informação), baseando-se principalmente nos conceitos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, para possibilitar uma melhora nos processos de ensino e aprendizagem?**

Diante de tal questionamento, justifica-se o objetivo geral, mencionado na próxima seção bem como os objetivos específicos que complementam este trabalho.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é pesquisar aspectos relevantes do uso das tecnologias da informação (T.I) no ensino, em especial a Realidade Virtual e realidade Aumentada no ensino da matemática. Mas especificamente no ensino da geometria espacial.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um revisão de literatura sobre dificuldades da empregabilidade de T.I;
- Conceituar Realidade Virtual e Aumentada;
- Desenvolver um experimento com alunos;
- Avaliar experiencia da realidade virtual e aumentada no processo de Ensino / Aprendizagem.

### 1.3 Justificativa

É fato que a tecnologia veio para mudar a relação do cotidiano da sociedade de uma forma geral, com todas as ações possíveis relacionadas à elas. Nos processos de ensino e aprendizagem não é diferente.

Nota-se, que vários profissionais da educação mostram-se resistente ao uso de tecnologias no ensino e continuam sua prática docente baseando-se em “mecânicas” previsíveis. Isso dificulta e muito o aprendizado do aluno, que vive em uma era totalmente diferente das propostas que se baseiam apenas em livros e ensino tradicional.

Desta forma, este trabalho justifica-se, pois busca objetivamente quebrar este paradigma, promovendo, instigando alunos e processos a buscarem novas fronteiras para aprender e ensinar.

É possível através de recursos de tecnologia, sem muito esforço, criar mecanismos voltados a nova era tecnológica, promovendo um ensino colaborativo e intuitivo, onde os alunos participam de forma direta, objetiva e através de interações, vídeos, entre outras técnicas.

### 1.4 Estrutura do trabalho

De acordo com Pradanov e Freitas (2013) as pesquisas podem ser classificadas como:

- Do ponto de vista da sua natureza: Pesquisa básica – gera conhecimentos novos para o avanço da ciência e não tem aplicação prática prevista, e pesquisa aplicada – gera conhecimento, através de produtos, para aplicação prática à solução de problemas específicos.
- Do ponto de vista de seus objetivos: Pesquisa exploratória, pesquisa descritiva, pesquisa explicativa;
- Do ponto de vista dos seus métodos: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, pesquisa experimental, levantamento, pesquisa de campo, estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa participante e pesquisa ex-post-fact;
- Do ponto de vista da forma de abordagem do problema: pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa.

Considerando a sistemática apresentada, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, exploratória de abordagem qualitativa que utiliza métodos bibliográficos, documentais e experimentais através da aplicação de técnicas baseadas em realidade virtual e aumentada.

Em resumo, este trabalho utiliza recursos e métodos para investigação e aplicação de procedimentos, por meio da pesquisa exploratória e de documentação indireta, documental e

bibliográfica, sobre dados qualitativos de fontes primárias e secundárias, além da observação direta intensiva dos estudos e projetos desenvolvidos em nível institucional.

Para a composição deste trabalho, o mesmo foi estruturado da seguinte forma:

A primeira seção diz respeito a parte introdutória do trabalho, relatando as principais evidências, objetivos gerais e específicos para delimitação do foco bem como o problema investigado as justificativas, solução apresentada e o que motiva o autor deste para cumprir tais objetivos.

Na segunda seção é demonstrado através da revisão bibliográfica os principais conceitos apresentados neste trabalho para a empregabilidade do objetivo apresentado. Conceitos sobre Tecnologia da Informação, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, as vantagens e desvantagens de cada uma, bem como a empregabilidade de técnicas para se criar exercícios na matemática básica, entre outros foram exploradas nesta seção.

Na terceira seção apresenta-se experiência de Rv e RA através do seu desenvolvimento, aplicação, levantamento dos dados, bem como as estatísticas geradas e comentadas sobre este objeto de estudo. Também apresentam-se os resultados da aplicação em campo.

Na quarta seção apresentam-se as conclusões da pesquisa fundamentada nos conceitos empregados e análise sobre as contribuições que este trabalho busca disseminar, bem como promover o interesse comum na sociedade acadêmica.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Gestão e Educação

Nesta seção será abordada as concepções e diretrizes sobre a inovação na educação, bem como seu papel e atribuições para a gestão. Logo em seguida, aborda-se sobre a quebra de paradigmas do emprego da tecnologia na educação, posteriormente, o assunto leva a discussão sobre a inclusão de projetos tecnológicos para a educação e o potencial da aprendizagem, quando a mesma possui apoio direcionado da coordenadoria tecnológica.

#### 2.1.1 Inovação na Educação: Um Papel Importante de Gestão

O mundo está mudando. No entanto, algumas pessoas ainda ensinam e aprendem de uma forma que foi inventada na Revolução Industrial. A inovação na educação envolve a colaboração constante com os colegas, um “refazer” total de última hora do plano de aula de um professor porque havia algo mais lá que ele apenas tinha que tentar uma mudança na direção de uma aula, porque os alunos estão cansados das ações diárias.

Hoje, com os recursos disponíveis para o desenvolvimento da educação, a gestão escolar passa por mudanças na forma de organizar o meio educacional. O gestor que tinha a visão apenas para as burocracias administrativas numa gestão tradicional, passa a ser responsável agora também pela parte pedagógica.

Para que a implantação destas tecnologias surta o efeito esperado porém, é preciso que a mesma seja feita observando os objetivos da educação. É saber usar muitas vezes os recursos disponíveis de uma nova maneira. É sobre como se pode usar a tecnologia para capacitar os alunos a se tornarem aprendizes ao longo da vida que são agentes de mudança [22]. Não existe uma definição única de inovação na educação.

Para fazer algo diferente, é necessário definir uma abordagem, processo, produto ou estratégia. O pensamento desatualizado de como projetar uma escola leva a um desempenho

inferior na educação pública [21]. As experiências de aprendizagem poderiam ser redesenhadas para serem muito mais relevantes para os interesses dos alunos e planos de carreira, personalizadas de acordo com suas aptidões e habilidades, e adequadas à sua cultura e identidade [43].

A inovação na educação incentiva professores e alunos a explorar, e usar todas as ferramentas para descobrir algo novo. Envolve uma maneira diferente de encarar os problemas e resolvê-los. O processo de pensamento envolvido ajudará os alunos a desenvolver sua criatividade e suas habilidades de resolução de problemas [16].

Inovação não significa criar algo do nada. Assim como qualquer bom projeto de ciência, ele depende da pesquisa de soluções existentes para chegar a uma nova hipótese a ser testada. A pesquisa original é crítica para o sucesso geral do nosso sistema educacional [16]. A inovação melhora a educação porque obriga os alunos a usar um nível mais alto de pensamento para resolver problemas [23].

De acordo com Audy (2017), a inovação pode ser Incremental ou Disruptiva, como sendo:

- (i) Incremental: proporciona um aprendizado contínuo e sustentável nas suas mais diversas fases do ciclo educacional do aluno, proporcional melhorias tecnológicas incrementais, que funcionam como indicadores para desempenho e qualidade para as instituições que às aplicam;
- (ii) Disruptiva: este tipo de inovação, normalmente se assemelha a mudanças radicais. Geralmente quando aplicada, possibilita inúmeras mudanças tecnológicas e gera uma nova gama de possibilidades para os processos de ensino e aprendizagem.

Por ser um serviço assegurado por instituições especializadas, a educação não pode ser dissociada das pessoas que o prestam, das suas competências e determinação. Assim, a gestão e a inovação na educação representam elementos-chave na concretização de um ato educativo qualitativo, que atenda aos valores e princípios socioculturais, econômicos e democráticos [23].

Pelas finalidades e processos envolvidos, a gestão representa não só um elemento fundamental, mas também obrigatório para o funcionamento dos sistemas organizacionais e sociais. Este é considerado um dos vetores essenciais que explicam porque um país é rico ou pobre, representa o fator que determina a sobrevivência e o sucesso das empresas ou, pelo contrário, o seu fracasso. É o sangue vital de qualquer esforço, como quando se pensa em organizações, pensa-se em gestão [45].

Talvez surge aí o questionamento. Como a tecnologia pode auxiliar o gestor nas ações administrativas e no acompanhamento das atividades pedagógicas? A implantação das tecnologias no processo de gestão, a partir de dados registrados, auxilia na intervenção pedagógica de forma rápida e eficaz.

Por meio destas tecnologias os alunos passam a desempenhar funções que anteriormente seria feita por uma maneira burocrática. Eles conseguem acompanhar suas notas, fazer avaliações, responderem pesquisas de forma rápida. O professor por outro lado, consegue acompanhar e inserir dados, enviar orientações, e auxiliar em atividades extras. Com a tecnologia a gestão consegue acompanhar os resultados de forma detalhada e rápida, para possíveis intervenções no processo de ensino/aprendizagem.

Comparada a outros tipos de inovações, a inovação em gestão tem a capacidade única de operar mudanças radicais e duradouras em relação à vantagem competitiva. A inovação em gestão implica deter e praticar habilidades gerenciais, determinação e coragem em assumir responsabilidade por a implementação de mudanças que acionam o progresso e o desempenho [25].

### 2.1.2 Quebra de Paradigmas na Educação com o Emprego da Tecnologia

No que se refere ao emprego de tecnologia de Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação, esta representa uma atividade deliberada, com o objetivo de introduzir a novidade em um determinado contexto; é pedagógico porque visa melhorar substancialmente a preparação dos alunos por meio da interação e interatividade [4].

Para que se alcance os resultados desejados o diretor deve planejar toda a sua atividade de acordo com as finalidades da educação, de forma a instruir crianças no sentido da democracia político-social, do acesso ao conhecimento e de uma pedagogia que contribua para o desenvolvimento da personalidade [3].

Assim a reorganização curricular pode se constituir como um ato inovador, principalmente por se tornar necessária no sistema educacional pós-moderno, em decorrência da comercialização da oferta informacional. A diminuição do envolvimento do estado na organização dos sistemas educacionais leva a uma diminuição dos orçamentos alocados, junto com a descentralização [3].

Essa situação enfatiza ainda mais a adoção por diversas instituições de ensino dos princípios de autogestão e autofinanciamento, bem como a preocupação com a competitividade, como condição básica de sobrevivência no contexto de uma realidade educacional competitiva [11].

Ao mesmo tempo, espera-se um aumento do grau de implicação direta e assumida dos parceiros educacionais (escola-família-comunidade) na formação / promoção de modelos sociais desejáveis, individualidades com integridade moral, intelectual e cultural considerada digna. O estímulo à inovação pode ser apoiado por um trabalho de equipe recompensador [11].

Por outro lado, ao nível do sistema educacional, onde o corpo docente e os alunos são recompensados de acordo com a atividade individual, o trabalho em equipe e o envolvimento em diferentes projetos educacionais não é recompensado/valorizado, o que o torna insuficientemente atraente para as pessoas. Nessas condições, nem a motivação profissional nem a satisfação no trabalho são grandes, o que impede a construção de uma cultura escolar favorável à inovação [48].

A inovação inclui encontrar maneiras melhores de fazer algo e novas maneiras de olhar para os problemas. ESchoolNews (2013) compartilha a história de alunos construindo lixeiras para reciclagem para apoiar a sustentabilidade. Os alunos não construíram simplesmente caixas. Eles identificaram problemas com o programa de gerenciamento de resíduos, pesquisaram soluções e criaram um plano de publicidade para divulgar sua solução com a ajuda de outras áreas da escola, como robótica e radiodifusão.

A aplicação da aprendizagem baseada em projetos é uma boa abordagem para estimular a inovação e o pensamento criativo. Para que surta o efeito esperado, em vez de trabalhar em um único projeto em uma aula de matemática, o aprendizado baseado em projetos pode combinar várias disciplinas em um único projeto. Promove uma aprendizagem ativa e mais profunda [54].

Assim, os projetos visam levar os alunos a participarem de forma ativa na descobertas dos problemas, projetos como de um professor que incorporou *The Giver* de Lois Lowry em uma unidade, completa com um teste, tarefas de redação sobre o livro e um projeto são exemplos que pode ser citados. Amber Chandler descreve o projeto em “Build Your Own Utopia: The Giver PBL Unit”. No projeto, os alunos criam sua própria comunidade utópica e tentam convencer outros alunos a se mudarem para lá. Este projeto envolve projetar a comunidade, criar um governo e um sistema educacional, descrever seus bairros, definir empregos, decidir sobre o clima para a comunidade e identificar pontos de vista de tecnologia. Ele combina todas as disciplinas: escrita, matemática, estudos sociais, ciências e arte. Ao fazer isso, os

alunos pensam em tudo o que é necessário para construir uma cidade ou país. Eles aprendem sobre o governo e as comunidades atuais contrastando-os com a sociedade ideal que criam [50].

Os líderes da escola querem evitar esse tipo de inovação que se torna quase obrigatória na escola atual. A Política deve criar oportunidades e incentivos para que as pessoas desenvolvam experiências de aprendizagem diferentes e melhores, mas não exigem isso [21]. Em vez de simplesmente ensinar ABCs e 123s, a inovação vai além do básico, combinando uma variedade de disciplinas para chegar a um resultado novo ou diferente. O conhecimento do básico é um ponto de partida. Os alunos usam conhecimentos e conceitos para encontrar soluções, explorando até encontrar as melhores respostas.

Os líderes escolares podem aprender como incorporar inovação e tecnologia sem exigir isso. Algumas universidades oferecem cursos sobre inovação em programas de Liderança Educacional como parte do currículo básico. Assim como a aprendizagem baseada em projetos concentra-se na criança como um todo, combinando disciplinas, “Liderança em escola inovadora” ensina os alunos a implementar sistemas que levam à inovação.

### 2.1.3 Considerações para Inclusão de Projetos Tecnológicos na Educação

Adicionar tecnologia à sala de aula tem sido uma das maiores e mais benéficas mudanças na educação que se vê nos últimos anos. A tecnologia não mudou apenas a forma como os professores interagem com seus alunos, mas também como eles se comunicam com outros professores, legisladores e pais [31].

No entanto, a verdade é que as escolas podem hesitar em adicionar tecnologia às suas salas de aula. A mudança é assustadora e pode vir com complicações inesperadas. É quando é vital para as empresas de tecnologia educacional entender os benefícios e riscos potenciais de seu produto, para que se possa enfrentar esses desafios em um material de marketing [56].

Manzini & Deliberato (2004), enfatiza na Figura 2, os passos para a inclusão de tecnologias na educação, onde pode ser observado:

Em uma estratégia de marketing, se deve falar sobre como a tecnologia pode incentivar a experimentação, aprimorar os métodos de ensino e envolver melhor os alunos. Por outro lado, não se pode ignorar o fato de que a tecnologia pode adicionar um nível inaceitável de distração na sala de aula e prejudicar a interação humana [56]. Portanto, que seja tratado dos prós e contras do software, ressaltando o por quê vale a pena correr este risco.

Depois de ajudar as escolas a entender quando, como e por que devem usar a tecnologia na sala de aula, elas verão que os benefícios superam as consequências. Assim sendo, Sousa (2011), destaca algumas considerações que devem ser observadas ao aplicar-se a inclusão de projetos tecnológicos na educação:

- **Relatório de Dados:** Um benefício dos aplicativos e plataformas em sala de aula é a capacidade de permitir que os professores rastreiem e registrem informações vitais. Verifica-se o fato de que, com a tecnologia, os professores podem rastrear tudo, desde o histórico de frequência até o desempenho do questionário, proficiência em redação, participação, etc. Pode usá-lo para dividir os alunos para intervenção e atenção extra.
- **Tarefas Simplificadas:** O tempo do professor é ocupado por muitos itens pequenos. Desde a obtenção de frequência até o acompanhamento das notas, respondendo a perguntas comuns dos alunos e criando projetos, este é um tempo melhor gasto ensinando. Adicionar tecnologia a uma sala de aula pode ajudar as escolas a eliminar tarefas desnecessárias para que mais tempo seja dedicado ao ensino.

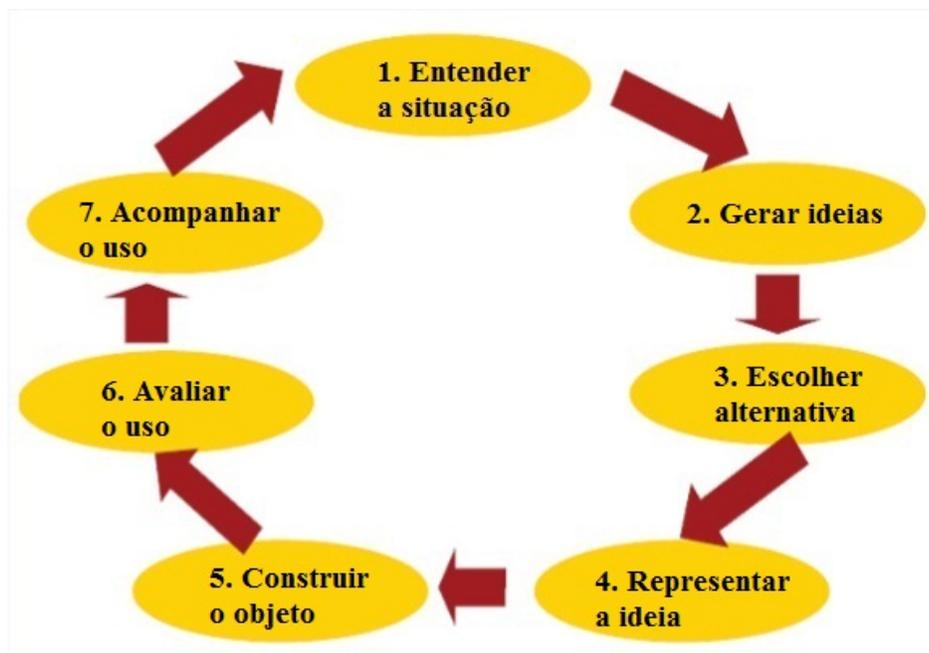


Figura 2: Passo a passo da inclusão da tecnologia na educação – Manzini & Deliberato (2004) (Adaptado pelo autor).

- **Aprendizagem Adaptativa:** Cada aluno aprende em uma taxa diferente e absorve informações de maneira única. O software/aplicativo pode permitir que os alunos progredam em seu próprio ritmo e aprendem melhor com ele. A tecnologia usada de forma adequada, aprimora a experiência de aprendizagem de cada criança que participa.
- **Maior Participação:** A tecnologia fornece feedback instantâneo, o que significa que professores e escolas terão mais facilidade para descobrir o que funciona bem e o que não funciona. Isso pode melhorar o envolvimento do aluno, especialmente para alunos que normalmente não levantariam a mão. Assim a tecnologia promove o aprendizado ativo e a participação dos alunos.
- **Torne o Aprendizado Divertido:** Os alunos aprendem melhor quando o ambiente e o currículo são interessantes e divertidos. A plataforma de educação permite que as escolas gamifiquem o currículo por meio da criação de cenários competitivos, distribuição de pontos, recompensas e muito mais. Com a tecnologia o aprendizado mais eficaz e estimulante para alunos e professores, para melhores resultados.

Jardim & Cecílio (2013, p.5147), destaca também alguns “Contras” da utilização de projetos tecnológicos educacional, o que deve ser observado:

- **Distração:** Muitas escolas temem que, se todos os alunos usarem um celular durante uma aula, isso possa se tornar uma distração em vez de ser útil para o aprendizado. Em um material de marketing, esta é a chance de compartilhar como a tecnologia vem com um programa de estrutura para quando ela deve ou não ser usada. Também se pode oferecer orientações sobre como e quando usar melhor sua tecnologia durante as aulas para diminuir a distração.
- **Muito Tempo de Tela:** Alguns professores podem temer adicionar ainda mais tempo de tela por meio da tecnologia na sala de aula. Demonstrar que o tempo de tela deverá

ser limitado, supervisionado e usado exclusivamente para pesquisa otimizando o tempo de uso da ferramenta tecnológica.

- **Menos Interações Sociais:** Há o medo de que quanto mais se usa a tecnologia, menos somos capazes de nos comunicar verbalmente e interagir pessoalmente. Isso não precisa ser o caso. Falar sobre como a tecnologia pode ser usada para aprimorar apresentações orais, colaboração em grupo e aprendizagem em equipe, adicionando outra dinâmica à forma como os alunos interagem uns com os outros.
- **Mais Trapaça:** Infelizmente, a tecnologia tornou mais fácil do que nunca trapacear, seja copiar e colar o trabalho de outra pessoa ou comprar um jornal online. Esta é a chance de explicar que está ciente da situação, mas que a ferramenta pode ser usada para encontrar e detectar ocorrências de trapaça e plágio. Ou se pode concentrar nos recursos existentes que protegem contra trapaça na sala de aula.
- **Potencial não Utilizado:** Finalmente, muitas escolas têm medo de pagar por um sistema caro e ele ir para o lixo. Esta é uma oportunidade de falar sobre as oportunidades de treinamento que pode ser ofertado às escolas, que as ensinam a incorporar a tecnologia aos planos de aula e instrução. Demonstrar como se pode incorporar a tecnologia da educação aos principais aspectos da sala de aula.

Os benefícios da tecnologia educacional superam em muito os contras, e qualquer contra pode ser rapidamente superado com o treinamento e a mentalidade certos. Cabe à equipe de gestores mostrar como usar a tecnologia de maneira eficaz e sensata, para que ela não substitua o ensino, mas aprimore o ambiente de aprendizagem.

A tecnologia pode melhorar a produtividade, diminuir a trapaça, aprimorar a interação dos alunos, tornar o aprendizado divertido e muito mais. Pode-se transformar negativos em positivos com a perspectiva certa. No final, é possível mostrar que vale a pena investir em tecnologia, com um valor maior de benefícios que os riscos potenciais.

#### 2.1.4 O Potencial da Aprendizagem Apoiada Pela Tecnologia

Os sistemas de educação são extremamente importantes para a inovação por meio do desenvolvimento de habilidades que fomentam novas ideias e tecnologias. No entanto, enquanto as tecnologias digitais estão mudando profundamente a maneira como se trabalha, comunica-se e diverte-se, o mundo da educação e da aprendizagem ainda não está passando pelo mesmo processo de inovação impulsionado pela tecnologia que outros setores [54].

O relatório da OCDE (2019), serviu como relatório de base para a segunda Cúpula da Indústria da Educação Global, realizada de 26 a 27 de setembro de 2019. Ele discute as evidências disponíveis sobre inovação na educação, o impacto das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem, o papel das habilidades digitais e o papel das indústrias educacionais no processo de inovação. O relatório defende políticas mais inteligentes, envolvendo todas as partes interessadas, para a inovação na educação.

A tecnologia introduz mudanças estruturais fundamentais que podem ser essenciais para a obtenção de melhorias significativas na produtividade. Usada para apoiar o ensino e a aprendizagem, a tecnologia infunde nas salas de aula ferramentas digitais de aprendizagem, como computadores e dispositivos portáteis; expande ofertas de cursos, experiências e materiais de aprendizagem; suporta a aprendizagem 24 horas por dia, 7 dias por semana; desenvolve habilidades do século 21; aumenta o envolvimento e a motivação dos alunos; e acelera o aprendizado [53].

Uma matéria intitulada “Quase 40% dos alunos de escolas públicas não têm computador ou tablet em casa”, publicada no GLOBO (2020), em seu portal de notícias (GI), mostra que aproximadamente 40% dos jovens brasileiros não possuem computadores ou tablets em casa, conforme pode ser observado na Figura 3.

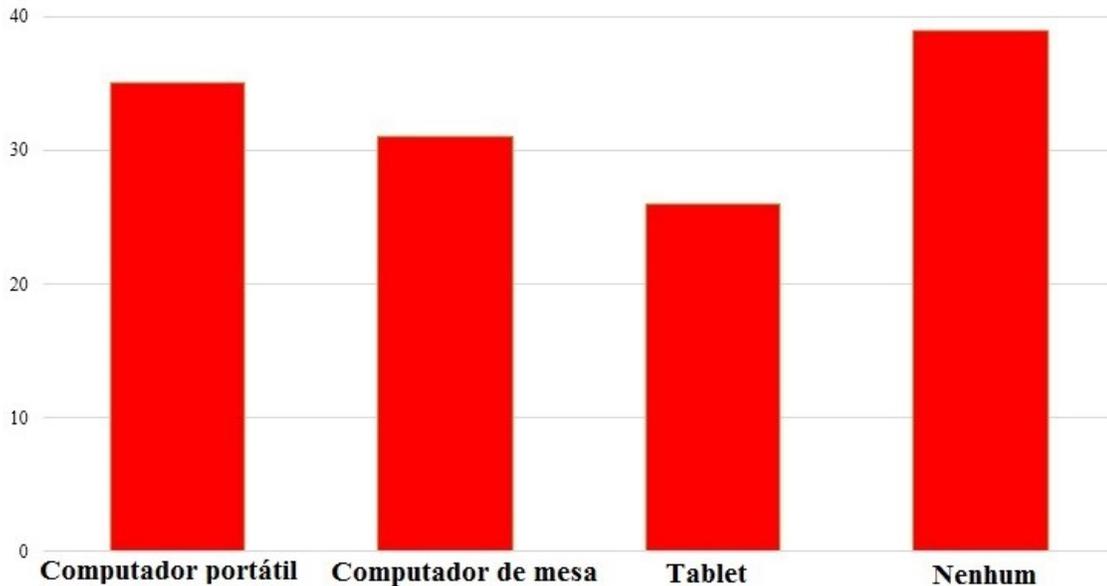


Figura 3: Disponibilidade de computador no domicílio % - Tic Educação (2019), (Adaptado pelo autor).

A tecnologia também tem o poder de transformar o ensino, introduzindo um novo modelo de ensino conectado. Este modelo conecta professores a seus alunos e a conteúdos, recursos e sistemas profissionais para ajudá-los a melhorar sua própria instrução e personalizar o aprendizado. Oportunidades de aprendizagem e o uso de recursos educacionais abertos e outras tecnologias podem aumentar a produtividade educacional ao acelerar a taxa de aprendizagem; reduzindo custos associados a materiais de instrução ou entrega de programa; e melhor aproveitando o tempo do professor [53].

O Globo (2020), na mesma matéria mencionada acima, mostra ainda a falta de preparação dos professores para utilizar tecnologias na educação, conforme demonstrado na Figura 4.

Costa & Paiva (2014), observa porém alguns pontos importantes que devem ser considerados na educação, quando o ensino e aprendizagem são apoiados pelo uso da tecnologia, onde:

- **Os alunos exigem:** Os alunos se envolvem com a tecnologia constantemente fora da sala de aula. Os alunos gostam de ser interativos e aprender por meio da tecnologia que faz parte de seu estilo de vida. Novos professores estão exigindo isso: o movimento da tecnologia foi implementado na educação pós-secundária, bem como em outros empregos profissionais. Para novos professores, a tecnologia é considerada uma necessidade para o ambiente de aprendizagem.
- **Os alunos são os nativos digitais:** Os alunos jovens conhecem a tecnologia melhor do que a maioria dos adultos. Tornou-se a maneira mais fácil de aprender, porque é uma parte integrante de suas vidas. O envolvimento com a tecnologia na sala de aula não só os ajudou a aprender melhor, mas também a adquirir habilidades multitarefas.

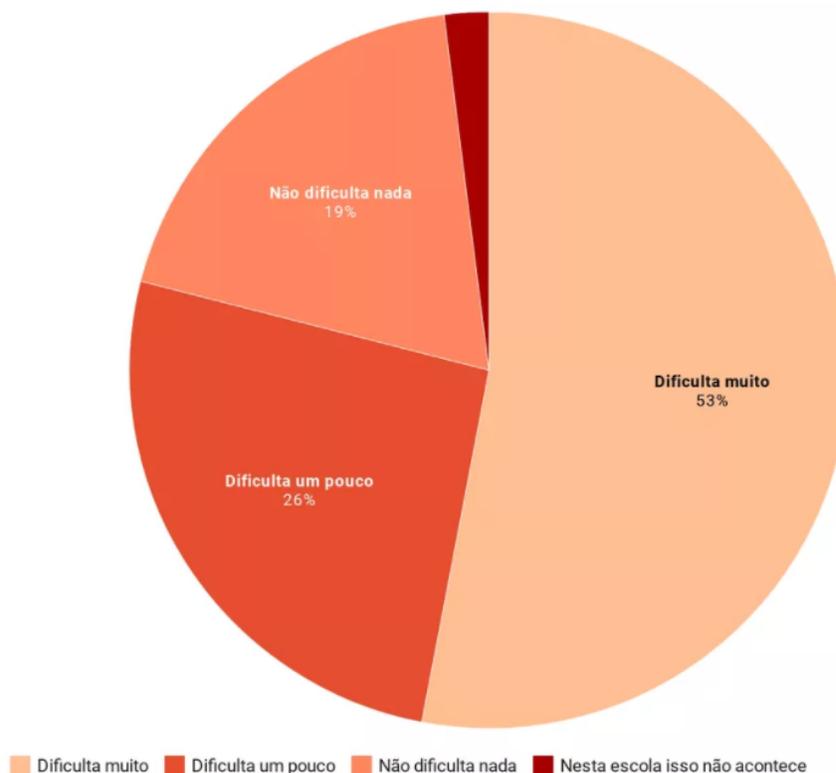


Figura 4: Ausência de formação para uso do computador e internet nas aulas - Tic Educação (2019), (Adaptado pelo autor).

Hoje em dia, eles mal sabem aprender sem ele. Esse conhecimento é importante, porque eles estariam muito atrás no mundo real sem ele.

- **Eles podem aprender em seu próprio ritmo:** Sabe-se, por anos de experiência, que os alunos aprendem em seu próprio ritmo, mas às vezes a sala de aula tradicional torna isso difícil. Com a integração da tecnologia na educação, os alunos têm a capacidade de desacelerar e voltar às aulas, conceitos e os mais avançadas podem ir em frente. Também libera o professor para ajuda-los em um nível mais individual.
- **Com a tecnologia, não há limitações:** Ter acesso a outras informações fora do livro oferece aos alunos muitas maneiras diferentes de aprender um conceito. Os professores podem criar maneiras criativas de ensinar seus alunos que os mantenham engajados. A tecnologia mudou o ambiente de aprendizagem para que a aprendizagem seja mais prática. As escolas em todo o país têm renda diversa e, muitas vezes, os alunos nem sempre obtêm os recursos de que precisam. A implementação da tecnologia nas escolas ajuda a eliminar essa lacuna.
- **A tecnologia tem a capacidade de aprimorar as relações entre professores e alunos:** quando os professores integram a tecnologia de forma eficaz às áreas de estudo, os professores crescem em funções de consultor, especialista em conteúdo e treinador. A tecnologia ajuda a tornar o ensino e a aprendizagem mais significativos e divertidos. Os alunos também podem colaborar com seus próprios colegas por meio de aplicativos tecnológicos.
- **Os testes estão online:** Um protocolo sobre o qual as escolas não têm controle, mas

devem se adaptar, é o teste online. O teste online é o caminho do futuro, e tem muitas vantagens. Avaliar o desempenho dos alunos pode ser feito instantaneamente com a tecnologia. Além de ver as pontuações dos testes em tempo real, os professores podem acompanhar e compreender melhor o domínio dos alunos sobre o assunto.

- **Vários recursos:** Computadores, tablets e outras formas de tecnologia trazem vários recursos para o professor que não estão no livro. Eles não apenas mantêm os alunos envolvidos com novos recursos e aplicativos interessantes, mas também têm outras maneiras de ensinar o conteúdo aos alunos. Cada aluno aprende de maneira diferente, e a tecnologia também ajuda com essa lacuna.
- **A tecnologia mantém os alunos engajados:** Os alunos dessa geração são considerados aprendizes de tecnologia. Eles aprendem melhor sendo mais interativos, e a tecnologia é o que os ajuda a fazer isso. Muitas vezes lutam para permanecer na tarefa ou interessadas e, com recursos da tecnologia para ajudar o professor, eles podem manter o foco e aprender mais rápido.
- **A Tecnologia é necessária para o sucesso fora da educação primária e secundária:** Quer queiramos ou não, a tecnologia é um conceito essencial para aprender. Como ele muda tão rapidamente, é melhor os alunos aprenderem sobre ele mais cedo. É a parte principal de qualquer setor e não há como contornar isso. Hoje em dia, tecnologia significa mais do que apenas aprender habilidades básicas de computação. A tecnologia se tornou parte de todos os aspectos de nossas vidas hoje, e os alunos que a entendem são os que tem sucesso no mundo dos negócios.

A tecnologia com toda sua amplitude, e principalmente aplicada a educação, pode sim, ser um divisor de águas. É evidente que é preciso capacitar o professor para utiliza-la, bem como desenvolver trabalhos sociais que incentivem os alunos à utilizarem de forma correta, porém, é fato, que quando bem aplicada, ela contribui significativamente para um aprendizado colaborativo e intuitivo.

## 2.2 Diferença entre as Realidades e suas Concepções

Nesta seção de revisão bibliográfica serão abordados os seguintes temas: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Realidade-Virtualidade Contínua e Realidade Mista.

### 2.2.1 Realidade Virtual e Aumentada: Concepção Histórica

A primeira tecnologia que se assemelha com a Realidade Aumentada foi concebida nos anos 50 por Morton Heilig, que pensou no cinema além da tela. De acordo com Heilig, ao assistir filmes no cinema, o usuário deveria sentir todas as sensações que estavam passando na tela.

Segundo Furht (2011), em 1955, Heilig nomeou como o “Cinema do Futuro”, que levava o espectador além da tela utilizando diversas sensações, e em 1962, o mesmo construiu o protótipo de sua visão, e o chamou de Sensorama. O primeiro protótipo criado por Heilig pode ser visto na Figura 5.

A RV e a RA tiveram seus primeiros passos na década de 60, porém foi apenas no final da década de 80 que surgiu o primeiro dispositivo com intuito comercial, fabricado pela VPL (empresa de Jaron Lanier).



Figura 5: Sensorama – Furht (2011) (Adaptado pelo autor).



Figura 6: Ultimate Display – Furht (2011) (Adaptado pelo Autor).

Na Figura 6, podemos observar o “Ultimate Display”, considerado o primeiro HMD (Head Mounted Display), criado em 1968.

De acordo com Sutherland (1968) o “Ultimate Display” tem como ideia principal mostrar ao usuário uma imagem em perspectiva, que se altera conforme o usuário se move. Sutherland (1968) afirmou na época, que o “... objetivo neste projeto é de cercar o usuário com exibições de informações tridimensionais”.

Tanto o primeiro HMD feito por Ivan Sutherland, quanto os equipamentos semelhantes feitos até a década de 80, não foram comercializados dentro de uma perspectiva de amplo mercado. Os aparelhos da época tinham somente como finalidade a pesquisa relacionada a tecnologia base. Gutiérrez, Vexo e Thalmann (2008) afirmam que: “A primeira iniciativa de comercializar produtos de RV começou no início dos anos 80. VPL Research foi uma das primeiras companhias focadas no desenvolvimento de software e hardware para RV”.

A partir da década de 80 houve uma explosão de pesquisas relacionadas, e uma ampla comercialização de tecnologias com RV. Apesar deste crescimento, aconteciam diversos problemas relacionados a hardwares não confiáveis, computadores lentos e mal-estar do usuário [32].

Gutiérrez et al (2008) demonstram ainda que no início dos anos 90, houve uma grande mudança de paradigma a partir da criação de uma sala com projeções nas paredes chamada de “CAVE”.

As tecnologias continuaram em desenvolvimento durante os anos seguintes nas categorias de: imersão total (com os HMDs); imersão parcial (com sistemas semelhantes ao CAVE); e não imersão (presente nos desktops, notebooks e dispositivos móveis). Segundo Jones et al (2014) os HMDs possibilitam o usuário uma imersão no ambiente virtual através do dispositivo, enquanto o sistema CAVE criam o ambiente virtual ao redor do usuário.

Já em relação ao conceito de Realidade Aumentada, Furht (2011) cita o HMD de Sutherland como um dos primeiros protótipos desta tecnologia. O autor afirma ainda que Tom Caudell e David Mizell, da Boeing, foram os primeiros a falar em Realidade Aumentada, publicando um artigo em 1992. Caudell e Mizell também são creditados por Furht (2011)

por dar início a discussão em relação a RV versus RA.

### 2.2.2 Diretrizes e Concepções da Realidade Virtual

De acordo Kirner & Tori (2004), o termo Realidade Virtual (RV) foi cunhado por Jaron Lanier, como o intuito de definir o conceito da tecnologia que mistura o real com o virtual.

Jaron Lanier foi a primeira pessoa a utilizar o termo “realidade virtual” dentro do contexto da tecnologia. Em uma entrevista publicada na década de 80, o entrevistador Adam Heilbrun (1989) comenta que “bem diante dos meus olhos, Jaron Lanier construiu uma realidade artificial e mergulhou nela. Jaron Lanier é um dos principais visionários do mundo cibernético [...] ou, como ele prefere chamá-la de Realidade Virtual”.

Nesta mesma entrevista, Lanier (1989) afirma ainda que a “realidade virtual não é um computador. Estamos falando sobre a tecnologia que utiliza roupas computadorizadas para sintetizar uma realidade compartilhada. Isso recria nosso relacionamento com o mundo físico em um novo plano...”.

A Realidade Virtual pode ser vista com um ambiente interativo criado virtualmente simulando uma realidade, semelhante ou não, do mundo real. Sendo que nesta realidade, normalmente, o usuário tem estímulos visuais e sonoros.

Desta forma, compreende-se que RV é induzida ao comportamento direcionado em um organismo usando estimulação sensorial artificial, enquanto o organismo tem pouca ou nenhuma consciência da interferência [61].

### 2.2.3 Realidade Aumentada e suas Premissas

A Realidade Virtual tem muitos aspectos em comum com a Realidade Aumentada. Este fato é reforçado a partir da análise das primeiras tecnologias de RV, como o “Ultimate Display” de Sutherland, visto que este dispositivo é considerado um dos antecessores da Realidade Aumentada.

No artigo em que o termo RA foi utilizado pela primeira vez, publicado por Caudell & Mizell (1992), os autores descrevem que a tecnologia foi utilizada para adicionar ao campo de visão do usuário informações necessárias para a execução de determinada tarefa; eles também caracterizam esta tecnologia como Realidade Aumentada.

Na mesma publicação, Caudell & Mizell (1992) diferenciam a RV da RA, considerando que a RV é referente à um ambiente inteiramente virtual - ou seja, todo pixel que o usuário vê é gerado pelo computador. O conceito da RA mostrado por estes autores é de que nem todos os pixels vistos pelo usuário são criados por computador, eles são parte pertencentes ao mundo real e parte gerados pelo computador. Portanto, não houve uma real distinção das tecnologias de RV e RA até a publicação dos funcionários da Boeing [14].

Nos sistemas de RA, existem dispositivos que utilizam métodos de exibição transparentes, que irão mostrar o mundo real e adicionar objetos virtuais, e dispositivos que exibem vídeos ao vivo ou gravados, adicionando objetos virtuais.

A exibição espacial consiste em transformar o ambiente do mundo real em que o usuário está em um ambiente com elementos reais e elementos virtuais [26].

Podemos entender melhor ainda o sistema de realidade aumentada pelas suas características. Segundo Rice (2011 apud Wang, 2013) esses sistemas podem ser classificados em quatro diferentes níveis, conforme lista abaixo:

**Nível 0:** Um simples link entre o mundo real e o mundo virtual, podendo ser exemplificado com códigos de barra e reconhecimento de imagens 2D;

**Nível 1:** Sistemas de RA baseados em marcadores 2D;

**Nível 2:** Sistemas de RA sem marcadores;

**Nível 3:** Visão Aumentada, ainda em desenvolvimento.

Contudo Wang (2013) definiu que a tecnologia de RA deve conter quatro componentes básicos, sendo eles: representação de mídia, mecanismo de entrada, mecanismo de saída contínua e rastreador.

A representação de mídia consiste na forma em que o conteúdo digital é mostrado na cena de RA. Este conteúdo digital podem ser um texto, um símbolo ou um indicador; imagem ou vídeo 2D; wireframe 3D; dados 3D; modelos 3D; animação. Pode aparecer qualquer tipo deste conteúdo digital, sozinho ou mais de um.

Os mecanismos de entrada são considerados as formas que o sistema usa para manipular os objetos virtuais. Como este objeto está em um ambiente 3D ele terá seis graus de liberdade, portanto para controlar este objeto completamente serão necessários seis sinais de entrada. Essas seis dimensões são consideradas como três translacionais e três rotacionais.

O mecanismo de saída contínua conectado ao dispositivo, ou componentes, utilizado para dar suporte à forma de exibição do conteúdo e o sistema de RM. O display na RA não é necessário que seja apenas visual, ele pode ser sonoro, tátil, entre outros. Como exemplo pode ser citado um sistema que mistura o som do ambiente real com alguns sons gerados por computador, misturando os sons.

O rastreador é responsável por registrar e posicionar os objetos virtuais no ambiente real dando ao usuário a sensação deste objeto virtual estar integrado com o ambiente real [75].

#### 2.2.4 Virtualidade Contínua e Mista

Furht (2011) explana ainda sobre um novo conceito criado, a “Realidade-Virtualidade Contínua” por Paul Milgram e Fumio Kishino. Este conceito define que a RA acontece quando está mais próxima da realidade, e a VA (Virtualidade Aumentada) acontece quando esta está mais próxima de um ambiente virtual.

No trabalho em que o conceito Realidade-Virtualidade Contínua foi definido, Milgram et al. (1995) questiona a relação da RA e da RV, e propõe que os dois conceitos são antagônicos e estão ao final de uma continuidade chamada de Realidade-Virtualidade. O conceito proposto também foi ilustrado conforme mostra a Figura 7.



Figura 7: Realidade-Virtualidade Contínua – Milgram et al. (1995, p. 283) (Adaptado pelo Autor).

Na Figura 6 é possível observar o elemento Realidade Mista (RM). Este elemento é um sistema de Realidade Mista utilizado pelo usuário, e consiste na forma de exibição em que a realidade é misturada com os elementos virtuais. O conceito foi definido por Milgram e Kishino (1994) como uma tecnologia que funde o mundo real e o mundo virtual.

A realidade mista, como um conceito independente ou usada para se referir a todo o espectro de situações entre a realidade real (isto é, mundo real) e a realidade virtual, tenta combinar o melhor da realidade virtual e da realidade aumentada. Quando os mundos real e virtual são mesclados, novos ambientes e visualizações se tornam possíveis, onde objetos físicos e digitais podem coexistir e interagir em tempo real [10].

Garcia et. al., (2017), demonstra através da Figura 8, a junção entre as duas realidades (real e virtual), possibilitando a RM (Realidade Mista):



Figura 8: Realidade Virtual Mista – Garcia et. al., (2017) (Adaptado pelo Autor).

Percebe-se que o ambiente real (também chamado de “ambiente natural”) refere-se ao mundo natural que consumimos todos os dias. Esse ambiente natural abrange todas as coisas vivas e não vivas que ocorrem naturalmente na Terra. Conseqüentemente, a maioria dos ambientes virtuais é modelada a partir de ambientes reais. A recriação de representações virtuais de objetos reais do ambiente (por exemplo, pessoas, paisagens naturais) permite níveis mais profundos de imersão nos mundos virtuais.

A realidade aumentada traz aspecto do mundo virtual para o mundo real. É mais próximo do ambiente real, em oposição aos ambientes virtuais, no espectro das tecnologias da realidade. Isso ocorre porque os usuários de realidade aumentada permanecem no mundo real (ou seja, ambiente natural) enquanto experimentam visuais, sons e sentimentos aprimorados praticamente criados. A realidade aumentada faz isso colocando camadas de informações e/ou gráficos virtuais sobre a visão de um usuário da cena do mundo real [10].

### 2.2.5 Aplicabilidades de RV e RA

A Realidade Aumentada está cada vez mais presente nas mais diversas áreas, como por exemplo na arquitetura, esportes, câmeras, militar, médica e aplicativos móveis. De acordo com Beseria e Rao (2016), na área militar é utilizado um display transparente para mostrar informações da aeronave e das condições de voo para o piloto. Os autores também citam a utilização de RA nos esportes, como no cricket, para acompanhar a trajetória da bola, e

no tênis, para definir de quem foi o ponto. Na arquitetura é utilizado para visualização de ambientes ainda na fase de construção, e na medicina é utilizado a RA para ter uma visão completa do raio-x ou da ressonância magnética [9].

Dentre os aplicativos móveis que possuem grande aderência de mercado atualmente, podemos citar o Pokemon Go e o Snapchat [9].

O aplicativo Pokemon Go foi o primeiro jogo que utilizou a tecnologia de realidade aumentada a ter grande sucesso. O sucesso desse aplicativo foi extremamente rápido batendo diversos recordes mundiais relacionados à quantidade de downloads e receita gerada. O Pokemon Go (lançado em 6 de julho de 2016) foi o jogo mobile a gerar a maior receita no primeiro mês, gerando 206,5 milhões de dólares no período. O Records (2016) também atribui ao Pokemon Go o título de jogo mais baixado no primeiro mês, somando o total de 130 milhões de downloads.

Diferentemente do Pokemon Go, o aplicativo Snapchat não começou com recursos de Realidade Aumentada. O Snapchat lançou em setembro de 2015 uma nova funcionalidade chamada Lenses, sendo que esta função utiliza a RA [68].

Com os sensores disponíveis atualmente nos smartphones, tornou-se possível a criação de diversas aplicações de RA. Apesar deste avanço, a experiência do usuário com a interação do objeto virtual em relação ao mundo real ainda não é muito precisa. No caso do Pokemon Go, a tecnologia implementada não possibilita o usuário rodear ou chegar próximo de um Pokemon encontrado [78].

### 2.2.6 Aplicações na Educação Globalizada

É admitido que a educação é um dos elementos fundamentais da nossa sociedade. Como tal, trata-se de compartilhar e expandir o conhecimento das formas mais eficientes (não necessariamente o caminho tradicional escola-faculdade-universidade), e podemos tirar proveito das novas tecnologias para alcançar os objetivos. Isso faz da educação um caso perfeito para testar as soluções de Realidade Virtual e Realidade Aumentada [79].

Embora a educação seja tratada com a maior seriedade, ela não deixa de ter seus problemas, a saber, a disponibilidade limitada de serviços educacionais e a falta de pessoal treinado. Além disso, há um enorme problema com pessoas que têm habilidades físicas limitadas ou que vivem em lugares difíceis de alcançar. Por todas essas razões, a implementação da tecnologia RV/RA no sistema educacional faz muito sentido.

A educação, além de ensinar empatia, a perspectiva em primeira pessoa poderia revolucionar muitas áreas da educação. Em engenharia, matemática e ciências, a RV oferece a chance de visualizar relações geométricas em conceitos ou dados difíceis de interpretar. Além disso, a RV é naturalmente adequada para treinamento prático, porque as habilidades desenvolvidas em um ambiente virtual realista podem ser transferidas naturalmente para o ambiente real [79].

Além desses usos comuns da RV, talvez as maiores oportunidades para a educação em RV estejam nas ciências humanas, incluindo história, antropologia e aquisição de idiomas estrangeiros.

Considere a diferença entre ler um livro sobre a era vitoriana na Inglaterra e poder passear pelas ruas de Londres do século XIX, em uma simulação minuciosamente construída por historiadores. A possibilidade de ver modelos 2D das antigas ruínas do mundo egípcio através de imagens de livros didáticos, ou ver detalhes de suas pirâmides através de uma aventura imersiva de RV. Poderia-se visitar até uma cidade antiga que foi reconstruída a partir de ruínas (Figura 9). Uma visita ao palácio de Nimrud do rei assírio Ashurnasirpal II,

uma experiência em RV desenvolvida pela Learning Sites Inc. e pela Universidade de Illinois em 2016.



Figura 9: Tecnologia Tang,(fonte: <http://www.learningsites.com/>).

Existem possibilidades fascinantes para visitar museus físicos através de uma interface RV ou escanear e exibir artefatos diretamente em museus virtuais. Esses exemplos se enquadram no título de patrimônio digital.

O sistema educacional precisa de novas tecnologias para permanecer relevante no mundo em constante mudança e ser eficaz na realização de sua missão. A realidade virtual e aumentada é o próximo passo lógico na evolução do sistema educacional [19].

Quando a tecnologia RV/RA atende à educação, ela tem potencial para ser uma situação em que todos saem ganhando. O principal desafio no desenvolvimento de aplicativos de educação RV personalizados é que se deve criar muitos dos elementos a partir do zero. No entanto, é possível criar aplicativos que ofereçam aos professores a capacidade de criar aplicativos de RV/RA para fins educacionais a partir de blocos de construção, usando caixas de ferramentas e modelos acessíveis [40].

Como um projeto paralelo, ele também pode impulsionar a adoção mais ampla das tecnologias de RV e RA entre as pessoas (já que as pessoas que usam a mais recente tecnologia para educação geralmente continuam usando essa tecnologia mais tarde na vida). Estatísticas da Educação em Realidade Virtual revelam que [73]:

- 97% dos alunos gostariam de estudar um curso de RV;
- Espera-se que a educação seja o quarto maior setor de investimentos em RV;
- Prevê-se que a RV na educação seja uma indústria de US\$ 200 milhões até 2020 e US\$ 700 milhões até 2025;
- Quase 80% dos professores têm acesso a dispositivos de realidade virtual, mas apenas 6,87% os utilizam regularmente no processo educacional;

- 93% dos professores disseram que seus alunos ficariam animados em usar a realidade virtual;
- 7 em cada 10 professores querem usar a RV para simular experiências relevantes para o material abordado nas aulas.

Uma das questões do sistema educacional moderno é a capacidade limitada de descrever e exemplificar conceitos complicados e explicá-los de uma maneira mais prática e acessível. A maneira atual de explicar as coisas geralmente é um caso de sucesso, onde alguns estudantes entendem o ponto, enquanto outros são incapazes de fazer isso. Embora esse seja um desafio menor nas ciências humanitárias, torna-se crítico quando se trata de física, química e biologia [40].

Os aplicativos de educação em realidade aumentada e virtual podem tornar o processo de explicação de conceitos complicados menos desafiador, adicionando um fator audiovisual interativo.

Projetos como o Augment Education (Figura 10), estão ampliando os limites do que é possível neste domínio.

Esta ferramenta é feita para apresentações, modelagem e design 3D básico. É relativamente fácil de usar e pode ser considerado uma espécie de canivete suíço das ferramentas atuais de RA. O Augment Education ajuda professores e alunos a tentarem construir objetos e animá-los através de extensas bibliotecas de formas, objetos e ações.

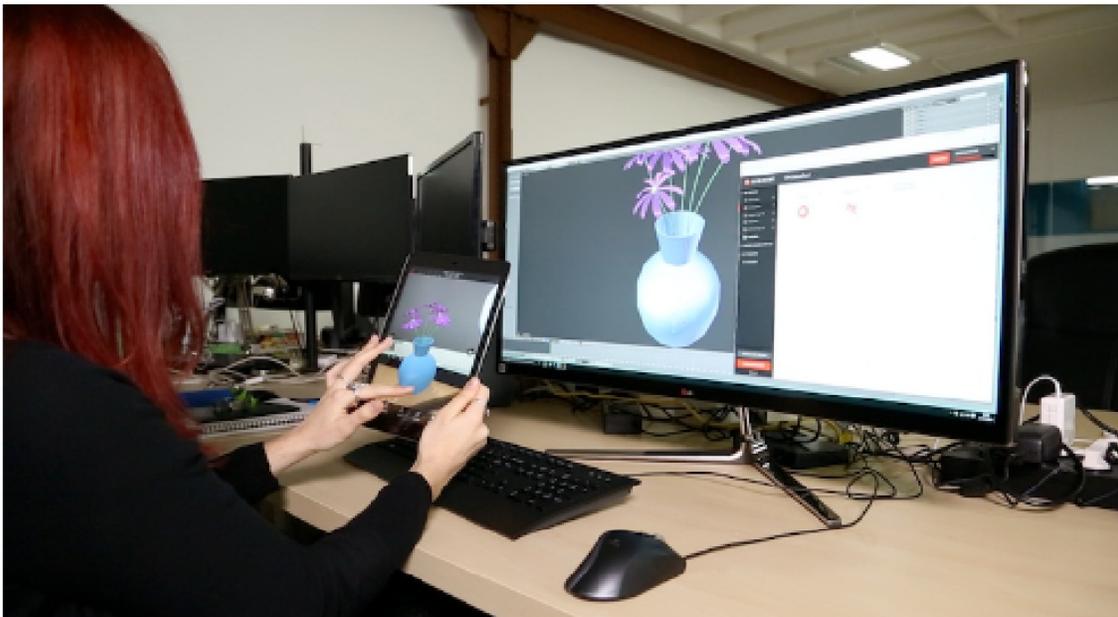


Figura 10: Projeto Augment Education (Fonte: <https://www.augment.com/education/>).

Outra coisa que pode ser bastante aprimorada com a implementação da RV & RA é a inclusão de alunos com várias deficiências no processo educacional.

Por exemplo, soluções como o Auxílio aumentado RV quase míope podem ajudar os alunos com deficiências visuais. Entre outras coisas, esses aplicativos podem manipular os contrastes, tamanhos de texto, adicionar comentários em áudio - o que contribui muito para a integração dos alunos com deficiência na comunidade.

Um bom exemplo, é Near Sighted RV (Figura 11), que é um aplicativo que funciona com seu telefone, tela do Google Cardboard ou qualquer tela DIY de RV. O RV usa a câmera do telefone e exibe a imagem na tela do telefone em vista estereoscópica.



Figura 11: Projeto Near Sighted RV (Fonte: [https://play.google.com/store/apps/details?id=air.NearSightedVRAugAid&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=air.NearSightedVRAugAid&hl=pt_BR)).

Por outro lado, a RV pode ser um ambiente adaptável perfeito para alunos com deficiências. Não apenas pode dar a eles a chance de experimentar situações fora de alcance, mas também pode ser muito prático no processo educacional cotidiano. Por exemplo, as luvas SignAloud (Figura 12), permitem a comunicação via linguagem de sinais em um ambiente de realidade virtual e a tradução para um discurso humano.

As luvas estão equipadas com um Arduino Micro e acelerômetros e usa comunicação Bluetooth para transmitir a informação da linguagem de sinais para um computador com o programa instalado.

Um dos elementos mais difíceis do ensino é manter a atenção da sala de aula intacta e lidar com uma variedade de distrações. Infelizmente, o surgimento de várias tecnologias, como smartphones, apesar de suas vantagens indiscutíveis, tornou muito mais difícil. No entanto, não há necessidade específica de lutar com as tecnologias quando existe a possibilidade de adotá-las [73].

A experiência em RV bem orquestrada pode desligar completamente a atenção do aluno de qualquer fator de distração e aumentar consideravelmente sua concentração no assunto.

Sejamos honestos, muitos estudantes consideram a educação uma tarefa árdua e os professores estão enfrentando a falta de envolvimento dos alunos. É um problema sempre-verde que provavelmente não será totalmente resolvido. No entanto, RV e RA podem ajudar a lidar com esse problema, adicionando um pouco de interatividade ao mix [73].

Mas como isso pode funcionar? A educação imersiva em RV é, por padrão, um assunto muito mais emocionante do que apenas ficar sentado em uma sala de aula ouvindo algumas coisas de ortografia levemente interessantes. Há alguma ação acontecendo. Além disso, o aluno pode ser mais ativo no processo. Por um lado, ajuda a manter o aluno focado no assunto e por outro lado torna-o muito mais interessado no assunto em si, porque o aluno pode fazer algo com ele.

A interatividade é a principal razão pela qual a RV e a RA são tão atraentes para fins

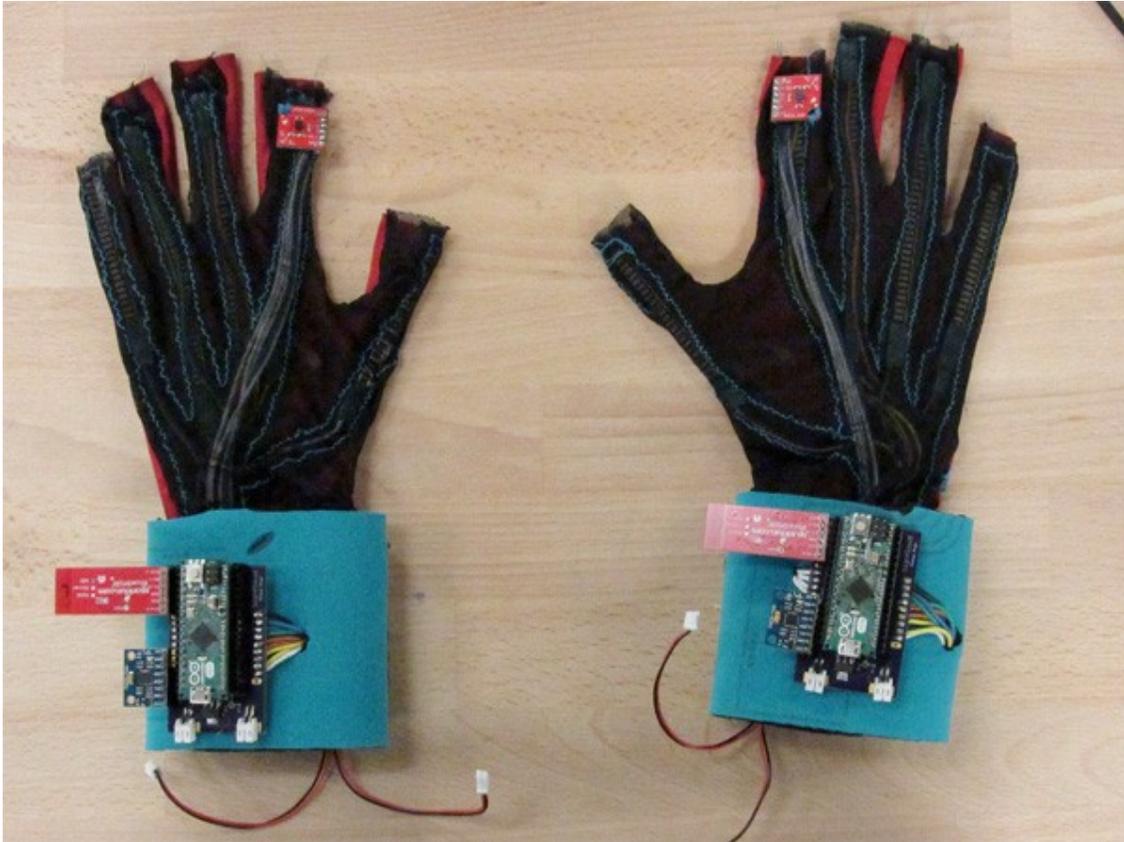


Figura 12: Luvas SignAloud (Fonte: <http://multilogica-shop.com>).

educacionais. As lições típicas de hoje consistem em muita escuta, muitas anotações e algumas pesquisas de algo, preenchendo as lacunas com pensamento e imaginação críticos. Essa não é exatamente a experiência mais agradável e meio chata, especialmente se realmente não se importa com o assunto.

A realidade virtual oferece a oportunidade de experimentar o assunto de frente. Como tal, esse tipo de experiência é muito mais atraente e eficaz no fornecimento de conhecimento do que uma palestra tradicional [42].

Por exemplo, se pode experimentar em primeira mão a vida de um fazendeiro egípcio ou participar da Batalha de Waterloo ao lado de Napoleão.

Por fim, quando comparamos realidades virtuais e aumentadas, a RV pode oferecer a experiência saudável, a RA pode assumir um papel mais complementar no processo educacional, para que ambas possam ser muito úteis.

A realidade aumentada da educação em breve afetará o processo de aprendizado convencional. A RA tem o potencial de alterar a localização e o horário dos estudos, para introduzir maneiras e métodos novos e adicionais. As capacidades da tecnologia de realidade aumentada podem tornar as aulas mais atraentes e as informações mais apreensíveis [41].

Os educadores sabem que o processo de aprendizagem deve ser sobre criatividade e interação. Embora os professores não precisem necessariamente recrutar todos os alunos para a ciência, seu objetivo é fazer com que eles se interessem por uma matéria. É aí que a RA pode ser útil.

Atualmente, 80% dos jovens possuem smartphones. A maioria deles são usuários ativos de smartphones que usam esses dispositivos para acessar plataformas sociais, jogar e se conectar com amigos e parentes. Enquanto isso, uma parte muito menor dos jovens adultos usa

telefones para fins de estudo, para fazer a lição de casa, cavar informações sobre um assunto, etc. [34].

O potencial de combinar smartphones e Realidade Aumentada para a educação é grande, embora ainda precise ser totalmente descoberto. A RA de várias maneiras poderia conceder aos alunos informações digitais extras sobre qualquer assunto e facilitar a compreensão de informações complexas [42].

Atualmente, pode-se encontrar excelentes exemplos de realidade aumentada na educação em todo o mundo. A capacidade de conectar a realidade e o conteúdo digital vem melhorando constantemente, abrindo mais opções para professores e alunos.

Com isso, é possível perceber que a RV e RA estão no mercado educacional com o intuito de quebrar paradigmas do ensino tradicional, inovando e possibilitando alunos e professores a explorar novas possibilidades unindo os conceitos das aulas às tecnologias emergentes atuais, como por exemplo [34]:

**Sala de aula de realidade aumentada:** O conteúdo animado de realidade aumentada nas aulas pode atrair a atenção dos alunos em nossos dias e idades dinâmicos, além de motivá-los a estudar. Adicionando dados extras, por exemplo uma pequena biografia de uma pessoa, fatos engraçados, dados históricos sobre sites ou eventos, modelos 3D visuais, dariam aos alunos uma compreensão mais ampla dos tópicos. Ao fazer a lição de casa, os alunos podem digitalizar certos elementos de um livro e receber dicas de texto, áudio ou vídeo dos professores. Eles podem encontrar informações úteis sobre o curso, um professor ou outros alunos que possam levar a uma melhor comunicação.

**Explicar conceitos abstratos e difíceis:** A tecnologia RA possui a capacidade de renderizar objetos difíceis de imaginar e transformá-los em modelos 3D (Figura 13), facilitando a compreensão do conteúdo abstrato e difícil. Isso é especialmente bom para aprendizes visuais e praticamente qualquer um para traduzir material teórico em um conceito real. Por exemplo, o Instituto Politécnico de Leiria, em Portugal, integra o RA nas aulas de matemática e os alunos o relatam como útil, fácil e interessante [34].



Figura 13: Exercício de Interação (Fonte: <http://mudanzasmontesdeoca.com/blog/?p=222>).

**Engajamento e interação:** Ao incorporar a Realidade Aumentada nas aulas, os professores podem envolver os alunos no processo com modelos tridimensionais. Pode ser apenas uma parte da lição, como um teaser, ou o suporte do tópico principal com informações extras

de uma perspectiva diferente. Como neste caso, quando uma empresa de tecnologia canadense CASE transformou a parede do ginásio da escola em um jogo de bola (Figura 14), adicionando uma camada de Realidade Aumentada. Crianças atravessam bolas na parede para atingir formas flutuantes e, assim, se divertem com exercícios físicos.



Figura 14: Engajamento e Interação (Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=dMExZI5jfAg>).

**Descubra e aprenda:** Os visitantes dos museus podem acessar o RA através de smartphones e descobrir conteúdo histórico relacionado a objetos. Informações adicionais sobre o que eles veem, embora devido a limitações de espaço ou orçamento, nem todos os museus e pontos de referência podem pagar por isso. Uma vez que a RA se torne mais disponível, haverá novas grandes oportunidades para os museus. A vantagem é que a realidade aumentada já está acessível aos visitantes por meio de dispositivos móveis.

**Modelagem de objetos:** Treinamento manual, exercícios manuais, resolução de questionários. Tudo isto ajuda a obter um melhor conhecimento de qualquer lição. Aplicativos de RA para estudantes de medicina podem ser uma das maneiras de aprender anatomia humana, explorar mais profundamente. Realidade Aumentada basicamente significa interação com modelos 3D. E se pode definir a rotação, transparência, esquema de cores, estilos, etc. Finalmente, pode haver animações mais avançadas por meio de gadgets especiais, como lentes holográficas, em vez de smartphones.

**Treinamento:** Em muitos casos, o conhecimento teórico não é suficiente para obter habilidades adequadas nas áreas profissionais. Os alunos não devem ser meros ouvintes e observadores passivos. Os estudantes das faculdades técnicas precisam especialmente de prática e experiência prática em suas áreas. Por meio da interação, diferentemente da RV, os recursos de RA podem ajudar a executar uma prática virtual com tutoriais aprimorados, modelagem digital, simulações e adquirir alguma experiência no final. Não é um segredo que os alunos motivados e engajados entenderão melhor um assunto e aprenderão mais rapidamente.

A realidade aumentada na educação pode-se dividi-la em três categorias de aplicativos: os especializados para estudantes, os para crianças e os aplicativos para autoeducação. Abaixo, explora-se alguns exemplos de aplicativos de RA para estudantes.

**Aplicativos de realidade aumentada para estudantes:** Elements 4D (Android/iOS) do DAQRI Studio, um aplicativo para estudar química. Permite combinar diferentes elementos como a simulação, para ver como eles reagiriam na realidade. Para iniciá-lo, são utilizados gatilhos especiais nos cartões impressos. Em seu site, se pode encontrar planos de aulas adequados para programas do ensino médio e fundamental. O aplicativo pode ser visto na íntegra através o portal da empresa ou através do link no Youtube (<https://youtu.be/2kpFr0XFgFA>).

O Anatomy 4D (Android/iOS) é mais adequado para estudantes de medicina. Ao digitalizar alvos impressos, o aplicativo mostra modelos 3D de um corpo humano e permite interagir com ele. Os usuários podem alterar e ajustar qualquer parte do corpo humano, aprender mais sobre peças, articulações, funções etc.

O Corinth Micro Anatomy, disponível para Windows Mobile, é outro aplicativo de anatomia humana que pode ser interessante para a equipe médica. O aplicativo Human Heart 3D com menos conteúdo, mas mais específico - para explorar o coração humano em detalhes. Modelo 3D de um coração completo com várias animações e dicas de texto sobre ele.

O AugThat (Android/iOS), desenvolvido por um ex-professor, é o aplicativo que traz o RA à sala de aula. O AugThat visa principalmente estudantes que não têm motivação com a ajuda de fotos virtuais em 360 graus e várias experiências em 3D. O aplicativo pode ser conferido através do vídeo publicado no Youtube (<https://youtu.be/kg3CcaAgnUM>) ou no portal da empresa.

**Aplicativos de realidade aumentada para crianças:** o Math alive, desenvolvido para crianças de até a 3ª série, conecta um computador, uma câmera e cartões especialmente impressos. Os alunos sob a supervisão de um professor colocam cartões na frente de uma câmera, praticando habilidades básicas de contagem. Alfabeto Animal AR Flashcards é um aplicativo de RA semelhante, mas para o aprendizado de letras, o aplicativo dá vida aos cartões, mostrando animais vivos quando a resposta está correta.

ZooKazam ou Bugs 3D. O ZooKazam (Android/iOS), para ensinar sobre espécies animais, oferece modelos 3D animados e vários gráficos informativos sobre mamíferos, insetos, peixes, pássaros e répteis. O Bugs 3D (Android) ajuda as crianças a saber mais sobre insetos, fazendo perguntas sobre eles e mostrando descrições e imagens para brincar.

Para atividades divertidas, arte e desenho, há Quiver e Chromville. Para aprender sobre plantas e flora, existe o Arloon Plants (Android/iOS.). Para as crianças menores, confira o aplicativo Pete the Cat: School Jam - ele serve de “pré-educação”, como ensinar empatia pelos seres vivos, além de criatividade.

**Aplicativos de autoeducação e aprendizagem de AR:** Amazing Space Journey, SkyORB 3D e Star Walk. Todos eles têm um objetivo: estudar os céus com todos os seus segredos. Aprender mais sobre estrelas, constelações, planetas do Sistema Solar, galáxias, etc.

É evidente que existem centenas de aplicativos voltados para fins educacionais atualmente, estes citados neste objeto de estudo vêm se destacando atualmente e são tecnologias recentes e inovadoras que estão sendo utilizadas por várias instituições no mundo.

Também não poderia deixar de falar sobre as ferramentas para o desenvolvimento, onde muitas vezes podem ser barreiras significativas para os professores, encontrando dificuldade na manipulação de RV e RA [34].

- Putty3D (Android/iOS), com pacotes adequados para fins educacionais em escolas e universidades. A plataforma oferece opções para criar modelos 3D, além de vários outros recursos úteis.

- O ZVR, uma ferramenta poderosa da Zspace que vem com um extenso kit de ferramentas para criar materiais educacionais. Alunos equipados com óculos especiais podem interagir com objetos RA, enquanto também podem ser usados por engenheiros e designers.
- Daqri Studio, o aplicativo para criar projetos e experiências de RA, com exemplos de aplicativos educacionais como Anatomy 4D, Elements 4D.
- Blippar (Android/iOS), uma ferramenta de criação de RA já usada em muitos projetos educacionais e parceria com diferentes meios de comunicação. Ele visualiza tópicos e objetos do material impresso, transformando-o em modelos interativos em 3D.
- Aurasma e Layar, duas ferramentas poderosas e populares para criar conteúdo de RA, projetado pelo Layar Creator. Ambos têm potencial em muitas áreas, não apenas na educação. Vem com construtores, guias e tutoriais fáceis de usar, vídeos do YouTube, trilhas de áudio, imagens, links https, modelos 3D, etc.

Apesar do crescente uso da realidade aumentada em muitas áreas da era moderna, a realidade aumentada na educação ainda é nova e instável. Embora as possibilidades de RA no ensino/estudo sejam grandes, oferecendo novas maneiras de aprender. Os professores conseguem chamar a atenção dos alunos e motivá-los melhor, enquanto os alunos recebem novas ferramentas para visualizar suas disciplinas e conceitos complexos, além de obter habilidades práticas. Além disso, até os pais podem se beneficiar - envolvendo seus filhos para estudar com aplicativos divertidos [41].

### 2.2.7 RV e RA Aplicadas a Matemática

O artigo de Winn e Bricken (1992) sobre álgebra espacial é uma publicação sobre o uso de mundos virtuais na educação matemática. Tendo uma sólida formação em tecnologia educacional e matemática, eles se concentram em como melhorar as experiências de aula dos alunos com uma nova tecnologia emergente.

Seu domínio de interesse é o ensino de álgebra. Frequentemente, os alunos têm dificuldade em aprender álgebra, especialmente o sistema de símbolos. Em sua tenra idade, eles costumam ficar perplexos com a natureza não visual da álgebra.

Portanto, Winn e Bricken (1992) introduziram um novo conceito chamado álgebra espacial. Segundo os autores, é uma representação visual de conceitos algébricos e, além disso, utiliza a natureza tridimensional da RV. Isso permite a interação com a álgebra em um ambiente 3D. A Figura 15, Segundo Winn e Bricken (1992), mostra exemplos de representações espaciais de termos algébricos e equações. À esquerda: A equação  $(x \cdot y) \cdot z = (x \cdot z) \cdot y$  é representada. À direita: O termo  $(x + 1) \cdot (x + 3)$  é visualizado de maneira tridimensional, para uma descrição detalhada de toda a gramática.

Os alunos estão imersos e podem construir seus próprios termos algébricos e equações de maneira natural, além de ajudar os alunos a construir conhecimentos de álgebra. Objetos virtuais (algébricos) podem ser manipulados para explorar equações. Como conclusão, os autores afirmam o grande potencial da RV para a educação matemática. Além deste trabalho inicial, o restante dos exemplos apresentados aqui foi publicado mais de 10 anos após o trabalho de Winn e Bricken e são classificados pelo grau de imersão e complexidade.

VRMath é outro software de aplicação que pode ser citado. O sistema VRMath (Yeh & Nason, 2004) é um aplicativo online não imersivo que utiliza a RV de desktop combinada com

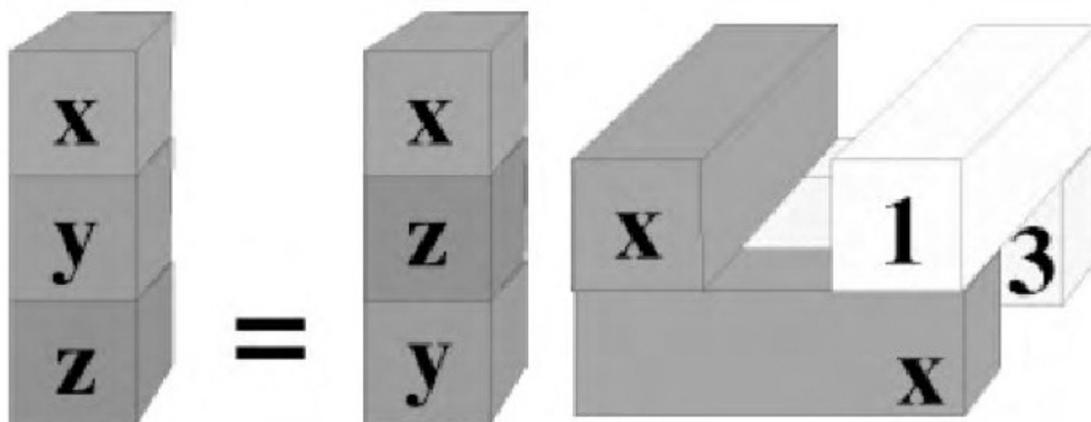


Figura 15: Ferramenta CoSpaces – Winn e Bricken (1992) (Adaptado pelo autor).

o poder de uma linguagem de programação semelhante a Logo para facilitar o aprendizado de conceitos e processos de geometria 3D.

O desenho dos componentes IHC do VRMath foi influenciado pela semiótica educacional, que conecta significados matemáticos com múltiplos recursos semióticos (Figura 16). VRMath permite que as crianças manipulem objetos e escrevam programas para criar objetos em um ambiente VRML (Yeh & Nason, 2004).

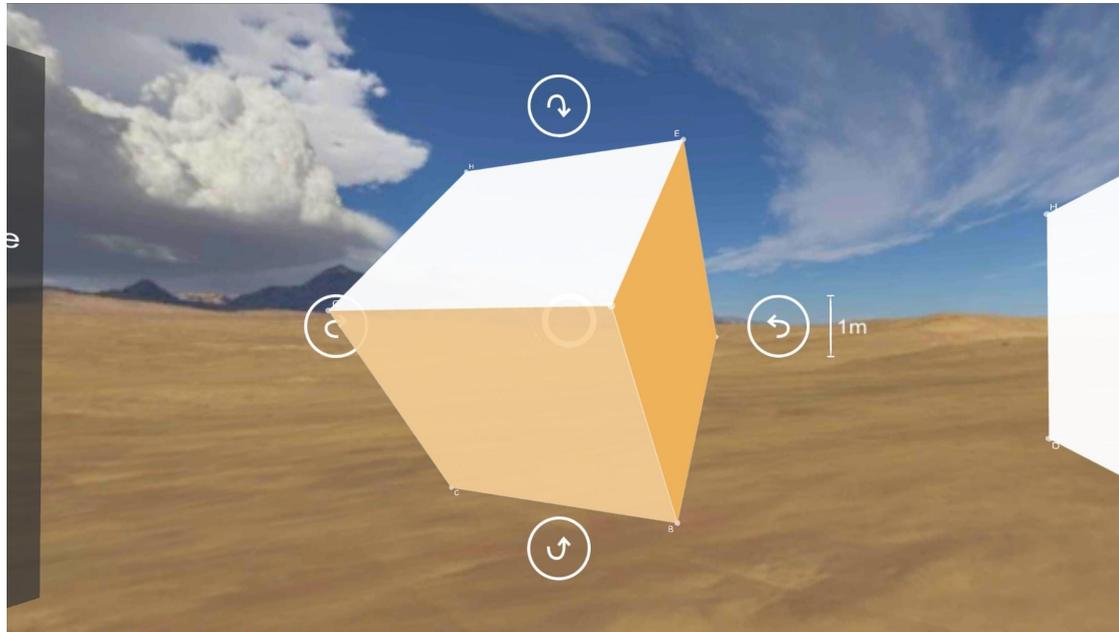


Figura 16: Software VRMath – VrMath.co (2020) (Adaptado pelo autor).

Em relação a interface do software, (Yeh & Nason, 2004) destaca que seis alunos (4<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> séries) avaliaram o VRMath conduzindo nove atividades de aprendizagem projetadas para aquele ambiente. As principais descobertas em relação à interface do usuário e à experiência de aprendizado foram que o VRMath é fácil de aprender, usar e lembrar. Ajuda os alunos a construir conhecimento sobre as relações entre conceitos e processos de geometria 3D.

Como relata (Yeh & Nason, 2004), na construção colaborativa de uma escada em espiral, os alunos construíram seu artefato consolidando sua linguagem geométrica (por exemplo,

linguagem de programação semelhante a logotipo) com conceitos geométricos sobre como escalar um cubo em três dimensões (largura, altura e profundidade), posicionando e girando no espaço 3D (movendo e girando a tartaruga), e colaborando na discussão online.

Os ricos recursos semióticos, incluindo topológicos (Ex: o espectro de cores, visualização contínua e navegação), tipológicos (Ex: termos geométricos e comandos de programação) e sociais-acionários (Ex: discurso e comunicação de fórum online) permitiram-lhes construir uma compreensão efetiva e profunda do conhecimento geométrico 3D.

Em sua abordagem para permitir que os usuários programem ou façam um script de uma cena 3D, VRMath é semelhante a outros pacotes CAD educacionais, como o GAM (Podenstorfer, 2009). Ter que usar código de script ou comandos para manipular objetos 3D é uma maneira mais lenta de interagir com uma cena 3D do que arrastar e soltar ou mover objetos para seus locais corretos. No entanto, a abordagem de script é educacionalmente muito mais recompensadora. Ao usar um protocolo, script ou comando, os alunos são forçados a pensar sobre as traduções e rotações corretas em 3D dentro de um determinado sistema de coordenadas antes de fazer a operação. Se arrastar e soltar estiver ativado, os alunos costumam usar métodos de tentativa e erro para transformar objetos.

Outro exemplo é o ArTooKit 3D. O desenvolvimento do sistema de geometria ARToolkit 3D (Trien Do & Lee, 2007) foi inspirado pelas reais dificuldades que os alunos têm ao estudar geometria descritiva e interpretar desenhos técnicos. O sistema utiliza ARToolkit (Billinghurst, Kato, & Poupayrev, 2001) para rastreamento e interação do usuário.

ARToolkit é um software de código aberto que usa uma única câmera da web comum para rastrear marcadores planares quadráticos normalmente produzidos em uma impressora a laser comum de escritório. É uma solução de rastreamento extremamente econômica. Um padrão definido pelo usuário dentro do marcador permite que o software distinga entre diferentes alvos, permitindo aos usuários construir aplicativos complexos com múltiplos dispositivos e artefatos de interação rastreados.

O sistema fornece aos usuários funções básicas, como construir objetos 3D comuns, personalizar atributos, simular interseções de objetos usando dois marcadores e exportar resultados para arquivos VRML (Figura 17). É uma ferramenta útil para os alunos melhorarem seu desempenho nos estudos e um dispositivo pedagógico para que os professores produzam palestras mais intrigantes e de fácil compreensão. O sistema ainda não foi avaliado com os alunos.

Mais um exemplo pode ser citado neste cenário. O objetivo do Construct3D não era criar um pacote profissional de modelagem 3D, mas uma ferramenta de construção 3D simples e intuitiva de usar em um ambiente virtual imersivo para fins educacionais. Construct3D (Kaufmann & Schmalstieg, 2003; Kaufmann, 2004) é baseado no sistema de Realidade Aumentada Studierstube (Schmalstieg et al., 2002). A principal vantagem de usar AR é que os alunos realmente vêem objetos tridimensionais que eles, até agora, tinham que calcular e construir com métodos tradicionais (principalmente caneta e papel).

Ao trabalhar diretamente no espaço 3D, problemas espaciais complexos e relações espaciais podem ser compreendidos melhor e mais rapidamente do que com os métodos tradicionais. Apresenta-se um sistema que usa realidade aumentada colaborativa como meio de ensino e usa geometria dinâmica 3D para facilitar o ensino de matemática e geometria.

Ambos os aspectos são novos para o ensino de geometria. O Construct3D (Figura 18) suporta a geração e operação de tipos de objetos geométricos básicos: pontos (livremente posicionados no espaço ou fixos em curvas e superfícies), linhas, planos, círculos, elipses, cuboides, esferas, cilindros, cones, curvas B-Spline com um limite número de pontos de controle e grau variável, curvas B-Spline interpoladas, superfícies NURBS de até  $8 \times 8$  pontos de con-

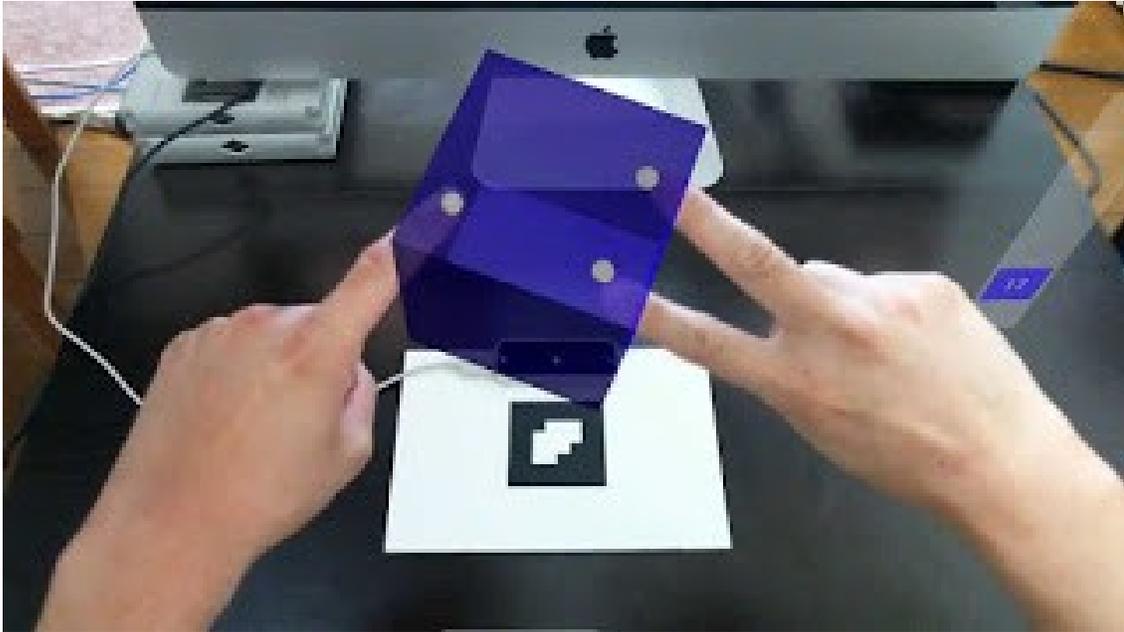


Figura 17: Software ARToolkit – ArTooKit (2020) (Adaptado pelo autor).

trole e grau variável, superfícies NURBS interpoladas e superfícies de revolução (superfícies de varredura rotacional). Em relação às operações geométricas, implementamos operações booleanas (intersecção, união, diferença); intersecções entre todos os tipos de objetos 2D e 3D resultando em intersecções.

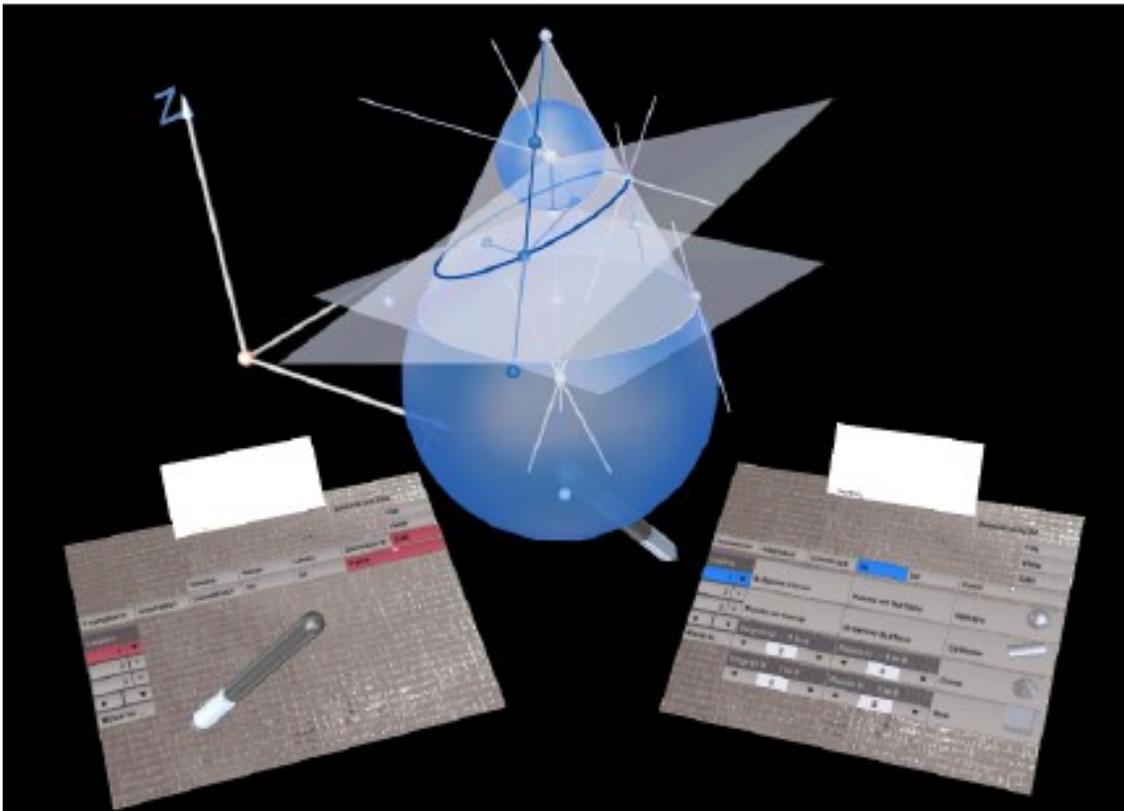


Figura 18: Software Cpmstrict3D – Kaufmann, et. al., (2006) (Adaptado pelo autor).

A sala de aula de realidade virtual permite uma experiência de aprendizagem e facilita a construção mental do espaço tridimensional (Sharma, 2013), e o CoSpaces (ferramenta para se criar ambientes de realidade virtual e aumentada) permite que os alunos criem seus próprios conteúdos da realidade virtual e aumentada, que podem ser assistidos com um simples Google Cardboard (visualizador para RV e RA) ou um Smartphone.

Usar um RV em sala de aula não é apenas um recurso novo. De acordo com as novas tecnologias, esse tipo de recurso oferece ao aluno a possibilidade de se expressar de forma diferente, utilizando um novo estilo de letramento digital.

Muitas pessoas usam tecnologia para consumir, mas não para criar. Agora, as pessoas podem usar a tecnologia para criar e os alunos podem usar os recursos educacionais não apenas como um servidor de conteúdo. Hoje em dia, uma tecnologia educacional é um recurso para criar, para se tornar um criador.

Ao criar uma realidade virtual com diferentes objetos, se pode programar diferentes ações, como movimentos ou diálogos. Para codificar os objetos, o CoSpaces usa o Blockly. É uma linguagem de programação visual, semelhante ao Scratch. Basta adicionar, adaptar e combinar blocos de código arrastando e soltando; é fácil de usar. Na Figura 19 é possível verificar um dos ambientes do CoSpaces. Lembrando que a plataforma pode ser baixada, inclusive com versão para navegadores através do link (<https://cospaces.io/edu/>).



Figura 19: Ferramenta CoSpaces (2020) (Adaptado pelo autor).

Mesmo os iniciantes podem codificar experiências animadas e interativas dentro do CoSpaces. Esse complemento permite que os alunos trabalhem com o pensamento computacional em sua própria realidade virtual, tornando um recurso motivador. Quando jovens estudantes usam o pensamento computacional, eles não estão apenas aprendendo a programar, eles desenvolvem “estratégia de design (como modularização e design iterativo) que são transportadas para domínios de não programação” [60].

O pensamento computacional oferece aos alunos e professores novas orientações para o trabalho cotidiano em qualquer assunto, especialmente em STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Seymour Papert (1980) considerou em seus primeiros trabalhos uma perspectiva utópica sobre como o computador seria usado para melhorar o processo de aprendizagem, muitas ferramentas de ensino como CoSpaces ou Scratch foram desenvolvidos, e agora existem grandes oportunidades para os alunos tornar-se criadores de seus conteúdos digitais. Desta forma, citando Seymour Papert: “o papel do professor é criar as condições para a invenção, em vez de fornecer conhecimento pronto” (1980).

Um bom exemplo da aplicação é o projeto do Museu virtual (Figura 20) de números irracionais, desenvolvido dentro da plataforma, para exemplificar sua potencialidade.

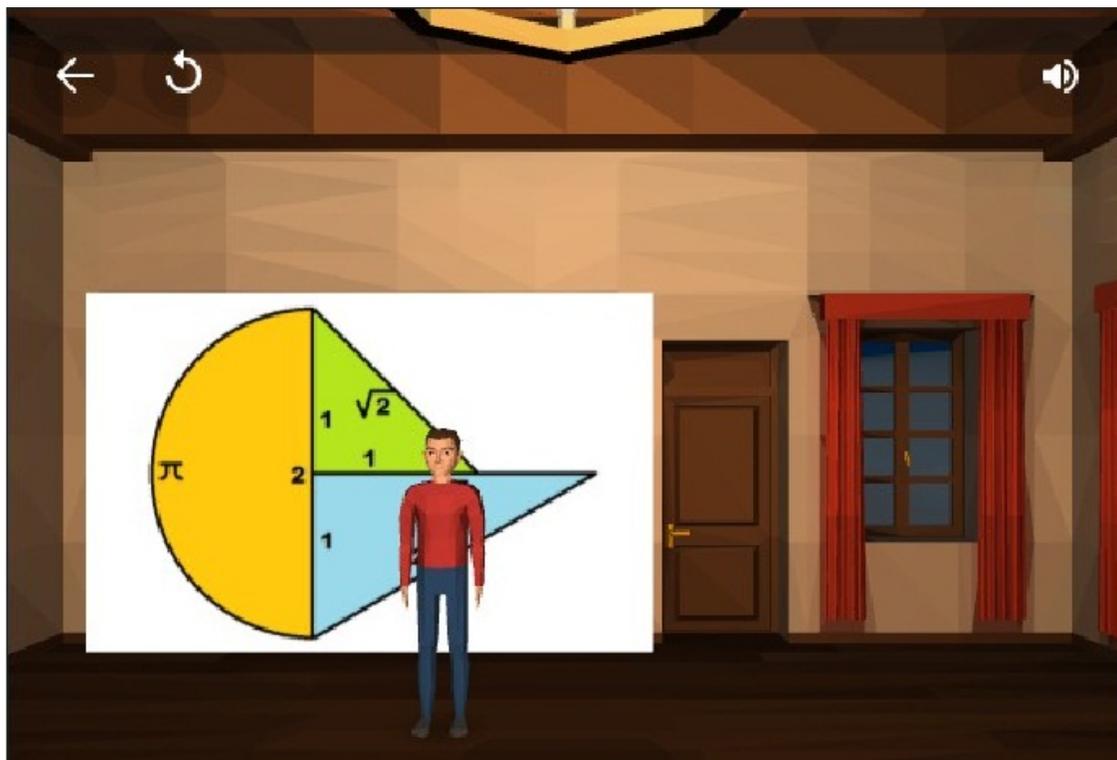


Figura 20: Museu virtual sobre números irracionais – CoSpaces (2020) (Adaptado pelo autor).

Quando um professor planeja atividades para os alunos, uma apresentação oral por exemplo, geralmente nem todos os alunos possuem as habilidades necessárias para expressar o conteúdo de uma determinada disciplina. A apresentação oral, hoje em dia, é um tipo de trabalho que normalmente todos os alunos realizam em várias disciplinas.

Então, por que não se oferece possibilidades diferentes? Quando se planeja uma apresentação sobre números irracionais e sua presença na arte e na natureza nas aulas, os alunos que são muito tímidos não conseguirão. Então no exemplo abaixo, dar-se a eles a possibilidade de fazer um museu virtual sobre números irracionais com o CoSpaces (CoSpaces, 2020).

Outro exemplo que pode ser citado, utilizando a plataforma do CoSpaces para aplicações em matemática (Figura 21) é o exemplo criado para resolver problemas com palavras. Quando um professor de matemática planeja uma sessão de problema com palavras, os alunos normalmente expressam alguma rejeição.

As habilidades de resolução de problemas são muito importantes para o desenvolvimento da competência matemática e precisa-se buscar situações onde resolver um problema com palavras se tornou uma atividade motivadora. Por exemplo, recomendar situações cotidianas é um dos recursos mais importantes. Mas, como pode-se usar a tecnologia e os recursos educacionais para envolver os alunos na resolução de problemas com palavras?

Nesta atividade, os alunos trabalham em pares para criar uma realidade virtual apresentando um problema de palavras sobre formas geométricas tridimensionais. Cada problema é compartilhado com a sala de aula com um código QR, e os alunos precisam escanear quantos códigos puderem em uma hora e resolver os problemas expostos.

Com esta atividade eles estão trabalhando diferentes habilidades para resolver problemas



Figura 21: Problemas com palavras em Realidade Virtual – CoSpaces (2020) (Adaptado pelo autor).

como normalmente fazem em uma sala de aula tradicional, mas com um fator altamente motivador: usar novas tecnologias para criar sua própria realidade virtual para retratar um problema de palavra.

Assim, tornou-se necessário que os países trabalhassem na reestruturação e regulação do conhecimento e modelassem experiências educacionais. O papel dos computadores no processo educacional tem sido variado, pois se distingue de outros meios educacionais; o computador não é um objetivo em si mesmo, mas seus diversos programas, fazem com que seu papel mude de forma distinta [2].

Portanto, o computador veio para solucionar e dissipar os obstáculos enfrentados pelos controladores do processo educacional, de forma que as instituições de ensino sejam consideradas a porta pela qual produzimos gerações capazes de enfrentar o futuro com todos os rápidos desenvolvimentos e inovações, por encontrar o aluno capaz com aprendizagem ao longo da vida, acompanhar a evolução [2].

### 3 Experiência Pedagógica com RV e RA

Nesta seção iremos descrever um experimento de realidade aumentada, feito usando o softwares Geogebra 3D e Matemática RA, com alunos do ensino fundamental e médio de uma escola pública no município de Botumirim, no estado de Minas Gerais.

Primeiro apresentaremos os softwares envolvidos, bem como suas principais características e aplicabilidades. Em seguida descreveremos o cenário onde estas atividades foram aplicadas, a organização e proposta de atividades desenvolvidas com os alunos. E para análise das aplicações apresentaremos as considerações do experimento feito.

#### 3.1 O Software Geogebra 3D e Matemática RA

Os aplicativos escolhidos para desenvolver nossa experiência foi o Geogebra 3D e o Matemática RA, por se tratar de aplicativos gratuitos e de fácil instalação. O Geogebra 3D com funções de RA incluso (Figura 22), é um aplicativo para sistemas Android, algumas opções

em IOS e Windows Fone, porém a grande maioria dos seus recursos, atualmente, podem ser acessados de um navegador padrão também, facilitando o seu uso.

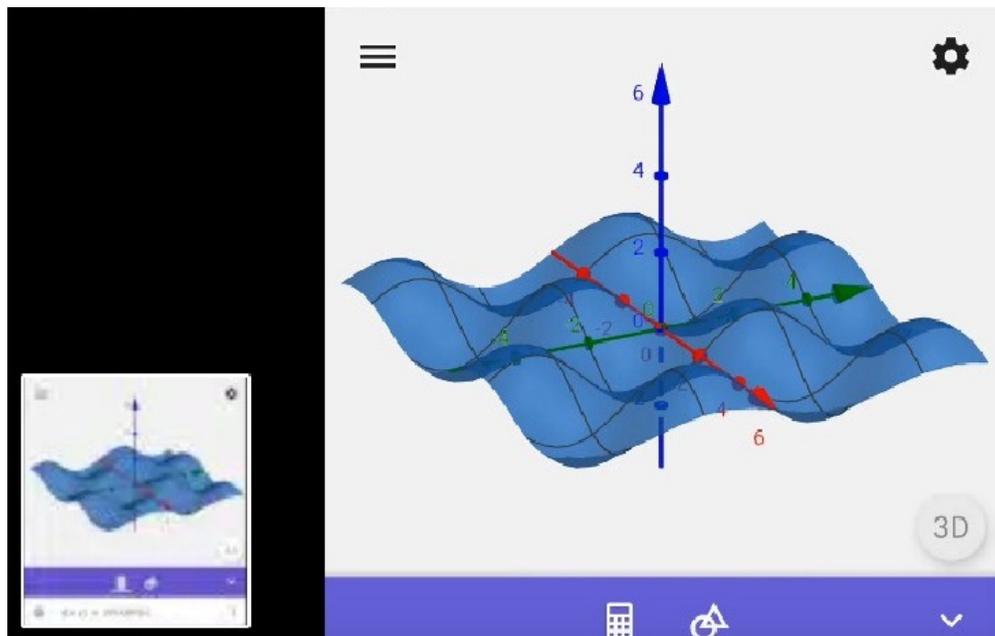


Figura 22: Aplicativo Geogebra 3D.

O Geogebra 3D, permite que alunos resolvam facilmente problemas de matemática 3D e RA, além de permitir a criação de gráficos de funções e superfícies 3D, criar construções geométricas em 3D, salvar e compartilhar resultados. Com a Realidade Aumentada ativada, se pode colocar objetos matemáticos em qualquer superfície e contorná-los. Segundo o portal do Geogebra 3D, milhões de pessoas em todo o mundo usam o aplicativo para aprender matemática e ciências, explorando recursos como:

- Plotar funções  $f(x, y)$  e superfícies paramétricas;
- Criar sólidos, esferas, planos e muitos outros objetos 3D;
- Obter pontos de interseção e seções transversais;
- Experimentar controles deslizantes, pontos, gráficos e geometria, todos trabalhando juntos;
- Pesquisar atividades de aprendizagem gratuitas diretamente do aplicativo;
- Salvar e compartilhe os resultados com amigos e professores.

Outro aplicativo que foi utilizado nesta experiência é o Matemática RA (Realidade Aumentada) (Figura 23), da empresa Lion Midia Entretenimento. O aplicativo está disponível para ser “baixado” em versões para iOS, Android, Windows Fone, entre outros, através do seu portal (<https://www.lionstudios.com.br/>).

Outro ponto interessante, é que a empresa dispõe de um manual para ensinar professores e alunos a utilizar os recursos do aplicativo, representado pela Figura 24, além de ter versões pagas (com recursos completos) para sistemas operacionais como Windows nativo (PC), como também versões gratuitas com recursos limitados para celulares, tablets, etc. A versão



Figura 23: Matemática RA – Lionstudios (2020) (Adaptado pelo autor).

**COMO USAR O APLICATIVO:**

**MATEMÁTICA RA**

**UM MUNDO DE INTERAÇÃO EM 3 PASSOS:**

- 1**  
BAIXE O APLICATIVO NA PLAY STORE OU APP STORE.
- 2**  
ABRA O APLICATIVO E O LIVRO
- 3**  
APONTE A CÂMERA PARA O AR-CODE. ESPERE GERAR A IMAGEM EM 3D E PRONTO!

**RECOMENDAÇÕES DO DISPOSITIVO**

MEMÓRIA: 1 GB DE RAM OU SUPERIOR.  
 PROCESSADOR: 1.3 GHz OU SUPERIOR.  
 ARMAZENAMENTO: 150 MB DE ESPAÇO DISPONÍVEL OU SUPERIOR POR APP.  
 ANDROID: 6.0 OU SUPERIOR  
 IOS: 9.0 OU SUPERIOR.

OS APLICATIVOS FUNCIONAM OFF-LINE, É NECESSÁRIO CONEXÃO À INTERNET PARA BAIXAR E ATUALIZAR.

Figura 24: Matemática RA – Usando o aplicativo Lionstudios (2020) (Adaptado pelo autor).

gratuita (livre de taxas), foi utilizada nesta experiência para exemplificar as aplicabilidades de Realidade Aumentada na matemática.

A empresa permite através do portal, que professores e alunos consigam baixar para o aplicativo, os cards (marcadores), que são exemplos já pré-programados. Existem vários outros exemplos que podem ser acessados pelo aplicativo nas versões mais completas do sistema. A Figura 25, demonstra os “marcadores”, que ao serem apontados em uma câmera de celular, smartphone, tablet, entre outros, associa o marcador a imagem a ser explorada.

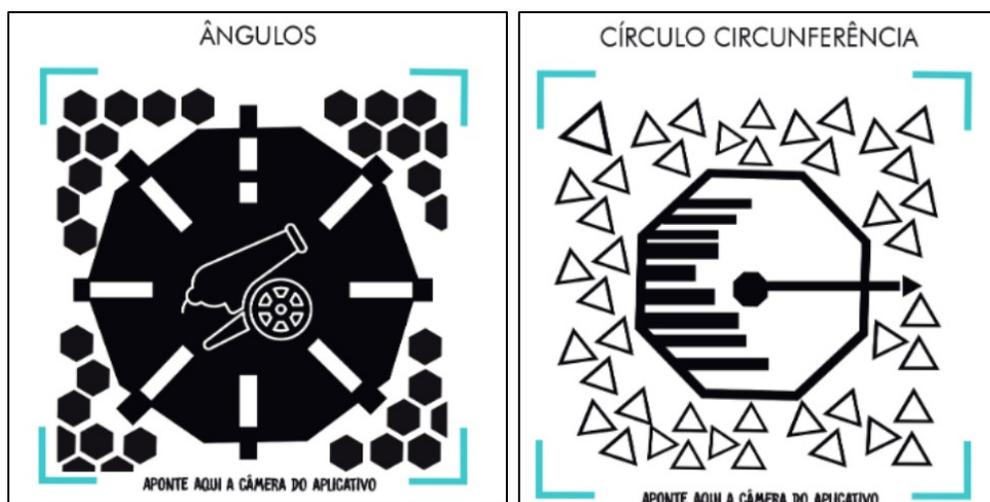


Figura 25: Exemplo de um marcador em Matemática RA – Lionstudios (2021) (Adaptado pelo autor).

É válido mencionar que estes marcadores deverão ser utilizados dentro do aplicativo do Matemática RA, ou seja, o simples fato de se apontar a camera do celular para o marcador, não ativará o objeto 3D em si. Esta função é ativada, a partir do Mathematica RA que reconhece o marcador e substitui o mesmo pelo objeto a ser explorado, conforme Figura 26.

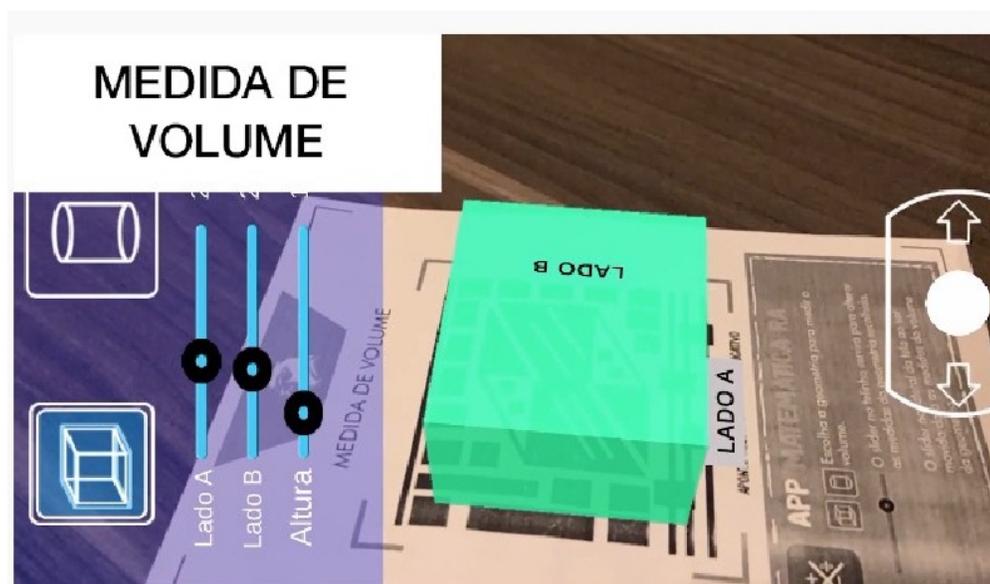


Figura 26: Marcador sendo substituído pelo objeto – Lionstudios (2020) (Adaptado pelo autor).

### 3.2 Cenário De Aplicação e Dificuldades Observadas

Esta experiência foi realizada na Escola Estadual Renato Azeredo, localizada em Adão Colares, no município de Botumirim-MG, onde de acordo com os dados<sup>4</sup> da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, apresenta:

- Aproximadamente 440 alunos;
- 61,1% oriundos de zona urbana e 38,9% alunos da zona rural.
- Aproximadamente 54% são do sexo feminino e 46% do sexo masculino;
- Declaração de cor: 51,3% dos alunos declaram pardos, 18,1% declaram brancos, 16,8% negros, 1,3% índios, e 12,5% não informaram;
- O nível sócio econômico dos alunos da escola é médio-baixo;
- Apenas 20% dos pais concluíram o ensino médio e 5% concluíram o ensino superior.

A escola local, supramencionada, conta com uma estrutura inadequada para trabalhar com sistemas e tecnologia. O laboratório de informática (Figura 27) possui poucos computadores, sem recursos (memória, câmeras de video, som, etc), além de uma internet precária.



Figura 27: Laboratório da Escola (Próprio Autor).

Por outro lado, dados como da Figura 28 mostram que a maioria dos alunos locais encontram nos baixos níveis de aprendizagem de conceitos básicos do ensino e apresentam dificuldade em conceitos básicos de geometria. Podemos observar que dados de aprendizagem mostrados no início deste trabalho, nos mostra que os alunos no país inteiro apresentam dificuldades relacionadas a elementos de um sólido.

Durante as aplicações diárias dos exercícios matemáticos, foi percebido uma dificuldade em se trabalhar com o conteúdo de geometria, onde os alunos precisavam analisar exercícios em 2D e 3D, e os mesmos não entendiam ou não tinham uma visão sobre tais elementos.

<sup>4</sup>Estes dados foram retirados da Secretaria da Escola Estadual Renato Azeredo, Botumirim, MG.

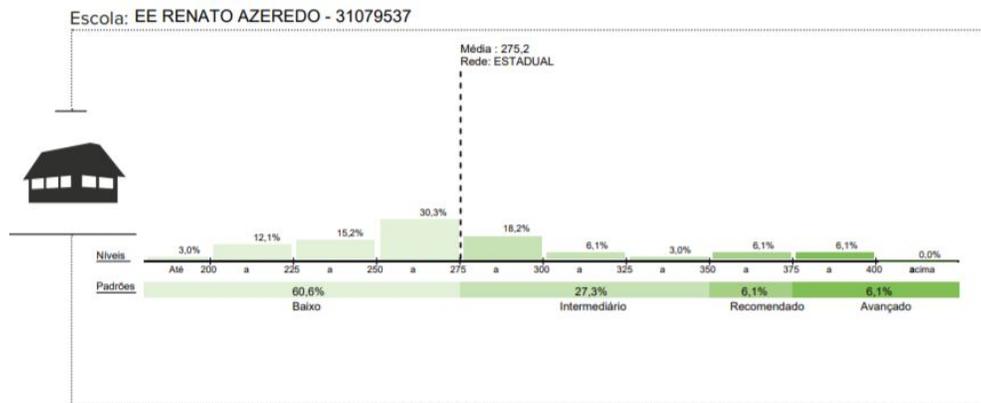


Figura 28: Desenvolvimento da aprendizagem Escola Estadual Renato Azeredo – (Proeb 2017) (Fonte: <http://resultados.caedufjf.net/resultados/publicacao/publico/escola.jsf>).

Problemas em matemática, especialmente aqueles relacionados à geometria e movimento tridimensional (3D), são difíceis para a grande maioria dos alunos. Apresentam grande dificuldade de assimilar diferenças entre figuras espaciais e figuras planas e fazer as contagem dos seus principais elementos. Consideram por exemplo um tetraedro como se fosse um quadrilátero com suas diagonais.

Quando aprendem geometria 3D, os alunos devem continuamente converter entre uma figura 2D no livro e um modelo 3D em suas mentes. Quando eles resolvem problemas de movimento, por exemplo, o problema de “pega-pega” [24], os alunos tem que imaginar todo o processo de movimento em suas mentes e em seguida, estabelecer a equação abstrata relevante.

No entanto, surge uma dificuldade com dois aspectos principais:

1. Esses problemas exigem a capacidade espacial dos alunos, sua capacidade de transferência e capacidade de pensamento abstrato, mas essas são precisamente suas fraquezas;
2. Os métodos de ensino com apenas a visão 2D (no quadro ou no papel) das figuras, pode aumentar os desafios de aprendizagem, causando uma resistência aos alunos. Neste caso são necessários custos mentais adicionais não apenas para aprender conhecimento 3D de materiais 2D, mas para aprender processos dinâmicos de materiais estáticos.

Foi neste momento, que foi percebido, que a tecnologia, através da aplicação de realidade virtual e Aumentada, poderia despertar neles um interesse e participação maior nas aulas, pois traria uma inovação para eles, além de auxiliar na compreensão de conteúdos relevantes.

### 3.3 Organização e Proposta De Atividades Com Os Aplicativos

É fato de que a escola não possui estrutura para se trabalhar adequadamente com recursos de (T.I), porém também é fato que hoje, tecnologias como smarthphones, tablets e celulares, são de fácil acesso, e que estes “aparelhos”, poderiam contribuir de alguma forma para o desenvolvimento das atividades. Diante da situação, foi feito um levantamento da escola e quais turmas tinham mais acesso a tecnologias.

A proposta de aplicação é abordar os sólidos geométricos. No contexto de análise de seus elementos (Faces, Vértices, Arestas, Diagonais), e qual contribuição a realidade aumentada através do uso dos aplicativos Geogebra 3D e Matemática RA poderia proporcionar.

Com o intuito de avaliar o desempenho dos alunos na resolução de exercícios matemáticos, ligados a geometria tridimensional, usaremos dois exercícios (Apêndice A.1 e Apêndice A.2) comuns aplicados no dia a dia e um questionário (Apêndice A.3). O objetivo desta atividade será obter dados da aplicação junto aos alunos, onde cada aluno poderá expor suas observações sobre o experimento.

Com a explanação dos aplicativos utilizados, ou seja, o Geogebra 3D e o Matemática RA, após um levantamento com os alunos e escola sobre o acesso dos alunos a tecnologia (Celular), a composição das aplicações se configurou da seguinte maneira na escola:

- Duas turmas do 2<sup>o</sup> ano de ensino medio (total de 75 alunos) e duas turmas do 6<sup>o</sup> ano do ensino fundamental II (62 alunos no total), foram utilizadas;
- Os aplicativos (Geogebra 3D e o Matemática RA), foram instalados nos celulares dos alunos;
- Houve uma explanação sobre a utilização (modo de usar) dos aplicativos associados. Vale ressaltar que os alunos utilizaram os exemplos contidos na versão gratuita.
- Foi fornecido cópia dos marcadores das atividades para os alunos;
- Foi utilizado exemplo envolvendo Realidade Aumentada, com o auxílio do Data Show dentro do tópico de geometria com aplicações tridimensionais (conforme demonstrado na Figura 29);



Figura 29: Exemplos demonstrado aos alunos – Lionstudios (2019) (Adaptado pelo autor).

- f) Foi introduzido aos alunos uma aula demonstrativa e intuitiva, relantando o conteúdo de forma inusitada, ou seja, utilizando realidade virtual e Aumentada para demonstração. A Figura 30 e parte do vídeo realizado pelo autor deste, com explanação sobre criação de figuras (Prismas, Pirâmides, etc.) e seus principais elementos, aplicado aos alunos, pode ser conferido em <https://youtu.be/BexZoppYTUc> e <https://youtu.be/AGCav8sbvIA>.

Neste sentido, destaca-se a importância de agregar a tecnologia para proporcionar um aprendizado mais colaborativo e intuitivo.

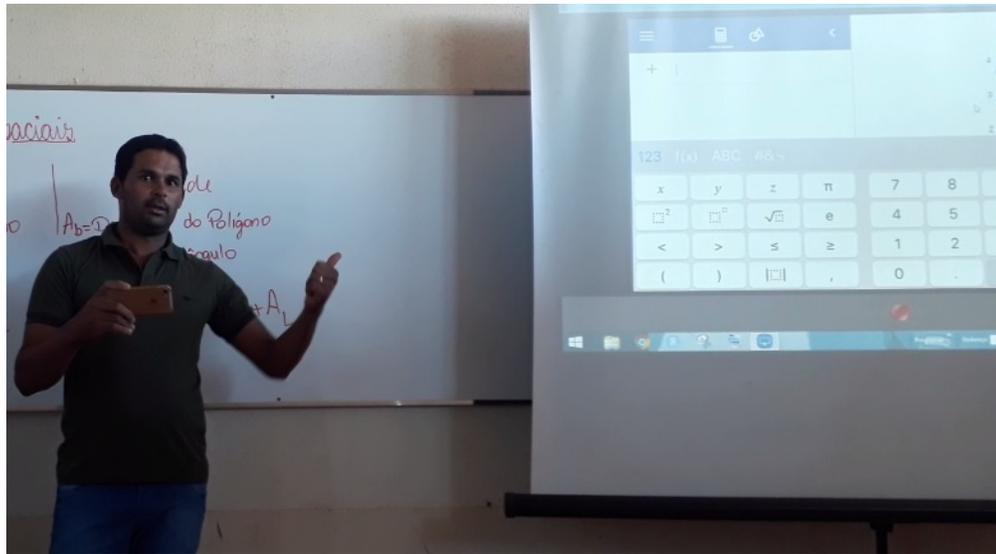


Figura 30: Apresentação do conteúdo para os alunos, (Próprio Autor).

Apesar de ser um conteúdo onde a grande maioria dos alunos apresentam uma certa dificuldade quando visto pela primeira vez, ao apresentar o conteúdo de forma lúdica, ou seja, inserindo tecnologias como a realidade aumentada, foi possível notar o interesse deles no aprendizado e também na possibilidade deles mesmos montarem suas próprias imagens.

Os alunos mostraram visivelmente animados para a prática das atividades apresentadas anteriormente, que os alunos que não possuíam celulares pediram aos pais e/ou a irmãos de séries diferente emprestados para a execução das atividades. Por sim tratar de uma comunidade em que todos se reconhecem e participa do dia a dia da escola, os pais consentiram esta prática para os poucos alunos que não detinham os aparelhos.

### 3.4 Aplicação da proposta

Esta proposta foi aplicada por mim, com a colaboração de um Professor de matemática efetivo da escola e da supervisora em dois tempos seguidos de 50 minutos.

Inicialmente, foi demonstrado para os colaboradores e alunos o conceito de realidade aumentada e a diferença entre realidade virtual e realidade aumentada. O professor de matemática colaborador e a supervisora afirmaram que seria a primeira vez que iria participar de uma aplicação de realidade aumentada na educação, alguns alunos disseram já ter ouvido falar sobre realidade aumentada somente em jogos ou rede sociais, e apenas uma aluna disse saber diferenciar essas duas realidades.

Os alunos foram subdivididos em três grupos onde o cada um ficaria responsável em acompanhar a aplicação das atividades em um grupo. Cada aluno recebeu suas atividades individualmente.

Estas atividades foi proposto em sala de aula, para as todas as turmas, ou seja, para os alunos do 6º ano(duas turmas) e também para os alunos do 2º ano do ensino(duas turmas) médio, totalizando 135 alunos presentes.

Primeiramente eles deveriam resolver as atividades com o método tradicional, ou seja, com papel e caneta, observando a figura apenas na imagem e depois as mesmas atividades foram aplicadas novamente utilizando os recursos de RV e RA, onde o aluno poderia usar os aplicativos para visualizar em diversas posições, ampliar ou reduzir as figuras.

A Figura 31 e a Figura 32 demonstra um aluno resolvendo as atividades de forma manual e com os aplicativos.

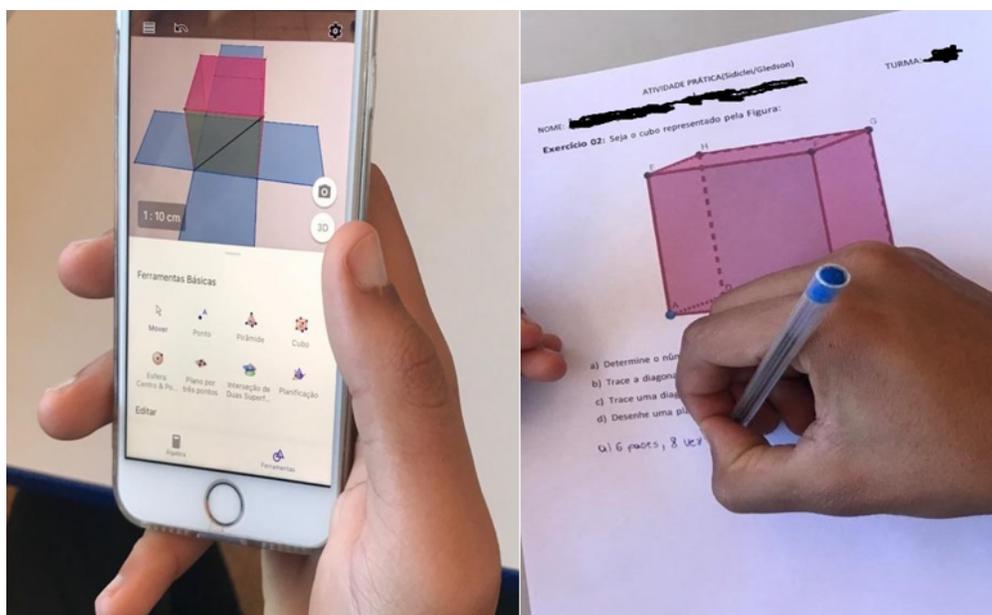


Figura 31: Aluno resolvendo atividade do cubo (Ver Apêndice A.2).

Na Figura 32, nota-se que para a resolução, o aluno pode ampliar, reduzir, girar a figura em diversas posições facilitando a visualização.

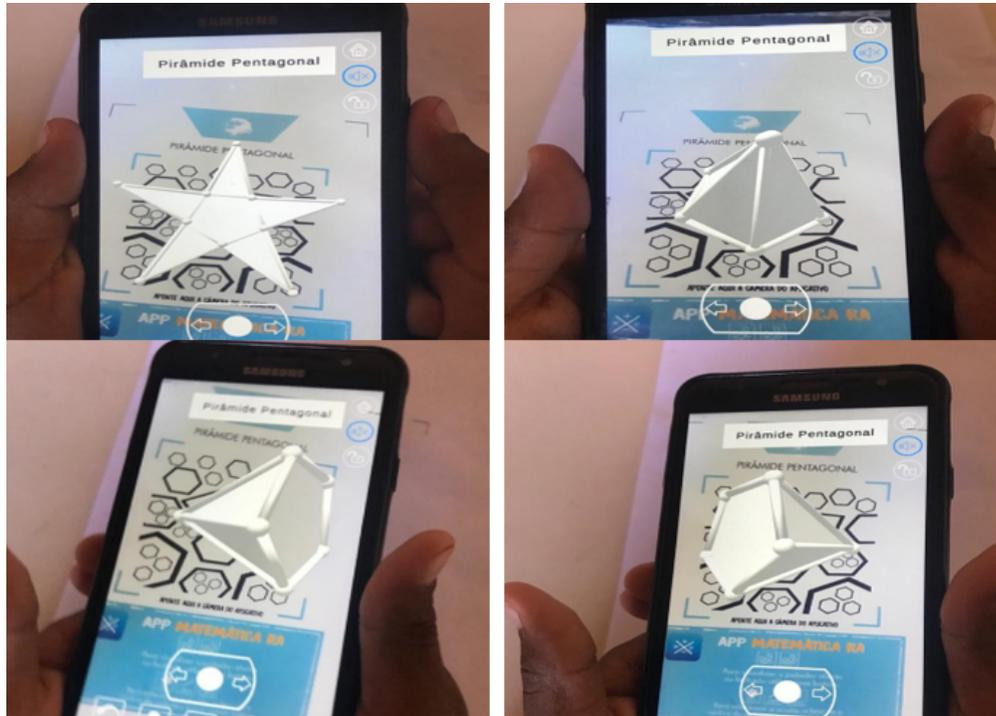


Figura 32: Aluno resolvendo atividade da pirâmide (Ver Apêndice A.1).(Próprio Autor)

Finalizada as atividades foi proporcionada uma discussão sobre a utilização dos aplicativos e foi demonstrado para os alunos outras possibilidades que os aplicativos poderia ajudar na visualização de sólidos geométricos, como secções planas no Geogebra 3D e ângulos no matemática RA.

Pode se observar pela Figura 33, uma dessas possibilidades de aprendizagem que o aplicativo matemática RA pode contribuir para a aprendizagem em casa, uma vez que os alunos podem configura-lo para que eles demostrem alguns elementos procurados.

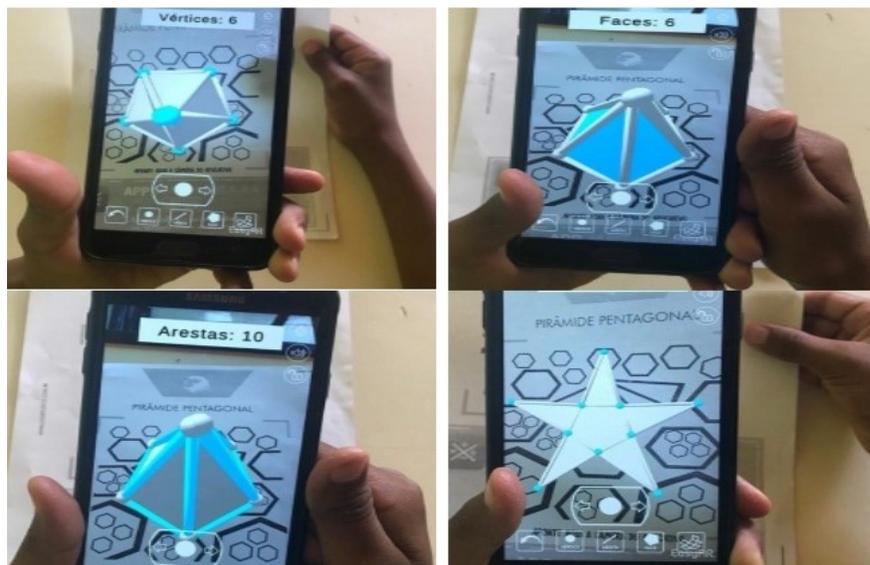


Figura 33: Aluno explorando possibilidades dos aplicativos.(Próprio Autor)

### 3.5 Considerações sobre o experimento

Com a visualização das atividades feita pelos aplicativos, os alunos mostraram envolvidos nas realizações e motivados pelo envolvimento da tecnologia para o ensino/aprendizagem. A realidade aumentada apresentou-se como uma possibilidade interessante para visualização de sólidos geométricos que talvez seria difícil visualizar apenas com desenho no quadro ou papel.

Os alunos perceberam este fato e comentaram que os elementos pedidos nas atividades tornaram mais simples de visualizar com realidade aumentada, uma vez que as figuras poderia ser rotacionadas ou giradas. Compararam as ferramentas usadas para resolver as atividades e perceberam que com os aplicativos usados, a resolução das questões tornaram mais simples e interessante. Fatos como esses fortalece a importância da utilização não só de recursos tecnológicos, mas todos que venham contribuir para o bom desenvolvimento e compreensão de conceitos no ensino da matemática, que cada vez se faz mais presentes no nosso cotidiano.

Os alunos classificaram<sup>5</sup> os dois aplicativos como fáceis de usar (Figura 34), e a maioria acham interessante e mais fácil aprender matemática com o auxílio dos aplicativos, o que foi percebido também pelo envolvimento dos alunos nas atividades propostas com o uso desta tecnologia.

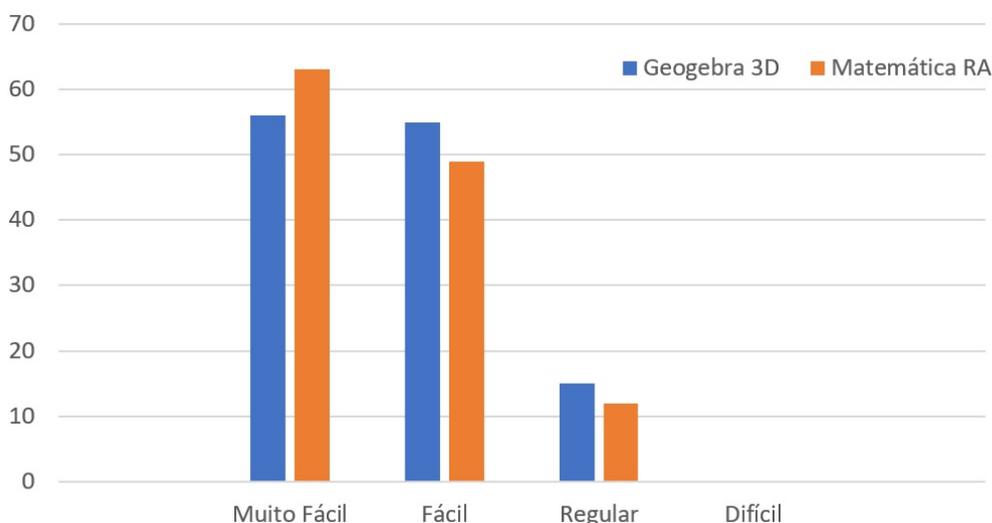


Figura 34: Usabilidade dos Aplicativos (Próprio Autor).

Vale ressaltar a resposta de um aluno no espaço dado no questionário para eles colocar opiniões, comparando o uso dos dois aplicativos, onde o aplicativo Geogebra 3D não necessita de marcadores “papel” em relação ao aplicativo matemática RA que se utiliza de marcadores para obtenção dos sólidos geométricos.

5- Deixa aqui sua opinião e sugestão

Da pra ver a figura legal com o matemática RA mais preciso o Geogebra 3D ele mais precisa desse papel.

Figura 35: Opinião do Aluno I.

<sup>5</sup>O questionário aplicado aos alunos está no Apêndice A.3.

Outro aluno destaca ainda sobre a utilidade da realidade aumentada para o ensino (Figura 36).

5- Deixa aqui sua opinião e sugestão  
 Com a realidade aumentada da para compreender melhor alguns detalhes

Figura 36: Opinião do Aluno II.

Um outro aluno (Figura 37) destaca ainda a importância e a contribuição que a este aplicativos podem proporcionar ao estudante.

5- Deixa aqui sua opinião e sugestão  
 Nessa da pra vê a figura perfeita, da para girar e contar dedos os elementos.

Figura 37: Opinião do Aluno III.

Isto vem de encontro a motivação para a realização do experimento, que seria compreender as contribuições que tecnologias pode ter para o ensino aprendizagem, principalmente no ensino da matemática. A possibilidade de girar as figuras demonstram a grande dificuldade que os alunos tem em analisar a parte de trás de alguns sólidos.

Ao final no debate em sala, muitos alunos destacaram a visualização como um fator interessante no uso da realidade aumentada nas atividades. Embora a população em estudo foi relativamente pequena e numa realidade local, foi possível perceber que os resultados vão de encontro aos estudos de experiências encontradas na literatura.

Assim ao analisar todos os componentes para o uso desta tecnologia, como o aprendizado proporcionado, a interação dos alunos, a motivação que este tipo de ensino oferece e até mesmo os recursos utilizados na aplicação da mesma, nesta experiência foi possível perceber algumas vantagens na utilização destas tecnologias na educação, tais como: A gratuidade dos softwares, a facilidade de manipulação pelo aluno, a visibilidade dos objetos, aulas mais atrativas, maiores questionamentos e participação.

A facilidade de implementação com recursos próprios das unidades de ensino (cópias), smartphones/tablets dos próprios alunos, e outras tecnologias de baixo custo, também faz parte de vantagens deste experimento, o que viabiliza o uso de realidade aumentada nas salas de aulas para essa geração tecnológica.

## 4 Considerações Finais

Os aplicativos apresentados nesta dissertação, são interessantes em suas próprias maneiras. Eles fornecem uma visão sobre o potencial que o uso da RV e RA oferecem para o ensino de matemática e geometria.

Inicialmente foi elaborada uma pesquisa sobre gestão e sua contribuição para inovação na educação, observou-se que a inovação na educação depende de uma planejamento de acordo com as finalidades da educação. Foram apresentados ainda as considerações que devem ser levadas em conta na implementação de projetos tecnológicos, e sua contribuição para o desenvolvimento da educação.

Realizou se também uma busca sobre a evolução e origens das realidades Virtual e Aumentada e a ligação existente entre elas. Foi possível observar que a realidade aumentada é uma derivação da realidade virtual e que com o passar dos anos essa tecnologia tornou mais acessível em aparelhos portáteis com baixo custo, possibilitando o uso destas ferramentas no processo de ensino aprendizagem.

Com a introdução da tecnologia nas salas de aula, como as calculadoras gráficas no passado recente, problemas muito mais difíceis e abrangentes podem ser estudados na educação matemática que estavam muito além do alcance dos alunos no passado. Adaptar o conteúdo a um novo meio é um desafio, mas em alguns casos a tecnologia de RV e RA, nos permite ensinar um conteúdo completamente novo.

Os exemplos apresentados dão dicas de como a RV e AR, podem ser utilizadas para grupos-alvo especiais, como deficientes auditivos. Para domínios matemáticos específicos, como números complexos ou geometria dinâmica, mostram como o conteúdo pode ser adaptado para se tornar tangível, visível e compreensível, mesmo no caso abstrato da álgebra.

Os softwares Geogebra 3D e Matemática RA, permite uma visualização melhor sobre sólidos geométricos, principalmente as contagem dos elementos destes sólidos. Pode ser instalados em smartphones ou tablets de maneira gratuita possibilitando assim a interação em qualquer ambiente.

Realizamos uma experiência com esses aplicativos numa escola estadual em Botumirim no estado de Minas Gerais, e ao observar a reação dos alunos frente a aplicação das atividades e o envolvimento na prática dos mesmos, nos faz perceber a contribuição que esses aplicativos proporciona na aprendizagem da matemática de forma viva. Os resultados dos dados foram satisfatório, pois facilita a visualização dos elementos e compreende melhor alguns detalhes, destaca um aluno.

Como o experimento foi feito em uma amostra de apenas 135 alunos, e considerando dimensões territoriais de nosso país, com uma população totalmente heterogênia dos nossos alunos, para que se tenha dados mais aprofundados sobre o impacto desta ferramenta no processo ensino/aprendizagem, é necessário em estudos futuros, um estudo com maior número de alunos, em escolas com realidades e desempenho diferentes. A “RV e RA”, pode ser um objeto de estudo para a melhoria do ensino no país, mas para isso, será necessário pesquisa e investimento do Estado, uma vez que estas ferramentas demanda um custo.

Mesmo que existam obstáculos que impeçam o uso da RV e RA na educação matemática atualmente, essa tecnologia exerce um fascínio nos alunos que não deve ser ignorado. Seria uma pena não usar o potencial desta tecnologia para criar novas gerações de alunos com habilidades matemáticas.

## Referências

- [1] AHMAD, E. The effectiveness of A programme Based on Augmented Reality on Developing Visual Thinking Skills in Science For Ninth Grade Male Students in Gaza. un-published Master Thesis, Alazhar University.
- [2] ALDALALAH, O. The Level of Cyber-bullying (bully, victim) through Smartphone Applications among Students of the Faculties of Education in Jordanian Universities and its Relation to Loneliness. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 5(1), 145 – 163. Disponível em: <https://doi.org/10.23918/ijsses.v5i1p145> Acesso em: 26 jan. 2021.
- [3] ANDRADE, Ana Paula Rocha de. *Uso das tecnologias na educação: computador e internet*. Universidade Estadual de Goiás. Brasília, 2011.
- [4] ARAUJO, Sergio Paulino de. *Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade*. IV Jornada de Didática III Seminário de Pesquisa do CEMAD – 2017. ISBN:978-85-7846-384-7 - Acesso em: 22 dez. 2020.
- [5] AUDY, Jorge. *A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade*. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil – 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000200075](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200075) Acesso em: 22 dez. 2020.
- [6] AZUMA, R. *A Survey of Augmented Reality*. PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, 1997.
- [7] BELLINI, H. et al. *Virtual & Augmented Reality: Understanding the race for the next computing platform*. Profiles Innov, p. 1–30, 2016.
- [8] BILLINGHURST, M., KATO, H., & POUPYREV, I. (2001). *The MagicBook - Moving seamlessly between reality and virtuality*. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8.
- [9] BISERIA, A., RAO, A. 2016. *Human Computer Interface-Augmented Reality*. *International Journal of Engineering Science and Computing*. Vol. 6, No. 8: 2594–2595. Disponível em: <https://ijesc.org/upload/>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [10] BRASIL, Caterina B. *Futuras e atuais aplicações da realidade mista para finalidades didáticas*. 12<sup>o</sup> P&D – Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento e Design, 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ped2016/0485.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [11] BRITO, Gláucia da Silva & PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. *Educação e novas tecnologias: um repensar*. 2<sup>a</sup> edição revista, atualizada e ampliada. Editora Ibipex, Curitiba-Pr. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [12] CAMARGO, C. X. de; DE CAMARGO, V. X.; RAIMANN, E.; DA CUNHA, I. T.; RIBEIRO, M. W. S. *Aplicações de Realidade Aumentada para Ensino de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Campus Jataí*. In: VII WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (WRVA'2010), Anais, 2010.

- [13] CARRARA, A. Aplicação da Realidade Virtual no Ensino Aprendizagem de Conceitos de Matemática. 2017. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/493.pdf> Acesso em: 24 dez. 2020.
- [14] CAUDELL, T.p.; MIZELL, D.w.. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Proceedings of the Twenty-fifth Hawaii International Conference on System Sciences, Seattle, p.659-669. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=183317>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [15] CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; JOHNSON, C. W. Inovação na sala de aula. São Paulo: Bookman, 2012. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Inova%C3%A7%C3%A3o-Sala-Aula-Disruptiva-Atualizado-ebook/dp/B016WX5XXW> Acesso em: 22 dez. 2020.
- [16] CIEB – Centro de Inovação para Educação Brasileira. Implementação e uso de tecnologias digitais na educação. BNDES – Educação Conectada. 2019. Disponível em: [http://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/07/CIEB\\_GUIA-PR%C3%81TICO\\_-2019.pdf](http://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/07/CIEB_GUIA-PR%C3%81TICO_-2019.pdf) Acesso em 19 out. 2019.
- [17] CoSpaces. Ambiente para aplicações de realidade virtual e aumentada. Disponível em: <https://cospaces.io/edu> Acesso em: 03 nov. 2020.
- [18] COSTA, J. S.; PAIVA, N. M. N. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça? 2014. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0839.pdf> . Acesso em: 22 dez. 2020.
- [19] DIZERÓ, José W.; VINCENTIN, Verison J.; KIRNER, Claudio. Estudo de interação para um sistema de ensino à distância baseado em interfaces de Realidade Virtual. Disponível em: <https://www.unicamp.br/ihc99/Ihc99/AtasIHC99/AtasIHC98/Dizero.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2020
- [20] EBERT, Cristiane do Rocio Cardoso. O ensino semipresencial como resposta às crescentes necessidades de educação permanente. Curitiba-PR, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n21/n21a07.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [21] EDUCATIONWEEK. Four Dimensions of Innovation in Education. Journal online, Disponível em: <https://www.edweek.org/education/opinion-four-dimensions-of-innovation-in-education/2017/03>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [22] eSCHOOL NEWS – Five examples of Innovations in Education. Disponível em: <https://www.eschoolnews.com/2013/04/04/five-examples-of-innovation-in-todays-schools/> Acesso em: 23 dez. 2020.
- [23] FERNANDES, G., & FERREIRA, C. Desenho de conteúdos e-learning: Quais teorias de aprendizagem podemos encontrar? RIED: Revista ibero-americana de educação à distância, 15(1), 79–102. 2012. Disponível em: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/778>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [24] FREIRE, J. B. Educação de Corpo Inteiro. Editora Scipione.

- [25] FULLAN, M. “Choosing the wrong drivers for whole system reform”, Seminar Series, No. 204, Centre for Strategic Education. 2011. Disponível em: <http://michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2016/06/13396088160.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [26] FURHT, Borko (Ed.). Handbook of Augmented Reality. Boca Raton, Florida: Springer, 2011.
- [27] GARCIA, C. L., ORTEGA, C.A.C., ZEDNIK, H. Realidades virtual e aumentada: estratégias de metodologias ativas nas aulas sobre meio ambiente. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320749916>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [28] GEOGEBRA: Aplicativo Geogebra. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android.g3d&hl=en\\_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android.g3d&hl=en_US&gl=US) Acesso em: 26 jan. 2021.
- [29] GLOBO. Quase 40% dos alunos de escolas públicas não têm computador ou tablet em casa, aponta estudo. Jornal online, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/06/09/quase-40percent-dos-alunos-de-escolas-publicas-nao-tem-computador-ou-tablet-em-casa-aponta-estudo.ghtml> Acesso em: 22 dez. 2020.
- [30] GOOGLE: Google Cardboard. Disponível em: <https://arvr.google.com/cardboard/>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [31] GUARDA, N. S.; DELIBERATO, D. Caracterização dos enunciados de um aluno não-falante usuário de recurso suplementar de comunicação durante a construção de histórias. Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v.12, n.2, p. 269-288, 2006.
- [32] GUTIÉRREZ, Mario A.; VEXO, Frédéric; THALMANN, Daniel. Stepping into Virtual Reality. Lausanne, Switzerland: Springer, 2008. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf> Acesso em: 22 dez. 2020.
- [33] HEILBRUM, Adam. An Interview with Jaron Lanier: Virtual Reality. Whole Earth Review, 1989. Disponível em: [http://kk.org/mtfiles/writings/virtual\\_lanier.pdf](http://kk.org/mtfiles/writings/virtual_lanier.pdf). Acesso em: 23 dez. 2020.
- [34] HOUNSELL, Marcelo S. da. Introdução a Realidade Virtual e Aumentada. SVR-CE-RV, 2018. Disponível em: [http://www.de.ufpb.br/labteve/publi/2018\\_livroRVA.pdf](http://www.de.ufpb.br/labteve/publi/2018_livroRVA.pdf) Acesso em: 24 dez. 2020.
- [35] JARDIM, Lucas Augusto., CECÍLIO, Waléria A. G. Tecnologias educacionais: aspectos positivos e negativos em sala de aula. XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE 2013. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/7646\\_6015.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/7646_6015.pdf) Acesso em: 22 dez. 2020.
- [36] JONES, Brett et al. RoomAlive: magical experiences enabled by scalable, adaptive projector-camera units. In: Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, 2014. p. 637-644. <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/awilson/publications/JonesUIST2014/JonesUIST2014.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

- [37] KAUFMANN, H. Geometry education with augmented reality. Vienna University of Technology.
- [38] KAUFMANN, H., & SCHMALSTIEG, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- [39] KAUFMANN, Hannes & CSISINKO, Mathis & TOTTER, Alexandra. (2006). Long Distance Distribution of Educational Augmented Reality Applications. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Two-users-collaborate-on-a-construction-in-Construct3D-To-distinguish-users\\_fig2\\_233894484](https://www.researchgate.net/figure/Two-users-collaborate-on-a-construction-in-Construct3D-To-distinguish-users_fig2_233894484). Acesso em: 22 jan. 2021.
- [40] KIRNER, Cláudio. Evolução da Realidade Virtual no Brasil. In: X Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2008, João Pessoa. Proceedings of the X Symposium on Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre: SBC, 2008. v. 1. p. 111.
- [41] KIRNER, Cláudio. SISCOOTTO, Robson. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações. 2007. Disponível em: [http://www.de.ufpb.br/lab-teve/publi/2007\\_svrps.pdf](http://www.de.ufpb.br/lab-teve/publi/2007_svrps.pdf) Acesso em: 24 dez. 2020.
- [42] KIRNER, Claudio; TORI, Romero. Realidade virtual: conceito e tendências – Capítulo 1, São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.
- [43] LEMANN, Fundação. PISA para escolas. 2019. Disponível em: [https://fundacaolemann.org.br/noticias/pisa-para-escolas?gclid=CjwKCAjwLrBRAIEiwAPVcZBlazIQa\\_qAJEDU0nH8sZeXfq1UxpVikewiWAWsXOt3cZO4yC\\_b0nlRoCti0QAvD\\_BwE](https://fundacaolemann.org.br/noticias/pisa-para-escolas?gclid=CjwKCAjwLrBRAIEiwAPVcZBlazIQa_qAJEDU0nH8sZeXfq1UxpVikewiWAWsXOt3cZO4yC_b0nlRoCti0QAvD_BwE). Acesso em: 23 dez. 2020.
- [44] LIONSTUDIOS (2021) Matemática RA.
- [45] LOSIFESCU, S. Management Institutional management project. Education, 2009 – Bucarest. Disponível em: <http://www.gnac.ro/wp-content/uploads/downloads/2013/11/CV-Serban-Iosifescu.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [46] MAIA, Marta Campos. Os paradigmas das tecnologias educacionais mudando o ensino presencial. Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP) Rua Ceará, 84-01243-010 –São Paulo-SP-Brasil – 2014.
- [47] MANZINI, E. J.; DELIBERATO, D. Portal de ajudas técnicas para a educação: equipamento e material pedagógico para educação, capacitação e recreação da pessoa com deficiência física – recursos para a comunicação alternativa. Brasília: Mec/Secretaria de Educação Especial, 2004. Fascículo 2, 52p.
- [48] MELLO, Guiomar Namó. Educação Escolar Brasileira: O que trouxemos do século XX? Porto Alegre: Artmed, 2004.
- [49] MICROSOFT. Microsoft opens Windows Holographic to partners for a new era of mixed reality. 2016. Disponível em: <https://news.microsoft.com/2016/06/01/microsoft-opens-windows-holographic-to-partners-for-a-new-era-of-mixed-reality/#sm.00000sm647bhtbdvdu39z3d2ue6ng>. Acesso em: 24 dez. 2020.

- [50] MIDDLEWEB (2015) Build Your Own Utopia: ‘The Giver’ PBL Unit. By – Amber Chandler. Disponível em: <https://www.middleweb.com/22092/build-your-own-utopia-the-giver-pbl-unit/> Acesso em: 22 dez. 2020.
- [51] MILGRAM, Paul et al. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Tele manipulator And Telepresence Technologies*, Kyoto, v. 2351, n. 1, p.282-292, 21 dez. 1995. SPIE-Intl Soc Optical Eng. <http://dx.doi.org/10.1117/12.197321> Acesso em: 24 dez. 2020.
- [52] MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A taxonomy of mixed reality visual displays. *Ieice Transactions On Information Systems*, [s. L.], v. 77-, n. 12, p.1321-1329, ago. 1994. Disponível em: [http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul\\_dir/IEICE94/ieice.html](http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html) . Acesso em: 24 dez. 2020.
- [53] MORAN, José Manuel. A integração das tecnologias na educação. 2000. Disponível em: [http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_educacao/integracao.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/integracao.pdf) Acesso em: 22 dez. 2020.
- [54] OCDE – Organização e Cooperação para o Desenvolvimento Econômico. The OECD and Latin America & the Caribbean. 2019. Disponível em: <http://www.oecd.org/latin-america/countries/brazil/brasil.htm>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [55] OCULUS VR. Oculus Rift. Disponível em: <https://www3.oculus.com/en-us/rift/>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [56] OTTO, Patrícia. A importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas series iniciais do ensino fundamental 1. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168858/TCC\\_otto.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168858/TCC_otto.pdf?sequence=1) Acesso em: 22 dez. 2020.
- [57] PODENSTORFER, E. (2009). GAM. Disponível em: <http://www.gam3d.at/>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- [58] PRADANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2013.
- [59] RECORDS, Guinness World. Pokémon Go catches five new world records. Disponível em: <http://www.guinnessworldrecords.com/news/2016/8/pokemon-go-catches-five-world-records-439327>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [60] RESNICK, M., MALONEY, J., RUSK, N., EASTMOND, E., BRENNAN, K., MILLNER, A., ... KAFAI, Y. (2009). Scratch: Programação para todos. *Comunicação do ACM*, 52 (11), 62-67.
- [61] RODRIGUES, G. P., PORTO, C.M. Realidade Virtual: Conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. 2013 *Interfaces Científicas*. Disponível em: <https://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/bitstream/handle/>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- [62] SANSUNG (2020) Samsung Gear VR. Disponível em: <https://www.samsung.com/br/support/mobile-devices/is-the-gear-vr-2017-control-compatible-with-previous-versions-of-the-gear-vr/> Acesso em: 24 dez. 2020.

- [63] SAY hello to Project Tango!. [s. L.]: Google Atap Group, 2014. Son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Qe10ExwzCqk> . Acesso em: 24 dez. 2020.
- [64] SCHMALSTIEG, D., Fuhrmann, A., HESINA, G., SZALAVÁRI, Z. S., ENCARNAÇÃO, L. M., GERVAUTZ, M., & PURGATHOFER, W. (2002). The Studierstube augmented reality project. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(1), 33-54.
- [65] Secretaria da Escola Estadual Renato Azeredo, Botumirim, MG.
- [66] SHARMA, S., AGADA, R., & RUFFIN, J. (2013, abril). A aula de realidade virtual como abordagem construtivista. In *Southeastcon, 2013 Proceedings of IEEE* (pp. 1-5). IEEE.
- [67] SILVA, Luciano. Computação Holográfica com Microsoft Hololens. XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Luciano\\_Silva12/publication/303567515](https://www.researchgate.net/profile/Luciano_Silva12/publication/303567515). Acesso em: 24 dez. 2020.
- [68] SNAPCHAT. A Whole New Way to See Yourself(ie). Disponível em: <https://www.snap.com/pt-BR/news/post/a-whole-new-way-to-see-yourselfie/> . Acesso em: 24 dez. 2020.
- [69] SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C.; CARVALHO, A. B. G. Tecnologias digitais na educação. Campina Grande: EDUEPB, 2011.
- [70] SUTHERLAND, Ivan E.. A head-mounted three-dimensional display. In: FALL JOINT COMPUTER CONFERENCE, 1., 1968, Salt Lake City, Utah. Proceedings... . Salt Lake City, Utah: Fall Joint Computer Conference, 1968. p. 757 - 764. Disponível em: <http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.388.2440&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- [71] T. Restivo, F. Chouzal, J. Rodrigues, P. Menezes e JB Lopes, "Realidade aumentada para melhorar a motivação STEM", 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014, pp. 803-806.
- [72] TRIEN Do, V., & LEE, J. W. (2007). Geometry education using augmented reality. Paper presented at Workshop 2: Mixed Reality Entertainment and Art (at ISMAR 2007), Nara, Japan.
- [73] TRINDADE, Jorge A.; FIOLEAIS, Carlos. A realidade virtual no ensino e aprendizagem da física e da química. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read.c/RV/Ensino/artigo.htm>. Acesso em: 24 dez. 2020
- [74] VRMATH (2020). Exemple to Vrmath. Disponível em: <http://vrmath.co/> Acesso em: 22 jan. 2021.
- [75] WANG, Xiangyu et al. Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, v. 32, p. 1-13, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Shih\\_Chung\\_Kang/publication](https://www.researchgate.net/profile/Shih_Chung_Kang/publication). Acesso em: 24 dez. 2020.

- [76] WINN, W. A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality, Technical Report – 1993. Disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/> Acesso em: 28 jan. 2021.
- [77] WINN, W., & BRICKEN, W. (1992). Designing virtual worlds for use in mathematics education The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32(12), 12-19.
- [78] WOYKE, Elizabeth. The Next Must-Have Smartphone Feature. 2016. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/s/602095/the-next-must-have-smartphone-feature/>. Acesso em: 24 dez. 2020.
- [79] WUNSCH, L.P., RICHTER, A.P.H, MACHADO, M.H.P. Realidade Virtual: Apoio para a prática contextualizada e interdisciplinar na educação básica. 2017. EDUCERE. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24758\\_13541.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24758_13541.pdf) Acesso em: 24 dez. 202.
- [80] YEH, A., & NASON, R. (2004). VRMath: A 3D microworld for learning 3D geometry. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Lugano, Switzerland.

## A Apêndice

### A.1 Atividade Prática: Exercício 01

Observe o modelo de embalagem que Maria recortou para montar:

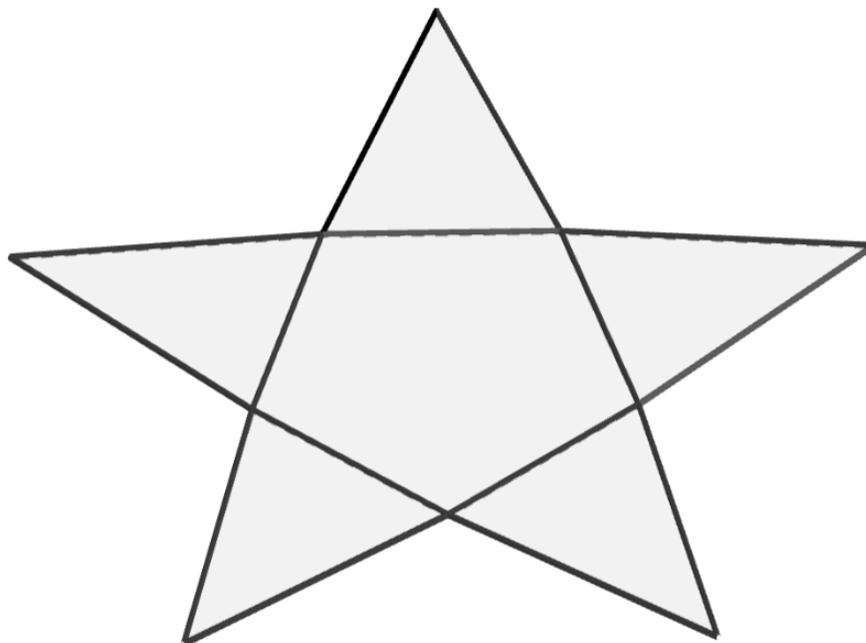


Figura 38: Modelo de embalagem – Exercício Prático 01.

- Qual será o sólido geométrico que maria obterá a partir desta planificação?
- Completar a tabela seguinte, conforme o número de vértices, faces e arestas.

Nº DE ARESTAS DA BASE	
TOTAL DE FACES	
TOTAL DE VÉRTICES	
TOTAL DE ARESTAS	

Figura 39: Tabela do Exercício Prático 01.

## A.2 Atividade Prática: Exercício 02

Seja o cubo representado pela figura:

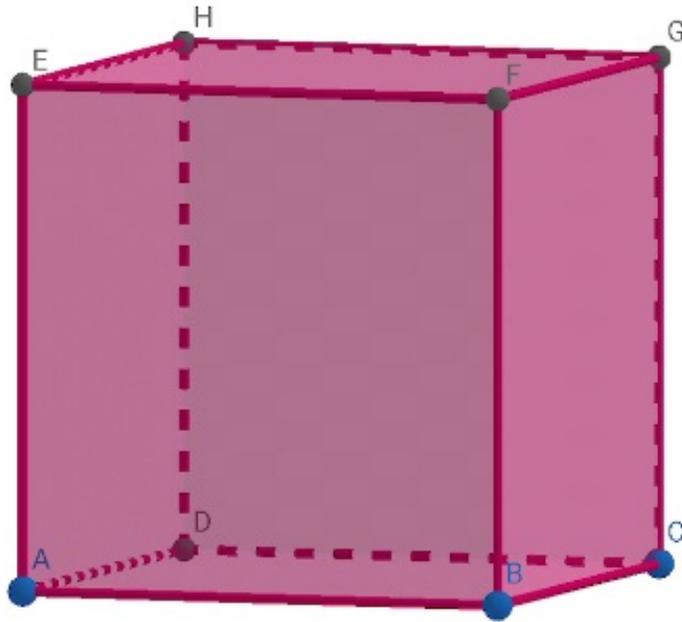


Figura 40: Cubo 3D – Exercício Prático 02.

- Determine o número de faces, vértices e aresta do cubo.
- Trace a diagonal de uma face do cubo dado.
- Trace uma diagonal do cubo;
- Desenhe uma planificação deste cubo.

### A.3 Análise das Atividades Práticas

**Professores:** Sidiclei / Gleidson

1. Você classifica o uso do aplicativo Geogebra 3D como:

(    ) Muito fácil.

(    ) Fácil.

(    ) Regular.

(    ) Difícil.

2. Você classifica o uso aplicativo Matemática RA como:

(    ) Muito fácil.

(    ) Fácil.

(    ) Regular.

(    ) Difícil.

3. O que você achou da experiência de realizar as atividades com o aplicativo?

(    ) Ainda possuo dúvidas.

(    ) O aprendizado pelo aplicativo não superou o tradicional.

(    ) Interessante, considerarei mais fácil aprender através dos aplicativos.

4. Qual dos métodos usados você teve melhor sua compreensão da atividade?

(    ) Com caneta, régua e borracha.

(    ) Com os aplicativos.

5. Deixa aqui sua opinião e sugestão: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_