

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOÃO PEDRO DE FREITAS ZANQUI

USO DE REALIDADE VIRTUAL PARA ESTUDOS ODONTOLÓGICOS

BAURU

Novembro/2024

JOÃO PEDRO DE FREITAS ZANQUI

USO DE REALIDADE VIRTUAL PARA ESTUDOS ODONTOLÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Orientador: Profa. Dra. Juliana da Costa Feitosa

BAURU
Novembro/2024

Z33u

Zanqui, João Pedro de Freitas

USO DE REALIDADE VIRTUAL PARA ESTUDOS
ODONTOLÓGICOS / João Pedro de Freitas Zanqui. -- Bauru, 2024
44 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciência da
Computação) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade
de Ciências, Bauru

Orientadora: Juliana da Costa Feitosa

1. Odontologia. 2. Realidade Virtual. 3. Imersão. 4. Unity. 5.
Educação.

João Pedro de Freitas Zanqui

Uso de Realidade Virtual para Estudos Odontológicos

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Campus Bauru.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Juliana da Costa Feitosa

Orientador

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Ciências

Departamento de Computação

Profa. Dra. Simone das Graças Domingues Prado

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Ciências

Departamento de Computação

Prof. José Remo Ferreira Brega

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Ciências

Bauru, 14 de Novembro de 2024.

*Dedico este trabalho a todos que sempre estiveram ao meu lado, independentemente da situação,
oferecendo apoio para todos os momentos.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e pela orientação em cada passo desta jornada, tornando possível a realização deste trabalho. Graças a Ele, sempre soube que qualquer momento de desespero durante minha graduação seria passageiro, e, de fato, foram.

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelo apoio e incentivo constantes em todas as minhas escolhas, e por sempre estarem ao meu lado, me encorajando desde o começo e sendo uma base sólida em cada momento da minha vida. À minha namorada, Sofia, por estar ao meu lado nesse momento único da minha vida, e por querer estar comigo em qualquer situação.

Aos meus amigos, que tornaram a jornada universitária leve e inesquecível, e pelas amizades que sei que levarei para o resto da vida. À República Computos, por me acolher e proporcionar momentos e aprendizados únicos, que sempre carregarão um valor especial e estarão comigo para sempre.

À minha orientadora, Profa. Dra. Juliana da Costa Feitosa, pela confiança, paciência e direcionamento para o desenvolvimento deste trabalho. À Universidade Estadual Paulista, por toda a estrutura, conhecimento e oportunidades oferecidas ao longo da minha formação.

"Viva a tua maneira
Não perca a estribeira
Saiba do teu valor
E amanheça brilhando mais forte
Que a estrela do norte
Que a noite entregou."

— Fernando Anitelli

Resumo

O uso de Realidade Virtual (RV) para a área da saúde pode superar limitações do ensino pré-clínico tradicional, como a escassez de materiais para estudo e a falta de realismo em modelos físicos, oferecendo uma alternativa eficaz e acessível para o aprendizado na odontologia. Com o avanço contínuo das tecnologias educacionais, a RV tem emergido como uma ferramenta promissora para aprimorar o ensino em diversas áreas, incluindo a odontologia. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação de RV destinada a auxiliar estudantes de odontologia em seu processo de aprendizagem. Utilizando a plataforma Unity e a API Google Cardboard XR, foi criada uma aplicação para dispositivos Android que, em conjunto com um óculos de RV, proporciona um ambiente imersivo e interativo. A aplicação é estruturada em módulos de interface, visualização, ambientação e manipulação de objetos, permitindo que os alunos naveguem por diferentes cenários, interajam com modelos tridimensionais de estruturas odontológicas e aprofundem seus conhecimentos de forma autônoma e envolvente. A implementação priorizou funcionalidades intuitivas e a reutilização de modelos 3D disponíveis, focando na criação de uma experiência imersiva.

Palavras-chave: Odontologia; Realidade Virtual; Imersão; Unity; Educação.

Abstract

The use of Virtual Reality (VR) in the healthcare field can overcome limitations of traditional pre-clinical education, such as the scarcity of study materials and the lack of realism in physical models, offering an effective and accessible alternative for dental education. With the continuous advancement of educational technologies, VR has emerged as a promising tool to enhance teaching in various areas, including dentistry. This work presents the development of a VR application aimed at helping dental students in their learning process. Using the Unity platform and the Google Cardboard XR API, an application was created for Android devices which, combined with VR headsets, provides an immersive and interactive environment. The application is structured into modules of interface, visualization, ambient environment, and object manipulation, allowing students to navigate through different scenarios, interact with three-dimensional models of dental structures, and deepen their knowledge in an autonomous and engaging way. The implementation prioritized intuitive functionalities and the reuse of available 3D models, focusing on creating an immersive experience.

Keywords: Dentistry; Virtual Reality; Immersion; Unity; Education.

Lista de figuras

Figura 1 – Anatomia 3D	21
Figura 2 – Simulador RVI	22
Figura 3 – Simulador RVI	23
Figura 4 – Logo Unity	25
Figura 5 – Criação APK	26
Figura 6 – Celular Android	27
Figura 7 – Destek V5	27
Figura 8 – Celular posicionado no óculos	28
Figura 9 – Modelo Arcada Dentária	29
Figura 10 – Modelo Cadeira	30
Figura 11 – Exemplo Card Lobby	32
Figura 12 – Exemplo Card Imersão	32
Figura 13 – Exemplo Card Navegação	33
Figura 14 – Exemplo Card Navegação	33
Figura 15 – Lobby	34
Figura 16 – Card Informativo	34
Figura 17 – Imersão Arcada Dentária	35
Figura 18 – Modelos Interagíveis	35
Figura 19 – Lobby	37
Figura 20 – Card Informativo	38
Figura 21 – Cadeira Odontológica	38
Figura 22 – Implante Desmontado	39
Figura 23 – Implante Montado	39
Figura 24 – Modelo Arcada Dentária Aberto	40
Figura 25 – Modelo Dente Molar	40
Figura 26 – Modelo Dente Molar	41
Figura 27 – Card Imersão Implante	41
Figura 28 – Implante Dentário	42
Figura 29 – Estrutura Bucal	42
Figura 30 – Dentes Molares	43
Figura 31 – Dentes Incisivos	43
Figura 32 – Kit Clínico Odontológico	44

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho desenvolvido	24
Tabela 2 – Óculos Destek V5 para Celular	28

Lista de abreviaturas e siglas

3D	<i>Três Dimensões</i>
APK	<i>Android Application Pack</i>
PBL	<i>Problem Based Learning (Aprendizagem Baseada em Problemas)</i>
RV	<i>Realidade Virtual</i>
RVI	<i>Realidade Virtual Imersiva</i>

Lista de Códigos

1	Api.cs	30
2	CardboardReticlePointer.cs	31
3	ButtonController.cs	33
4	BocaController.cs	36

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	16
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Realidade Virtual	17
2.2	Realidade Virtual no Campo Educacional	17
2.3	Odontologia Pré-Clínica	18
2.3.1	Desafios	18
2.3.2	Alternativas	19
2.4	Imersão e Aprendizagem Ativa em Ambientes Virtuais	19
2.4.1	Importância	19
3	TRABALHOS CORRELATOS	21
3.1	Aplicações da Realidade Virtual na área da saúde	21
3.2	Visualização científica imersiva	21
3.3	Odontologia	22
3.4	Considerações Finais	23
4	METODOLOGIA	25
4.1	Plataforma	25
4.1.1	Configuração do Ambiente de Desenvolvimento	25
4.2	Dispositivos	26
4.2.1	Android	26
4.2.2	Óculos de Realidade Virtual	27
4.3	Modelos 3D	29
4.4	Módulo de Visualização	29
4.5	Módulo de Interface	32
4.6	Módulo de Ambientação	34
4.7	Módulo de Manipulação de Objetos	35
5	RESULTADOS	37
6	CONCLUSÃO	45

REFERÊNCIAS	46
------------------------------	-----------

1 Introdução

Nos últimos anos, o campo da Odontologia tem testemunhado avanços significativos impulsionados pela incorporação de novas tecnologias, que visam aprimorar o ensino e a prática clínica. O avanço dessas tecnologias permitiu a inserção da RV para auxiliar alunos de diversas áreas da saúde em seus processos de aprendizagem (HARRINGTON et al., 2018). A RV consiste em uma tecnologia imersiva que tem demonstrado um potencial notável para transformar a maneira como os profissionais de saúde são treinados e capacitados (OPPERMANN, 2021). O uso de RV no contexto odontológico vem ganhando destaque como uma alternativa promissora aos métodos tradicionais de ensino, oferecendo uma experiência de aprendizagem interativa, segura e adaptável às necessidades dos estudantes (TUBELO, 2018).

Como demonstrado por Bruzamolín et al. (2020), a utilização de um vídeo imersivo em 360 graus no contexto de ensino odontológico tem um impacto significativo no processo de aprendizagem, proporcionando aos estudantes uma experiência prévia a situações clínicas rotineiras, como o preparo do paciente e a lavagem das mãos em um centro cirúrgico. A combinação de recursos imersivos com metodologias tradicionais de ensino demonstra potencial para enriquecer a formação dos estudantes, evidenciando o valor de integrar tecnologias emergentes no currículo, especialmente no contexto de metodologias ativas que promovem a autonomia e a problematização no ensino (BRAGA, 2001).

Na Odontologia, já existem diversas alternativas para aprimorar o estudo e a prática clínica, como o uso de materiais impressos em 3D, que permitem a criação de modelos anatômicos personalizados e dispositivos de simulação, como guias cirúrgicos, que proporcionam aos estudantes e profissionais uma experiência prática mais próxima da realidade clínica (LOPES et al., 2022). Comparando-se aos materiais 3D, a RV oferece uma maior versatilidade em termos de simulação de cenários clínicos complexos e repetição de procedimentos sem a necessidade de recursos físicos. Conforme demonstrado por Bruzamolín et al. (2020), essa abordagem proporciona uma prática prévia fundamental, preparando melhor os estudantes para a execução de tarefas complexas.

Este trabalho busca explorar os benefícios e desafios associados à implementação de RV para estudos odontológicos, investigando como essa tecnologia pode contribuir para o aprimoramento do processo educativo.

No Capítulo 2 são apresentados os conceitos fundamentais que serviram como base para o presente trabalho, abrangendo a relevância da RV, os desafios do ensino pré-clínico em Odontologia e as vantagens da aprendizagem ativa promovida pela RV. No Capítulo 3, são discutidos trabalhos com propostas semelhantes, reforçando o potencial do uso de RV no ensino. O Capítulo 4 detalha o processo de desenvolvimento deste trabalho, os dispositivos que foram utilizados e os módulos desenvolvidos. Por fim, no Capítulo 5, é evidenciado como a aplicação

funciona e as atividades que os usuários poderão realizar ao utilizar a ferramenta, visando contribuir positivamente para formação em Odontologia.

1.1 Justificativa

No ensino odontológico tradicional, a etapa pré-clínica enfrenta desafios devido à limitação no uso de dentes, que são considerados órgãos humanos e, portanto, difíceis de adquirir para estudo. Os dentes naturais são escassos, e os de resina, além de caros, não replicam com precisão a resistência dos diferentes tecidos dentários (BOGONI; PINHO, 2014). Em contraste, um modelo detalhado com RV pode ser reutilizado diversas vezes sem perda de qualidade, oferecendo uma alternativa mais acessível e eficiente para o aprendizado.

Além disso, problemas éticos frequentemente surgem relacionados ao uso de materiais biológicos. A formação tradicional muitas vezes não prepara adequadamente os futuros dentistas para lidar com dilemas éticos que envolvem a manipulação de restos mortais e a interação com pacientes (AMORIM; SOUZA, 2010). A RV surge como uma solução para enfrentar esses desafios, pois elimina a necessidade de utilizar dentes humanos para determinadas situações de estudo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é explorar o uso da RV no ensino da Odontologia, com foco na criação de ambientes imersivos que representem cenários clínicos, materiais odontológicos, estruturas bucais e dentárias. A iniciativa busca oferecer uma experiência educacional que favoreça o desenvolvimento de competências teóricas e permita uma maior familiarização dos estudantes com o ambiente odontológico, auxiliando na preparação para situações práticas de forma indireta, especialmente na etapa pré-clínica, oferecendo uma alternativa aos métodos tradicionais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Escolha de modelos;
- Desenvolver um módulo de visualização;
- Desenvolver um módulo de interface;
- Desenvolver um módulo de ambientação; e
- Desenvolver um módulo de manipulação de objetos.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo aborda os fundamentos teóricos que sustentam o uso da RV no ensino odontológico, fornecendo o embasamento necessário para o modelo apresentado e discutido posteriormente no Capítulo 4. Serão explorados inicialmente os conceitos de RV e suas aplicações no campo educacional, com ênfase em suas vantagens e limitações. Em seguida, discutem-se as características específicas do ensino na Odontologia e os obstáculos enfrentados na etapa pré-clínica, evidenciando como a RV pode atuar como uma ferramenta eficaz para aprimorar o processo de aprendizado.

2.1 Realidade Virtual

A RV tem se consolidado como uma ferramenta valiosa para a criação de ambientes imersivos que enriquecem o aprendizado, especialmente em contextos de ensino que demandam maior interação e absorção do conteúdo (PEDROSA; ZAPPALA-GUIMARÃES, 2019). Ao inserir o estudante em um ambiente virtual tridimensional, a RV estimula uma participação ativa, promovendo um nível de concentração elevado e permitindo uma exploração mais ampla e independente das informações. Essa imersão proporciona ao aluno uma experiência sensorial única, que favorece a compreensão profunda de conceitos complexos e a retenção de conhecimentos (FERNANDES, 2017).

A RV é um conceito que envolve a criação de ambientes artificiais, desenvolvidos por computador, que podem ser explorados pelos sentidos do usuário (BAHAR, 2014). Originalmente definida como uma experiência em que os indivíduos interagem com um mundo digital por meio de estímulos sensoriais, a RV hoje inclui o conceito de "Ambientes Virtuais", que permitem navegação e interação, aproximando-se da forma como experimentamos o mundo real (LU; SHPITALNI; GADH, 1999). Ao simular objetos e espaços de maneira convincente, a RV proporciona aos usuários uma sensação de presença em um ambiente digital, mesmo que estejam fisicamente ausentes (FERNANDES, 2017).

2.2 Realidade Virtual no Campo Educacional

A RV existe no campo educacional há mais de meio século e tem se destacado como uma tecnologia inovadora e transformadora nesse cenário, oferecendo novas formas de aprendizado que vão além das metodologias tradicionais (KAVANAGH et al., 2017). Com o uso de ambientes tridimensionais imersivos, a RV permite aos estudantes vivenciar situações simuladas que replicam com alto grau de realismo diversos cenários e contextos.

O grande potencial da RV está nas diversas possibilidades, não só por meio de aulas ou objetos físicos, mas também por meio da manipulação virtual do alvo a ser explorado, analisado e estudado (BRAGA, 2001). No contexto educacional, a RV oferece a capacidade de simular experiências que seriam difíceis ou impossíveis de realizar no mundo real devido a custos elevados, questões éticas ou riscos à segurança, além de permitir a repetição ilimitada de atividades práticas.

O poder de ilustração da RV para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias, permitindo uma análise de muito perto ou muito longe, para itens pequenos ou grandes. Além das vantagens práticas, o uso de RV no ensino tem demonstrado benefícios cognitivos, como o aumento do engajamento e da motivação dos alunos (BRAGA, 2001).

No entanto, apesar dos benefícios, a implementação da RV no ensino ainda enfrenta desafios, como os custos associados ao desenvolvimento e à manutenção dos sistemas, além da necessidade de treinamento especializado para os instrutores (MARTINS; GUIMARÃES, 2012). Essas limitações precisam ser consideradas para que a RV possa ser integrada de maneira eficiente ao currículo, complementando, e não substituindo, os métodos tradicionais de ensino.

2.3 Odontologia Pré-Clínica

A etapa pré-clínica na formação odontológica é marcada por uma série de etapas que visam preparar os estudantes para o atendimento clínico real, focando no desenvolvimento de habilidades práticas e conhecimento anatômico detalhado (VERDE et al., 2020). No entanto, alguns métodos tradicionais de aprendizado apresentam limitações que dificultam a experiência prática dos futuros dentistas (OLIVEIRA et al., 2015).

2.3.1 Desafios

O ensino de anatomia dentária geralmente utiliza métodos tradicionais como laboratórios com manipulação de dentes humanos. No entanto, essa abordagem enfrenta desafios éticos, morais e culturais (TORI et al., 2016). Além disso, um dos maiores obstáculos é a escassez de dentes naturais para estudo, uma vez que esses são considerados órgãos humanos e, portanto, de difícil obtenção devido a restrições éticas e regulamentares (BOGONI; PINHO, 2014).

Devido a esta grande dificuldade de se obter dentes extraídos humanos, tanto para pesquisas odontológicas quanto para estudos de alunos de graduação, se faz necessário obter um substituto (CAMPOSI; CAMPOSII; VITRALIII, 2008). Modelos artificiais, por sua vez, como dentes de resina, são amplamente utilizados, mas também possuem limitações significativas.

Esses desafios apontam para a necessidade de métodos alternativos e complementares no ensino pré-clínico, que ofereçam maior acessibilidade, diversidade e realismo (OLIVEIRA et al., 2007). Nesse sentido, o uso de tecnologias imersivas, como a RV, surge como uma opção promissora para superar algumas das limitações dos métodos tradicionais, proporcionando

uma experiência prática mais rica e adaptável às demandas da formação odontológica atual (FERNANDES, 2017).

2.3.2 Alternativas

Estudos têm apontado o uso de modelos digitais de dentes como uma alternativa confiável e prática para o diagnóstico e acompanhamento ortodôntico, especialmente à medida que as tecnologias computacionais avançam rapidamente, ampliando o uso de imagens e modelos tridimensionais (OLIVEIRA et al., 2007).

Um exemplo é a pesquisa conduzida por três examinadores que, ao comparar medidas de modelos dentários de gesso e seus equivalentes digitais, demonstrou que os resultados foram estatisticamente semelhantes, com diferenças específicas e mínimas consideradas clinicamente irrelevantes. Os benefícios dos modelos digitais vão além da precisão das medições, incluindo maior facilidade de reprodução, questões éticas facilitadas e maior rapidez no processo de mensuração (OLIVEIRA et al., 2007).

2.4 Imersão e Aprendizagem Ativa em Ambientes Virtuais

A liberdade de navegação em cenários virtuais contribui para uma aprendizagem autônoma, em que os alunos podem controlar o ritmo de estudo e revisar os materiais conforme necessário, algo que é menos viável em métodos de ensino tradicionais, cujo tempo que o aluno está em contato com os materiais, muitas vezes, é limitado (BRAGA, 2001).

Esse tipo de abordagem ativa reforça a construção de competências técnicas e teóricas, facilitando a aplicação dos conhecimentos em situações reais, especialmente em áreas que exigem conhecimento profundo e específico, como a Odontologia (TUBELO, 2018). Essas tecnologias emergem como ferramentas inovadoras que ampliam o ambiente físico para o virtual, favorecendo o engajamento e a motivação dos estudantes em contextos de ensino híbrido (CLASSE; OLIVEIRA; CASTRO, 2023).

2.4.1 Importância

Em profissões que envolvem altos riscos para a integridade humana, como pilotos de avião, é essencial que os futuros profissionais sejam rigorosamente treinados e aprovados antes de atuar na prática. Na aviação, o uso de simuladores já é uma prática consolidada, garantindo que pilotos adquiram experiência e segurança antes de enfrentar situações reais. Da mesma forma, é cada vez mais provável que áreas da saúde adotem simuladores virtuais em seus currículos, proporcionando aos alunos um ambiente controlado e seguro para desenvolver habilidades práticas, e enfrentar desafios antes do contato com pacientes (TORI et al., 2016).

Além dos simuladores, estudantes de Odontologia podem participar de treinamentos em ambientes imersivos durante a fase pré-clínica, permitindo uma compreensão mais aprofundada das técnicas e procedimentos que irão realizar (OLIVEIRA et al., 2007).

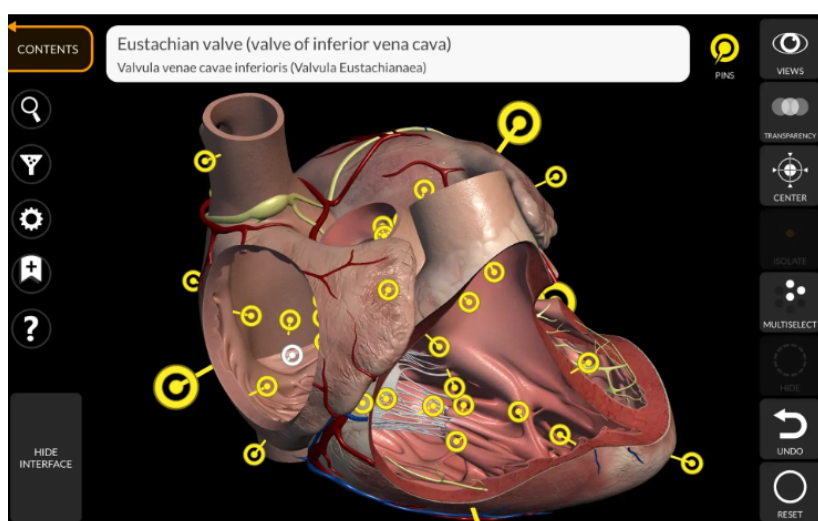
3 Trabalhos Correlatos

3.1 Aplicações da Realidade Virtual na área da saúde

A RV está transformando a área da saúde ao proporcionar ambientes simulados que auxiliam na prática e no treinamento de profissionais. Aplicações de RV permitem que profissionais e estudantes explorem materiais e organismos complexos em cenários controlados, oferecendo uma forma segura de aprendizado (TORI et al., 2016).

Um exemplo notável é o Anatoml 3D (MONTEIRO et al., 2006), um atlas de anatomia interativo que utiliza a RV para apresentar estruturas tridimensionais do corpo humano. Esta plataforma oferece aos usuários a possibilidade de visualizar as estruturas do corpo humano, permitindo que educadores e estudantes integrem textos descritivos e imagens em suas atividades de ensino e aprendizagem de anatomia, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Anatoml 3D



Fonte: <https://anatomy3datlas.com/>

3.2 Visualização científica imersiva

O uso da RV para a criação de ambientes imersivos abrange várias áreas da ciência. Conforme descrito por Fernandes (2017), essa tecnologia foi aplicada na visualização de dados climáticos em um ambiente imersivo, com o propósito de investigar como pode facilitar a compreensão de dados meteorológicos complexos, enriquecendo o processo de ensino e aprendizado em meteorologia. Para isso, uma aplicação interativa foi desenvolvida, permitindo que os usuários visualisassem informações climáticas de forma imersiva, e explorassem os dados de maneira

intuitiva e detalhada. Além disso, uma avaliação com especialistas foi realizada para examinar os impactos dessa abordagem, especialmente quanto à percepção e compreensão dos dados apresentados.

Outro projeto relevante, o PBL-Coach desenvolvido por Bessa, Vital e Guedes (2016), apresenta um ambiente virtual tridimensional para apoiar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (que vem do inglês Problem-Based Learning). Esse ambiente imersivo e interativo simula situações reais, incentivando a colaboração e o aprendizado ativo. No PBL-Coach, professores e alunos participam de cenários práticos para resolução de problemas, com ferramentas para planejamento, monitoramento e avaliação de desempenho. Testado em um estudo de caso, o ambiente demonstrou-se eficaz em alinhar-se aos princípios da PBL, atendendo às necessidades de usabilidade e utilidade para o ensino colaborativo.

3.3 Odontologia

Na área da Odontologia, um trabalho relevante é o desenvolvido por Tubelo (2018), que propõe um simulador de Realidade Virtual Imersiva (RVI) para o ensino do preparo de próteses fixas a estudantes de Odontologia (Figura 2). A pesquisa analisa a experiência do usuário e investiga como o simulador impacta o conhecimento teórico e a habilidade prática dos alunos. Para isso, foram planejados conteúdos, selecionados dispositivos e desenvolvido o software do simulador. A experiência envolveu 14 alunos, divididos em dois grupos: um assistiu a um vídeo em 3D, enquanto o outro utilizou o simulador RVI. Os resultados mostraram que, apesar da avaliação positiva da experiência pelos alunos, não houve diferença significativa no aprendizado teórico e nas habilidades práticas entre os dois métodos de ensino.

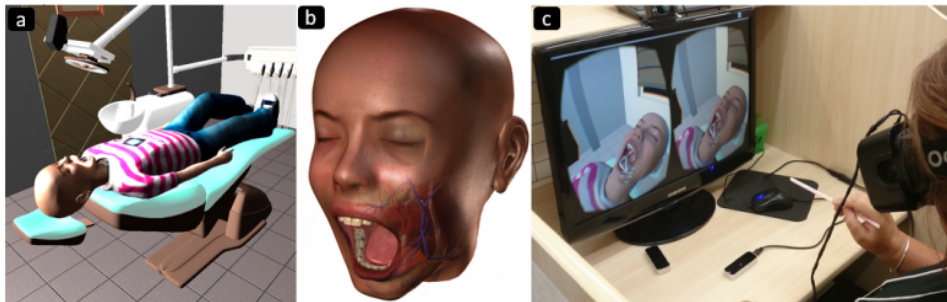
Figura 2 – Simulador RVI



Fonte: (TUBELO, 2018)

Outro trabalho relevante na área da Odontologia é o projeto VIDA Odonto (Aprendizado Virtual Interativo à Distância sobre Anatomia) tem como objetivo desenvolver um ambiente de RV para o treinamento de procedimentos odontológicos, superando os desafios éticos e práticos do ensino tradicional, que frequentemente envolve o uso de cadáveres e animais (Figura 3). O protótipo foi testado tanto por profissionais quanto por iniciantes, demonstrando sua eficácia como recurso educacional, com feedback em tempo real e avaliação automatizada da precisão dos procedimentos (TORI et al., 2018).

Figura 3 – Simulador RVI



Fonte: (TORI et al., 2018)

3.4 Considerações Finais

Diferente do simulador proposto por Tubelo (2018), focado exclusivamente no preparo de próteses fixas, a aplicação desenvolvida neste trabalho oferece uma abordagem mais ampla, abordando diversas áreas da Odontologia por meio de múltiplas cenas e modelos 3D interativos, abrangendo conteúdos gerais da anatomia bucal e aparelhos odontológicos.

Em comparação com o projeto VIDA Odonto (TORI et al., 2018), que visa o treinamento de procedimentos odontológicos superando o uso de dentes humanos, a aplicação desenvolvida também se destaca pela proposta de tornar o aprendizado mais acessível, promovendo a visualização e manipulação de modelos tridimensionais, além de integrar um ambiente imersivo. Enquanto o VIDA Odonto é voltado especificamente para procedimentos práticos, o presente trabalho contribui também para a ambientação do estudante no espaço clínico, oferecendo uma experiência imersiva que simula o ambiente odontológico real.

Na Tabela 1, é realizada uma comparação detalhada entre o presente trabalho e os demais projetos mencionados neste capítulo, destacando as características de cada abordagem. O trabalho desenvolvido se diferencia por seu foco em múltiplos módulos imersivos aplicados ao ensino odontológico, oferecendo uma experiência interativa mais abrangente, enquanto os outros projetos tendem a ter objetivos específicos.

Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho desenvolvido

Projeto	Objetivo Principal	Área de Aplicação	Ambiente Imersivo	Modelos 3D Interativos	Abordagem Educacional
Anatoml 3D	Atlas interativo para visualização de estruturas do corpo humano	Ensino de Anatomia	Sim	Sim	Exploração de estruturas
Visualização Climática	Visualização de dados meteorológicos em ambiente imersivo	Ciências Meteorológicas	Sim	Não	Interpretação de dados
PBL-Coach	Suporte à metodologia PBL através de simulação de situações práticas	Aprendizagem Baseada em Problemas	Sim	Sim	Resolução de problemas
Simulador de RVI	Treinamento de preparo de próteses fixas	Ensino de Procedimentos Odontológicos	Sim	Sim	Procedimento prático
VIDA Odonto	Treinamento de procedimentos odontológicos sem uso de cadáveres	Ensino Odontológico	Sim	Sim	Procedimentos práticos
Trabalho Desenvolvido	Aplicação de RV para aprendizado imersivo de várias áreas da odontologia	Ensino Odontológico	Sim	Sim	Exploração educacional odontológica

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 Metodologia

Este trabalho propõe uma abordagem prática para a criação de um ambiente imersivo voltado para o estudo de odontologia, utilizando RV. O desenvolvimento do sistema foi estruturado em módulos, nos quais foram selecionados modelos tridimensionais de objetos virtuais, permitindo a interação por parte dos usuários.

4.1 Plataforma

A plataforma de desenvolvimento gráfico escolhida para o desenvolvimento do trabalho foi o motor de jogos Unity¹ (Figura 4), amplamente reconhecido por suas capacidades de criar ambientes virtuais imersivos e interativos. Com o Unity, foi possível elaborar um ambiente de estudo específico para cada setor da Odontologia, além da possibilidade de integração com representações anatômicas detalhadas de dentes, utensílios e cenários clínicos que reflitam a prática profissional.

Figura 4 – Logo Unity



Fonte: <https://unity.com/pt>

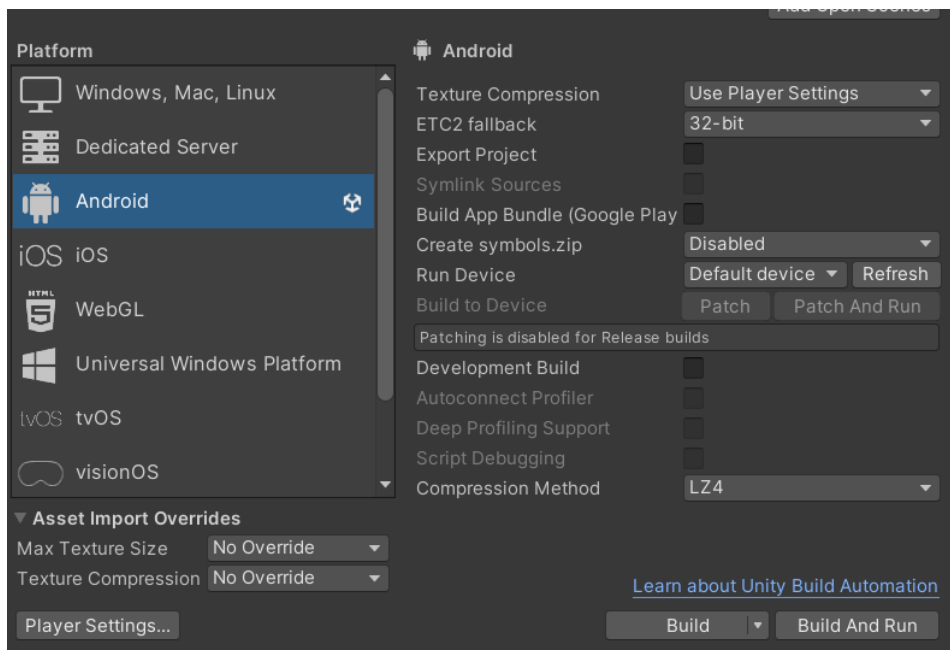
Dessa forma, os desenvolvedores podem criar experiências interativas e imersivas para a RV, possibilitando a simulação de cenários tridimensionais que proporcionam aos usuários uma sensação de presença e interação.

4.1.1 Configuração do Ambiente de Desenvolvimento

Conforme ilustrado na Figura 5, o Unity permite a exportação de projetos no formato APK (*Android Application Package*), que corresponde ao tipo de arquivo utilizado para instalação em dispositivos com sistema operacional Android (SAROSA et al., 2019). Este arquivo pode ser instalado em qualquer dispositivo com esse tipo de sistema, e, ao ser executado, o aplicativo desenvolvido é reproduzido diretamente no aparelho, exibindo o conteúdo virtual conforme especificado.

¹ Disponível em: <https://unity.com/pt>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

Figura 5 – Criação APK



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para garantir a interatividade e a funcionalidade do sistema, a linguagem de programação C# foi utilizada na criação dos scripts necessários, responsáveis pela lógica de funcionamento do sistema.

4.2 Dispositivos

Como dito anteriormente, a aplicação é executada através de um APK gerado pelo Unity, e para isso, foi utilizado um *smartphone* com sistema Android combinado a um óculos de RV modelo Destek V5.

4.2.1 Android

O APK gerado no Unity é executado diretamente em um celular com sistema operacional Android (Figura 6), utilizando a capacidade gráfica e de processamento do próprio dispositivo para rodar o conteúdo em RV. Assim, todo o trabalho é explorado através do celular, sem a necessidade de hardware adicional.

Nesse caso, o Unity atua apenas como a plataforma de desenvolvimento onde todo o ambiente e a lógica do aplicativo são projetados, enquanto o APK final é transferido e instalado no celular para uso. Uma vez instalado, o aplicativo roda de forma autônoma, acessando os recursos gráficos e sensores do celular, como giroscópio e acelerômetro, para proporcionar uma experiência imersiva.

Figura 6 – Celular Android



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.2 Óculos de Realidade Virtual

Para que a experiência seja imersiva, é utilizado um suporte do óculos de RV Destek V5 (Figura 7) para visualização.

Figura 7 – Destek V5



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esse óculos de RV é um suporte desenvolvido para acomodar o celular, transformando o dispositivo em uma ferramenta de visualização imersiva de conteúdos em RV. Equipado com lentes ajustáveis e um design ergonômico, o modelo Destek V5 proporciona ao usuário uma experiência visual confortável, permitindo a exploração de simulações em 360 graus ao interagir com a aplicação. As especificações técnicas do óculos se encontram na Tabela 2.

Ao posicionar o celular no compartimento do óculos, como demonstrado na Figura 8, o visor mostra os elementos virtuais projetados pelo Unity, criando ambientes imersivos. Além disso, o dispositivo possui um botão integrado na lateral, que é um mecanismo que emite um sinal de

toque na tela do celular quando pressionado, permitindo ao usuário interagir com o aplicativo. Dessa forma, o botão atua como um toque simplificado na tela, viabilizando a navegação e a realização de ações no ambiente virtual.

Figura 8 – Celular posicionado no óculos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Óculos Destek V5 para Celular

Especificação	Detalhes
Marca	Destek
Campo de visão	110 graus
Tela de Smartphone	4,7 a 6,8 polegadas
Dimensões	17.98 x 8.48 x 10.49 cm
Botão	Sensor Touch
Ajuste	Fita ajustável
Peso	420 gramas

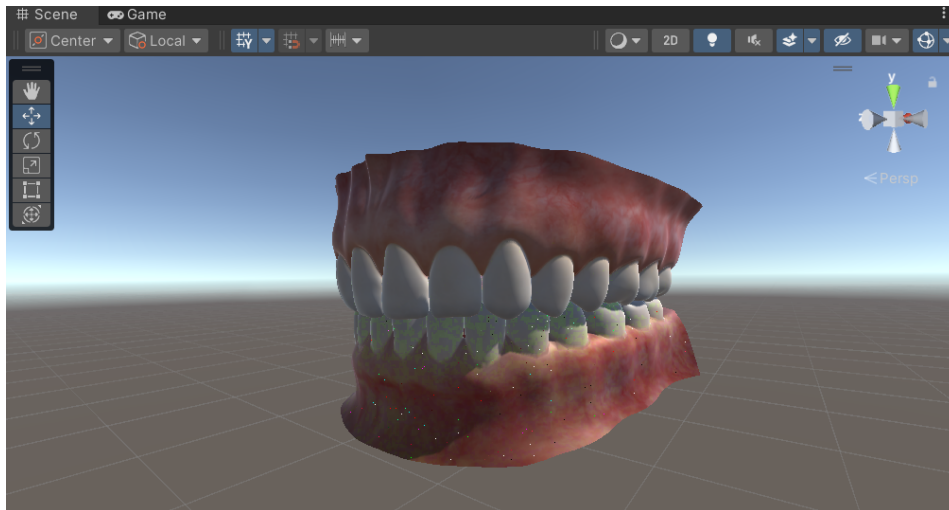
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Modelos 3D

Para compor os cenários e caracterizar as áreas abordadas no trabalho, foram selecionados modelos 3D no formato FBX, compatíveis com a plataforma Unity. A escolha de modelos de alta qualidade visual foi um aspecto importante para garantir a fidelidade e o realismo dos objetos odontológicos. No entanto, encontrar modelos 3D adequados apresentou um desafio significativo, uma vez que a maioria dos itens disponíveis são pagos, limitando o acesso a opções prontas.

Após uma busca aprofundada, foi possível identificar alguns modelos gratuitos que atendiam aos requisitos do projeto. Apesar da dificuldade, esses modelos gratuitos conseguiram representar satisfatoriamente os elementos necessários para o aprendizado, como instrumentos odontológicos e estruturas anatômicas. Nas Figuras 9 e 10, respectivamente, é possível observar modelos de uma arcada dentária e de uma cadeira odontológica, que foram utilizados no trabalho.

Figura 9 – Modelo Arcada Dentária



Fonte: Elaborada pelo autor.

A opção de modelar objetos próprios foi considerada, mas descartada, pois o foco do trabalho era na implementação e interação em RV, e não no design de modelos. Os modelos foram retirados de variadas lojas de modelos 3D online, como Turbosquid², CGTrader³, Free3D Models⁴ e 3DExport⁵.

4.4 Módulo de Visualização

O módulo de visualização deste trabalho permite que seja explorado o ambiente virtual de maneira imersiva, oferecendo uma visualização 360 graus do ambiente, através da integração de

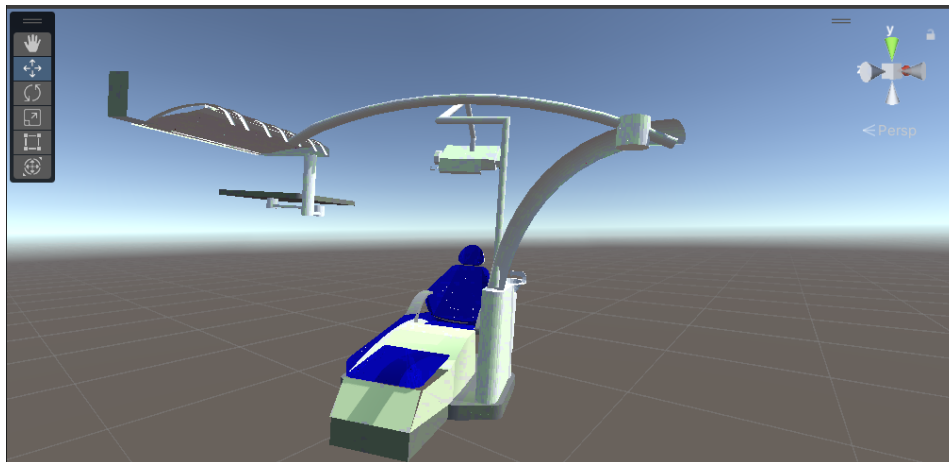
² Disponível em: <https://www.turbosquid.com/>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

³ Disponível em: <https://www.cgtrader.com/>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

⁴ Disponível em: <https://free3d.com/>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

⁵ Disponível em: <https://pt.3dexport.com/>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

Figura 10 – Modelo Cadeira



Fonte: Elaborada pelo autor.

uma câmera de RV.

Para a implementação do módulo de visualização do trabalho, foi utilizado como base o Google Cardboard XR Plugin for Unity⁶, uma API de código aberto disponível no GitHub⁷.

Com essa integração é possível explorar a visualização estereoscópica nos ambientes virtuais, simplificando o processo de desenvolvimento com ferramentas e componentes que facilitam a criação de aplicações de RV, tornando-a uma escolha popular para educadores e desenvolvedores que buscam implementar soluções de RV (SUMARDANI; MIDARAENI; SUMARDANI, 2019).

A API fornece um player integrado a uma câmera virtual, projetada para simular a experiência da visão em RV. Além disso, o pacote inclui scripts que capturam o botão de interação do óculos e podem ser programados para diversas funcionalidades dentro do ambiente virtual.

Nos Códigos 1 e 2, foram extraídas duas função simplificadas para demonstrar como ocorre a detecção do botão do óculos via script da API do Google Cardboard XR.

No Código 2, a função Update monitora o estado do botão e, ao detectar uma pressão pelo método *IsTriggerPressed* do Código 1, verifica se o objeto no qual o usuário está focado é interativo. Em caso positivo, o objeto alvo recebe o comando *OnPointerClick*, simulando um clique ao ser pressionado o botão no dispositivo de RV.

Código 1 – Api.cs

```

1 namespace Google.XR.Cardboard
2 {
3     public static class Api
4     {
5         public static bool IsTriggerPressed

```

⁶ Disponível em: <https://opensource.googleblog.com/2020/05/google-cardboard-xr-plugin-for-unity.html>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

⁷ Disponível em: <https://github.com/googlevr/cardboard-xr-plugin>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

```

6      {
7          get
8          {
9              if (!XRLoader._isStarted)
10             {
11                 return false;
12             }
13
14             TouchControl touch = GetFirstTouchIfExists();
15             if (touch == null)
16             {
17                 return false;
18             }
19
20             Vector2Int touchPosition = Vector2Int.RoundToInt(touch.position.
                ReadValue());
21             return touch.phase.ReadValue() == UnityEngine.InputSystem.
                TouchPhase.Began
                && !Widget.CloseButtonRect.Contains(touchPosition)
22                 && !Widget.GearButtonRect.Contains(touchPosition);
23
24         }
25     }
26 }
27
28 // Restante do código ...

```

Código 2 – CardboardReticlePointer.cs

```

1 public class CardboardReticlePointer : MonoBehaviour
2 {
3     private void Update()
4     {
5         // Checks for screen touches.
6         if (Google.XR.Cardboard.Api.IsTriggerPressed)
7         {
8             if (IsInteractive(_gazedAtObject))
9             {
10                 _gazedAtObject?.SendMessage("OnPointerClick");
11             }
12         }
13     }
14
15 // Restante do código ...

```

Essas funções oferecidas pela API do Google Cardboard XR auxiliaram o desenvolvimento dos demais módulos do trabalho, facilitando a criação de interações imersivas no ambiente virtual.

4.5 Módulo de Interface

O módulo de interface do trabalho foi projetado para oferecer uma navegação intuitiva e imersiva aos usuários, utilizando uma estrutura baseada em cards (Figuras 11 e 12) que organiza e facilita o acesso às diferentes áreas de estudo. Os cards foram desenvolvidos no Canva⁸, uma ferramenta gratuita de design gráfico online.

Figura 11 – Exemplo Card Lobby



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 12 – Exemplo Card Imersão

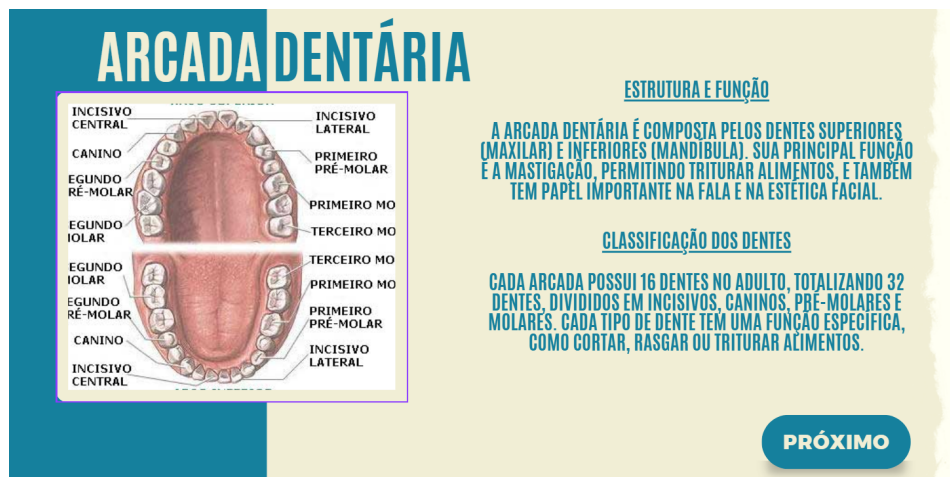


Fonte: Elaborada pelo autor.

A interface inicial apresenta um lobby virtual organizado em cards, com cada card representando uma cena específica do conteúdo odontológico, permitindo que o usuário selecione diretamente o tópico que deseja explorar. Ao acessar uma cena, ele encontra um card principal que fornece informações detalhadas sobre a área em questão e orienta a navegação pelo conteúdo disponível (Figuras 13 e 14).

⁸ Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

Figura 13 – Exemplo Card Navegação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 14 – Exemplo Card Navegação



Fonte: Elaborada pelo autor.

A navegação entre as cenas foi desenvolvida por meio de scripts associados aos botões incorporados nos cards. Para implementar essa transição, os scripts criados utilizam rotinas do Código 3, monitorando as interações do usuário, utilizando o botão do óculos de RV como gatilho para o clique.

Código 3 – ButtonController.cs

```

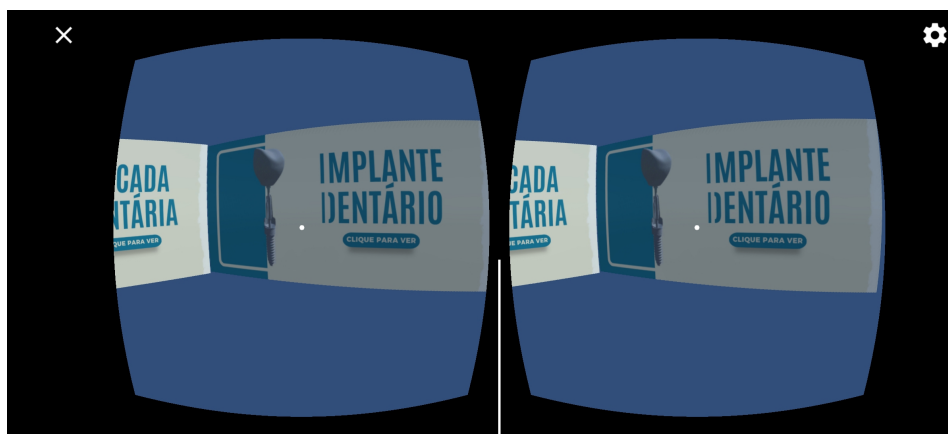
1 public class ButtonController : MonoBehaviour
2 {
3     public void OnPointerClick()
4     {
5         SceneManager.LoadScene(sceneToLoad);
6     }
7

```

4.6 Módulo de Ambientação

A navegação inicia no lobby principal, onde os cards representam cada área de estudo e conduzem o usuário para cenas específicas como representado na Figura 15. Cada área é desenvolvida em uma cena do Unity, configurada em um ambiente limpo e vazio, com cores calmas, a fim de focar a atenção nos elementos principais do estudo.

Figura 15 – Lobby



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentro de cada cena, o usuário encontra um card informativo navegável (Figura 16) e um modelo 3D do tema em questão, permitindo interação direta com o modelo para explorar e observar detalhes relevantes ao estudo.

Figura 16 – Card Informativo

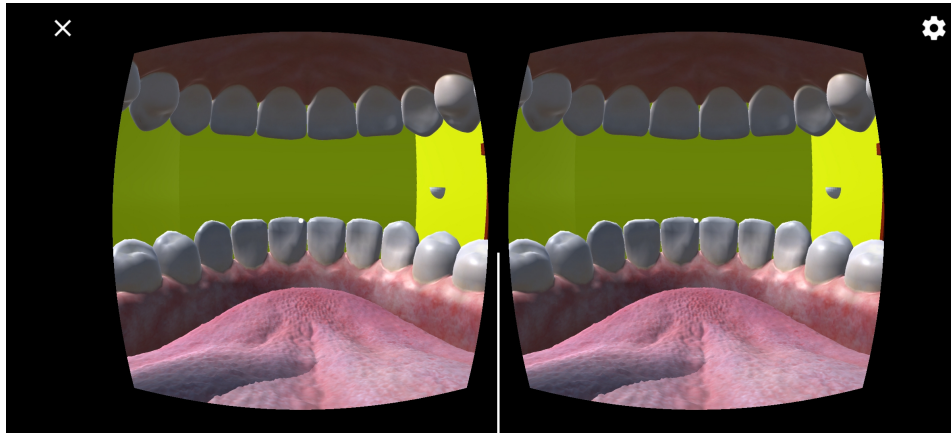


Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, nas cenas que oferecem uma opção de imersão mais profunda, o usuário é transportado para um cenário temático específico, permitindo que o usuário vivencie o aprendizado

de forma mais completa, mergulhando em um cenário que representa a área odontológica abordada. Na Figura 17 pode-se observar um dos cenários imersivos do trabalho.

Figura 17 – Imersão Arcada Dentária



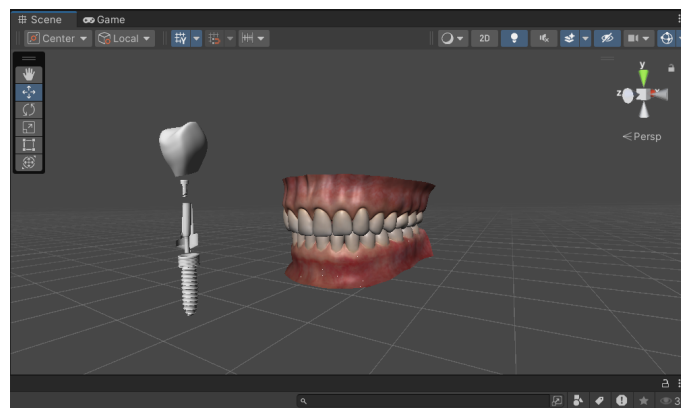
Fonte: Elaborada pelo autor.

Em todo o trabalho foram aplicadas cores com tons semelhantes aos tradicionalmente associados à odontologia. Esses tons não apenas reforçam a identidade visual da área de saúde, mas também promovem uma experiência mais harmoniosa e agradável para o usuário, facilitando a concentração no conteúdo.

4.7 Módulo de Manipulação de Objetos

O módulo de Manipulação de Objetos foi desenvolvido para permitir que os usuários interajam diretamente com os modelos 3D, como os da Figura 18, em cada cena, por meio de scripts personalizados, que controlam as ações disponíveis e os comportamentos dos objetos ao serem manipulados.

Figura 18 – Modelos Interagíveis



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esse módulo proporciona ao usuário uma experiência mais prática e próxima da realidade, tornando o aprendizado mais dinâmico e interativo, além de oferecer uma experiência imersiva que vai além da simples visualização.

Os scripts foram projetados para responder aos comandos de interação, permitindo ao usuário girar, montar ou aproximar o objeto através de botões intuitivos. Os scripts desenvolvidos utilizam funções do Código 2 como base para construir a lógica de manipulação.

Durante o desenvolvimento, foi observado que o botão do óculos possui uma sensibilidade desregulada, emitindo múltiplos sinais de toque consecutivos em algumas situações, o que causava problemas na navegação e na interação com objetos, como cliques duplicados. Para resolver essa questão, foi implementado um controle de clique no script, que inclui variáveis de estado e rotinas que bloqueiam a possibilidade de múltiplos cliques seguidos, como demonstrado no Código 4:

Código 4 – BocaController.cs

```

1 public class MouthController : MonoBehaviour
2 {
3     private float smoothTime = 0.5f;
4     private bool openTheMouth = false;
5
6     private IEnumerator SetIfIsClicked()
7     {
8         isClicked = true;
9         yield return new WaitForSeconds(smoothTime);
10        isClicked = false;
11    }
12
13    public void OnPointerClick()
14    {
15        openTheMouth = !openTheMouth;
16        if(!isClicked) {
17            StartCoroutine(openMouth(openTheMouth));
18        }
19        StartCoroutine(SetIfIsClicked());
20    }
21
22    // Restante do código ...

```

5 Resultados

Este trabalho culminou na criação de uma aplicação de RV voltada para o ensino de odontologia, que pode proporcionar aos estudantes uma ferramenta de estudo interativa e imersiva. A aplicação foi projetada para facilitar a compreensão de conteúdos odontológicos, oferecendo uma alternativa prática aos métodos de ensino tradicionais.

Na Figura 19, é possível visualizar o lobby principal, ponto de entrada do usuário ao iniciar a aplicação. Neste ambiente, o estudante pode selecionar entre seis diferentes cenas que representam temas da Odontologia, incluindo o kit clínico, dente incisivo, dente molar, cadeira odontológica, arcada dentária e implante dentário. Cada cena foi projetada para proporcionar uma experiência educativa específica, permitindo ao usuário explorar e interagir com os modelos tridimensionais e informações relacionadas a cada tema.

Figura 19 – Lobby



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao selecionar uma cena, o usuário é direcionado para o ambiente específico correspondente à sua escolha. Cada cena possui um card central com informações detalhadas sobre o tema, que podem ser navegadas pelo usuário, permitindo que ele folheie as páginas para leitura, como o exemplo da Figura 20, na cena da cadeira odontológica.

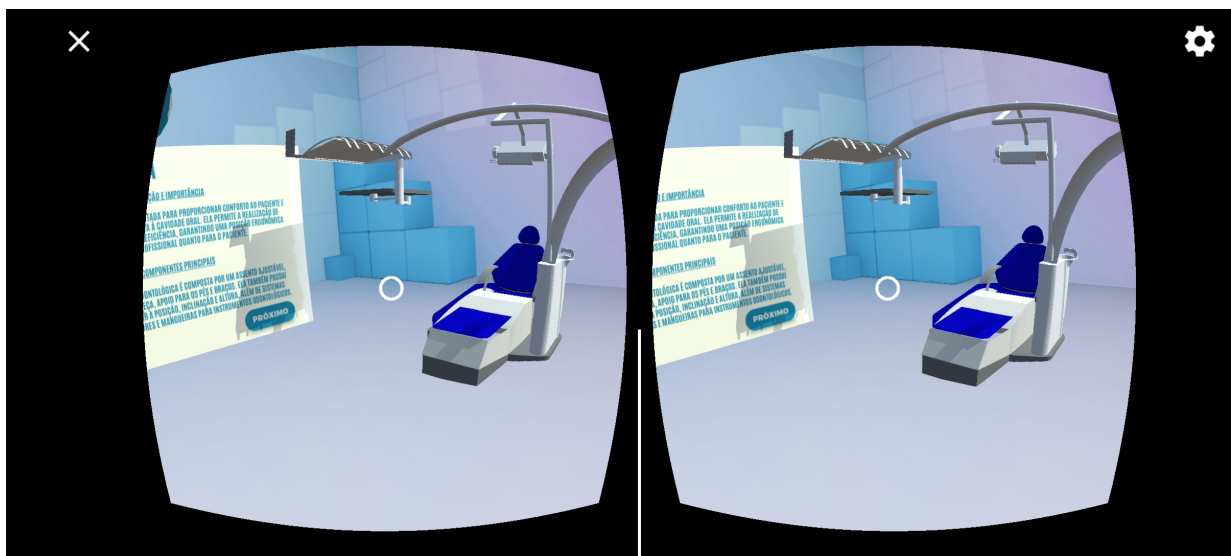
Figura 20 – Card Informativo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, cada cena inclui um modelo 3D interativo relacionado ao tema em questão. Na Figura 21, é possível ver o modelo tridimensional de uma cadeira odontológica, com o qual o usuário pode interagir visualmente, girando e explorando a estrutura.

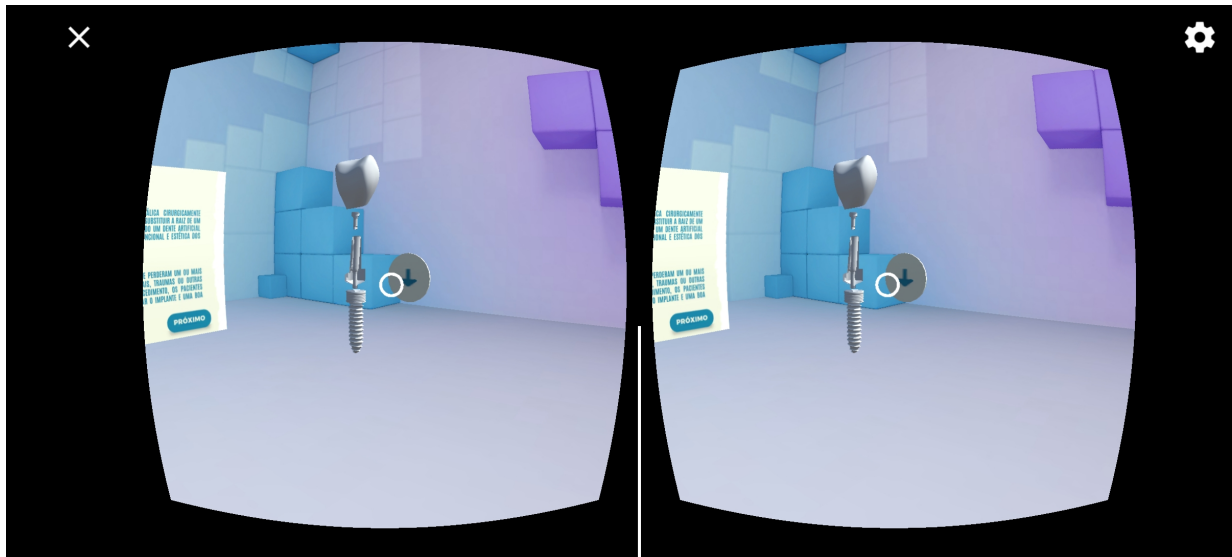
Figura 21 – Cadeira Odontológica



Fonte: Elaborada pelo autor.

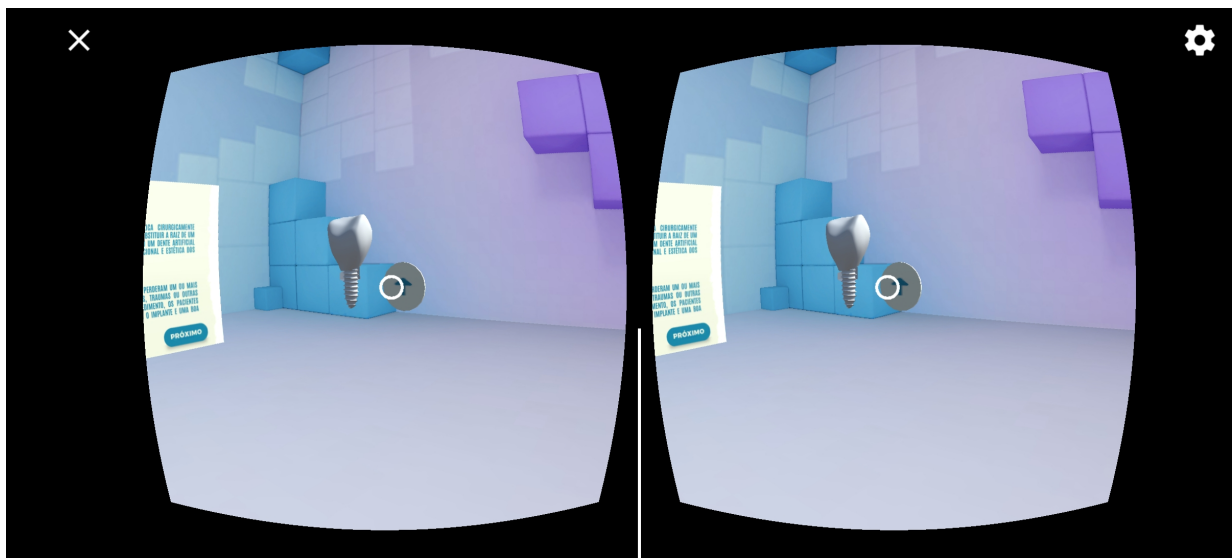
Nas Figuras 22 e 23, há um modelo de um implante dentário, permitindo que o usuário monte e desmonte as peças do implante por meio da interação com um botão, visualizando seus componentes.

Figura 22 – Implante Desmontado



Fonte: Elaborada pelo autor.

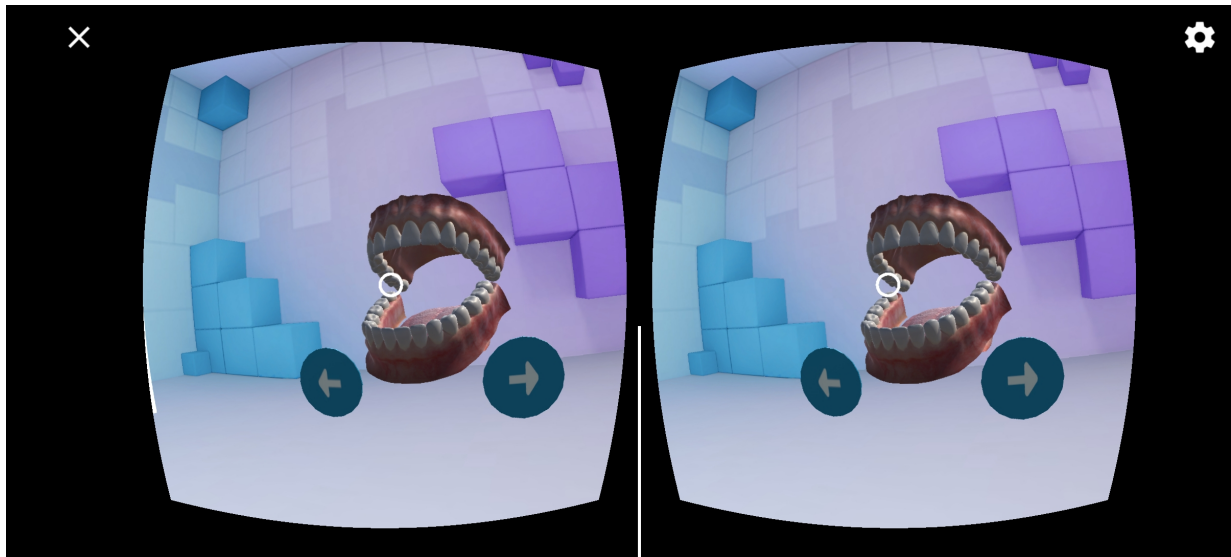
Figura 23 – Implante Montado



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já na Figura 24, pode-se observar um modelo de uma arcada dentária, no qual o usuário pode girá-la horizontalmente, além de abrir e fechar a boca, tendo uma visão detalhada da cavidade bucal.

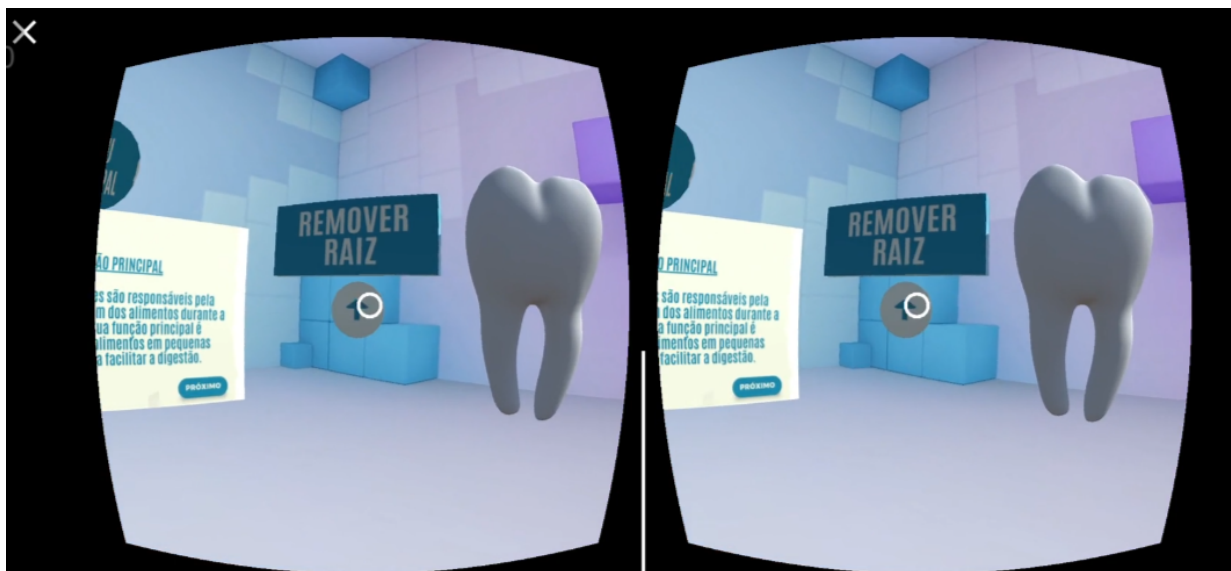
Figura 24 – Modelo Arcada Dentária Aberto



Fonte: Elaborada pelo autor.

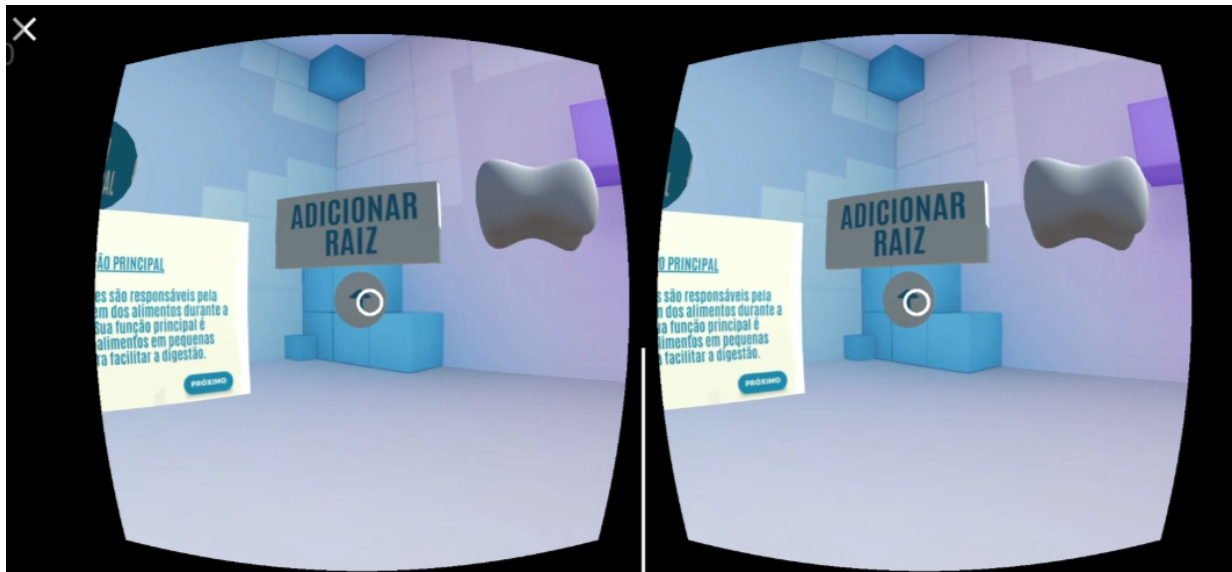
Cada modelo apresenta características e peculiaridades próprias, com diferentes formas de interação. Um exemplo interessante é o modelo de um dente molar, disponível em sua cena específica. Nessa cena, o usuário pode adicionar ou remover a raiz do dente, permitindo a visualização de sua estrutura anatômica, como ilustrado nas Figuras 25 e 26.

Figura 25 – Modelo Dente Molar



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 26 – Modelo Dente Molar



Fonte: Elaborada pelo autor.

Em algumas cenas, o usuário tem acesso a um ambiente imersivo adicional (Figura 27), onde é transportado para um cenário personalizado que intensifica ainda mais a experiência em RV.

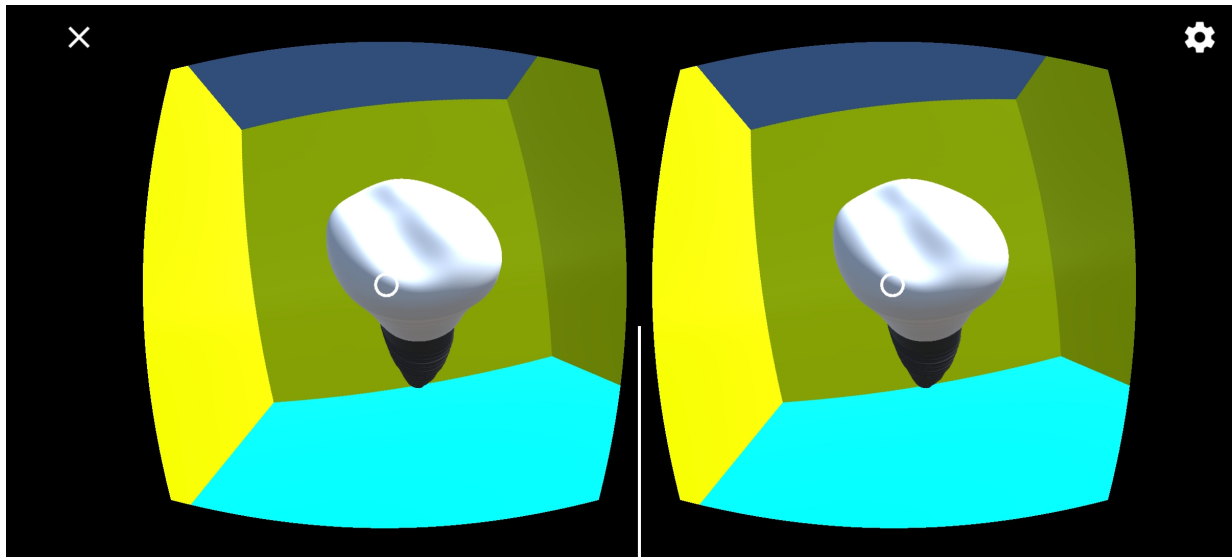
Figura 27 – Card Imersão Implante



Fonte: Elaborada pelo autor.

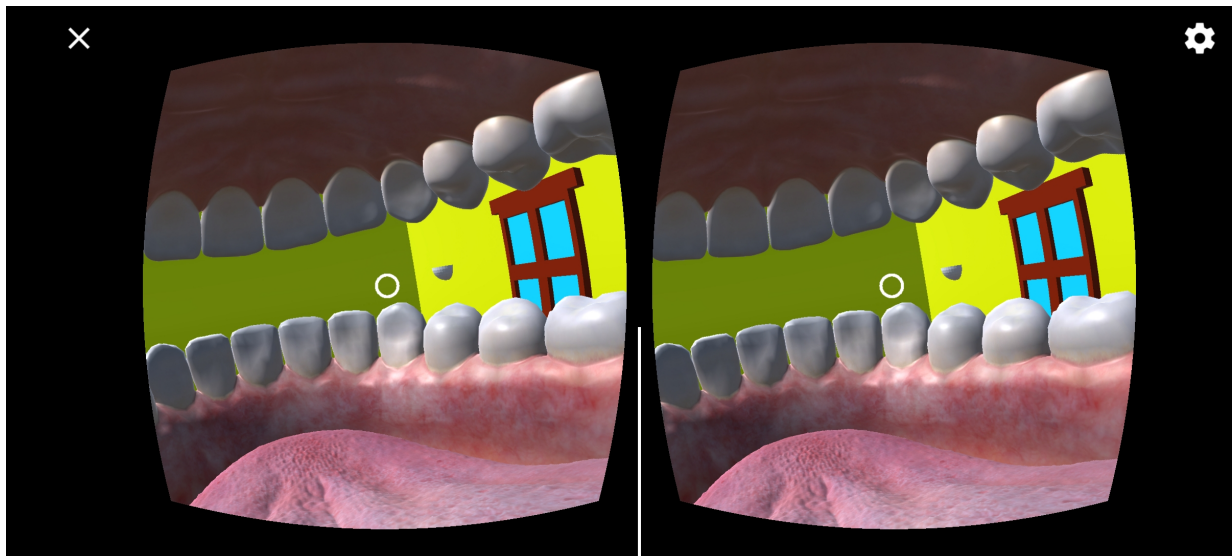
Na Figura 28, no cenário de implante dentário, o usuário pode explorar de perto uma estrutura de implante montada, observando-a de todos os ângulos. Já na Figura 29, no cenário da arcada dentária, o usuário se encontra dentro de uma estrutura bucal, onde pode perceber os movimentos da boca e da língua.

Figura 28 – Implante Dentário



Fonte: Elaborada pelo autor.

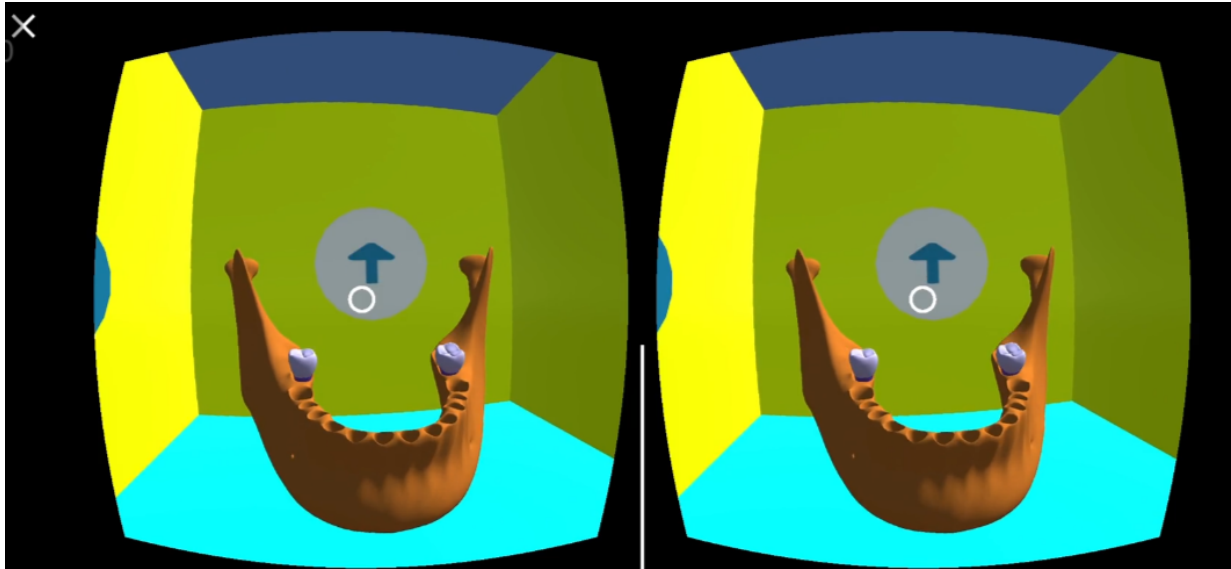
Figura 29 – Estrutura Bucal



Fonte: Elaborada pelo autor.

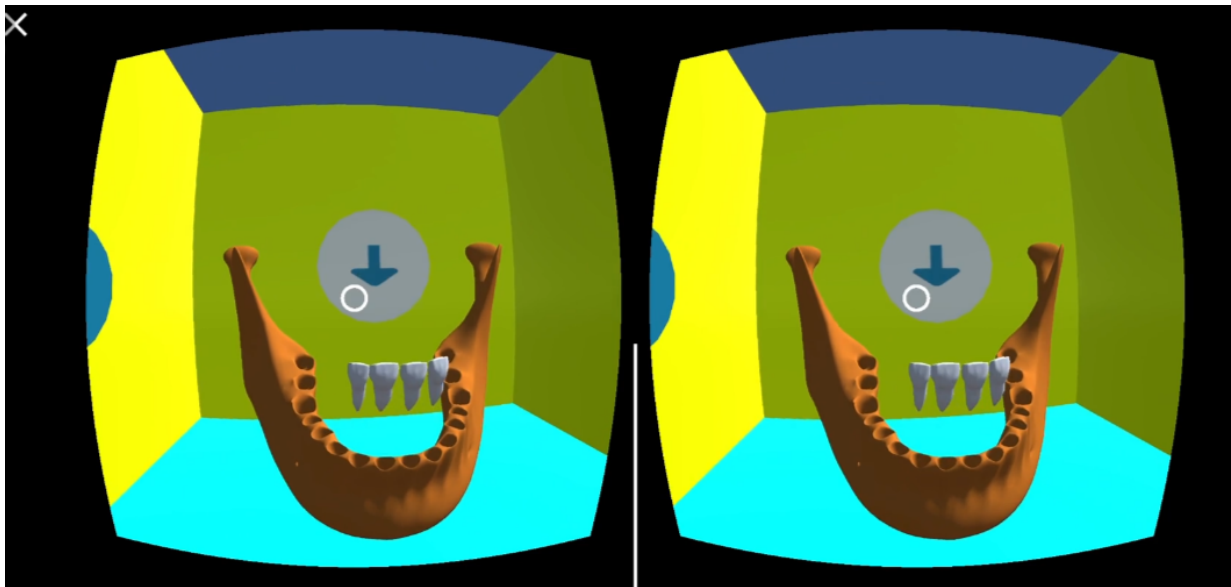
Outra interação interessante é a demonstrada nas Figuras 30 e 31, nos cenários do dente molar e dente incisivo, respectivamente. Nessas cenas, o usuário pode adicionar ou remover os dentes correspondentes em uma arcada inferior, observando sua localização exata e seu papel na composição anatômica da boca.

Figura 30 – Dentes Molares



Fonte: Elaborada pelo autor.

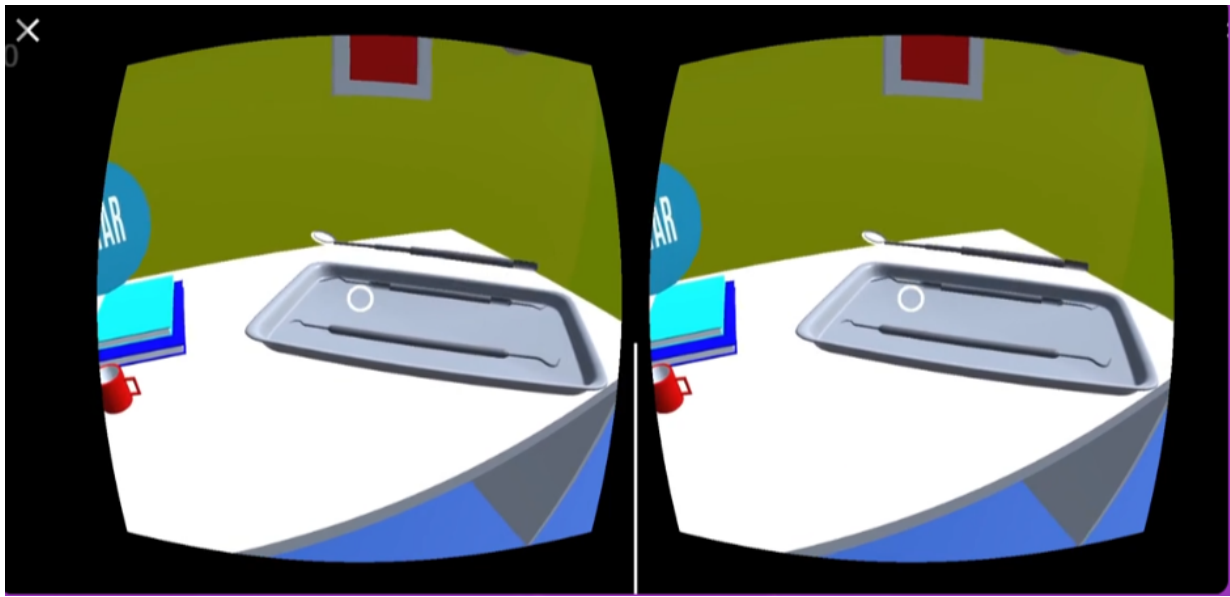
Figura 31 – Dentes Incisivos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, algumas cenas imersivas incluem a possibilidade de interação direta com objetos. Um exemplo é a cena do kit clínico odontológico, ilustrada na Figura 32. Nessa cena, o usuário pode explorar de perto duas bandejas contendo ferramentas do kit clínico e interagir diretamente com cada instrumento.

Figura 32 – Kit Clínico Odontológico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Cada cena desenvolvida neste trabalho visa promover o aprendizado ativo em odontologia, proporcionando uma experiência educacional completa e interativa. Através de RV, os estudantes não apenas visualizam os conteúdos, mas também interagem diretamente com modelos tridimensionais, o que amplia significativamente o potencial de aprendizado.

Essa abordagem permite que os alunos explorem os conteúdos de maneira acessível, superando as limitações dos laboratórios pré-clínicos tradicionais, como a escassez de recursos físicos e a dificuldade de acesso a materiais. Dessa forma, a RV possibilita um aprendizado dinâmico e imersivo, essencial para a formação de futuros profissionais da odontologia.

6 Conclusão

Com o avanço contínuo das tecnologias educacionais, novas ferramentas que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem estão sendo aprimoradas. Por consequência, o uso da RV como recurso complementar tem se tornado cada vez mais comum entre os educadores. Neste trabalho é possível observar o desenvolvimento de uma aplicação de RV voltada para o ensino odontológico, com o objetivo de criar um ambiente imersivo onde os estudantes pudessem interagir com modelos tridimensionais de estruturas odontológicas, aprimorando seus conhecimentos ao longo de sua formação acadêmica.

O objetivo principal deste trabalho foi a construção de um ambiente imersivo onde os alunos podem interagir com modelos tridimensionais de estruturas odontológicas, navegar por diferentes cenários e enriquecer o processo de aprendizado na odontologia. A ênfase não foi colocada na modelagem detalhada de objetos em 3D, permitindo concentrar os esforços no desenvolvimento de uma plataforma que proporcionasse uma melhor interação com o conteúdo educacional.

A fundamentação do trabalho demonstra que a RV pode superar limitações no ensino pré-clínico, como a escassez de dentes naturais para estudo e a falta de realismo nos modelos de resina. Isso ocorre porque o custo para desenvolver modelos virtuais tridimensionais é menor, e esses modelos podem ser reutilizados sem sofrer desgaste.

Como perspectiva futura, recomenda-se a expansão do conteúdo disponível na aplicação, como a modelagem de modelos com mais detalhes e cenários que abranjam outras áreas da odontologia. É fundamental o desenvolvimento de trabalhos futuros que explorem o impacto dessa ferramenta no desempenho acadêmico dos estudantes, além de investigar sua aceitação e usabilidade entre professores e alunos.

A colaboração interdisciplinar entre desenvolvedores, designers, educadores e profissionais da saúde poderá enriquecer ainda mais o potencial da RV como instrumento educacional, contribuindo para o avanço do ensino odontológico ao demonstrar que a RV é uma ferramenta eficaz e acessível para aprimorar a formação dos futuros profissionais.

Referências

- AMORIM, A. G.; SOUZA, E. C. F. d. Problemas éticos vivenciados por dentistas: dialogando com a bioética para ampliar o olhar sobre o cotidiano da prática profissional. *Ciência & Saúde Coletiva*, SciELO Public Health, v. 15, n. 3, p. 869–878, 2010.
- BAHAR, Y. N. *Representation of thermal building simulation in virtual reality for sustainable building*. Tese (Doutorado) — Université de Bourgogne, 2014.
- BESSA, B.; VITAL, F.; GUEDES, L. Pbl-coach: um ambiente virtual de aprendizagem tridimensional para abordagem pbl. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 117.
- BOGONI, T. N.; PINHO, M. S. Avaliação de um simulador háptico de realidade virtual para treinamento de endodontia. *XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2014, Brasil*, 2014.
- BRAGA, M. Realidade virtual e educação. *Revista de biologia e ciências da terra*, Universidade Estadual da Paraíba, v. 1, n. 1, p. 0, 2001.
- BRUZAMOLIN, C. D.; CARDOSO, E. R.; FRANCISCO, S. dos A.; BOTELHO-FILHO, C. R.; GABARDO, M. C. L. Uso de realidade virtual no ensino da odontologia: um projeto piloto. *Revista da ABENO*, v. 20, n. 2, p. 131–136, 2020.
- CAMPOSI, M. I. da C.; CAMPOSII, C. N.; VITRALIII, R. W. F. O uso de dentes bovinos como substitutos de dentes humanos em pesquisas odontológicas: uma revisão da literatura. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, v. 8, n. 1, 2008.
- CLASSE, T. Moreira de; OLIVEIRA, E. Gomes de; CASTRO, R. Moreira de. Metaverso como ambiente de aprendizagem ativa para o aprendizado híbrido. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 31, 2023.
- FERNANDES, R. F. d. M. Imersão na visualização científica: utilizando um ambiente virtual imersivo para interação com dados climáticos. Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- HARRINGTON, C. M.; KAVANAGH, D. O.; QUINLAN, J. F.; RYAN, D.; DICKER, P.; O'KEEFFE, D.; TRAYNOR, O.; TIERNEY, S. Development and evaluation of a trauma decision-making simulator in oculus virtual reality. *The American Journal of Surgery*, Elsevier, v. 215, n. 1, p. 42–47, 2018.
- KAVANAGH, S.; LUXTON-REILLY, A.; WUENSCH, B.; PLIMMER, B. A systematic review of virtual reality in education. *Themes in science and technology education*, Themes in Science and Technology Education, v. 10, n. 2, p. 85–119, 2017.
- LOPES, S. M.; SOARES, D. G.; MARTINEZ, D. M.; MANFREDI, G. G. d. P.; CARDOSO, M. V.; STUANI, V. d. T. Avaliação da posição de implantação de guias cirúrgicos impressos em 3d após autoclavagem ou desinfecção com clorexidina. *Anais*, 2022.
- LU, S.-Y.; SHPITALNI, M.; GADH, R. Virtual and augmented reality technologies for product realization. *CIRP annals*, Elsevier, v. 48, n. 2, p. 471–495, 1999.

- MARTINS, V. F.; GUIMARÃES, M. de P. Desafios para o uso de realidade virtual e aumentada de maneira efetiva no ensino. In: *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 100–109.
- MONTEIRO, B. S.; VALDEK, M. C.; CUNHA, Í. L.; MORAES, R. M.; MACHADO¹, L. S. *Anatomi 3d: Um atlas digital baseado em realidade virtual para ensino de medicina*. 2006.
- OLIVEIRA, D. D.; RUELLAS, A. C. d. O.; DRUMMOND, M. E. d. L.; PANTUZO, M. C. G.; LANNA, Â. M. Q. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, SciELO Brasil, v. 12, p. 84–93, 2007.
- OLIVEIRA, R. G. de; DIAS, A. L.; JÚNIOR, A. M. L. F.; PORTO, F. R.; HESPANHOL, F. L.; SILVA, R. H. A. da; RICARDO, D. R. Problematização como método ativo de ensino-aprendizagem em um curso de odontologia. *Revista da ABENO*, v. 15, n. 2, p. 74–81, 2015.
- OPPERMANN, D. *Realidade virtual, imersão e presença: dimensões futuras no ensino superior*. BRA, 2021.
- PEDROSA, S. M. P. de A.; ZAPPALA-GUIMARÃES, M. A. 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.
- SAROSA, M.; CHALIM, A.; SUHARI, S.; SARI, Z.; HAKIM, H. Developing augmented reality based application for character education using unity with vuforia sdk. In: IOP PUBLISHING. *Journal of Physics: Conference Series*. [S.l.], 2019. v. 1375, n. 1, p. 012035.
- SUMARDANI, D.; MIDARAENI, I.; SUMARDANI, N. I. Virtual reality sebagai media pembelajaran relativitas khusus berbasis google cardboard pada smartphone android. In: *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan KALUNI*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 2.
- TORI, R.; WANG, G.; SALLABERRY, L.; OLIVEIRA, E. C. de; MACHADO, M. A. d. A. M.; TORI, A. A. Treinamento odontológico imersivo por meio de realidade virtual. In: *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 400.
- TORI, R.; WANG, G. Z.; SALLABERRY, L. H.; TORI, A. A.; OLIVEIRA, E. C. de; MACHADO, M. A. de A. Vida odonto: Ambiente de realidade virtual para treinamento odontológico. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 26, n. 02, p. 80, 2018.
- TUBELO, R. A. *Realidade virtual imersiva no ensino de prótese fixa para alunos de graduação em odontologia*. 2018.
- VERDE, T. C.; FREITAS, S. A. A. de; SILVA, A. da; DIAS, S.; LINHARES, T. S.; MARTINS, Y. S.; GUIMARÃES, W. R. Desafios clínicos, didáticos e pedagógicos no ensino e exercício da odontologia frente a pandemia de covid-19. *São Luís: Editora Pascal*, 2020.