

Universidade Paulista - UNIP

Gabriel Faria Rodrigues dos Santos

O USO DA REALIDADE AUMENTADA EM AMBIENTES EDUCACIONAIS

**Limeira
2023**

Universidade Paulista - UNIP

Gabriel Faria Rodrigues dos Santos

O USO DA REALIDADE AUMENTADA EM AMBIENTES EDUCACIONAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora da Faculdade UNIP, como requisito parcial à obtenção do Bacharelado em ciência da computação sob a orientação do professor Me. Antonio Mateus Locci.

Limeira
2023

Gabriel Faria Rodrigues dos Santos

O USO DA REALIDADE AUMENTADA EM AMBIENTES EDUCACIONAIS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à banca examinadora da
Faculdade UNIP, como requisito parcial à
obtenção do Bacharelado em Ciência da
Computação sob a orientação do professor Me.
Antonio Mateus Locci.

Aprovada em ____ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nome completo

Prof. Me. Nome completo

Prof. Esp. Nome completo

DEDICATÓRIA

Faço um agradecimento a todos que me ajudaram ao longo dessa jornada tão difícil, mas recompensadora, em especial aos meus familiares.

“Homens realmente grandes não nascem grandes, tornam-se grandes”.

(Don Vito Corleone)

RESUMO

O presente trabalho possui a função de exemplificar como a Realidade Aumentada pode ser utilizada nos ambientes educacionais, demonstrando os seus benefícios em seu uso no cotidiano dos alunos, bem como demonstrar que os métodos tradicionais de ensino devem ser atualizados conforme o avanço das tecnologias, não só como a Realidade Aumentada, mas diversas outras tecnologias que podem se tornar aliados poderosos no processo de aprendizado. Em relação a tecnologia central do trabalho (Realidade Aumentada) a explicação desde sua origem até sua popularização, além de exemplos relacionados a seu uso na educação, como também de sua capacidade técnica. O desenvolvimento do aplicativo no intuito da exemplificação prática, vem no sentido de demonstrar a facilidade de seu uso no cotidiano dos alunos, visto que os seus únicos requisitos são o acesso a um *smartphone*, como também aos alvos que são previamente cadastrados na ferramenta *Vuforia Engine* e, consequentemente usados de forma conjunta com o *Unity*. Em relação ao uso desse aplicativo, pode-se dizer que seria de grande facilidade a sua disponibilidade, visto que, de acordo com a pesquisa TIC Educação, feita pelo Cetic.br (2022), 92% dos alunos do ensino médio acessaram a *Internet* no ano de 2022 na escola e 81% dos mesmos acessaram por dispositivos próprios (*smartphones*), são números relevantes, mesmo que ainda haja situações contrapostas, relatos de alguns professores demonstram motivos para a não utilização de tecnologias digitais, como: proibição do uso, falta de incentivo, necessidade de muito tempo de planejamento. Sendo assim, é possível notar uma certa facilidade da implementação da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais, principalmente acerca da grande taxa de acesso aos dispositivos móveis. Além da grande evolução da tecnologia no geral, é possível notar que os formatos tradicionais de ensino precisam se adequar às tendências da tecnologia, de forma que forneça uma maior qualidade tanto no ensino aos alunos, como também aos tutores terem um maior leque de possibilidades em suas aulas.

Palavra-Chave: Realidade Aumentada; Tecnologia; Alunos; Educação; Virtual.

ABSTRACT

The present work has the function of exemplifying how Augmented Reality can be used in educational environments, demonstrating its benefits in its use in students' daily lives, as well as demonstrating that traditional teaching methods must be updated according to the advancement of technologies, not just like Augmented Reality, but several other technologies that can become powerful allies in the learning process. In relation to the central work technology (Augmented Reality), the explanation from its origin to its popularization, in addition to examples related to its use in education, as well as its technical capacity. The development of the application with the aim of practical exemplification, aims to demonstrate the ease of its use in students' daily lives, as its only requirements are access to a smartphone, as well as to targets that are previously registered in the Vuforia Engine tool. and consequently used in conjunction with Unity. Regarding the use of this application, it can be said that its availability would be very easy, since, according to the ICT Education survey, carried out by Cetic.br (2022), 92% of high school students accessed the Internet in the year 2022 at school and 81% of them accessed it through their own devices (smartphones), these are relevant numbers, even if there are still conflicting situations, reports from some teachers demonstrate reasons for not using digital technologies, such as: prohibition of use, lack of incentive, need for a lot of planning time. Therefore, it is possible to notice a certain ease in implementing Augmented Reality in educational environments, mainly regarding the high rate of access to mobile devices. In addition to the great evolution of technology in general, it is possible to note that traditional teaching formats need to adapt to technology trends, in a way that provides greater quality both in teaching to students, and also for tutors to have a greater range of possibilities in their classes.

Key Words: Augmented Reality; Technology; Students; Education; Virtual.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – The Sword of Damocles(A Espada de Dâmocles)	15
Figura 02 – Touring Machine(Máquina de Turismo)	16
Figura 03 – Exibição do display - Touring Machine(Máquina de Turismo)	17
Figura 04 – Renderização de objeto através de marcadores	20
Figura 05 – Renderização de objeto sem marcadores	21
Figura 06 – Captura de movimentos	22
Figura 07 – Pokémon GO	24
Figura 08 – Exemplo da Realidade Aumentada na medicina	26
Figura 09 – Visualização da Realidade Aumentada na arquitetura	27
Figura 10 – Uso da Realidade Aumentada no turismo	28
Figura 11 – Exemplo dos quatro pontos do modelo UTAUT	31
Figura 12 – Realidade Aumentada sendo usada em livros	33
Figura 13 – Exploração virtual	34
Figura 14 – Exploração presencial com Realidade Aumentada	35
Figura 15 – Uso da Realidade Aumentada com objetos em aula	35
Figura 16 – Uso da Realidade Aumentada no software Maestro AR	37
Figura 17 – Configurações para construção de aplicativo Android no Unity	39
Figura 18 – Download do pacote do Vuforia Engine	40
Figura 19 – Recursos do Vuforia dentro do Unity	41
Figura 20 – Target Manager dentro do Vuforia Engine	42
Figura 21 – Tela inicial do aplicativo	43
Figura 22 – Reconhecimento e renderização do alvos	43
Figura 23 – Visualização de informações dos modelos	44

LISTA DE ABREVIATURAS

3D	Tridimensional
APK	Android Application Pack
GPS	Global Positioning System
RV	Realidade Virtual
RA	Realidade Aumentada
MOCAP	Motion Capture
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
SDK	Software Development Kit
JDK	Java Development Kit
NDK	Native Development Kit
API	Application Programming Interface

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	12
1.2 Justificativa	12
1.3 Metodologia	13
2. A ORIGEM DA REALIDADE AUMENTADA	15
3. CONCEITOS TÉCNICOS DA REALIDADE AUMENTADA	19
3.1 Técnicas e recursos da Realidade Aumentada	19
4. A POPULARIZAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA	23
4.1 Pokémon GO e o conhecimento mundial	23
4.2 O uso da Realidade Aumentada antes e depois de sua popularização	24
4.3 Aplicações com Realidade Aumentada	25
5. A REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO	29
5.1 Como a tecnologia pode motivar e aprimorar os estudos?	29
5.2 O uso da tecnologia na educação	32
5.2.1 Como aplicar a Realidade Aumentada na educação	33
6. PROJETO COM REALIDADE AUMENTADA	38
6.1 Ferramentas utilizadas	38
6.2 Demonstração do aplicativo com Realidade Aumentada	42
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados à implementação da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais vem no sentido de implementar um fato de que a tecnologia está cada vez mais presente na vida de todos nós, sendo assim, na educação não deve ser diferente. O uso de tecnologias digitais, como a Realidade Aumentada, tem se mostrado uma forma interessante de se agregar ao cotidiano dos estudantes e professores, de forma com que traga um maior interesse e melhor experiência de ensino.

A Realidade Aumentada consiste em uma tecnologia que permite a sobreposição de informações virtuais em objetos do mundo real por meio de dispositivos eletrônicos, como *smartphones* e *tablets*. Esta tecnologia pode ser aplicada em diversas áreas, nos ambientes escolares também podemos implementar no intuito de dinamizar e inovar as experiências dos alunos, de forma com que seria uma mudança ou melhoria nos métodos tradicionais de ensino.

Diante disso, o trabalho visa analisar o uso da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais, identificando suas contribuições para a aprendizagem dos alunos. Propondo também um exemplo prático que pode demonstrar de forma real o uso desta tecnologia, visando claramente uma inovação no dia a dia dos envolvidos.

A importância deste estudo está relacionada à necessidade de compreender como as tecnologias digitais podem ser utilizadas de forma efetiva na educação, inovando o formato atual de aprendizado e visando ampliar o uso deste tipo de tecnologia em mais escolas, por exemplo. A Realidade Aumentada tem sido apontada como uma tecnologia bastante interessante para o uso no cotidiano dos alunos, visando os benefícios relatados, a pesquisa visa contribuir para o debate sobre a utilização da mesma.

Contudo, espera-se identificar os benefícios do uso da Realidade Aumentada na educação, bem como a crítica geral de que os métodos de ensino devem ser atualizados diante de toda a evolução tecnológica já tão conhecida.

1.1 Objetivo

Este trabalho pretende relatar o uso da Realidade Aumentada em ambientes educacionais, de forma com que seja possível compreender os benefícios a serem proporcionados por essa tecnologia, bem como a capacidade de aprimoramento aos métodos tradicionais de ensino.

A pesquisa abordará alguns pontos essenciais tanto da evolução deste tema, como também o funcionamento da Realidade Aumentada; demonstrar os benefícios e desafios a serem enfrentados na implementação desta tecnologia em ambientes educacionais; mostrar através de exemplos, algumas aplicações que possam ser utilizadas nestes ambientes; relatar o possível aumento da motivação e engajamento por parte dos alunos, de forma com que as aulas sejam mais interessantes, visando um maior aprendizado; estratégias e metodologias para a implementação da Realidade Aumentada em atividades pedagógicas; perspectivas do futuro em relação ao uso desta tecnologia e como ela pode auxiliar num melhor desenvolvimento do aluno.

De forma conclusiva, a realização de um aplicativo com Realidade Aumentada, para que seja de maior entendimento o contexto em que essa tecnologia pode ser inserida no âmbito educacional, demonstrando de forma prática como a qualidade do ensino pode ser potencializada com o maior interesse por parte dos alunos em seu cotidiano.

1.2 Justificativa

A tecnologia tem evoluído muito com o passar dos anos, contudo, cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, na educação não deve ser diferente. Com o avanço das ferramentas digitais, surge também a possibilidade de implementá-las no cotidiano dos alunos e professores, de forma com que o foco central seja uma melhor experiência como um todo, obtendo um maior interesse por parte dos alunos, bem como um maior leque de possibilidades para os tutores redigirem suas aulas.

Nesse contexto, a Realidade Aumentada pode ser uma forte aliada no sentido de dar um maior suporte no ensino dos alunos, buscando sempre um maior

interesse e melhor experiência dos mesmos. Entretanto, apesar do grande potencial da Realidade Aumentada na educação, ainda há poucas pesquisas que exploram os seus benefícios no ensino. Diante disso, este trabalho se propõe a investigar como a Realidade Aumentada pode ser utilizada como recurso pedagógico em ambientes educacionais, no sentido de compreender os seus impactos no ensino, seja na motivação, engajamento e principalmente em seu potencial para melhorar a aprendizagem dos alunos.

De forma geral, este estudo é relevante para a compreensão dos impactos da Realidade Aumentada na educação e visando um aprimoramento na qualidade do ensino e preparação dos alunos para o mundo contemporâneo, cada vez mais tecnológico e globalizado.

1.3 Metodologia

Inicialmente, foi necessário a realização de uma ampla pesquisa bibliográfica em relação a vários temas que poderiam ser tratados. De imediato, foi possível perceber que o foco do trabalho estaria relacionado ao âmbito educacional, visto que é uma área extremamente crucial no desenvolvimento de um estudante, voltado para benefícios que pudessem refletir em seu aprendizado. A partir disso, com as informações obtidas, a tecnologia escolhida a ser tratada no trabalho foi a Realidade Aumentada, visando seu potencial a ser implementado nos ambientes educacionais.

Acerca do tema escolhido, o desenvolvimento foi iniciado no sentido de explicar desde a evolução dessa tecnologia, até sua popularização, com exemplos concretos e demais explicações de seu uso na educação. De forma prática, a elaboração de uma aplicação que pudesse exemplificar o uso da Realidade Aumentada, voltada tanto para o auxílio do educador em aula, quanto principalmente para aumentar o engajamento dos alunos, obtendo muito mais recursos em seu aprendizado.

Com relação ao seu desenvolvimento, foi necessário primeiramente o uso de alvos para seu escaneamento, que, no caso, foram utilizados “QR Codes” para uma maior praticidade e rápida leitura do *software*. Para esse funcionamento, foi utilizado a ferramenta *Vuforia Engine*, com facilidade para o cadastramento dos alvos e, consequentemente, o uso no *Unity*, com muitas funcionalidades disponibilizadas a

partir de sua instalação, visto que fornece muitos recursos voltados para o desenvolvimento de projetos com Realidade Aumentada.

A partir do cadastramento dos alvos e a instalação do *Vuforia* no *Unity*, foi necessária a configuração de seu banco de dados na plataforma, visto que a partir do escaneamento do alvo, a aplicação deve renderizar um modelo 3D em cima do plano do “QR Code”, funcionalidade essa que foi realizada em conjunto entre *Vuforia* e *Unity*.

Em relação ao modelo 3D a ser renderizado, foi obtido através da plataforma *SketchFab*, contando com muitas opções para o desenvolvimento de um projeto com Realidade Aumentada. Dessa forma, foi realizado apenas o posicionamento desse elemento acima do “QR Code”, que, por sua vez, seria renderizado a partir do reconhecimento do alvo, ação essa realizada pelo componente *Image Target*, do *Vuforia*.

O uso da plataforma *Unity*, veio no sentido não só do uso de modelos 3D na Realidade Aumentada, mas também da facilidade em se desenvolver outros detalhes que seriam cruciais nesse projeto, como: *interface* para o aplicativo, posicionamento dos elementos, textos e outros componentes relacionados a visualização do usuário, *scripts* para eventos de clique e, de forma crucial, a exportação do projeto para um dispositivo mobile, no caso do exemplo, o *Android*.

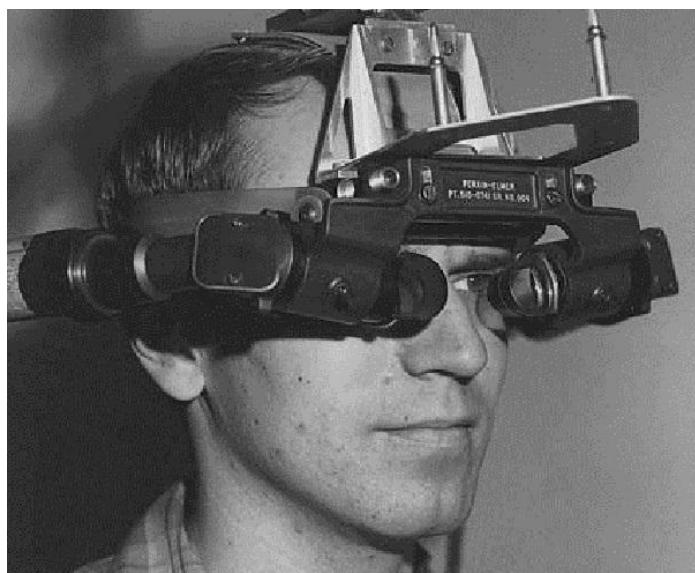
Após o desenvolvimento do aplicativo como um todo, foi necessário a construção do mesmo como um *apk*, extensão essa que o torna facilmente instalável em qualquer dispositivo *Android*. Após a instalação, o uso de fato de sua câmera e, consequentemente, a renderização dos alvos previamente cadastrados e configurados. Por fim, a visualização dos modelos 3D posicionados acima dos “QR Codes”, além de todos os benefícios obtidos através do uso dessa tecnologia nos ambientes educacionais, contudo, aumentando o interesse dos alunos e, por sua vez, podendo potencializar o aprendizado.

2. A ORIGEM DA REALIDADE AUMENTADA

Antes de adentrar mais profundamente na análise do uso da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais, vale ressaltar brevemente como tudo começou e alguns conceitos da Realidade Aumentada.

A Realidade Aumentada iniciou-se entre as décadas de 1960 e 1970, mas, foi em meados de 1968 que surgiu uma das primeiras aplicações do conceito de Realidade Virtual, pelo informático Ivan Sutherland (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017). Pode-se dizer que seria um monitor ou capacete usado na cabeça, de nome “The Sword of Damocles”(A Espada de Dâmocles), conforme demonstrado na Figura 01, que, também foi inventada para ser utilizada pela Força Aérea dos Estados Unidos, como um dos primeiros *headsets* de Realidade Aumentada, totalmente funcional e imersivo (YU; SU; HOFFMAN, 2020), o projeto claramente deu-se início a grandes possibilidades, tanto no meio da Realidade Virtual, quanto na Realidade Aumentada, para ser a tecnologia que conhecemos e usamos nos dias atuais.

Figura 01 - The Sword of Damocles(A Espada de Dâmocles)



Fonte: (Virtual Reality Shop, 2021)

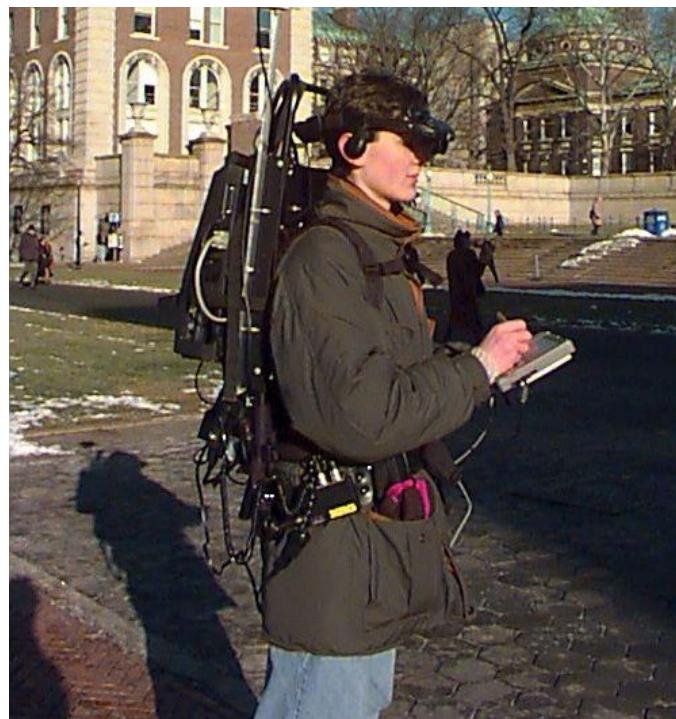
Dante dessa inovação idealizada por Sutherland, pesquisadores e cientistas avançaram em tecnologias que pudessem realizar uma sobreposição de elementos virtuais no mundo real. Mais precisamente em 1990, com Thomas P. Caudell, foi onde o conceito de Realidade Aumentada se popularizou, através da montagem de

fios de aeronaves na companhia em que trabalhava, a “Airbus”. Nesse seu cotidiano, ele começou a enxergar a possibilidade da Realidade Aumentada e, juntamente com David Mizell, criaram um dispositivo de visualização que ficava montado na cabeça do usuário (*head-mounted display*), esse projeto sobreponha a posição dos cabos através dos óculos e os projetava nas placas, foi nesse momento em que nasceu o conceito de Realidade Aumentada (CAUDELL, MIZELL, 1992).

Desde então, claramente foi-se evoluindo, tanto nas pesquisas quanto nas projeções feitas, várias contribuições impulsionam o desenvolvimento da Realidade Aumentada, notando-se um avanço nos estágios iniciais.

- **Touring Machine - 1996:** pode-se citar como um avanço em curto espaço de tempo a criação de Steven Feiner (1996), a “Touring Machine”(Máquina de Turismo), como demonstrado na Figura 02, que, foi o primeiro sistema móvel de Realidade Aumentada, sendo possível o usuário usar uma mochila e um *display* na cabeça, enquanto segura um outro *display* portátil com uma caneta.

Figura 02 - Touring Machine(Máquina de Turismo)



Fonte: (Columbia University, 1997)

Esse projeto atuou como um sistema de informações do campus da universidade de Columbia, onde era possível auxiliar os usuários a encontrar

lugares e obter algumas informações, como os prédios e estátuas em que naquele local estavam. Acerca das características da “Touring Machine”, o aplicativo de Realidade Aumentada móvel era executado pelo computador na mochila do usuário, de forma com que recebia continuamente informações do sistema de GPS, sendo rastreado pela orientação da cabeça (FEINER *et al.*, 1997).

A máquina era capaz de gerar uma taxa de quadros interativa com os gráficos em 3D sobrepostos, juntamente com os componentes da interface no *display* usado, os sistemas foram desenvolvidos usando Java e Java 3D.

Na Figura 03, é possível visualizar as informações obtidas pela máquina e exibido através do *display*, como por exemplo informações sobrepostas sobre os prédios do campus.

Figura 03 - Exibição do display - Touring Machine(Máquina de Turismo)



Fonte: (Columbia University, 1997)

- **ARToolKit - 1999:** Hirokazu Kato desenvolveu o “ARToolKit”, que permitia a junção de um objeto tridimensional ao mundo real e nos dias atuais é amplamente utilizada para o desenvolvimento de aplicativos de Realidade Aumentada, sendo ela uma das principais referências nesse meio.

A ferramenta criada por Kato, é uma biblioteca de código aberto em C/C++ gratuita, na qual é justamente usada em aplicativos desenvolvidos para

Realidade Aumentada. Alguns fatos importantes sobre o “ARToolKit” são o baixo custo computacional utilizado pela biblioteca, favorecendo a orientação do rastreamento óptico e a facilidade do desenvolvimento com funcionalidades pré-programadas (SANTIN; KIRNER, 2008). São características que podem permitir uma versatilidade nas criações de aplicativos voltados para Realidade Aumentada, com recursos de rastreamento de marcadores e sobreposição de objetos virtuais, por esses e outros motivos o “ARToolKit” tem sido muito utilizado no desenvolvimento na área.

Com o avanço da tecnologia em geral, principalmente com smartphones e câmeras de melhor qualidade, a Realidade Aumentada tem tido cada vez mais notoriedade.

3. CONCEITOS TÉCNICOS DA REALIDADE AUMENTADA

Em comparação com a Realidade Virtual é possível explicar como funciona a Realidade Aumentada, enquanto a RV funciona transportando o usuário para o ambiente virtual, a RA mantém o usuário em seu ambiente físico atual, mas, trazendo elementos virtuais para esse espaço.

Especificamente falando sobre a Realidade Aumentada, é uma tecnologia que faz uso de principalmente técnicas de sobreposição, integração e informações de elementos virtuais, enriquecendo assim o mundo ao nosso redor. Em relação com os benefícios proporcionados pela Realidade Aumentada, justamente a favor do enriquecimento do ambiente físico, pode-se citar a interação do usuário com o virtual, que, pode ser exemplificado com o uso de rastreamento, criando-se a possibilidade de colocar objetos virtuais com sobreposição de elementos, já tendo o reflexo da eliminação de possíveis aparelhos tecnológicos ao redor, poluindo o ambiente físico (KIRNER; TORI, 2006).

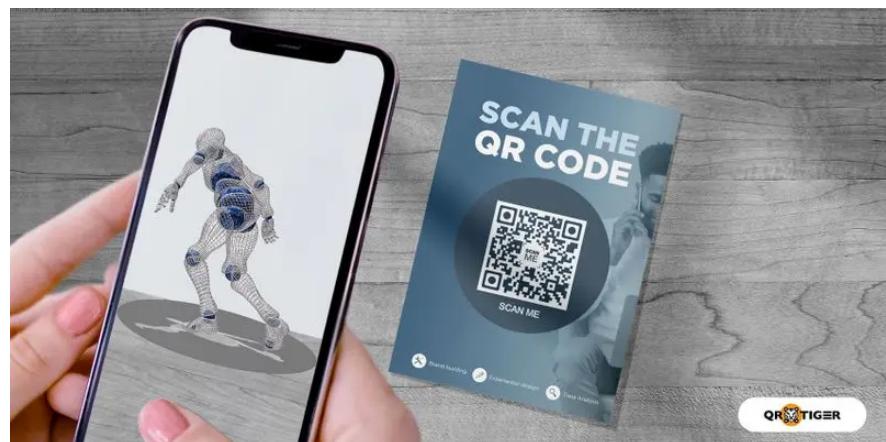
3.1 Técnicas e recursos da Realidade Aumentada

Com relação às técnicas e recursos utilizados nessa tecnologia, pode-se listar na sequência.

- **Dispositivos de Captura:** no intuito dessa relação entre o ambiente físico e virtual, a captura do ambiente atual do usuário é essencial na Realidade Aumentada. Câmeras de dispositivos como *smartphones*, *tablets*, óculos e sensores podem ser meios de obter essa integração “entre os mundos”. Essa definição pode ser nomeada como “realidade mista”, essa designação é usada justamente quando os elementos se misturam visualmente (SILVA *et al.*, 2009).
- **Rastreamento:** em relação a orientação e posicionamento do dispositivo no espaço físico, o rastreamento é usado para sobrepor os elementos virtuais corretamente. Como por exemplo o rastreamento baseado em vídeo, que faz frequentemente o uso de marcadores para realizar a calibração da câmera (SILVA, 2010), além de técnicas ópticas e rastreamento em sensores que podem ser usados para rastreamento de movimentos do dispositivo.

- **Sobreposição de Elementos:** como um dos pontos principais dessa tecnologia, a renderização e sobreposição de elementos incluem modelos 3D ao ambiente físico. A renderização desses elementos pode ser feita usando o posicionamento gerado pelo rastreamento, como marcadores, que, por sua vez, podem ser um “QR Code”, conforme demonstrado na Figura 04, ou até mesmo alguma imagem que consiga se destacar entre o fundo. A chamada “Realidade Aumentada Baseada em Marcador”, de forma prática, é uma técnica que tem por objetivo fazer com que o objeto a ser rastreado seja um padrão artificial, que, a princípio, não faça parte do cenário a ser exibido ao usuário, geralmente um marcador possui formas geométricas que facilitam a identificação do mesmo no ambiente (SILVA et al., 2012).

Figura 04 - Renderização de objeto através de marcadores



Fonte: (QR Code Tiger, 2023)

Por outro lado, também é possível essa sobreposição de elementos sem marcadores, dessa forma, as aplicações de Realidade Aumentada, têm como característica a inserção de elementos virtuais em cenas reais obedecendo as restrições de tempo real, bem como a inserção de elementos artificiais no ambiente utilizando informações naturalmente presentes nas cenas como linhas, pontos ou texturas (SIMÕES et al., 2008), a Figura 05 demonstra a utilização da tecnologia sem o uso de marcadores físicos, que, por sua vez, demonstra apenas o reconhecimento e análise do ambiente, como restaurantes ou lojas.

Figura 05 - Renderização de objeto sem marcadores



Fonte: (Meu Positivo, s.d)

- **Tecnologia de captura:** a tecnologia de Realidade Aumentada, por sua vez, também se vê muito útil para aplicações que envolvem movimentos do corpo humano, conhecidos como sistemas de “MoCap”(Captura de Movimento), recurso esse que é muito utilizado para o entretenimento, porém vêm também ganhando espaço na área da saúde, auxiliando em processos de avaliações de movimento (DAMASCENO, JUNIOR, CARDOSO, 2012). Algumas outras áreas em que se utiliza muito a captura de movimentos na Realidade Aumentada são cinema e televisão, no intuito de realizarem animações e movimentos mais realistas, de forma geral, para a realização dessa prática, o ator deve vestir uma roupa especial, composta por marcadores ou transmissores posicionados no corpo humano, a fim de representar as principais articulações do corpo, como demonstrado na Figura 06, os movimentos realizados pelo ator são captados por sensores e enviados para um *software*, onde serão processados e otimizados para gerarem os dados relativos aos movimentos executados (GIOVANINI, 2007).

Figura 06 - Captura de movimentos



Fonte: (Adobe Stock, s.d)

4. A POPULARIZAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA

Levando em conta toda a evolução da Realidade Aumentada citada anteriormente, a tecnologia precisava se adentrar melhor ao mercado, de forma com que se tornasse mais famosa em meio as pessoas, diante de toda as informações digitais que permeiam o mundo atual, muitas pessoas mergulharam a fundo em novas tecnologias, entretanto, outras sofreram nessa transição muito forte dos meios digitais.

Acerca desta ideia, a Realidade Aumentada se viu muito facilitada nesse meio de aceitação, pois apesar de ser algo inovador, ainda mantém o usuário em seu ambiente físico atual. Na Realidade Aumentada, em comparação com Realidade Virtual, podemos assimilar a ideia de que o “susto” de uma pessoa desprovida de toda essa inovação tecnológica pode ser menor, enquanto na Realidade Virtual o usuário se vê completamente imersivo em outro ambiente, em que a mesma pode ser claramente mais utilizada para o entretenimento, como jogos, e outras diversões, apesar de que a Realidade Aumentada também foi-se evoluindo em vários ambientes ao longo dos anos, inclusive no entretenimento.

4.1 Pokémon GO e o conhecimento mundial

Apesar de toda a sua evolução nos anos anteriores, a Realidade Aumentada se tornou popular no mundo todo em 2016, com a febre mundial do jogo “Pokémon GO”. O aplicativo se tratava de um jogo para *smartphones*, que tinha como principal recurso justamente o uso da Realidade Aumentada, que, por sua vez, não era tão conhecida anteriormente, diante disso, pode-se dizer que os desenvolvedores do jogo (“Niantic Games”) foram muito inovadores nesse lançamento. O jogo faz uso da sobreposição e renderização de elementos na tela do usuário, fazendo uso da câmera do *smartphone*, que incluía os locais reais vistos naquele momento, conforme exemplificado na Figura 07, além do fato do jogo usar a exploração por toda a cidade, mantendo sempre a relação entre o ambiente físico e virtual.

Em relação ao “meio termo” dos mundos, o fato da Realidade Aumentada conseguir manter o usuário em seu ambiente físico atual, o jogo se torna notório justamente no que vem a imagem de um jogador possivelmente sedentário trancado

em uma sala, olhando fixamente em uma tela, no que se abriu grandes possibilidades da exploração e conhecimento local, levando em conta a necessidade do jogador de além de se manter conectado ao mundo virtual, também se movimentar com a tecnologia na palma da sua mão, sendo esse recurso um dos principais pontos do famoso jogo que deu a tão necessária visibilidade para a tecnologia da Realidade Aumentada (SANTOS *et al.*, 2020).

Figura 07 - Pokémon GO



Fonte: (Morning Reporter, 2017)

Acerca de toda a popularidade obtida através do jogo, a Realidade Aumentada viu tornar-se cada vez mais conhecida, mas até então muito pelo entretenimento oferecido pelo “Pokémon GO”, claramente muito do potencial que a tecnologia poderia nos oferecer estava sendo desperdiçado, ou então pouco conhecido pelas pessoas em diferentes áreas.

4.2 O uso da Realidade Aumentada antes e depois de sua popularização

Pode-se dizer que o uso e conhecimento da Realidade Aumentada até a criação do “Pokémon Go” era restrito a laboratórios de pesquisas e algumas empresas (PADRÃO, LIMA, TORI, 2016). O foco em aplicações profissionais era predominante nesse meio, como simulações cirúrgicas, treinamentos em indústrias e algumas experiências no meio escolar, seu uso era limitado e para fins específicos.

Após a popularização da tecnologia com a febre do jogo, a Realidade Aumentada viu-se cada vez mais potencializada em diferentes áreas, o impacto positivo ampliou o público em geral, de forma com que seu uso pudesse ser em diversos setores e finalidades, valorizando também o que já era utilizado anteriormente, mas claramente potencializado após o período.

Com relação a toda sua evolução e conhecimento para as diversas utilidades, como demonstrado na atividade “Ser Humano” (CORRÊA *et al.*, 2022) a Realidade Aumentada também pôde ser útil após esse período para auxiliar na motivação das pessoas em assuntos e atividades que até então poderiam ser desmotivadoras ou difíceis, como por exemplo na ciência. Os resultados obtidos através dos testes com a Realidade Aumentada provou-se ser uma tecnologia muito cativante para as pessoas, de forma com que se despertava o interesse dos envolvidos, afirmando também que o potencial dessa tecnologia até então pouco explorada na prática, pode ser muito grande, favorecendo claramente tanto resultados melhores em diferentes atividades, como também um interesse maior por parte do usuário, a partir do momento em que o mesmo se envolve mais com o mundo ao seu redor, como técnicas por exemplo de sobreposição de elementos em seu espaço físico ou então a exibição e interação com os elementos, por meio de toques, gestos ou voz. São situações que podem gerar uma imersão maior, e obtendo uma prática melhor do que até então poderia ser simples e comum.

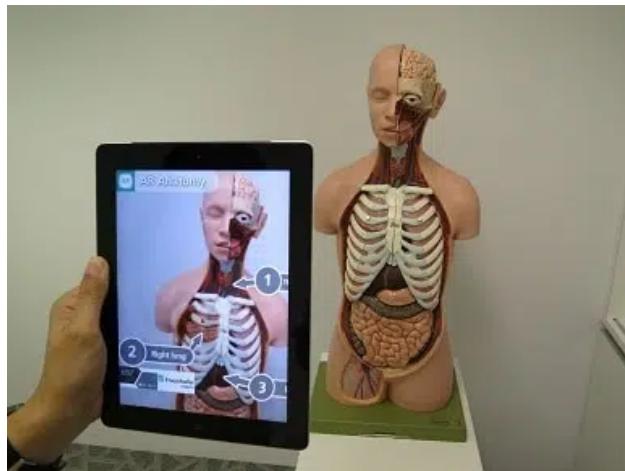
4.3 Aplicações com Realidade Aumentada

Após sua popularidade, a Realidade Aumentada tornou-se cada vez mais procurada por diferentes setores, nichos e objetivos, visando claramente uma maior interatividade por parte dos usuários. Diante disso, é possível ver as mais comuns áreas de nossas vidas sendo utilizadoras desta tecnologia.

- **Medicina:** a área da saúde foi uma das que mais sofreram positivamente com a Realidade Aumentada, a partir do ponto em que por muitas das vezes envolve o estado físico de um paciente, ou até mesmo sua vida. Diante disso, a Realidade Aumentada começou a se vislumbrar nessa área pelas faculdades de medicina, visando um melhor aproveitamento dos estudantes, podendo visualizar por

exemplo detalhes do corpo humano, e treinamento de procedimentos, assim como pode ser visto na Figura 08.

Figura 08 - Exemplo da Realidade Aumentada na medicina



Fonte: (Phelcom, 2021)

- **Arquitetura e Design:** na arquitetura, não diferente da saúde, também foi possível com o passar dos anos uma melhor utilização da tecnologia, visando os resultados sobrepostos, no intuito tanto de acelerar as avaliações e simulações, como também na fabricação de componentes (ARCHTRENDS PORTOBELLO, 2018). A imersão proporcionada pela Realidade Aumentada, é claramente vista na arquitetura e *design*, conforme demonstrado na Figura 09, de modo com que os clientes possam ver como o ambiente desejado pode se tornar, diminuindo as suas dúvidas, uma vez que é possível ter uma facilidade na edição e escolha de elementos.

Figura 09 - Visualização da Realidade Aumentada na arquitetura



Fonte: (3Dnatives, 2013)

- **Turismo:** com relação direta ao sucesso do “Pokémon GO”, a área de turismo e viagem, se viu muito potencializada, até porque pode-se dizer que um dos motivos do grande sucesso do jogo se deu justamente pelo motivo da união da Realidade Aumentada com o mundo real, levando em conta que o jogador explora o mundo atrás dos “Pokémons”, relação direta com turismo (SOUZA, HORODYNSKI, MEDEIROS, 2016), também demonstrado na Figura 10. Diante disso, a Realidade Aumentada pode ser explorada nessa área, tanto no sentido da tomada de decisão do consumidor em relação ao destino escolhido, a partir do momento que tecnologias como “Google Street View” que o colocam virtualmente naquele ambiente, evitando quaisquer dúvidas em relação ao destino, como também no turista presente no seu ambiente escolhido, tendo como resultado informações por exemplo de um monumento histórico famoso em tempo real ou até mesmo sobre comércios, tudo na palma de sua mão.

Figura 10 - Uso da Realidade Aumentada no turismo



Fonte: (yeeply, 2015)

- **Educação:** juntamente com o avanço tecnológico em geral, a grande maioria dos alunos foram tendo cada vez mais acesso às mídias digitais, para uma geração que já nasceu submersa aos dispositivos móveis, fazer o uso desses equipamentos no âmbito escolar claramente pode ser muito efetivo, o alto consumo dos *smartphones* faz com que esses mesmos alunos sentem uma diferença muito grande nos ambientes, tanto no escolar, como também quando está fora dele, levando em conta que onde estuda não há tanto acesso a essas mídias e principalmente numa metodologia de ensino ultrapassada e pouco motivadora. Com ferramentas e recursos para auxiliar o processo de educação, esse desafio será facilmente superado, uma vez que a mobilidade permitirá o acesso ao conteúdo independente de data, hora ou local (PEREIRA *et al.*, 2012), com relação também ao uso da Realidade Aumentada com a clara facilidade na exploração a vários ambientes, como ao redor das escolas, museus, exposições ou mais. Sendo assim, a possibilidade de sair dessa “bolha” que o âmbito escolar geralmente promove na maior parte do tempo.

5. A REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

A evolução da tecnologia teve um impacto significativo na educação, oferecendo aos alunos uma expansão na forma em que eles pudessem aprender e se desenvolver, de forma com que foi possível melhorar principalmente o acesso às informações, sempre de forma precisa e rápida. O uso de computadores ou *smartphones* com acesso a internet se viu necessário nesse âmbito conforme o passar dos anos, não só dentro da própria sala de aula, como também na casa dos alunos, de forma com que, para realizar suas tarefas com esse acesso a informação se tornou claramente muito mais prático e interessante. No entanto, claramente é necessário que os envolvidos diretamente no ensino desses alunos, como professores, diretores e coordenadores possam também receber de forma ampla e adaptativa essas tecnologias, já dando como exemplo a Realidade Aumentada ou até mesmo a Realidade Virtual, assim como recentemente a evolução da Inteligência Artificial também. A presença de um educador qualificado e experiente no ambiente educacional é essencial, entretanto, o mesmo pode se incluir muito mais nesse meio fascinante de ensinar e aprender juntamente com as tecnologias mais recentes e eficazes.

Diante de toda essa evolução, ainda mesmo com esse acesso amplo à internet, com computadores e celulares, o ensino se vê muito ultrapassado na maioria dos casos e na maior parte do tempo, pode-se dizer que muitas as escolas aderiram e se adaptaram com esses equipamentos, dando maior suporte a informação pelos alunos, mas com pouca utilização, ainda permanecendo na maior parte do tempo o “tédio” por parte de vários alunos, principalmente se tratando de alguns métodos tradicionais de ensino, como livros, textos grandes, provas, resumos, cópias e claramente pouca motivação fornecida por estes.

5.1 Como a tecnologia pode motivar e aprimorar os estudos?

É notável que a utilização da tecnologia vem sendo uma grande aliada na educação e desenvolvimento dos alunos nos âmbitos educacionais, de forma com que também pode ser útil em outros ambientes, mas no mesmo objetivo, como por exemplo em ambientes não formais, como ao redor da família ou amigos, sendo

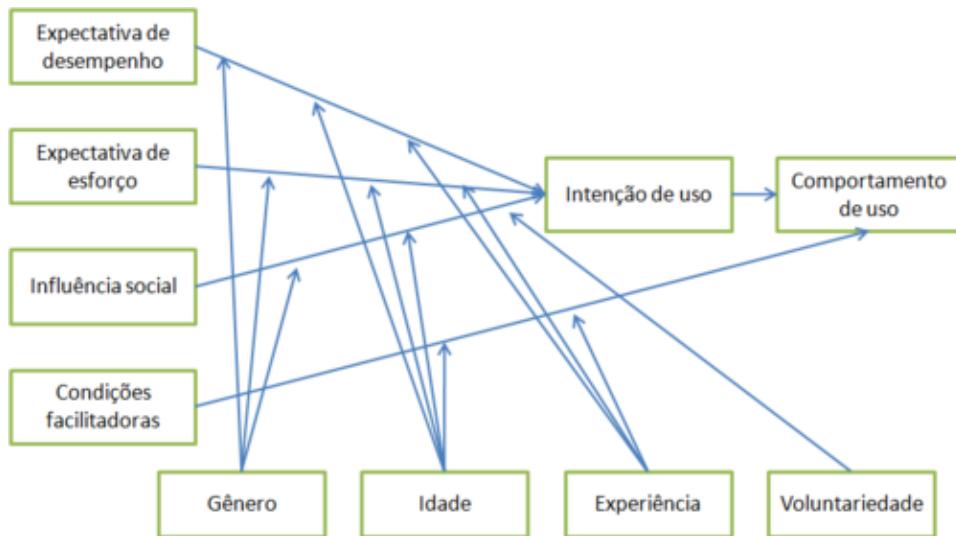
assim também uma aliada nas pesquisas e estudos até mesmo em lugares que possivelmente não seriam tão aproveitados para esse fim educacional.

Para exemplificar esse ganho de interesse e engajamento por parte dos envolvidos, é possível relacionar essa ideia com o já validado modelo UTAUT (“Unified Theory of Acceptance and Use of Technology”) (VENKATESH, 2003), se trata de um modelo teórico que busca compreender os fatores que influenciam o uso da tecnologia por parte dos usuários, ele pode ajudar a explicar como o interesse por parte dos que usam pode ser afetado positivamente. O modelo UTAUT, que também pode ser exemplificado na Figura 11, faz uso de quatro pontos essenciais:

- **Expectativa de desempenho:** tem relação com a percepção do usuário sobre como a tecnologia pode melhorar diretamente no seu âmbito, de forma com que seja beneficiado por esta tecnologia. No contexto da educação, pode-se dizer que os alunos perceberam claramente que o acesso à informação pela tecnologia de forma rápida e eficaz pode facilitar a aprendizagem, fornecendo recursos interativos e os motivando.
- **Expectativa de esforço:** pode-se definir como “o grau de facilidade associado ao uso do sistema” (MARIKYAN, PAPAGIANNIDIS, 2023), se a tecnologia for considerada fácil de usar, tem grandes chances do usuário se sentir mais motivado, e assim despertando mais interesse por parte desta tecnologia.
- **Influência social:** pode ser descrita como a influência ao redor, de pessoas próximas, ou seja, se os colegas de trabalho, professores ou amigos, fazem uso dessa tecnologia, obtendo os resultados na prática, pode assim motivar diretamente essa outra pessoa também a utilizar e querendo também experimentar essa tecnologia.
- **Condições facilitadoras:** podem ser definidas como “o grau em que um indivíduo acredita que a infraestrutura técnica existe para apoiar o uso do sistema” (*ibid.*, 2023). Refere-se como o usuário percebe o suporte recebido no uso desta tecnologia, tendo relação com o acesso a tecnologia, treinamento adequado, recursos disponíveis, podendo aumentar diretamente o interesse por parte dos usuários.

Outros pontos relativos são, gênero, idade, experiência e voluntariedade de uso estão diretamente em relação com os quatro pontos ditos anteriormente, na intenção de um comportamento de uso (ZAGO, 2022).

Figura 11 - Exemplo dos quatro pontos do modelo UTAUT



Fonte: (O teste de cada dia, 2013)

Em relação ao uso e aceitação da tecnologia diretamente no ensino, pode-se dizer que o modelo UTAUT pode ser relacionado com os seguintes fatores: ao analisar e compreender a aceitação dessas tecnologia dentro deste contexto; a motivação dos alunos levando em conta justamente uma mudança ou aprimoramento nos métodos tradicionais de ensino; capacitação dos professores sendo útil para examinar sua aceitação e adoção para suas aulas tornarem mais atrativas; a familiaridade e assimilação dos alunos entender o uso e objetivo em que essas novidades tecnológicas podem oferecer no contexto educativo; e por fim, claramente, entender o impacto na aprendizagem, podendo exemplificar em resultados como o modelo UTAUT pode ajudar a avaliar o impacto dessas tecnologias na aprendizagem e desenvolvimento dos alunos. São fatores que a partir do momento em que os pontos deste modelo são bem entendidos, os tornam mais fáceis de entender e aceitar um processo de aprimoramento dentro dos ambientes educacionais.

De forma conclusiva, pode-se dizer que o modelo UTAUT, mesmo que de forma indireta, torna-se importante ao buscar uma aceitação natural. Isso se torna especialmente relevante diante do avanço rápido da tecnologia, visando

constantemente a melhoria de nossas tarefas cotidianas com o auxílio dessas inovações.

5.2 O uso da tecnologia na educação

A Realidade Aumentada vem sendo utilizada na educação nos últimos anos, a partir do momento em que essa tecnologia fornece para os usuários os benefícios já citados anteriormente, como fator principal uma forma mais interessante de se aprender ou até mesmo aprimorar alguns métodos de ensino que são ultrapassados ou enjoativos. Fazendo uso da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais, o professor pode fazer com que sua aula torne-se mais interessante para os alunos, uma vez que eles estão totalmente adentrados nesse meio tecnológico, pode-se trabalhar em cima de propostas que aprimorem os métodos já conhecidos, como por exemplo um livro impresso com uma imagem estática, sendo ela sempre tendo o mesmo conteúdo, a tornando algo pouco interessante, a partir disso a Realidade Aumentada poderia entrar como um agente para aprimorar esse conteúdo do livro, mantendo sua origem e sentido, mas trazendo a imagem para um plano aumentado, como por exemplo no uso de marcadores como um “QR Code”, visando uma sobreposição de elementos em cima dessa imagem, podendo, ou ampliá-la, ou até mesmo exibir algum outro conteúdo fornecido pela Realidade Aumentada, mas sempre tendo em vista uma imersão nesse contato com o livro, como citado nesse exemplo. Diante desse contexto, pode-se explorar muito a Realidade Aumentada dentro da educação com diversas opções e projetos.

A Realidade Aumentada tem um potencial muito grande para ser melhor aproveitada nas escolas, com uma escala de uso muito maior do que temos hoje, a sala de aula tradicional como nós conhecemos deve passar por um processo de reestruturação e de aprimoramento, para tornar o ensino mais atualizado e desenvolvido, com o avanço da Realidade Aumentada e tecnologia no geral, juntamente com o cenário da pandemia, no início de 2020, o cenário ultrapassado do ensino atual foi percebido de forma muito mais fácil, uma vez que em casa a maioria dos alunos tinha acesso mais fácil a internet, computador, celular, ou nos dias atuais, até mesmo a Inteligência Artificial, mesmo que alguns desses já possam

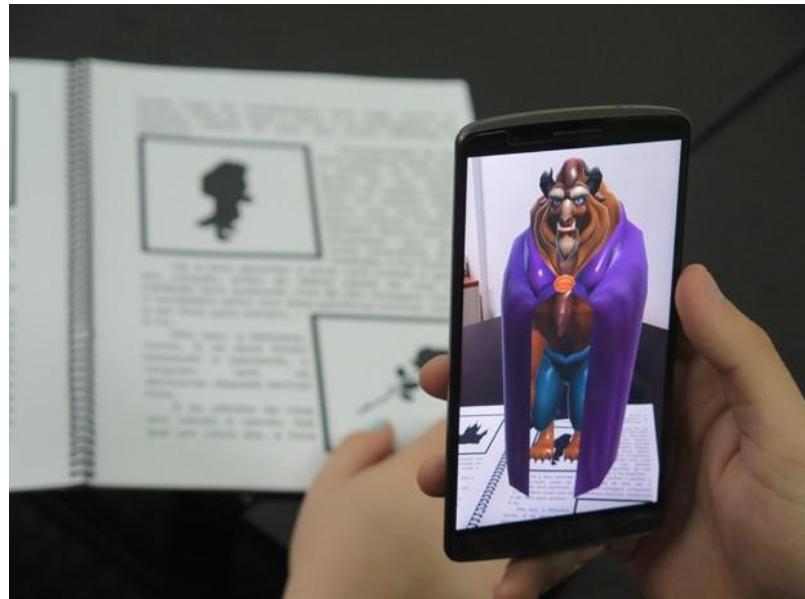
ser usados nas escolas, ainda é possível incluí-los mais no dia a dia dos alunos, assim como a Realidade Aumentada também pode ser melhor aproveitada.

5.2.1 Como aplicar a Realidade Aumentada na educação

Após relatar todos os benefícios da Realidade Aumentada e como os alunos atualmente se veem necessários de uma inovação na maior parte dos métodos de ensino, diante desse cenário, é possível demonstrar alguns exemplos.

- **Livros didáticos interativos:** os livros são ferramentas indispensáveis na educação, mas claramente é um cenário em que podemos aprimorar, visando os alunos terem uma maior interatividade. Na Figura 12 é possível visualizar como os alunos podem escanear as páginas e obter conteúdos em Realidade Aumentada, como animações, modelos 3D, tornando essa ação muito mais dinâmica e interessante.

Figura 12 - Realidade Aumentada sendo usada em livros

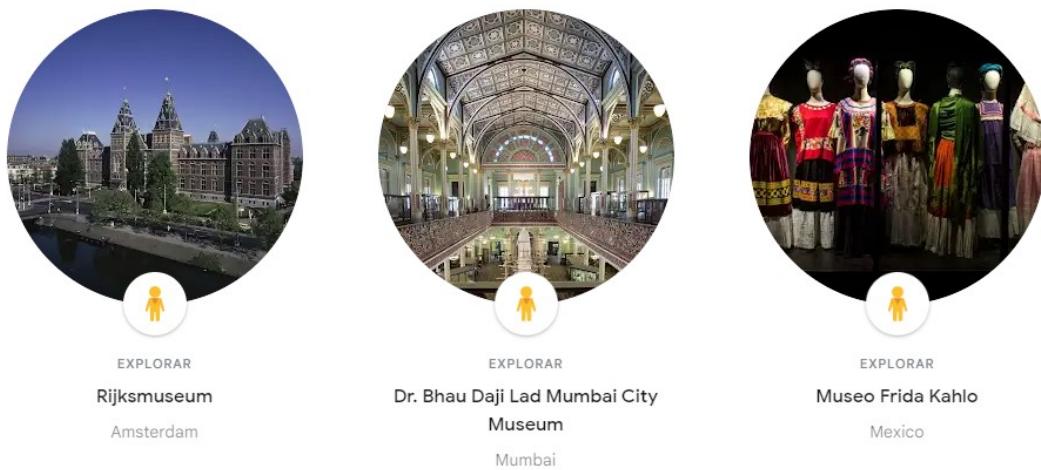


Fonte: (G1 Santos, 2016)

- **Visitas virtuais:** os alunos podem se adentrar totalmente em matérias como história ou geografia, podendo através de apps de Realidade Aumentada “visitar” monumentos, museus, artes, cenários históricos entre outras possibilidades, podendo ampliar suas experiências. Uma plataforma possível para isso pode ser

o antigo “Google Expedições”, uma vez que foi transferido para o app “Arts & Culture” (EDUCADOR DO FUTURO, 2022), nele podemos explorar diversos conteúdos voltados para arte e cultura, como um dos principais o famoso “Street View”, integrado junto com o “Google Maps”, mas claro voltado para a exploração dos conteúdos, assim demonstrado na Figura 13, os alunos podem explorar os cenários ao redor do mundo na palma da mão, já tendo um grande avanço em relação a imagens estáticas por exemplo, podendo visualizar em 360°.

Figura 13 - Exploração virtual



Fonte: (Google Arts & Culture, 2023)

- **Exploração de cenários reais:** em relação ao último exemplo de uma visita virtual, também é possível a Realidade Aumentada se adentrar justamente ao contrário, mantendo o usuário no seu próprio ambiente ou ao seu redor, como citado anteriormente o jogo “Pokémon GO” foi um dos precursores nesse sentido, fazendo com que os jogadores saíssem para a exploração física, mas mantendo o acesso à informações virtuais (ou no caso a captura dos “Pokémons”) no uso da Realidade Aumentada. Diante desse contexto, pode-se perceber que a amplitude de projetos, tarefas ou ações que essa tecnologia pode nos oferecer é muito grande, como nesse cenário onde o jogador explora sua cidade com direito a um enriquecimento de informações com a Realidade Aumentada. Trazendo para o ambiente educacional, podemos fazer uso desse recurso juntamente com a exploração em passeios escolares a museus,

zoológicos, feiras educativas, palestras ou apresentações, visando claramente uma maior interatividade dos alunos, podendo obter conhecimento e informações através do seu smartphone, demonstrado na Figura 14.

Figura 14 - Exploração presencial com Realidade Aumentada



Fonte: (IT Insight, 2017)

Como alternativa na presença dentro da escola, pode-se utilizar juntamente com projetos realizados, ou objetos usados nas matérias pelos educadores, assim como mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Uso da Realidade Aumentada com objetos em aula



Fonte: (SAE Digital, 2021)

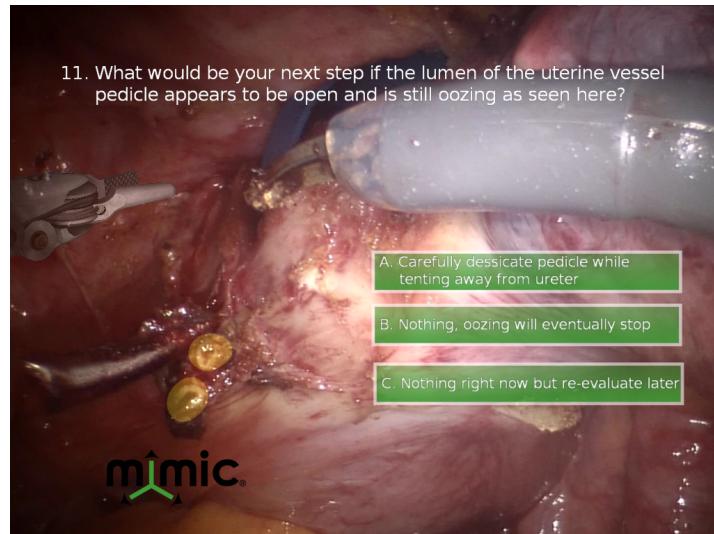
- **Apoio a alunos com necessidades especiais:** a Realidade Aumentada pode ser utilizada não só no sentido de trazer mais interação as tarefas, mas também

a auxiliar alunos com necessidades especiais, como por exemplo deficiência intelectual (DUTRA *et al.*, 2016), uma pessoa que possui essa deficiência pode ser considerada portadora de limitações no funcionamento intelectual, tendo dificuldades em habilidades práticas, sociais e conceituais, diante desse cenário em uma sala de aula, esse aluno portador dessa dificuldade pode sofrer em relação aos aprendizados necessários. No sentido de melhorar esse contato com o conhecimento necessário por esses alunos, a tecnologia no geral pode auxiliá-los para a prática e trabalho com o concreto na estimulação do estudante.

- **Treinamento profissional:** além do ambiente escolar, a Realidade Aumentada também pode ser fortemente aplicada em treinamentos profissionais, como em cursos de medicina em universidades. Diante do cenário em que os alunos claramente não possuem experiência necessária para as variadas situações, como por exemplo uma cirurgia, com a Realidade Aumentada esses estudantes podem executar esses procedimentos de forma segura e interativa, sem pôr em risco um paciente real, como exemplificado na Figura 16. Essa tecnologia mescla elementos virtuais com o ambiente real, sendo possível ter uma experiência relevante para um bom aprendizado (ANTUNES, 2021).

A fim de exemplificar um *software* de simulação de cirurgias muito utilizado, pode ser citado o “Maestro AR”, permitindo que os alunos tenham uma experiência enriquecedora controlando instrumentos robóticos virtuais (LOPES *et al.*, 2019), como exemplo o simulador virtual “dV-Trainer” (MIMIC SIMULATION, 2014), juntamente com o vídeo 3D aumentado, de forma interativa, realista e segura, visando um desenvolvimento adequado e sem colocar a vida de um paciente em risco.

Figura 16 - Uso da Realidade Aumentada no software Maestro AR



Fonte: (Mimic Simulation, 2018)

De forma conclusiva, percebe-se que a Realidade Aumentada demonstra ser uma tecnologia extremamente útil, inovadora, e, principalmente motivadora, a partir do ponto de vista em que promove a motivação dos alunos, aumentando o interesse e o engajamento nas atividades. Essa tecnologia deve se adentrar cada vez mais ao longo dos anos em nossa realidade, voltado essencialmente para os âmbitos educacionais, com os benefícios já demonstrados e levando em conta o cenário em que os mesmos alunos frequentadores dos métodos de ensino tradicionais, também estão sendo inseridos cada vez mais no uso das tecnologias atuais (Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Inteligência Artificial, Ensino Online) para as diversas tarefas fora do ambiente escolar, consequentemente refletem na evolução necessária dos cenários relatados.

6. PROJETO COM REALIDADE AUMENTADA

No objetivo demonstrativo da prática, o projeto veio no sentido de exemplificar como a Realidade Aumentada pode ser útil diante dos cenários relatados, a fim de inovar algumas tarefas tradicionais que geralmente os alunos exercem nas escolas, como exemplo demonstrado nesse aplicativo o uso da Realidade Aumentada com sobreposição de elementos, que, no caso, poderiam ser aplicados em livros didáticos.

6.1 Ferramentas utilizadas

Para a realização, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

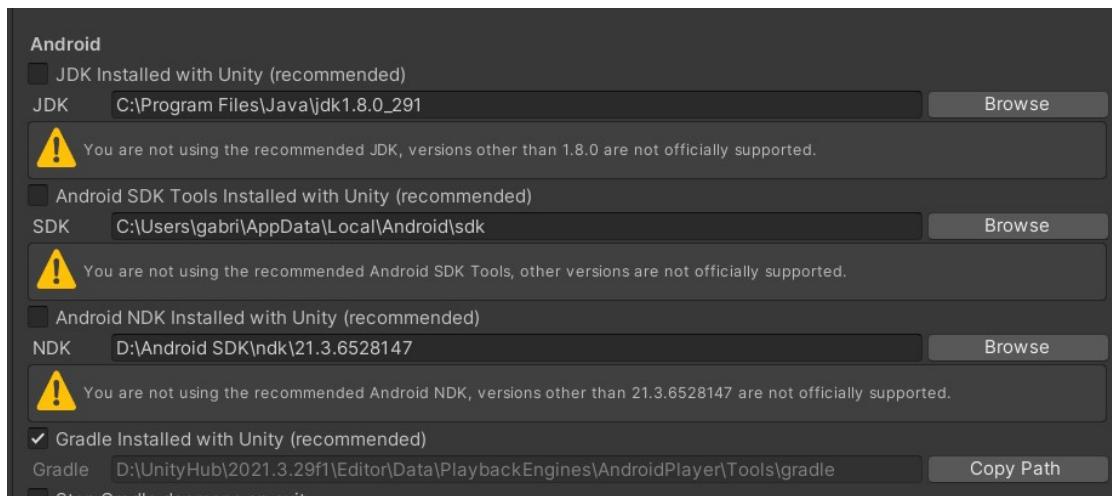
- **Unity 3D:** a *Unity* é uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos 3D, embora a ferramenta seja mais conhecida no cenário dos jogos atualmente, ela é uma poderosa ferramenta também para outras atividades, como Realidade Aumentada, Realidade Virtual ou até mesmo simulações 3D. A plataforma conta com milhões de desenvolvedores por todo o mundo, incluindo grandes empresas não só do cenário dos jogos. Alguns pontos interessantes na plataforma claramente seriam a facilidade do entendimento dos desenvolvedores, visto que conta com uma interface simples, além da capacidade do desenvolvimento para múltiplas plataformas, assim como: *PlayStation*, *Windows*, *Mac*, *Linux*, *WebGL*, *Android*, *iOS* e *tvOS*.

Com base na experiência obtida no contato com a plataforma, foi possível destacar a facilidade para a realização do *build*, funcionalidade essa que necessita de algumas configurações para o correto funcionamento, assim como demonstrado na Figura 17.

- **SDK:** pode-se dizer que seria um pacote que utiliza diversas ferramentas para que os desenvolvedores consigam criar aplicativos baseados em Android de forma nativa (ROMAGNOLI, SEVERINO, 2023). No contexto do *Unity*, configurar o *SDK* é essencial para a compilação e construção do aplicativo.

- **JDK:** o *JDK*, é um kit de desenvolvimento *Java*, englobando compilador, interpretador e utilitários (CAMPOS, BORGES, BORBA, 2023). Em relação a seu uso no *Unity*, foi necessário visto que *Java* é a base para aplicativos relacionados a *Android*.
- **NDK:** como exemplificado na documentação do *Unity*, em (“Android SDK/NDK setup”), a configuração do *NDK*, é necessária para construir as bibliotecas e, finalmente, produzir o pacote de saída (*APK*) e, sendo assim, tendo uma grande facilidade em sua instalação em qualquer dispositivo *Android*.

Figura 17 - Configurações para construção de aplicativo Android no Unity



Fonte: (Autor, 2023)

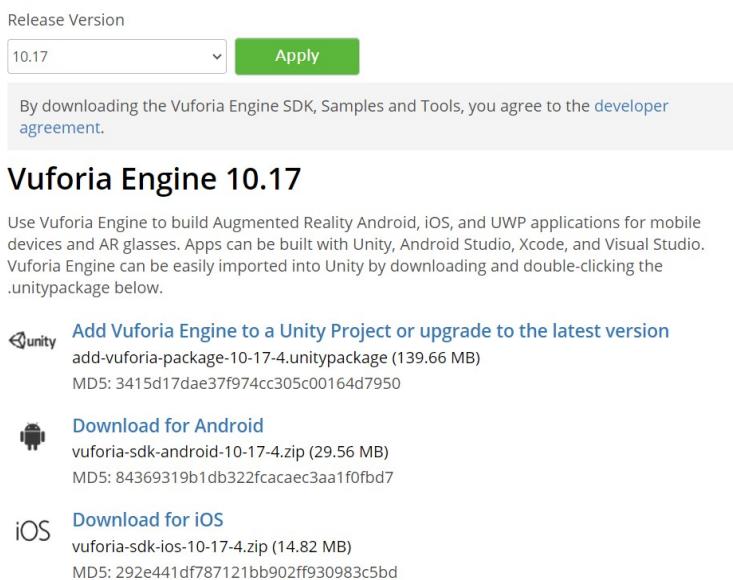
Além das configurações necessárias para a compilação e construção de um aplicativo *Android* no *Unity*, há também outros pontos de configuração nessa etapa, como: nome da empresa, nome do produto, nome do pacote, versão do aplicativo e versão mínima necessária para compatibilidade.

Após as configurações realizadas no *Unity*, torna-se possível a criação do aplicativo *Android*. O motor gráfico utiliza as *APIs Direct3D, OpenGL* entre outras *APIs* proprietárias para a renderização (REZENDE, 2013), o *Unity* conta com várias predefinições dentro da plataforma, como “cubos” ou “esferas”, objetos esses que poderiam facilmente ser definidos como resultados de um escaneamento da Realidade Aumentada com o *Vuforia*.

Com relação ao uso direto do *Unity* no projeto desenvolvido, é possível dizer que a plataforma foi utilizada de maneira integral durante todo o processo de desenvolvimento, abrangendo todos os aspectos de programação necessários. Isso inclui a criação de *scripts* em C# para a navegação entre as diferentes telas do aplicativo, bem como o posicionamento dos elementos 3D obtidos por meio de escaneamento. Além disso, a plataforma também foi utilizada para o gerenciamento dos alvos cadastrados no *Vuforia*, ferramenta essa que nos fornece diversos recursos importantes para o desenvolvimento, funções essas disponibilizadas após sua instalação dentro do *Unity*.

- **Vuforia Engine:** segundo a “PTC” em “DESENVOLVA EXPERIÊNCIAS DE AR COM O VUFORIA ENGINE”, o *Vuforia Engine* oferece a tecnologia avançada que as empresas precisam para diferenciar o modo como vendem e lançam produtos no mercado. De forma prática, assim como foi utilizado no projeto demonstrativo, pode-se dizer que o *Vuforia Engine* serviu para duas situações essenciais: a primeira como plugin diretamente usado no *Unity* nos dando algumas possibilidades de ferramentas cruciais para o desenvolvimento com Realidade Aumentada, no caso deve ser feito o *download* do pacote do *Vuforia*, assim como demonstrado na Figura 18 e continuamente a importação para dentro do *Unity*.

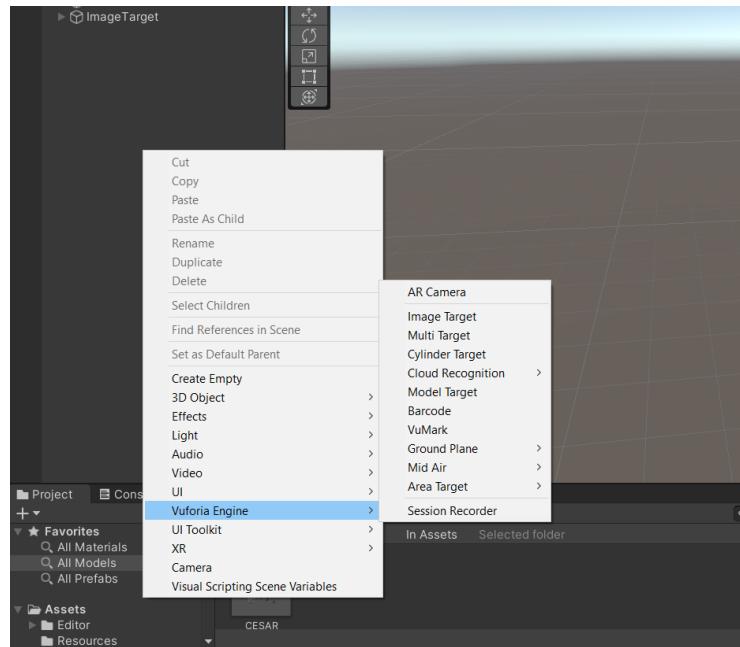
Figura 18 - Download do pacote do Vuforia Engine



Fonte: (Vuforia Engine, 2023)

Após feita a instalação, é necessário importar o plugin recém instalado para dentro do programa *Unity*, de forma com que a partir disso obtemos acesso aos recursos oferecidos pelo *Vuforia*, como demonstrado na Figura 19. Duas das ferramentas frequentemente usadas para o desenvolvimento nessa área seriam *AR Camera* e *Image Target*, que, respectivamente tem as seguintes funções: trabalhar como a câmera principal de Realidade Aumentada, no caso para poder identificar os alvos, já o *Image Target* tem por sua vez a função de aplicar os alvos no projeto, como o próprio nome diz, irá servir para definirmos qual será o nosso alvo, como por exemplo um “QR Code”.

Figura 19 - Recursos do Vuforia dentro do Unity



Fonte: (Projeto próprio Unity, 2023)

Em relação aos alvos, como dito anteriormente, seria a segunda funcionalidade tão essencial para o bom funcionamento de um projeto com Realidade Aumentada elaborada pelo *Unity* juntamente com o *Vuforia*, para isso, a plataforma entra como um banco de dados de alvos, com possibilidade de cadastramento dos mesmos, como demonstrado na Figura 20, a aba *Target Manager* nos dá a possibilidade de criar novos bancos ou então gerenciar os existentes e, a partir desse recurso, ter a capacidade de cadastrar os alvos desejados para o reconhecimento do componente *Image Target*. Dentro do *Unity*, para o reconhecimento do devido componente, deve-se levar em

consideração o uso do banco de dados criado no *Vuforia* (nesse sentido claramente a integração entre as duas plataformas), para que seja possível não só o reconhecimento do alvo, como também a renderização da imagem ou objeto a partir dele.

Figura 20 - Target Manager dentro do Vuforia Engine

The screenshot shows the 'Target Manager' interface. At the top, there is a search bar labeled 'Search'. Below it is a table with four columns: 'Database', 'Type', 'Targets', and 'Date Modified'. There are two entries in the table:

Database	Type	Targets	Date Modified
App_RA_TCC	Device	3	Aug 17, 2023
App_RA_TCC02	Device	1	Aug 21, 2023

A green button labeled 'Add Database' is located at the top right of the interface.

Fonte: (Vuforia Engine, 2023)

Além de outras várias funcionalidades fornecidas pelo *Vuforia Engine*, que claramente pode possibilitar experiências diferenciadas e imersivas para todos os tipos de projetos envolvendo a tão aclamada Realidade Aumentada.

6.2 Demonstração do aplicativo com Realidade Aumentada

Acerca do projeto desenvolvido no intuito do uso da Realidade Aumentada em ambientes educacionais, é possível ilustrar como seria seu uso no cotidiano dos alunos, bem como suas funcionalidades:

- **Tela inicial do aplicativo:** na tela inicial do aplicativo, há o botão para o redirecionamento do usuário até o uso da câmera, para o reconhecimento dos alvos, assim como demonstrado na Figura 21.

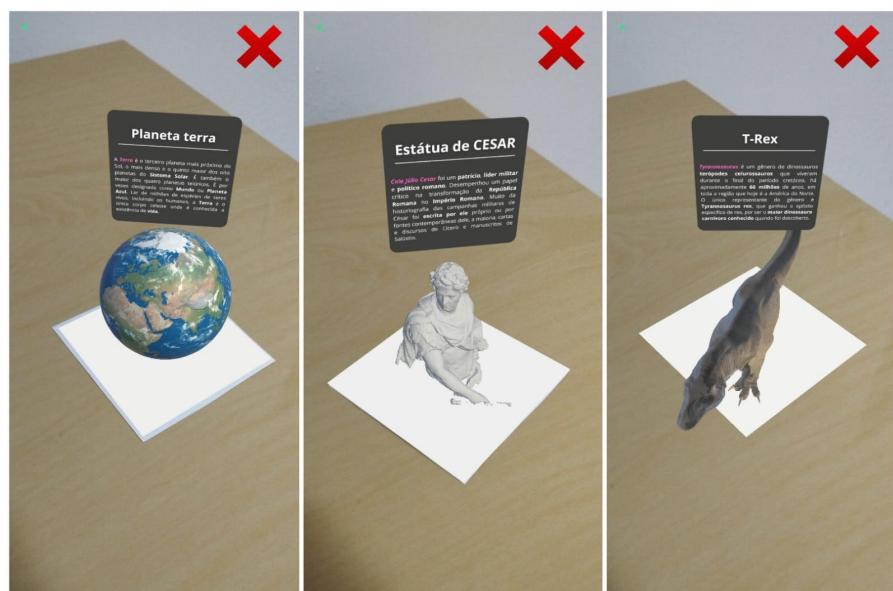
Figura 21 - Tela inicial do aplicativo



Fonte: (Autor, 2023)

- **Uso da câmera do dispositivo:** como recurso principal do aplicativo, o uso da câmera do dispositivo do usuário para o reconhecimento dos alvos e, consequentemente, também a renderização dos modelos 3D acima dos “QR Codes”, como exibido na Figura 22.

Figura 22 - Reconhecimento e renderização do alvos



Fonte: (Autor, 2023)

- Tela com informações após clique:** a efeito de informação sobre o modelo renderizado, após o usuário clicar no modelo 3D renderizado, é possível o redirecionamento entre telas para a leitura de informações relacionadas àquele tema, funcionalidade essa demonstrada na Figura 23.

Figura 23 - Visualização de informações dos modelos



Fonte: (Autor, 2023)

De forma resumida, o aplicativo seria utilizado para a visualização dos modelos 3D a partir do reconhecimento dos alvos associados às imagens já definidas, que poderiam ser relacionados às aulas correspondentes, bem como a leitura de informações relacionadas ao conteúdo renderizado com o conteúdo pedagógico.

CONCLUSÃO

O trabalho permitiu compreender a união e colaboração entre a educação e a tecnologia, exemplificando as possibilidades de como essas duas frentes podem e devem trabalhar de forma conjunta. Acima de tudo, foi possível visualizar e entender o uso da Realidade Aumentada nos ambientes educacionais, como essa tecnologia pode auxiliar os estudantes a se interessarem mais pelas aulas, além de ajudar também os professores a otimizarem suas aulas e exemplos, com isso, diante das pesquisas realizadas, o desenvolvimento do projeto para a exemplificação prática.

Em suma, o trabalho, proporcionou a percepção de que os métodos tradicionais de ensino necessitam de evolução, a exploração das potencialidades da Realidade Aumentada no âmbito educacional, provou-se ser de grande valia para o contexto, evidenciando diversas oportunidades e projetos para implementação nessa área, visando sempre um maior engajamento dos alunos.

Em relação ao projeto desenvolvido, pode-se dizer que seria de grande facilidade o uso numa situação real, onde, claramente, os únicos requisitos para a utilização seriam o aplicativo baixado em um *smartphone*, além do acesso aos alvos “QR Codes”, que poderiam estar impressos nos livros didáticos utilizados pelos alunos das escolas e, a partir disso, obter os benefícios citados acerca da tecnologia implementada.

Fica evidente que o uso da Realidade Aumentada na educação pode ser melhor aproveitado, visto que a tecnologia oferece uma gama de possibilidades que, ainda não são totalmente aproveitadas e principalmente não são percebidas no cotidiano dos alunos nos âmbitos escolares, uma vez que, pode-se dizer que a dificuldade de uma implementação dessa tecnologia, como por exemplo a do aplicativo desenvolvido, não deve ser de grande proeminência, até porque é possível dizer que, o acesso aos dispositivos móveis, como *smartphones*, entre os alunos é de certa facilidade e, consequentemente, a implementação prática da Realidade Aumentada surge como uma solução acessível e eficaz para aprimorar o processo de aprendizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.; HORODYSKI, G.; MEDEIROS, M. Realidade aumentada no turismo: Estudo do jogo Pokémon Go. **Revista Hospitalidade**, v. 13, p. 01-21, 2016.
- ANDROID SDK/NDK setup. **Unity Documentation**. Disponível em: [Manual: Android SDK/NDK setup](#). Acesso em: 17 de novembro de 2023.
- ANTUNES, T. Como funciona a tecnologia de Realidade Aumentada na medicina?. **HelioPrint**, 2021. Disponível em: <https://heliprint.com.br/blog>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.
- CAMPOS, S.; BORGES, H; BORBA, P. Introdução ao JDK. **Universidade Federal de Pernambuco**. Disponível em: [Introdução ao JDK](#). Acesso em: 17 de novembro de 2023.
- CAUDELL, T.; MIZELL, D. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. **Hawaii international conference on system sciences**. ACM SIGCHI Bulletin, 1992.
- CORRÊA, R. et al. A realidade aumentada no centro de ciências itinerante “Ciências Sob Tendas”: tecnologia auxiliando a popularização da ciência. **ECCOM: Educação, Cultura e Comunicação**, v. 13, n. 26, 2022.
- DAMASCENO, E.; JUNIOR, E.; CARDOSO, A. Uma avaliação heurística sobre um Sistema de Captura de Movimentos em Realidade Aumentada. **Journal of Health Informatics**, v. 4, n. 3, 2012.
- DESENVOLVA experiências de AR com o Vuforia Engine. **PTC**, 2023. Disponível em: <https://www.ptc.com/pt/products/vuforia/>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.
- DUTRA, A. et al. USO DA REALIDADE AUMENTADA COM ESTUDANTES PORTADORES DE DEFICIÊNCIA INTELECTUAL: APLICAÇÃO NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS. **Revista Educação & Tecnologia**, n. 22 (2022), p. 50-63, 2023.
- FEINER, S. et al. The Touring Machine. **Columbia University**, 1997. Disponível em: <https://graphics.cs.columbia.edu>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.
- FORTE, C.; KIRNER, C. Usando Realidade Aumentada no desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. **UNIMEP, Universidade Federal de Itajubá**, s.d. Disponível em: <https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net>. Acesso em: 9 de maio de 2023.
- GALVÃO, M.; ZORZAL, E. Aplicações móveis com realidade aumentada para potencializar livros. **RENOTE**, v. 10, n. 1, 2012.

GIOVANINI, F. Um sistema óptico de captura de movimentos baseado em esqueleto hierárquico utilizando a biblioteca artoolkit. **CENTRO UNIVERSITÁRIO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA” – UNIVEM**, 2007.

KIRNER, C.; KIRNER, T. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Cap, v. 1, p. 10-25, 2011.

KIRNER, C; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**, v. 1, p. 22-38, 2006.

LIMA, J. Realidade aumentada sem marcadores multiplataforma utilizando rastreamento baseado em modelo. **Universidade Federal de Pernambuco**, 2010.

LOPES, L. et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, 2019.

MARIKYAN, D.; PAPAGIANNIDIS, S. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). **TheoryHub**, 2023. Disponível em: <https://open.ncl.ac.uk/theories/2>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. Virtual reality and its influence on training and education-literature review. **Annals of DAAAM & Proceedings**, v. 28, 2017.

MIMIC SIMULATION. dV-Trainer® software update launches full suite of simulation exercises for the Robotic Training Network (RTN). **Mimic Simulation**, 2014. Disponível em: <https://mimicsimulation.com/dv-trainer>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

NETO, S. et al. Criação de aplicações de realidade aumentada em dispositivos móveis baseados em Symbian OS. In: **II Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, Universidade Federal de Pernambuco**. 2006. p. 16-19.

PADRÃO, M.; LIMA, A.; TORI, R. Entenda a realidade aumentada, recurso por trás do sucesso de Pokémon Go. **Tilt UOL**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

PEDROSA, S.; ZAPPALA-GUIMARÃES, M. Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 123-146, 2019.

PEREIRA, L. et al. O uso da tecnologia na educação, priorizando a tecnologia móvel. v. 16, 2012.

PESQUISA sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras. **TIC Educação Cetic.br**, 2022.

REALIDADE Aumentada na arquitetura: como ela é usada na prática?. **Archtrends Portobello**, 2018. Disponível em: <https://blog.archtrends.com>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

REALIDADE aumentada na educação: como usar, benefícios e desafios!. **Educador do Futuro**, 2022. Disponível em: <https://educadordofuturo.com.br>. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

REZENDE, A. Otimização de jogos para dispositivos móveis com Unity3D. **Faculdade de Tecnologia de Americana**, 2013.

ROMAGNOLI, C.; SEVERINO, K. Análise do uso de técnicas de ofuscação de código no desenvolvimento de aplicativos Android. **Instituto de Ciências Exatas e Informática Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)**, 2023.

SANTIN, R.; KIRNER, C. Artoolkit: conceitos e ferramentas de autoria colaborativa. **Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica**, SBC, Porto Alegre, p. 178-276, 2008.

SANTOS, E. et al. Pokémon Go: a maior experiência mundial reunindo cartografia digital e realidade aumentada. **Anais da Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão, IFC Araquari, ano II**. 2016.

SILVA, D. et al. Qualcomm Vuforia: Realidade Aumentada para Dispositivos IOS com Qualidade e Desempenho. **XIV SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA**, 2012.

SILVA, F. et al. Sistema flexível de realidade aumentada de baixo custo com base em projecção estereoscópica. **Actas de 17º Encontro Português de Computação Gráfica**, p. 1-10, 2009.

SIMÕES, F. et al. Realidade Aumentada sem Marcadores Baseada na Amostragem de Pontos em Arestas. **Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual e Multimídia, Universidade Federal de Pernambuco**, 2008.

VENKATESH, V. et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS quarterly**, p. 425-478, 2003.

YU, M.; SU, J.; HOFMANN, K. Augmented Reality in High School and Higher Education: How AR is Changing Teaching and Learning. **Foundations of Educational Technology-Situated Learning**, 2020.

ZAGO, G. Teoria unificada de aceitação e uso de tecnologia(UTAUT). **Linkedin**. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/teoria-unificada-de-aceitacao>. Acesso em: 10 de julho de 2023.