

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	(X) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2020/2

USO DE REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO LECIONAMENTO ONLINE

Gabriel Garcia Salvador

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador(a)

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2020, a pandemia do vírus SARS COVID-19 gerou uma grande disrupção na forma de atuar no trabalho e educação no âmbito social da população global (VINER *et al.*, 2020), forçando as instituições e empresas a optarem por outros meios para mediar suas tarefas e obrigações, sem a necessidade da presença física de seus colaboradores e alunos. Isso resultou em 98% das instituições educacionais elegendo o ensino a distância mediado por tecnologia como alternativa para a maioria das aulas comuns presenciais (BASTRIKIN, 2020). Tais medidas se mostraram revolucionárias para a área educacional tecnológica, pois rapidamente gerou diversos problemas e desafios. Os diretores dos colégios e universidades relataram alguns desses desafios, entre eles, manter o foco e engajamento dos alunos, treinar os professores a usar a tecnologia, e garantir um ensino acadêmico de mesmo nível ao presencial (BASTRIKIN, 2020).

O uso de interfaces humanas comuns como o teclado e mouse, se mostram muito limitadas como ferramentas de ensino, as dificuldades podem variar muito de acordo com a disciplina. Um exemplo comum onde essas interfaces geram dificuldades é na limitação dos usuários em criarem representações visuais manuais através de desenhos, fórmulas e equações, sem ter o controle e tato preciso de um quadro físico (LEE, 2020).

A fim de aprimorar a qualidade da aula, o engajamento, o foco dos alunos com o ensino online, este trabalho visa proporcionar uma aula mais interativa e visualmente cativante, fornecendo mais ferramentas além de um ambiente virtual que possa remeter a uma sala de aula comum aos alunos e ao lecionador. Neste ambiente o lecionador poderá usar de diversos objetos e ambientes virtuais imersivos como forma de estender as maneiras possíveis de lecionar, e facilitar a representação de conceitos didáticos.

Através deste trabalho busca-se promover a integração da tecnologia da Realidade Virtual (RV) e Realidade Misturada (RM) como uma ferramenta complementar aos docentes nas aulas mediadas através de *streaming* de vídeo. Será desenvolvida uma aplicação gráfica, prova de conceito, de como essas tecnologias emergentes podem contribuir ao ensino *online*. Esta ferramenta será desenvolvida com base no motor gráfico Unity tendo como dispositivo base alvo o Head Mounted Display (HMD) de RV Oculus Quest 2.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal é analisar se os dispositivos de Realidade Virtual podem auxiliar na educação *online*.

Os objetivos específicos são:

- a) disponibilizar um ambiente virtual imersivo remetente a uma sala de aula cotidiana;
- b) disponibilizar diversos objetos interativos didáticos dentro desse ambiente;
- c) fazer uso do HMD Oculus Quest 2 para atuar no ambiente virtual;
- d) fazer uso de uma câmera de vídeo para obter o vídeo do mundo real;
- e) permitir que uma câmera física de vídeo associe uma pessoa no mundo real ao ambiente virtual;
- f) avaliar a opinião dos alunos e professores quanto ao uso dessa ferramenta;
- g) criar atividades didáticas pré-definidas para serem usadas dentro do ambiente virtual;
- h) disponibilizar um quadro branco virtual interativo multifuncional.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção são apresentados trabalhos com relação aos objetivos propostos neste artigo. O primeiro é uma avaliação de engajamento e presença social dos estudantes em uma aula conduzida em um ambiente virtual de aula (HODGE *et al.*, 2007). O segundo propõe uma solução completa a integração de salas de aula em RV (DONG, 2016). E o terceiro relata o desenvolvimento de um sistema de Agent based Virtual Reality (AVR) que permite aos professores lecionarem, e aos alunos de estudarem em um ambiente virtual (TABRIZI, 2008).

2.1 VIRTUAL REALITY CLASSROOMS STRATEGIES FOR CREATING A SOCIAL PRESENCE

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) em seu artigo, aplicaram um caso de estudo onde avaliaram os níveis de engajamento e presença social dos estudantes utilizando de um sistema desenvolvido denominado *Agent*

based Virtual Reality (AVR). Este sistema foi desenvolvido a fim de integrar aulas interativas no ambiente virtual em tempo real, também como sessões de aulas posteriores arquivadas para revisão de conteúdo.

Abordando diversos conceitos literários de diversos aspectos dos requisitos para o aprendizado em sala de aula, os autores (HODGE *et al.*, 2007) citam um modelo educacional. O qual especifica que dentro do ambiente de aula três fatores são de grande importância para ter um ambiente propício para o aprendizado, estes são: a presença cognitiva, a presença docente e a presença social. A premissa principal deste modelo vem através da interação no ambiente.

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) explicam que o sistema de AVR desenvolvido por Nasseh Tabrizi então, se caracteriza por ser um ambiente virtual rico em interação, comunicação entre os estudantes e compartilhamento de materiais, criando uma comunidade para os estudantes desenvolverem presença social e transcender barreiras culturais. O AVR é um sistema que permite a criação de cursos em um mundo virtual, dando aos estudantes interação sob um ambiente virtual tridimensional, através de uma conexão de internet de baixa banda.

Um questionário foi desenvolvido pelos autores (HODGE *et al.*, 2007), com base em revisões literárias, utilizando um software de pesquisa que dispõe de uma interface web. Este questionário foi disseminado através de um e-mail a todos os estudantes que estavam participando dos cursos com o sistema AVR. Os 25 itens do questionário foram então computados, onde a nota podia variar de 1 (totalmente insatisfeito) até 5 (totalmente satisfeito). Apesar de considerar que a amostra foi relativamente pequena, de 22 pessoas, os resultados foram em geral positivos. Os cinco itens mais positivos das respostas deste questionário são demonstrados a seguir na Tabela 1

Tabela 1 - Itens com maior média na avaliação de satisfação dos estudantes com o sistema de AVR

Item	Mediana	Média	Desvio Padrão
Eu esperava que o sistema AVR teria me ajudado muito mais.	2.00	2.36	.96
O sistema de AVR superou minhas expectativas.	2.50	2.64	1.00
Eu tive muitos problemas para rodar o sistema AVR em meu computador.	2.00	2.82	1.33
Não me senti confortável para me expressar neste curso.	4.00	3.91	.97
Eu teria aprendido melhor sem o uso do sistema AVR no curso.	4.00	3.55	1.18
O sistema de AVR me deixou sentindo isolado do instrutor.	4.00	3.64	1.05
Ao todo, minha experiência educacional foi denegrida com o uso do AVR	4.00	3.86	.99
O sistema AVR foi uma perda de tempo	4.00	3.68	1.09

Fonte: Hodge *et al.* (2007, tradução nossa).

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) então, concluem que se deve estudar tais tecnologias e seus problemas, assim conseguindo aplicar o conceito de Realidade Virtual em novas tecnologias e casos de uso. Assim possibilitara novas formas de contornar os desafios sociais do sistema educacional, a fim de integrar a ponte entre a educação regular e o ambiente virtual para dar mais acessibilidade à educação.

2.2 AN OVERALL SOLUTION OF VIRTUAL REALITY CLASSROOM

Este artigo desenvolvido por (DONG, 2016) exemplifica a forma que a RV gera um sentimento de imersão real, que permite às pessoas a interagirem com informações multidimensionais dentro do ambiente virtual, dando uma compreensão emocional e racional do mundo real com uma integração compreensiva do ambiente virtual quantitativo e qualitativo. Neste artigo, dados mostram que apenas 20% das pessoas podem

lembrar o que escutaram, 30% do que viram, e 90% podem lembrar de suas experiências sejam estas reais ou simulatórias. A tecnologia RV pode vividamente mostrar o conteúdo, criando um ambiente completamente imersivo, que melhora a qualidade do processo de ensino, e de entusiasmo dos alunos (DONG, 2016).

O autor (DONG, 2016) então propõe uma solução para a integração geral de aulas em RV, compatibilizando com as aulas físicas normais. O artigo também define que a sala de aula em RV deve ser constituída pela combinação de animação virtual, espaços virtuais, para criar ambientes imersivos de aprendizado 3D. Dong (2016) então, exemplifica por matérias, de forma pontual e breve, um exemplo de como a RV pode ajudar nas mesmas:

- a) matemática: a sala RV permite visualizar conceitos matemáticos abstratos e complexos de forma sensorial, mapeamento de coordenadas, porcentagem, objetos geométricos, entre outros;
- b) biologia: pode-se renderizar o mundo microscópico e observar a multiplicação de células, vírus entre outros;
- c) física: representando forças, movimento e energia, seja física, térmica, óptica, atômica, mecânica e elétrica de forma visual ajudando a dominar as leis da física;
- d) química: simular reações químicas sem a necessidade de se preocupar com a obtenção, perda e perigo dos reagentes químicos;
- e) astronomia: pode levar os alunos a literalmente andar em algum planeta;
- f) engenharias: visualizar protótipos antes de produzir eles fisicamente.

Também aponta que o ensino pela RV não é necessariamente uma alternativa ao ensino comum. É sim um complemento, a fim de mostrar um conceito mais aprofundado para diversificar a disciplina.

Figura 1 - Sala de aula RV



Fonte: Dong (2020).

Concluiu-se pelo autor (DONG, 2016) que a proposta que a RV traz é extremamente atrativo, e vai mudar a forma que as pessoas pensam em um sentido, e até mudar o entendimento de tempo e espaço. A RV pode desenvolver novos meios de ensino e aprendizado, e terá grande importância na área educacional com o decorrer do tempo.

2.3 AGENT AND VIRTUAL REALITY-BASED COURSE DELIVERY SYSTEM

O autor Tabrizi (2008) em seu artigo, teve como objetivo pesquisar maneiras de maximizar a efetividade do ensino *online*, com isso estudou os requisitos comuns encontrados na educação online. São esses: comunicação mediada pelo computador, ferramentas de navegação, gerenciamento de curso, avaliações e ferramentas de criação de conteúdo. Diversos estudos sugerem que um ambiente 3D imersivo, pode ajudar a reduzir o distanciamento entre o aprendizado experimental, e a representação das informações.

O autor (TABRIZI, 2008) explica as limitações envolvidas no aprendizado através de ilustrações bidimensionais, como as representadas nos livros, na hora descrever um certo conteúdo, as ciências ensinadas em colégios ensinam primariamente conteúdos que requerem mais que uma imagem estática em uma página. Modelos tridimensionais (3D) providenciam aos estudantes um conteúdo totalmente interativo. Estes Modelos 3D são ferramentas importantes para garantir uma compreensão rica do conteúdo em sala de aula.

Tabrizi (2008) criou um protótipo do ambiente virtual, remetente a uma sala de aula e dos sistemas de comunicação e estudos (Figura 2). O Sistema de aula Agent based Virtual Reality (AVR) foi desenvolvido utilizando dos seguintes elementos tecnológicos:

- a) uma plataforma 3D de realidade virtual;
- b) um sistema de gerenciamento de cursos;
- c) um sistema dinâmico de avaliação;
- d) um ambiente de comunicação baseado em multimídia;
- e) um modelo cliente/servidor efetivo com uma camada de segurança avançada;
- f) um quadro branco e apresentador de PowerPoint eletrônico;
- g) aspectos de um campus, como laboratórios;
- h) captura de movimento com uma arquitetura de comunicação que otimiza o uso de banda de internet.

No sistema desenvolvido pelo autor (TABRIZI, 2008), o lecionador pode vestir um equipamento de RV pelo menos uma vez para coletar dados mais personalizados de seus movimentos. Dessa maneira o lecionador vai ser representado como um personagem animado, com expressões faciais e movimentos capturados pelo sistema. Os estudantes podem ouvir o instrutor, ver as anotações no quadro, observar demonstrações, fazer perguntas e engajar nas discussões. O conteúdo pode ser recebido em tempo real ou arquivado independente da velocidade de conexão.

O autor (TABRIZI, 2008) conclui que, além das observações anedóticas, que mostraram ser um sucesso na compreensão e motivação do estudante, a efetividade do sistema está sendo estudada por diversos professores. E que o sistema vai providenciar aos estudantes, uma plataforma para aprender em um ambiente de multimídia interativo similar ao mundo dos jogos eletrônicos.

Figura 2 - A sala de aula do sistema AVR



Fonte: Tabrizi (2008).

3 PROPOSTA DO SOFTWARE

Neste capítulo será apresentada a justificativa para a produção do trabalho. Além disso, serão exibidos os principais Requisitos Funcionais (RFs) e Requisitos Não Funcionais (RNF), a metodologia que será utilizada e o cronograma a ser seguido durante a produção do trabalho.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 sumariza e realiza uma comparação entre as características relevantes entre todos os trabalhos correlatos apresentados.

Quadro 1 - Comparativo entre os trabalhos correlatos

Trabalhos Características	HODGE <i>ET AL.</i> (2007)	DONG (2016)	TABRIZI (2008)
Desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizado 3D	Não Desenvolve	Não Desenvolve	Sim, tanto para os alunos quanto para o professor, com detecção de movimento do professor, sem uso de HMD
Desenvolver mídias interativas	Não desenvolve	Não desenvolve	Sim, um quadro branco eletrônico e um apresentador de PowerPoint
Conceitualizar um Ambiente Virtual de Aprendizado	Sim, de forma literária, o que é necessário para obter um ensino de qualidade no ambiente	Sim, exemplificando como cada matéria poderia usufruir da tecnologia de RV	Sim, abordando as limitações do ensino bidimensional, e a forma que representações tridimensionais podem contribuir para o ensino
Avaliar o uso de um Ambiente Virtual de Aprendizado	Sim, é desenvolvido um questionário com base no sistema AVR avaliando a satisfação dos estudantes	Não avalia	Não avalia de forma metódica

Fonte: elaborado pelo autor.

Os artigos correlatos não possuem necessariamente a mesma proposta de desenvolver um ambiente de RV, mas sim estudar o uso do mesmo na educação e conceitualizam como um ambiente virtual de aprendizado deve ser construído como é o caso do artigo de Hodge *et al.* (2007) e Dong (2016). O sistema desenvolvido por Tabrizi (2008) aborda um ambiente virtual 3D, onde tanto os alunos quanto os professores podem usar, substituindo completamente a aula por *streaming*, e sem o uso de um HMD de RV. Neste trabalho a proposta é desenvolver um ambiente virtual 3D, apenas para o professor, onde o mesmo vai interagir com todos os objetos disponíveis através de um HMD de RV e seus atuadores, utilizando dessa ferramenta em conjunto com alguma ferramenta de *streaming* de vídeo.

Diversos estudos, como nos realizados pelos correlatos, mostram que existe grande potencial na tecnologia de RV como ferramenta de uso educacional. Nunca foi possível representar de maneira tão imersiva conceitos educacionais abstratos como é possível no ambiente virtual. Aplicando isso como ferramenta ao docente, vai permitir que o mesmo não seja limitado a interface comum dos computadores, e tenha como dar uma aula muito mais interativa, de forma *online* por *streaming* de vídeo.

Esse projeto pode contribuir na área educacional, proporcionando uma ferramenta conceito, que demonstra como a tecnologia de RV pode ser usada como um complemento para as aulas *online* mediadas por tecnologia. Será avaliado o nível de satisfação dos lecionadores e alunos que utilizaram essa ferramenta, a fim de validar se o uso da tecnologia gerou resultados positivos ou negativos.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Nesta seção serão apresentados os Requisitos Funcionais (RFs) e Requisitos Não Funcionais (RNFs) propostos no desenvolvimento do trabalho:

- permitir que o usuário selecione um ambiente virtual (RF01);
- permitir que o usuário se locomova dentro do ambiente virtual (RF02);
- permitir que o usuário interaja com os objetos virtuais (RF03);
- permitir que o usuário posicione uma câmera virtual em qualquer local (RF04);
- permitir que a imagem da câmera virtual seja utilizável por softwares terceiros (RF05);

- f) permitir que o usuário use as mãos como atuador no ambiente virtual (RF06);
- g) permitir que o usuário possa escolher dentre atividades pré-definidas para iniciar com o ambiente virtual preparado para determinada atividade (RF07);
- h) modelar um ou mais ambientes virtuais (RF08);
- i) desenvolver os scripts de interação com objetos (RF09);
- j) desenvolver os scripts do quadro interativo (RF10);
- k) desenvolver os scripts da interface do usuário (RF11);
- l) criar uma interface de usuário (RF12);
- m) disponibilizar um exemplo de aula pronto como demonstração de uso da ferramenta (RF13);
- n) integrar o *streaming* de vídeo da câmera virtual, utilizando algum software terceiro, em conjunto com o *streaming* de vídeo de uma câmera real, para posicionar o usuário físico no mundo virtual (RNF01);
- o) ser desenvolvido na plataforma Unity com seu motor gráfico proprietário (RNF02);
- p) ser programado na linguagem de programação C# nativa do Unity (RNF03).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: buscar informações quanto ao desenvolvimento de uma ferramenta de Realidade Virtual utilizando a plataforma Unity, cálculos matemáticos para integrar as diversas funcionalidades dentro do projeto como rotações euler/quaternion, coordenada dos objetos, entre outras. E como utilizar softwares terceiros para integrar uma câmera física com o ambiente virtual criando uma Realidade Misturada. Além de revisões literárias para a criação de um questionário de avaliação de satisfação;
- b) levantamento dos requisitos: com todos os conceitos propostos estudados, reavaliar os requisitos propostos do projeto;
- c) implementação da ferramenta: com todos os estudos realizados, implementar todas as funcionalidades propostas pela ferramenta e integrações;
- d) testes: testar o uso da ferramenta;
- e) avaliar satisfação com professores e alunos: propor uma aula de testes utilizando desta ferramenta a fim de avaliar o nível de satisfação dos alunos e professores.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2021									
	fev		mar		abr		mai		jun	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
levantamento dos requisitos										
implementação da ferramenta										
testes										
avaliar satisfação com professores e alunos										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como destacado por Anantharam (2020), a pandemia do vírus SARS-COVID19 que resultou em uma quarentena geral em diversos países, impulsionou as aulas *online* mediadas por tecnologia, para manter as aulas enquanto os alunos e professores estejam confinados na quarentena. Diante desse novo formato adotado pelas instituições, Anantharam (2020) realizou uma pesquisa a fim de quantificar os pontos negativos e positivos do ponto de vista dos alunos, em relação às aulas online. Os resultados mostram que os professores não conseguem se engajar com os alunos, os quais citam as aulas como monótonas, sem clareza do quadro, desmotivador, entediante, entre outros (Quadro 3).

Quadro 3 - Respostas negativas em relação às aulas online

Respostas Negativas
Professores não se adaptaram de forma eficiente as aulas online, pois continuavam com o mesmo processo de ensino de ficar lendo o ppt como nas aulas físicas
Monótona
Desentendimento entre professores e alunos
Sem clareza do quadro
Desmotivador
É tediosa, ninguém escuta, mas finge que escuta.
Mais informações dadas devido ao tempo limitado
Custo do pacote de dados da internet
Dor de cabeça e dor nos olhos por olhar prolongadamente a tela
Falta de conhecimento dos professores no uso da plataforma
Tudo, especialmente na entrega dos trabalhos
Compulsão, professores não entende os problemas dos estudantes
Drena muita bateria e esquenta o celular com o uso de aplicativos como o Zoom
Sem conexão emocional entre professor e estudante não conseguimos nos concentrar

Fonte: Anantharam, (2020, tradução nossa).

Utilizando da Realidade Virtual (RV) é possível trazer uma aula com maior representatividade visual cuja proposta é ter um engajamento maior com os alunos e trazer uma qualidade de ensino melhor (TABRIZI, 2008). O conceito de RV já é datado desde a década de 1800, dispositivos como o Kinetoscópio (

Figura 3) e Mutoscópio (Figura 4) permitiam ao usuário isolar sua visão em outra realidade (42GEARS, 2019). O primeiro capacete de realidade virtual ou Head Mounted Display (HMD) como o que será utilizado como dispositivo neste trabalho, foi desenvolvido somente na década de 1960 por Ivan Sutherland (Figura 5), cujo denominou o mesmo de “Ultimate Display” (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Figura 3 - Kinetoscópio



Fonte: Kinetoscópio (2020).

Figura 4 - Ultimate Display de Ivan Sutherland



Fonte: Tori, Kirner e Siscoutto, (2006).

Ao longo dos anos, a tecnologia de RV se encontrava apenas em produtos de um nicho pequeno, estes que raramente se tornavam produtos bem sucedidos no mercado como o VirtualBoy (FLANAGAN, 2018). Apenas recentemente, essa tecnologia começou a ter um atrativo muito maior no mercado, com diversos fabricantes desenvolvendo vários dispositivos de HMD de RV com mais de 6 milhões de vendas no ano de 2019 (STATISTA, 2020), gerado pelo avanço tecnológico de computadores e *displays*.

Hoje a tecnologia, embora ainda em constante evolução, já consegue entregar resultados satisfatórios o suficiente para que possamos ter uma boa experiência (TCHA-TOKEY *et al.*, 2016), onde o número de vendas de produtos de RV é reflexo disso. O mercado ainda é recente, e seu potencial é enorme, e é necessário a mobilização dos desenvolvedores para agregar a estas novas plataformas emergentes de RV, para então evoluir essa tecnologia e integrar cada vez mais com a sociedade como uma extensão de como consumimos e entregamos conteúdo para a educação e entretenimento.

Para conseguir abranger dentro do ambiente virtual, o maior espectro possível de disciplinas de forma nativa será necessário utilizar dos materiais didáticos mais essenciais nas aulas de aulas. Onde “os materiais e equipamentos didáticos são todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino, visando à estimulação do aluno e à sua aproximação do conteúdo.”(FREITAS, 2009). Existem diversos recursos visuais, auditivos e audiovisuais que podem ser utilizados para lecionar, sejam estes objetos criados exclusivamente para fins educativos, ou que indiretamente podem ser usados para este fim. Para escolher estes objetos de maneira eficiente, deve ser observar alguns critérios na hora de sua seleção:

- a) adequação aos objetivos, conteúdo e grau de desenvolvimento, interesse e necessidade dos alunos;
- b) adequação as habilidades que se quer desenvolver, sejam estas cognitivas, afetivas ou psicomotoras;
- c) simplicidade, baixo custo e manipulação acessível;
- d) qualidade e atração (devem despertar curiosidade).

Um material didático, consegue estabelecer uma comunicação entre professor e aluno, transformando uma aula monótona exclusivamente verbal em algo mais cativante. Assim ampliando o campo de experiencia do estudante tendo em vista que agora possui uma representação visual do elemento que de outro modo permaneceria abstrato (FREITAS, 2009).

Historicamente na educação do Brasil, existem alguns recursos considerados universais para o ensino. Entre eles se destacam o quadro de giz ou lousa, por possuir um baixo custo, fácil instalação, ser um ótimo recurso visual acessível para todos os alunos e é versátil para diversas disciplinas. Outro equipamento é o Retroprojektor, capaz de projetar imagens em uma superfície de forma ampliada dando maior visibilidade para toda a sala, e por fim um aparelho de vídeo e DVD como recurso audiovisual permitindo a reprodução de áudio e vídeo dos assuntos necessários para a sala (FREITAS, 2009).

Considerando que dentro do ambiente virtual de RV é possível ter virtualmente qualquer objeto didático, será necessário estudar a disciplina que será ministrada, e assim buscar os melhores objetos para a disciplina em questão. É propício que seja mantido como núcleo do ambiente, alguns objetos universais genéricos que serão utilizados de forma interdisciplinar, tendo como principal o quadro branco. O quadro branco terá a função de escrita manual, de construir gráficos, desenhar formas perfeitas, idealmente tornando obsoleto a necessidade de um Retroprojektor já que todo o conteúdo já vai ser mostrado de maneira ampla e nítida. Nisto também pode ser descartada a necessidade de um aparelho de vídeo e DVD, já que todo conteúdo de mídia terceira pode ser apresentado ainda por fora da aplicação, não sendo a melhor forma de consumir essa mídia através do ambiente virtual.

REFERÊNCIAS

- ANANTHARAM, Chandran. Insights into Online Classes during the Pandemic. **ResearchGate**, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342988083_Working_Paper_on_%27Insights_into_Online_Classes_during_the_Pandemic%27_1_Insights_into_Online_Classes_during_the_Pandemic. Acesso em: 03 out. 2020.
- BASTRIKIN, Andrej. Online Education Statistics. **Educationdata**, 2020. Disponível em: <https://educationdata.org/online-education-statistics>. 2020. Acesso em: 05 set, 2020.
- LEE, Chris. Real Learning in a virtual classroom is difficult. **Arstechnica**, 2020. Disponível em: <https://arstechnica.com/staff/2020/03/a-crash-course-in-virtual-teaching-real-learning-achieved>. Acesso em: 05 set. 2020.
- DONG, Xisong. An overall solution of Virtual Reality Classroom. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS, 11., 2016, Beijing. **International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)**. Beijing: Ieee, 2016. p. 120-124. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7551672>. Acesso em: 09 out. 2020.
- FLANAGAN, Graham. **The incredible story of the 'Virtual Boy' Nintendo's VR headset from 1995 that failed spectacularly**. 2018. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/nintendo-virtual-boy-reality-3d-video-games-super-mario-2018-3>. Acesso em: 05 nov. 2020.
- FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 132 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=614-equipamentos-e-materiais-didaticos&Itemid=30192. Acesso em: 18 nov. 2020.
- HODGE, Elizabeth M. *et al.* Virtual Reality Classrooms Strategies for Creating a Social Presence. **World Academy Of Science, Engineering And Technology International Journal Of Educational And Pedagogical Sciences**, Chicago, v. 1, n. 11, p. 688-692, jan. 2007. Mensal. Disponível em: <https://publications.waset.org/4780/virtual-reality-classrooms-strategies-for-creating-a-social-presence>. Acesso em: 09 out. 2020.
- KINETOSCÓPIO Edison. Salvado por David Silva. Disponível em: https://www.pinterest.ca/pin/564568503272021663/?nic_v2=1a7LuvVTI. Acesso em: 02 out. 2020.
- MUTOSCÓPIO. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mutoscópio>. Acesso em: 02 out. 2020.
- STATISTA. Unit shipments of virtual reality (VR) devices worldwide from 2017 to 2019 (in millions), by vendor. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/671403/global-virtual-reality-device-shipments-by-vendor/>. 2020. Acesso em: 04 out. 2020.
- TABRIZI, M.H.N. Agent and Virtual Reality-based Course Delivery System. In: **APPLIED COMPUTING INTERNATIONAL CONFERENCE**, 08., 2008, Algarve. Applied Computing 2008. Algarve: Iadis, 2008. v. 1, p. 27-30
- TCHA-TOKEY, Katy *et al.* A questionnaire to measure the user experience in immersive virtual environments. In: INTERNATIONAL VIRTUAL REALITY CONFERENCE, 3., 2016, Laval. **Proceedings of the 2016 Virtual Reality International Conference**. New York: Association For Computing Machinery, 2016. p. 1-5. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301558848_A_Questionnaire_to_Measure_the_User_Experience_in_Immersive_Virtual_Environments. Acesso em: 9 out. 2020.
- The History of VR: 5 Eras Of Evolving A New Reality. **42GEARS**, 2019. Disponível em: <https://www.42gears.com/blog/the-history-of-vr-5-eras-of-evolving-a-new-reality/>. Acesso em: 04 out 2020.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/22716950/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada_Apostila_do_Pré_Simpósio_VIII_Symposium_on_Virtual_Reality_Belém_PA_02_de_Maio_de_2006. Acesso em: 04 out 2020.

VINER, Russell M *et al.* School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. **The Lancet Child & Adolescent Health**, Online, v. 4, n. 5, p. 397-404, maio 2020. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642\(20\)30095-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642(20)30095-X/fulltext). Acesso em: 09 mai. 2020.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): Gabriel Garcia Salvador

Avaliador(a): Alexander Roberto Valdameri

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	X		
	O problema está claramente formulado?	X		
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?	X		
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	X		
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?	X		
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?	X		
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	X		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	X		
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?	X		
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?	X		
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?	X		
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?	X		
	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?	X		
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?	X		

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR:

(PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: (X) APROVADO

() REPROVADO

Assinatura:

Data:

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	(X) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2020/2

USO DE REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR NO LECIONAMENTO ONLINE

Gabriel Garcia Salvador

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador(a)

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2020, a pandemia do vírus SARS COVID-19 gerou uma grande disrupção na forma de atuar no trabalho e educação no âmbito social da população global (VINER *et al.*, 2020), forçando as instituições e empresas a optarem por outros meios para mediar suas tarefas e obrigações, sem a necessidade da presença física de seus colaboradores e alunos. Isso resultou em 98% das instituições educacionais elegendo o ensino a distância mediado por tecnologia como alternativa para a maioria das aulas comuns presenciais (BASTRIKIN, 2020). Tais medidas se mostraram revolucionárias para a área educacional tecnológica, pois rapidamente gerou diversos problemas e desafios. Os diretores dos colégios e universidades relataram alguns desses desafios, entre eles, manter o foco e engajamento dos alunos, treinar os professores a usar a tecnologia, e garantir um ensino acadêmico de mesmo nível ao presencial (BASTRIKIN, 2020).

O uso de interfaces humanas comuns como o teclado e mouse, se mostram muito limitadas como ferramentas de ensino, as dificuldades podem variar muito de acordo com a disciplina. Um exemplo comum onde essas interfaces geram dificuldades é na limitação dos usuários em criarem representações visuais manuais através de desenhos, fórmulas e equações, sem ter o controle e tato preciso de um quadro físico (LEE, 2020).

A fim de aprimorar a qualidade da aula, o engajamento, o foco dos alunos com o ensino online, este trabalho visa proporcionar uma aula mais interativa e visualmente cativante, fornecendo mais ferramentas além de um ambiente virtual que possa remeter a uma sala de aula comum aos alunos e ao lecionador. Neste ambiente o lecionador poderá usar de diversos objetos e ambientes virtuais imersivos como forma de estender as maneiras possíveis de lecionar, e facilitar a representação de conceitos didáticos.

Através deste trabalho busca-se promover a integração da tecnologia da Realidade Virtual (RV) e Realidade Misturada (RM) como uma ferramenta complementar aos docentes nas aulas mediadas através de *streaming* de vídeo. Será desenvolvida uma aplicação gráfica, prova de conceito, de como essas tecnologias emergentes podem contribuir ao ensino *online*. Esta ferramenta será desenvolvida com base no motor gráfico Unity tendo como dispositivo base alvo o Head Mounted Display (HMD) de RV Oculus Quest 2.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal é analisar se os dispositivos de Realidade Virtual podem auxiliar na educação *online*.

Os objetivos específicos são:

- disponibilizar um ambiente virtual imersivo remetente a uma sala de aula cotidiana;
- disponibilizar diversos objetos interativos didáticos dentro desse ambiente;
- fazer uso do HMD Oculus Quest 2 para atuar no ambiente virtual;
- fazer uso de uma câmera de vídeo para obter o vídeo do mundo real;
- permitir que uma câmera física de vídeo associe uma pessoa no mundo real ao ambiente virtual;
- avaliar a opinião dos alunos e professores quanto ao uso dessa ferramenta;
- criar atividades didáticas pré-definidas para serem usadas dentro do ambiente virtual;
- disponibilizar um quadro branco virtual interativo multifuncional.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção são apresentados trabalhos com relação aos objetivos propostos neste artigo. O primeiro é uma avaliação de engajamento e presença social dos estudantes em uma aula conduzida em um ambiente virtual de aula (HODGE *et al.*, 2007). O segundo propõe uma solução completa a integração de salas de aula em RV (DONG, 2016). E o terceiro relata o desenvolvimento de um sistema de Agent based Virtual Reality (AVR) que permite aos professores lecionarem, e aos alunos de estudarem em um ambiente virtual (TABRIZI, 2008).

2.1 VIRTUAL REALITY CLASSROOMS STRATEGIES FOR CREATING A SOCIAL PRESENCE

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) em seu artigo, aplicaram um caso de estudo onde avaliaram os níveis de engajamento e presença social dos estudantes utilizando de um sistema desenvolvido denominado *Agent*

based Virtual Reality (AVR). Este sistema foi desenvolvido a fim de integrar aulas interativas no ambiente virtual em tempo real, também como sessões de aulas posteriores arquivadas para revisão de conteúdo.

Comentado [AS1]: Sem itálico.

Abordando diversos conceitos literários de diversos aspectos dos requisitos para o aprendizado em sala de aula, os autores (HODGE *et al.*, 2007) citam um modelo educacional. O qual especifica que dentro do ambiente de aula três fatores são de grande importância para ter um ambiente propício para o aprendizado, estes são: a presença cognitiva, a presença docente e a presença social. A premissa principal deste modelo vem através da interação no ambiente.

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) explicam que o sistema de AVR desenvolvido por Nasseh Tabrizi então, se caracteriza por ser um ambiente virtual rico em interação, comunicação entre os estudantes e compartilhamento de materiais, criando uma comunidade para os estudantes desenvolverem presença social e transcender barreiras culturais. O AVR é um sistema que permite a criação de cursos em um mundo virtual, dando aos estudantes interação sob um ambiente virtual tridimensional, através de uma conexão de internet de baixa banda.

Um questionário foi desenvolvido pelos autores (HODGE *et al.*, 2007), com base em revisões literárias, utilizando um software de pesquisa que dispõe de uma interface web. Este questionário foi disseminado através de um e-mail a todos os estudantes que estavam participando dos cursos com o sistema AVR. Os 25 itens do questionário foram então computados, onde a nota podia variar de 1 (totalmente insatisfeito) até 5 (totalmente satisfeito). Apesar de considerar que a amostra foi relativamente pequena, de 22 pessoas, os resultados foram em geral positivos. Os cinco itens mais positivos das respostas deste questionário são demonstrados a seguir na Tabela 1

Tabela 1 - Itens com maior média na avaliação de satisfação dos estudantes com o sistema de AVR

Item	Mediana	Média	Desvio Padrão
Eu esperava que o sistema AVR teria me ajudado muito mais.	2.00	2.36	.96
O sistema de AVR superou minhas expectativas.	2.50	2.64	1.00
Eu tive muitos problemas para rodar o sistema AVR em meu computador.	2.00	2.82	1.33
Não me senti confortável para me expressar neste curso.	4.00	3.91	.97
Eu teria aprendido melhor sem o uso do sistema AVR no curso.	4.00	3.55	1.18
O sistema de AVR me deixou sentindo isolado do instrutor.	4.00	3.64	1.05
Ao todo, minha experiência educacional foi denegrida com o uso do AVR	4.00	3.86	.99
O sistema AVR foi uma perda de tempo	4.00	3.68	1.09

Fonte: Hodge *et al.* (2007, tradução nossa).

Os autores (HODGE *et al.*, 2007) então, concluem que se deve estudar tais tecnologias e seus problemas, assim conseguindo aplicar o conceito de Realidade Virtual em novas tecnologias e casos de uso. Assim, possibilitará novas formas de contornar os desafios sociais do sistema educacional, a fim de integrar a ponte entre a educação regular e o ambiente virtual para dar mais acessibilidade à educação.

Comentado [AS2]: Mas se o artigo é de 2007 já não possibilitou?

2.2 AN OVERALL SOLUTION OF VIRTUAL REALITY CLASSROOM

Este artigo desenvolvido por (DONG, 2016) exemplifica a forma que a RV gera um sentimento de imersão real, que permite às pessoas a interagirem com informações multidimensionais dentro do ambiente virtual, dando uma compreensão emocional e racional do mundo real com uma integração compreensiva do ambiente virtual quantitativo e qualitativo. Neste artigo, dados mostram que apenas 20% das pessoas podem

lembrar o que escutaram, 30% do que viram, e 90% podem lembrar de suas experiências sejam estas reais ou simulatórias. A tecnologia RV pode vividamente mostrar o conteúdo, criando um ambiente completamente imersivo, que melhora a qualidade do processo de ensino, e de entusiasmo dos alunos (DONG, 2016).

O autor (DONG, 2016) então propõe uma solução para a integração geral de aulas em RV, compatibilizando com as aulas físicas normais. O artigo também define que a sala de aula em RV deve ser constituída pela combinação de animação virtual, espaços virtuais, para criar ambientes imersivos de aprendizado 3D. Dong (2016) então, exemplifica por matérias, de forma pontual e breve, um exemplo de como a RV pode ajudar nas mesmas:

- a) matemática: a sala RV permite visualizar conceitos matemáticos abstratos e complexos de forma sensorial, mapeamento de coordenadas, porcentagem, objetos geométricos, entre outros;
- b) biologia: pode-se renderizar o mundo microscópico e observar a multiplicação de células, vírus entre outros;
- c) física: representando forças, movimento e energia, seja física, térmica, óptica, atômica, mecânica e elétrica de forma visual ajudando a dominar as leis da física;
- d) química: simular reações químicas sem a necessidade de se preocupar com a obtenção, perda e perigo dos reagentes químicos;
- e) astronomia: pode levar os alunos a literalmente andar em algum planeta;
- f) engenharias: visualizar protótipos antes de produzir eles fisicamente.

Também aponta que o ensino pela RV não é necessariamente uma alternativa ao ensino comum. E sim um complemento, a fim de mostrar um conceito mais aprofundado para diversificar a disciplina.

Figura 1 - Sala de aula RV



Fonte: Dong (2020).

Concluiu-se pelo autor (DONG, 2016) que a proposta que a RV traz é extremamente atrativo, e vai mudar a forma que as pessoas pensam em um sentido, e até mudar o entendimento de tempo e espaço. A RV pode desenvolver novos meios de ensino e aprendizado, e terá grande importância na área educacional com o decorrer do tempo.

2.3 AGENT AND VIRTUAL REALITY-BASED COURSE DELIVERY SYSTEM

O autor Tabrizi (2008) em seu artigo, teve como objetivo pesquisar maneiras de maximizar a efetividade do ensino online, com isso estudou os requisitos comuns encontrados na educação online. São esses: comunicação mediada pelo computador, ferramentas de navegação, gerenciamento de curso, avaliações e ferramentas de criação de conteúdo. Diversos estudos sugerem que um ambiente 3D imersivo, pode ajudar a reduzir o distanciamento entre o aprendizado experimental, e a representação das informações.

O autor (TABRIZI, 2008) explica as limitações envolvidas no aprendizado através de ilustrações bidimensionais, como as representadas nos livros, na hora descrever um certo conteúdo, as ciências ensinadas em colégios ensinam primariamente conteúdos que requerem mais que uma imagem estática em uma página. Modelos tridimensionais (3D) providenciam aos estudantes um conteúdo totalmente interativo. Estes Modelos 3D são ferramentas importantes para garantir uma compreensão rica do conteúdo em sala de aula.

Comentado [AS3]: "e" é um conectivo de ligação entre ideias de uma mesma frase não de frases diferentes.

Comentado [AS4]: Figura não está referenciada no texto

Comentado [AS5]: Não está de acordo com a norma

Comentado [AS6]: Rever redação.

Tabrizi (2008) criou um protótipo do ambiente virtual, remetente a uma sala de aula e dos sistemas de comunicação e estudos (Figura 2). O Sistema de aula Agent based Virtual Reality (AVR) foi desenvolvido utilizando dos seguintes elementos tecnológicos:

- uma plataforma 3D de realidade virtual;
- um sistema de gerenciamento de cursos;
- um sistema dinâmico de avaliação;
- um ambiente de comunicação baseado em multimídia;
- um modelo cliente/servidor efetivo com uma camada de segurança avançada;
- um quadro branco e apresentador de PowerPoint eletrônico;
- aspectos de um campus, como laboratórios;
- captura de movimento com uma arquitetura de comunicação que otimiza o uso de banda de internet.

No sistema desenvolvido pelo autor (TABRIZI, 2008), o lecionador pode vestir um equipamento de RV pelo menos uma vez para coletar dados mais personalizados de seus movimentos. Dessa maneira o lecionador vai ser representado como um personagem animado, com expressões faciais e movimentos capturados pelo sistema. Os estudantes podem ouvir o instrutor, ver as anotações no quadro, observar demonstrações, fazer perguntas e engajar nas discussões. O conteúdo pode ser recebido em tempo real ou arquivado independente da velocidade de conexão.

O autor (TABRIZI, 2008) conclui que, além das observações anedóticas, que mostraram ser um sucesso na compreensão e motivação do estudante, a efetividade do sistema está sendo estudada por diversos professores. E que o sistema vai providenciar aos estudantes, uma plataforma para aprender em um ambiente de multimídia interativo similar ao mundo dos jogos eletrônicos.

Comentado [AS7]: Não está de acordo com a norma

Comentado [AS8]: Não está de acordo com a norma

Figura 2 - A sala de aula do sistema AVR



Fonte: Tabrizi (2008).

3 PROPOSTA DO SOFTWARE

Neste capítulo será apresentada a justificativa para a produção do trabalho. Além disso, serão exibidos os principais Requisitos Funcionais (RFs) e Requisitos Não Funcionais (RNF), a metodologia que será utilizada e o cronograma a ser seguido durante a produção do trabalho.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 sumariza e realiza uma comparação entre as características relevantes entre todos os trabalhos correlatos apresentados.

Quadro 1 - Comparativo entre os trabalhos correlatos

Trabalhos Características	HODGE <i>ET AL.</i> (2007)	DONG (2016)	TABRIZI (2008)
Desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizado 3D	Não Desenvolve	Não Desenvolve	Sim, tanto para os alunos quanto para o professor, com detecção de movimento do professor, sem uso de HMD
Desenvolver mídias interativas	Não desenvolve	Não desenvolve	Sim, um quadro branco eletrônico e um apresentador de PowerPoint
Conceitualizar um Ambiente Virtual de Aprendizado	Sim, de forma literária, o que é necessário para obter um ensino de qualidade no ambiente	Sim, exemplificando como cada matéria poderia usufruir da tecnologia de RV	Sim, abordando as limitações do ensino bidimensional, e a forma que representações tridimensionais podem contribuir para o ensino
Avaliar o uso de um Ambiente Virtual de Aprendizado	Sim, é desenvolvido um questionário com base no sistema AVR avaliando a satisfação dos estudantes	Não avalia	Não avalia de forma metódica

Fonte: elaborado pelo autor.

Os artigos correlatos não possuem necessariamente a mesma proposta de desenvolver um ambiente de RV, mas sim estudar o uso do mesmo na educação e conceitualizam como um ambiente virtual de aprendizado deve ser construído, como é o caso do artigo de Hodge *et al.* (2007) e Dong (2016). O sistema desenvolvido por Tabrizi (2008) aborda um ambiente virtual 3D, onde tanto os alunos quanto os professores podem usar, substituindo completamente a aula por *streaming*, e sem o uso de um HMD de RV. Neste trabalho a proposta é desenvolver um ambiente virtual 3D, apenas para o professor, onde o mesmo vai interagir com todos os objetos disponíveis através de um HMD de RV e seus atuadores, utilizando dessa ferramenta em conjunto com alguma ferramenta de *streaming* de vídeo.

Diversos estudos, como nos realizados pelos correlatos, mostram que existe grande potencial na tecnologia de RV como ferramenta de uso educacional. Nunca foi possível representar de maneira tão imersiva conceitos educacionais abstratos como é possível no ambiente virtual. Aplicando isso como ferramenta ao docente, vai permitir que o mesmo não seja limitado a interface comum dos computadores, e tenha como dar uma aula muito mais interativa, de forma *online* por *streaming* de vídeo.

Esse projeto pode contribuir na área educacional, proporcionando uma ferramenta conceito, que demonstra como a tecnologia de RV pode ser usada como um complemento para as aulas *online* mediadas por tecnologia. Será avaliado o nível de satisfação dos lecionadores e alunos que utilizaram essa ferramenta, a fim de validar se o uso da tecnologia gerou resultados positivos ou negativos.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Nesta seção serão apresentados os Requisitos Funcionais (RFs) e Requisitos Não Funcionais (RNFs) propostos no desenvolvimento do trabalho:

- permitir que o usuário selecione um ambiente virtual (RF01);
- permitir que o usuário se locomova dentro do ambiente virtual (RF02);
- permitir que o usuário interaja com os objetos virtuais (RF03);
- permitir que o usuário posicione uma câmera virtual em qualquer local (RF04);
- permitir que a imagem da câmera virtual seja utilizável por softwares terceiros (RF05);

Comentado [AS9]: onde expressa lugar. Prefira “o qual”, “no qual”, “em que”.

- f) permitir que o usuário use as mãos como atuador no ambiente virtual (RF06);
- g) permitir que o usuário possa escolher dentre atividades pré-definidas para iniciar com o ambiente virtual preparado para determinada atividade (RF07);
- h) modelar um ou mais ambientes virtuais (RF08);
- i) desenvolver os scripts de interação com objetos (RF09);
- j) desenvolver os scripts do quadro interativo (RF10);
- k) desenvolver os scripts da interface do usuário (RF11);
- l) criar uma interface de usuário (RF12);
- m) disponibilizar um exemplo de aula pronto como demonstração de uso da ferramenta (RF13);
- n) integrar o *streaming* de vídeo da câmera virtual, utilizando algum software terceiro, em conjunto com o *streaming* de vídeo de uma câmera real, para posicionar o usuário físico no mundo virtual (RNF01);
- o) ser desenvolvido na plataforma Unity com seu motor gráfico proprietário (RNF02);
- p) ser programado na linguagem de programação C# nativa do Unity (RNF03).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: buscar informações quanto ao desenvolvimento de uma ferramenta de Realidade Virtual utilizando a plataforma Unity, cálculos matemáticos para integrar as diversas funcionalidades dentro do projeto como rotações euler/quaternion, coordenada dos objetos, entre outras. E como utilizar softwares terceiros para integrar uma câmera física com o ambiente virtual criando uma Realidade Misturada. Além de revisões literárias para a criação de um questionário de avaliação de satisfação;
- b) levantamento dos requisitos: com todos os conceitos propostos estudados, reavaliar os requisitos propostos do projeto;
- c) implementação da ferramenta: com todos os estudos realizados, implementar todas as funcionalidades propostas pela ferramenta e integrações;
- d) testes: testar o uso da ferramenta;
- e) avaliar satisfação com professores e alunos: propor uma aula de testes utilizando desta ferramenta a fim de avaliar o nível de satisfação dos alunos e professores.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2021									
	fev		mar		abr		mai		jun	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
levantamento dos requisitos										
implementação da ferramenta										
testes										
avaliar satisfação com professores e alunos										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como destacado por Anantharam (2020), a pandemia do vírus SARS-COVID19 que resultou em uma quarentena geral em diversos países, impulsionou as aulas *online* mediadas por tecnologia, para manter as aulas enquanto os alunos e professores estejam confinados na quarentena. Diante desse novo formato adotado pelas instituições, Anantharam (2020) realizou uma pesquisa a fim de quantificar os pontos negativos e positivos do ponto de vista dos alunos, em relação às aulas online. Os resultados mostram que os professores não conseguem se engajar com os alunos, os quais citam as aulas como monótonas, sem clareza do quadro, desmotivador, entediante, entre outros (Quadro 3).

Quadro 3 - Respostas negativas em relação às aulas online

Respostas Negativas
Professores não se adaptaram de forma eficiente as aulas online, pois continuavam com o mesmo processo de ensino de ficar lendo o ppt como nas aulas físicas
Monótona
Desentendimento entre professores e alunos
Sem clareza do quadro
Desmotivador
É tediosa, ninguém escuta, mas finge que escuta.
Mais informações dadas devido ao tempo limitado
Custo do pacote de dados da internet
Dor de cabeça e dor nos olhos por olhar prolongadamente a tela
Falta de conhecimento dos professores no uso da plataforma
Tudo, especialmente na entrega dos trabalhos
Compulsão, professores não entende os problemas dos estudantes
Drena muita bateria e esquenta o celular com o uso de aplicativos como o Zoom
Sem conexão emocional entre professor e estudante não conseguimos nos concentrar

Fonte: Anantharam, (2020, tradução nossa).

Utilizando da Realidade Virtual (RV) é possível ~~trazer-fazer?~~ uma aula com maior representatividade visual cuja proposta é ter um engajamento maior ~~com~~ dos alunos e ~~trazer~~ uma qualidade de ensino melhor (TABRIZI, 2008). O conceito de RV já é datado desde a década de 1800, dispositivos como o Kinetoscópio

(Figura 3) e Mutoscópio (Figura 4) permitiam ao usuário isolar sua visão em outra realidade (42GEARS, 2019). O primeiro capacete de realidade virtual ou Head Mounted Display (HMD) como o que será utilizado como dispositivo neste trabalho, foi desenvolvido somente na década de 1960 por Ivan Sutherland (Figura 5), cujo denominou o mesmo de “Ultimate Display” (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Figura 3 - Kinetoscópio



Fonte: Kinetoscópio (2020).

Comentado [AS10]: Rever redação

Formatado: Realce

Comentado [AS11]: Esta figura não está no documento.

Comentado [AS12]: Colocar referência cruzada

Figura 4 - Ultimate Display de Ivan Sutherland



Fonte: Tori, Kimer e Siscoutto, (2006).

Ao longo dos anos, a tecnologia de RV se encontrava apenas em produtos de um nicho pequeno, estes que raramente se tornavam produtos bem sucedidos no mercado como o VirtualBoy (FLANAGAN, 2018). Apenas recentemente, essa tecnologia começou a ter um atrativo muito maior no mercado, com diversos fabricantes desenvolvendo vários dispositivos de HMD de RV com mais de 6 milhões de vendas no ano de 2019 (STATISTA, 2020), gerado pelo avanço tecnológico de computadores e *displays*.

Hoje a tecnologia, embora ainda em constante evolução, já consegue entregar resultados satisfatórios o suficiente para que possamos ter uma boa experiência (TCHA-TOKEY *et al.*, 2016), onde o número de vendas de produtos de RV é reflexo disso. O mercado ainda é recente, e seu potencial é enorme, e é necessário a mobilização dos desenvolvedores para agregar a estas novas plataformas emergentes de RV, para então evoluir essa tecnologia e integrar cada vez mais com a sociedade como uma extensão de como consumimos e entregamos conteúdo para a educação e entretenimento.

Para conseguir abranger dentro do ambiente virtual, o maior espectro possível de disciplinas de forma nativa será necessário utilizar dos materiais didáticos mais essenciais nas aulas de aulas. Onde, “os materiais e equipamentos didáticos são todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino, visando à estimulação do aluno e à sua aproximação do conteúdo.” (FREITAS, 2009). Existem diversos recursos visuais, auditivos e audiovisuais que podem ser utilizados para lecionar, sejam estes objetos criados exclusivamente para fins educativos, ou que indiretamente podem ser usados para este fim. Para escolher estes objetos de maneira eficiente, deve ser observados alguns critérios na hora de sua seleção:

- adequação aos objetivos, conteúdo e grau de desenvolvimento, interesse e necessidade dos alunos;
- adequação as habilidades que se quer desenvolver, sejam estas cognitivas, afetivas ou psicomotoras;
- simplicidade, baixo custo e manipulação acessível;
- qualidade e atração (devem despertar curiosidade).

Um material didático, consegue estabelecer uma comunicação entre professor e aluno, transformando uma aula monótona exclusivamente verbal em algo mais cativante. Assim ampliando o campo de experiência do estudante tendo em vista que agora possui uma representação visual do elemento que de outro modo permaneceria abstrato (FREITAS, 2009).

Historicamente na educação do Brasil, existem alguns recursos considerados universais para o ensino. Entre eles se destacam o quadro de giz ou lousa, por possuir um baixo custo, fácil instalação, ser um ótimo recurso visual acessível para todos os alunos e é versátil para diversas disciplinas. Outro equipamento é o Retroprojeto, capaz de projetar imagens em uma superfície de forma ampliada dando maior visibilidade para toda a sala, e por fim um aparelho de vídeo e DVD como recurso audiovisual permitindo a reprodução de áudio e vídeo dos assuntos necessários para a sala (FREITAS, 2009).

Considerando que dentro do ambiente virtual de RV é possível ter virtualmente qualquer objeto didático, será necessário estudar a disciplina que será ministrada, e assim buscar os melhores objetos para a disciplina em questão. É propício que seja mantido como núcleo do ambiente, alguns objetos universais genéricos que serão utilizados de forma interdisciplinar, tendo como principal o quadro branco. O quadro branco terá a função de escrita manual, de construir gráficos, desenhar formas perfeitas, idealmente tornando obsoleto a necessidade de um Retroprojeto já que todo o conteúdo já vai ser mostrado de maneira ampla e nítida. Nisto também pode ser descartada a necessidade de um aparelho de vídeo e DVD, já que todo conteúdo de mídia terceira pode ser apresentado ainda por fora da aplicação, não sendo a melhor forma de consumir essa mídia através do ambiente virtual.

Comentado [AS13]: Rever.

Comentado [AS14]: onde expressa lugar. Prefira “o qual”, “no qual”, “em que” ou veja se é realmente necessário

Comentado [AS15]: fonte?

REFERÊNCIAS

ANANTHARAM, Chandran. Insights into Online Classes during the Pandemic. **ResearchGate**, 2020.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/342988083_Working_Paper_on_%27Insights_into_Online_Classes_during_the_Pandemic%27_1_Insights_into_Online_Classes_during_the_Pandemic, Acesso em: 03 out. 2020.

Comentado [AS16]: Não está de acordo com a norma.

BASTRIKIN, Andrej. Online Education Statistics. **Educationdata**, 2020. Disponível em

<https://educationdata.org/online-education-statistics>. 2020. Acesso em: 05 set. 2020.

LEE, Chris. Real Learning in a virtual classroom is difficult. **Arstechnica**, 2020. Disponível em

<https://arstechnica.com/staff/2020/03/a-crash-course-in-virtual-teaching-real-learning-achieved>. Acesso em: 05 set. 2020.

DONG, Xisong. An overall solution of Virtual Reality Classroom. In: **IEEE INTERNATIONAL**

CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS, 11., 2016, Beijing.

International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI). Beijing: Ieee, 2016. p. 120-124. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7551672>. Acesso em: 09 out. 2020.

Comentado [AS17]: Não se escreve em caixa alta.

FLANAGAN, Graham. **The incredible story of the 'Virtual Boy' Nintendo's VR headset from 1995 that failed spectacularly**. 2018. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/nintendo-virtual-boy-reality-3d-video-games-super-mario-2018-3>. Acesso em: 05 nov. 2020.

FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 132 p.

Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=614-equipamentos-e-materiais-didaticos&Itemid=30192. Acesso em: 18 nov. 2020.

HODGE, Elizabeth M. *et al.* Virtual Reality Classrooms Strategies for Creating a Social Presence. **World**

Academy Of Science, Engineering And Technology International Journal Of Educational And

Pedagogical Sciences, Chicago, v. 1, n. 11, p. 688-692, jan. 2007. Mensal. Disponível em:

<https://publications.waset.org/4780/virtual-reality-classrooms-strategies-for-creating-a-social-presence>. Acesso em: 09 out. 2020.

KINETOSCÓPIO, Edison. Salvado por David Silva. Disponível em:

https://www.pinterest.ca/pin/564568503272021663/?nic_v2=1a7LuvVTI. Acesso em: 02 out. 2020.

Comentado [AS18]: Não está de acordo com a norma.

MUTOSCÓPIO. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mutoscópio>. Acesso em: 02 out. 2020.

STATISTA. Unit shipments of virtual reality (VR) devices worldwide from 2017 to 2019 (in millions), by

vendor. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/671403/global-virtual-reality-device-shipments-by-vendor/>. 2020. Acesso em: 04 out. 2020.

TABRIZI, M.H.N. Agent and Virtual Reality-based Course Delivery System. In: **APPLIED COMPUTING**

INTERNATIONAL CONFERENCE, 08., 2008, Algarve. Applied Computing 2008. Algarve: Iadis, 2008. v.

1, p. 27-30

TCHA-TOKEY, Katy *et al.* A questionnaire to measure the user experience in immersive virtual environments.

In: **INTERNATIONAL VIRTUAL REALITY CONFERENCE**, 3., 2016, Laval. **Proceedings of the 2016**

Virtual Reality International Conference. New York: Association For Computing Machinery, 2016. p. 1-5.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/301558848_A_Questionnaire_to_Measure_the_User_Experience_in_I mmersive_Virtual_Environments. Acesso em: 9 out. 2020.

The History of VR: 5 Eras Of Evolving A New Reality. **42GEARS**, 2019. Disponível em:

<https://www.42gears.com/blog/the-history-of-vr-5-eras-of-evolving-a-new-reality/>. Acesso em: 04 out 2020.

Comentado [AS19]: Não está de acordo com a norma.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/22716950/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada_Apostila_do_Pré_Simpósio_VIII_Symposium_on_Virtual_Reality_Belém_PA_02_de_Maio_de_2006. Acesso em: 04 out 2020.

VINER, Russell M. *et al.* School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. **The Lancet Child & Adolescent Health**, Online, v. 4, n. 5, p. 397-404, maio 2020. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642\(20\)30095-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642(20)30095-X/fulltext). Acesso em: 09 mai. 2020.

Formatado: Fonte: Negrito

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): Gabriel Garcia Salvador _____

Avaliador(a): Andreza Sartori _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	X		
	O problema está claramente formulado?	X		
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?	X		
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	X		
	3. JUSTIFICATIVA São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	X		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	X		
	4. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?	X		
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?		X	
	6. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?		X	
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?		X	
	7. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?	X		
	8. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?	X		
	9. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?		X	
	As citações obedecem às normas da ABNT?	X		
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?	x		

PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos **4 (quatro)** itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos **4 (quatro)** itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: (x) APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: 15/12/2020 _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.