

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA SENSORIAL HOLOLENS PARA A CRIAÇÃO DE UM PROCESSO GAMIFICADO COMO APOIO AO TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO DE PESSOAS COM LIMITAÇÃO NO MOVIMENTO DAS MÃOS

Anderson Baldissera da Rosa¹, Gustavo Bisognin¹

¹Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(UNESC) - Criciúma – SC – Brasil

baldisseraanderson@gmail.com, gbisog@gmail.com

Abstract. *Physical therapy rehabilitation models are generally repetitive and long-lasting, being tiring for the patient and destimulating. In this context, it is observed the emergence of new rehabilitation possibilities in order to improve the efficacy and involvement of the patient in the evolution process. This descriptive project aimed to offer a new method in the support of physiotherapeutherapy sessions based on the concept of gamefication, associated with mixed reality technology (augmented and virtual) with the use of the Hololens device, integrated with the computer which should be applied in the treatment of patients with lesions ranging from the fingers to the forearm, aiming to achieve greater efficiency in treatment time and better patient acceptance. The system has proven to be faithful in recognizing gestures quickly and accurately, since many hardware have losses in hand tracking and end up needing to perform a new reading. The application was also able to interact with virtual objects effectively, also respecting the physics of objects and the interaction of hands and gestures. The results of gestures with interactive objects proved very effective and capable of reproducing real-world actions for virtual holograms, and therefore with great application potential.*

Resumo: *Com a evolução da tecnologia percebe-se que a reabilitação fisioterápica é ainda um método bastante repetitivo e na maioria dos casos de longa duração, neste contexto, observa-se o surgimento de novas possibilidades de reabilitação com o intuito de melhorar a eficácia e o envolvimento do paciente no processo de evolução. Este projeto de cunho descritivo teve por objetivo oferecer um novo método no apoio de sessões fisioterapêuticas baseado no conceito de gameficação, associado à tecnologia de realidade mista (aumentada e virtual) com o uso do dispositivo Hololens, integrado com o computador a qual deve ser aplicada no tratamento de pacientes com lesões que abrangem desde os dedos das mãos até o antebraço, visando alcançar uma maior eficiência no tempo de tratamento e melhor aceitação do paciente. O hardware hololens e a API MRTK demonstraram-se fiéis no reconhecimento dos gestos de forma rápida e precisa visto que muitos hardwares têm perdas no trackeamento das mãos e acabam precisando realizar uma nova leitura. A aplicação também se mostrou capaz de interagir com os objetos virtuais de forma eficaz, respeitando também a física dos objetos e a interação das mãos e gestos. Os resultados dos gestos com os objetos interativos se mostrou muito efetivo e capaz de reproduzir as ações do mundo real para os hologramas virtuais, e, portanto, com grande potencial de aplicação.*

1. Introdução

Atualmente as sessões fisioterapêuticas são em sua grande maioria tratamentos repetitivos e de longa duração, o que para o paciente acaba tornando-se desestimulante e conseqüentemente atingindo uma menor eficácia no seu desenvolvimento (BALISTA, 2013). Um dos tratamentos tradicionais utilizado na reabilitação de pacientes é denominado cinesioterapia, é realizada através do movimento para um melhor e eficaz trabalho na reabilitação do paciente (SILVA & CAMPOS, 2006, p.2).

A partir desses modelos de tratamento juntamente com o desenvolvimento tecnológico, que vem apoiando diversas práticas na área da saúde, pode-se observar o surgimento de um novo conceito no que tange a tratamentos que envolvem repetição de movimentos para reabilitação fisioterapêutica.

Neste contexto, observa-se o surgimento de novas possibilidades de reabilitação com o intuito de melhorar a eficácia e o envolvimento do paciente no processo de evolução. Outro fator importante a ser observado, é o surgimento de uma nova tecnologia denominada Realidade Virtual, que vem ganhando amplo espaço na área da saúde. A Realidade Virtual, que oferece ao usuário uma interação imersiva em ambientes virtuais, possibilita a reprodução de situações reais sem risco ao paciente, diminuindo custos por reduzir a utilização de objetos físicos e a possibilidade de simular e visualizar situações impossíveis de serem realizadas no mundo real (SANTOS NUNES et al., 2011).

Tecnologias imersivas são aquelas que buscam gerar no usuário a experiência de estar vivenciando outra realidade, a mesma surge como uma nova geração de interface, usando representações tridimensionais mais próximas da realidade do usuário, permite romper a barreira da tela, além de possibilitar interações mais naturais (KIRNER, SISCOOTTO, 2007, p. 2). Ainda de acordo com os autores acima, para uma experiência mais imersiva, o usuário deve ter a sensação de estar interagindo diretamente com o ambiente virtual, e essa interação, hoje, é realizada com o auxílio de acessórios (ex. luvas, capacetes).

Outra forma de interação diferenciada ao usuário é a realidade aumentada, que não tira o usuário do ambiente no qual ele está, porém projeta imagens geradas por meio de computador no ambiente em que ele está inserido, ou seja, com um equipamento

(óculos, celular) ele pode interagir com objetos tridimensionais visualizando-os no ambiente do usuário.

Atualmente algumas dessas tecnologias imersivas que são aplicadas em diversas áreas, principalmente na reabilitação fisioterapêutica, é denominado Kinect e os óculos Hololens, o kinect é um sensor combinando software e hardware capaz de capturar gestos, voz e realizar com uma maior precisão o reconhecimento das articulações do usuário (FERNANDES et al.,2014). Já o Hololens criado pela Microsoft é um sistema de realidade mista que permite explorar novas possibilidades de uso e aplicações como elementos virtuais de interação em realidade aumentada (MICROSOFT, 2016). O surgimento dessas tecnologias imersivas e interativas buscam melhorar a eficácia nos tratamentos fisioterapêuticos, ampliar suas possibilidades de reabilitação e retomar a motivação do paciente (BALISTA, 2013).

As tecnologias imersivas já são realidade em diversas áreas como saúde, engenharia, jogos, educação, entre outras. A sua popularização e disseminação está em processo e cada dia abrange mais áreas.

Sendo assim, a proposta aqui apresentada tem como objetivo oferecer um novo método no apoio de sessões fisioterapêuticas baseado no conceito de gamificação, associado à tecnologia de realidade mista (aumentada e virtual) com o uso do dispositivo Hololens, integrado com o computador a qual deve ser aplicada no tratamento de pacientes com lesões que abrangem desde os dedos das mãos até o antebraço, visando alcançar uma maior eficiência no tempo de tratamento e melhor aceitação do paciente.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa de ponto de vista descritiva e base tecnológica avaliou o uso da tecnologia do Microsoft Hololens como tratamento de pessoas com limitação das mãos.

A utilização dos Óculos Hololens, da Microsoft, teve como intuito uma melhor imersão do usuário/paciente dentro do tratamento fisioterápico, visto que essa ferramenta traz o conceito de realidade mista (Unindo Realidade Virtual com Aumentada), algo que está em ascensão no mercado e sendo utilizado em muitos ramos como indústria, fábrica, medicina entre outros. Para ser possível criar um tratamento que

se baseia nos movimentos utilizados nas sessões fisioterápicas é necessário utilizarmos um API de realidade mista como o OpenXR da própria Microsoft ou Engines, que facilitam ainda mais a integração, como a Unity e Unreal. Dessa forma, possibilitando a integração dos óculos e realizando o mapeamento desses gestos para reproduzir como comandos na aplicação, sendo assim, um gesto onde o paciente realizaria para o tratamento no túnel do carpo será ressignificado em uma ação dentro dos Óculos para interagir com o ambiente 3D.

Para iniciar o desenvolvimento de uma aplicação com hololens é necessário a configuração do ambiente de desenvolvimento, começando pelo Kit de Ferramentas de Realidade Misturada (MRTK), através dele teremos todos os recursos necessários para integrar a engine unity e o Hololens.

2.1 Pré-requisitos do Windows e Ferramenta de Realidade Mista

O MRTK é um kit de ferramentas de software livre que existe desde que o HoloLens foi lançado pela primeira vez. A instalação é realizada através da ferramenta de Recursos de Realidade Misturada disponibilizada pela Microsoft, onde é possível selecionar, adicionar e atualizar os pacotes de recursos necessários para o desenvolvimento dentro da Unity. Com ela também é possível visualizar as dependências necessárias para o projeto, ver as alterações propostas antes da importação, adicionar ou remover de acordo com suas necessidades do projeto, tudo isso através de um manifest, que é um arquivo JSON que contém todos os seus pacotes de projetos.

Para executar a Ferramenta de Recursos de Realidade Misturada é necessário instalar o Runtime do .NET 5.0 e ter o Windows 10 como sistema operacional, requisitos mínimos para rodar a ferramenta e obter melhores resultados.

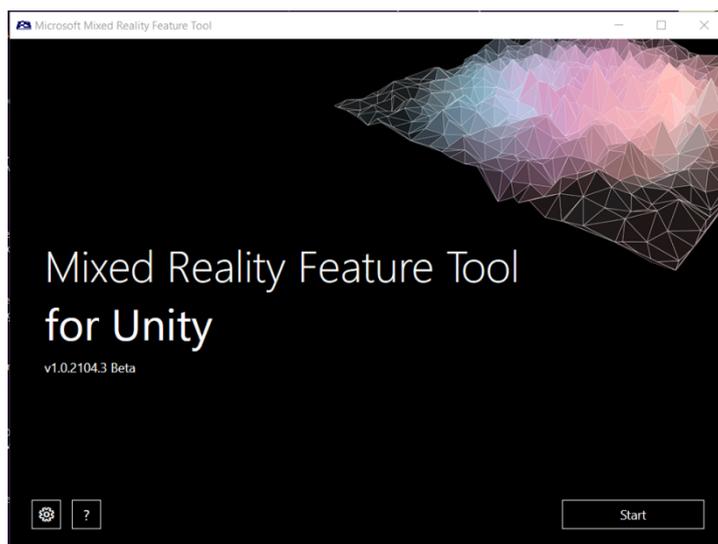


Figura 1 – Ferramenta de Recursos de Realidade Misturada

2.1.2 Configurando o Projeto Unity

Na presente pesquisa foi utilizada a versão da Unity 2019.4.19 conforme indicado nas documentações oficiais da Microsoft. No entanto, também foi possível obter os mesmos resultados com versões superiores, como a 2020.1.0. Portanto para obter um melhor resultado e garantir que não haja nenhuma inconsistência no projeto, o ideal é ter instalado a versão específica da Unity 2019.4.19, que possui recursos compatíveis com a SDK de desenvolvimento dos óculos. Existe também o Unity Hub, um gerenciador de versões da Unity e ferramenta para adicionar e controlar módulos que serão usados em projetos que precisam de dois módulos específicos para funcionar os recursos do MRKT, sendo eles o Universal Windows Plataforms Build Support e IL2CPP.

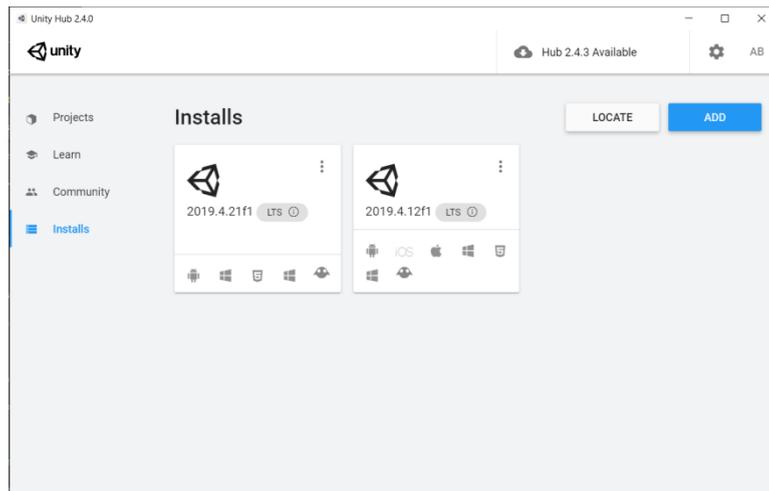


Figura 2 – Configuração do Projeto Unity

Para criar um projeto 3D ideal é necessário ter estes três requisitos mínimos instalados e assim dar sequência na configuração do ambiente para desenvolvimento da aplicação para HoloLens.

O projeto precisa estar configurado para compilar com Universal Windows Platform, onde possui os recursos para a realidade virtual, mais especificamente o HoloLens. Para realizar esse ajuste é necessário ir a File -> Build Settings -> Universal Windows Platform e selecionar Switch Platform, com isso a Unity vai se encarregar de realizar todas as importações de pacotes e dependências necessárias para seu projeto ser capaz de compilar aplicações de Realidade Mista.

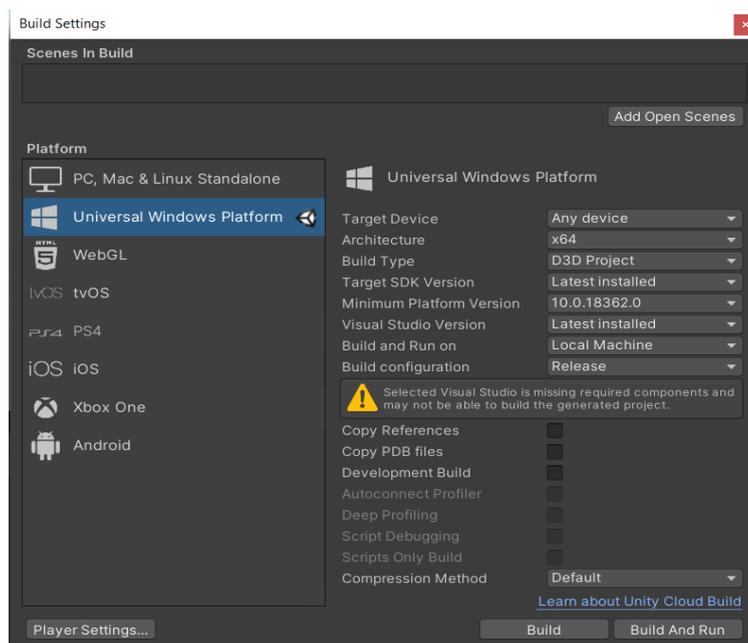


Figura 3 – Build Settings

A ferramenta de Recursos de Realidade Misturada é utilizada para importar todo o MRTK para dentro do projeto recém-criado e deixar a Unity se encarregar de realizar as importações necessárias e resolver os pacotes do kit.

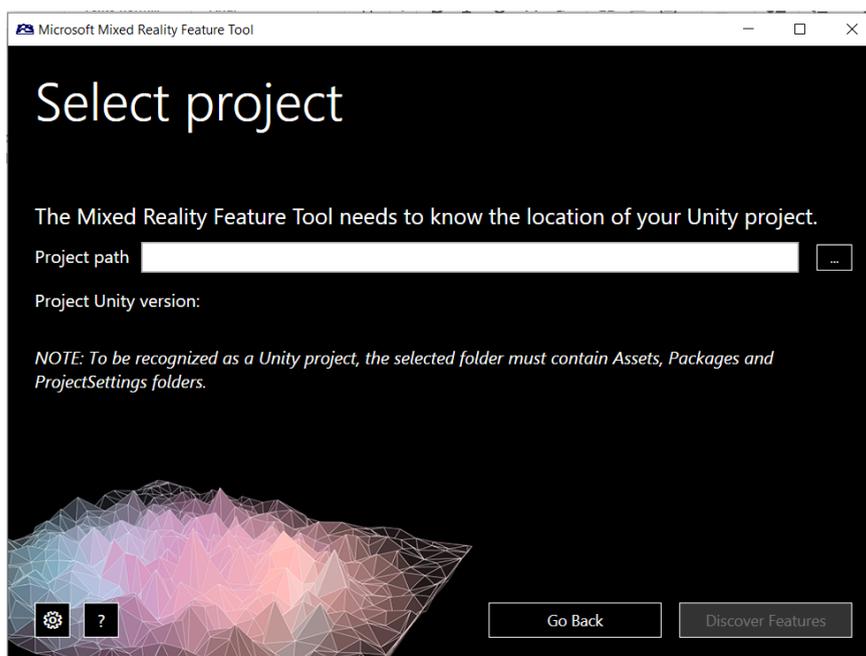


Figura 4 – Ferramenta de Recursos de Realidade Misturada

A ferramenta precisa que seja definida o caminho de instalação do projeto Unity, para assim identificar onde serão importados os recursos definidos. Feito isso se pode visualizar todos os tipos de pacotes disponíveis para importação, que nesse caso foi utilizado apenas os recursos do MRTK, e assim dar início ao download desses recursos.

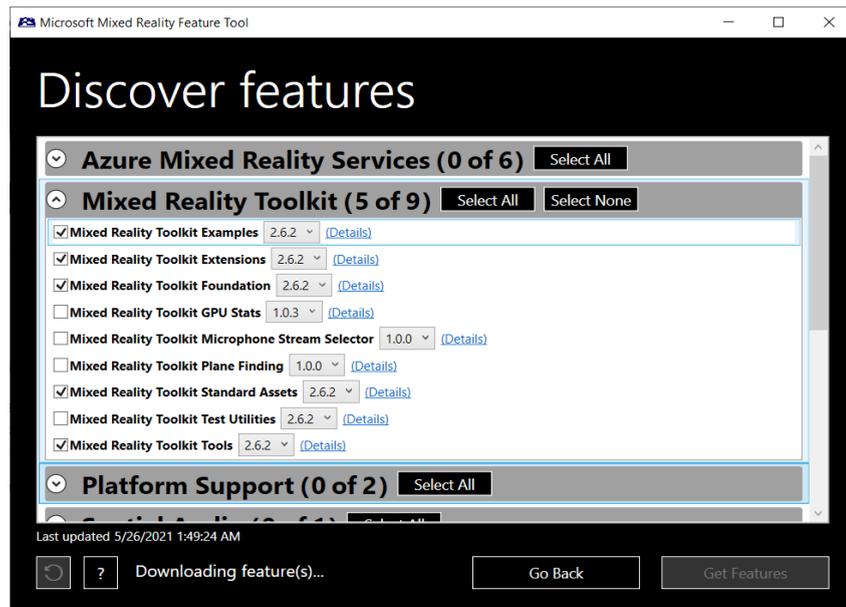


Figura 5 – Ferramenta de Recursos de Realidade Misturada

Após a ferramenta concluir o download é necessário validar os pacotes, para assim garantir que não há nenhuma inconsistência com o projeto e o MRTK, basta clicar em validar na tela a seguir e aparecerá a mensagem de aviso indicando que está tudo correto.

2.1.3 TextMeshPro

O TextMeshPro oferece diversos recursos de User Interface que possibilitam deixar as interfaces holográficas com estilos personalizados e entregar uma experiência ao usuário surpreendente, mas nem todo projeto precisa de um pacote como esse.

Com as novas versões da Unity é possível fazer a importação do pacote mais facilmente, basta utilizar o menu Windows -> TextMeshPro -> Import TMP Essential Resources

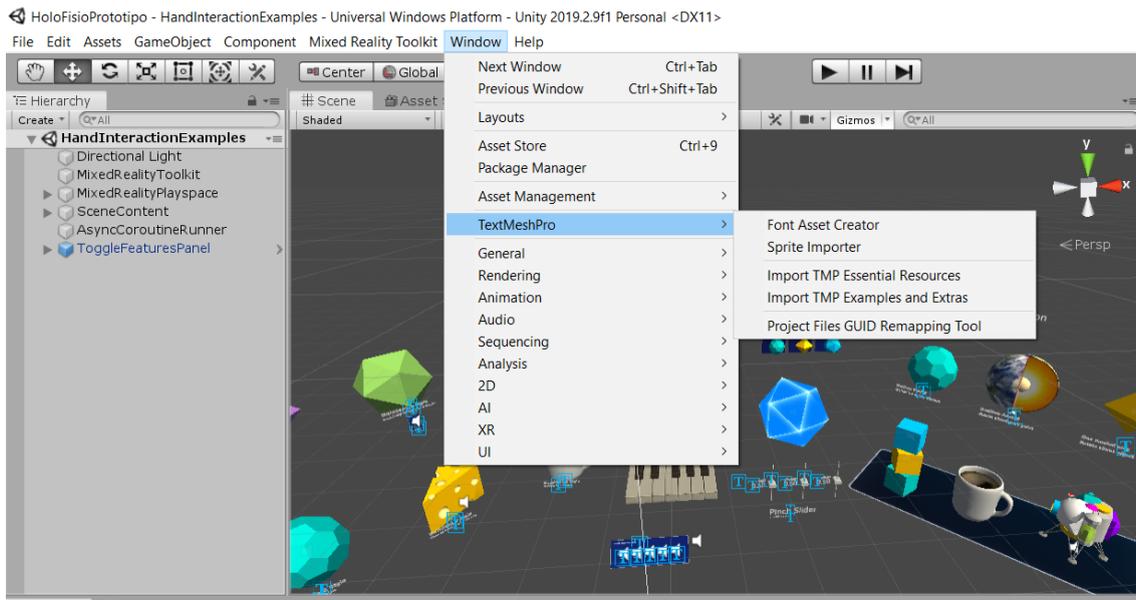


Figura 6 – Hand interaction Exemples

Basta clicar em importar e deixar que a Unity se encarregue de realizar o gerenciamento de pacotes, versões e demais dependências. Feito isso o projeto está pronto para interpretar corretamente todos os recursos de interface, Textos e acrescentar uma interface mais robusta visualmente na sua aplicação.

2.1.4 Configurando o MRTK

Apesar de a Ferramenta de Realidade Mista ser bem completa e com todos os recursos necessários para importar SDK do Hololens na Unity, muitas vezes o software acaba fechando ou simplesmente não consegue identificar o local e acaba por não realizar a importação adequadamente, causando erros de compatibilidade em métodos de scripts em arquivos dos pacotes.

Foi necessário utilizar o repositório do GitHub do Hololens e baixar o MRTK diretamente por este repositório e realizar a importação pela Unity, assim passando toda a responsabilidade de gerenciamento de dependências e pacotes pela própria engine da Unity.

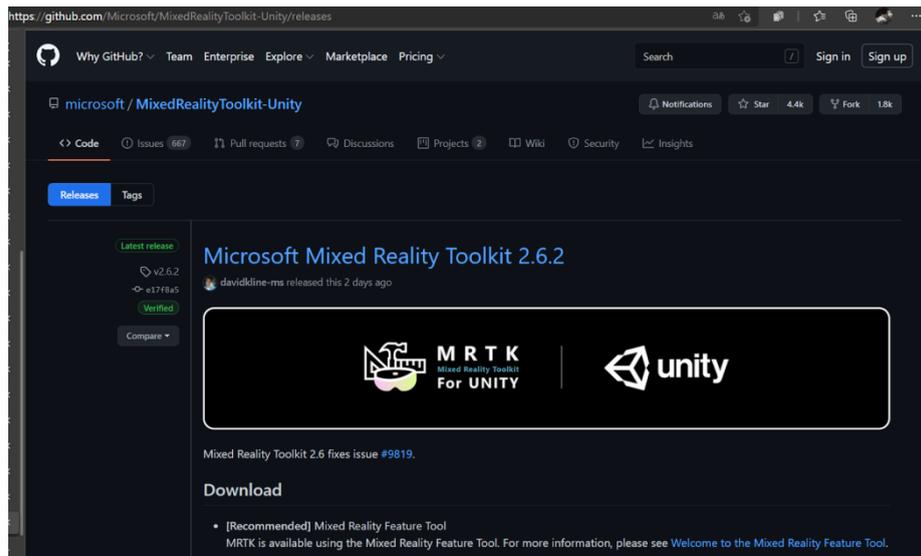


Figura 7 – Repositório MRTK GitHub da Microsoft

2.1.5 Toolkit Foundation

São quatro pacotes importantes para o projeto obter o máximo de recursos que a biblioteca MRTK tem a oferecer. O primeiro e mais importante deles é o Toolkit Foundation e encontramos pelo nome **Microsoft.MixedReality.Toolkit.Unity.Foundation.2.6.2.unityEngine** que diz respeito ao core da aplicação, onde se encontra todas as classes, definições de interface, shaders padrão, os Inputs de reconhecimento das mãos e as demais funcionalidades básicas para ser possível compilar a aplicação para o óculos.

Já a segunda se chama Unity Extension que possuem serviços adicionais para a aplicação estendendo as funcionalidades do Microsoft Mixed Reality Toolkit, esse pacote é opcional, porém essencial caso queira obter alguns recursos adicionais como transição suave entre as cenas.

Outro recurso muito importante que este pacote oferece é o “in-editor input simulation” que permite ao usuário que não possui os óculos Hololens realizar os testes direto no editor da Unity.

O terceiro pacote chamado de Toolkit Tools, apesar de opcional, também é importante para usufruir de recursos que facilitam e melhoram a experiência do desenvolvimento e criação de recursos importantes para a realidade mista. Essas

ferramentas estão localizadas no menu **Mixed Reality Toolkit > Utilities** no Unity Editor.

Por último o pacote de exemplos que traz várias demonstrações de todos os recursos e funcionalidades do Microsoft Mixed Reality Toolkit é o Toolkit Examples. Apesar de opcional é um ótimo começo para iniciar projetos para o Hololens, pois com eles podemos usufruir de funcionalidades já implementadas e agilizar o desenvolvimento. Claro que eventualmente implementações mais avançadas e personalizadas serão necessárias, porém obtendo um ponto de referência auxilia muito na entrega de uma solução completa.

Para obter todos esses pacotes é necessário utilizar o repositório do Git como comentado acima, nele podem-se encontrar todos esses toolkits necessários para iniciar qualquer tipo de projeto de realidade mista para o Hololens. O Foundation é o pacote essencial e os demais apesar de serem opcionais trazem uma gama de recursos importantes para uma solução mais completa e ágil no desenvolvimento das aplicações, um dos pontos que a Microsoft prezou no lançamento do MRTK 2, entregar recursos que auxiliam o desenvolvedor o máximo possível.

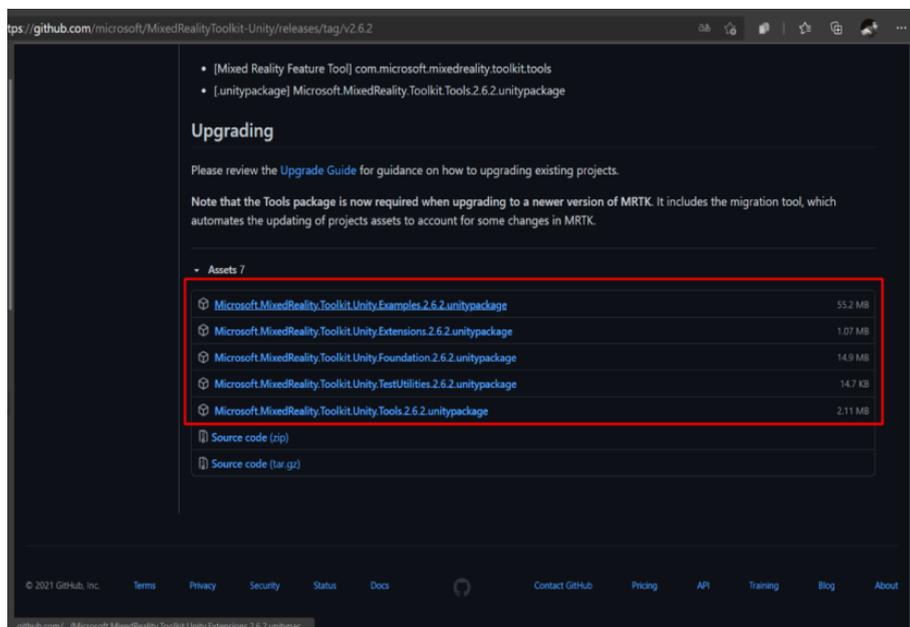


Figura 8 - Toolkit Foundation

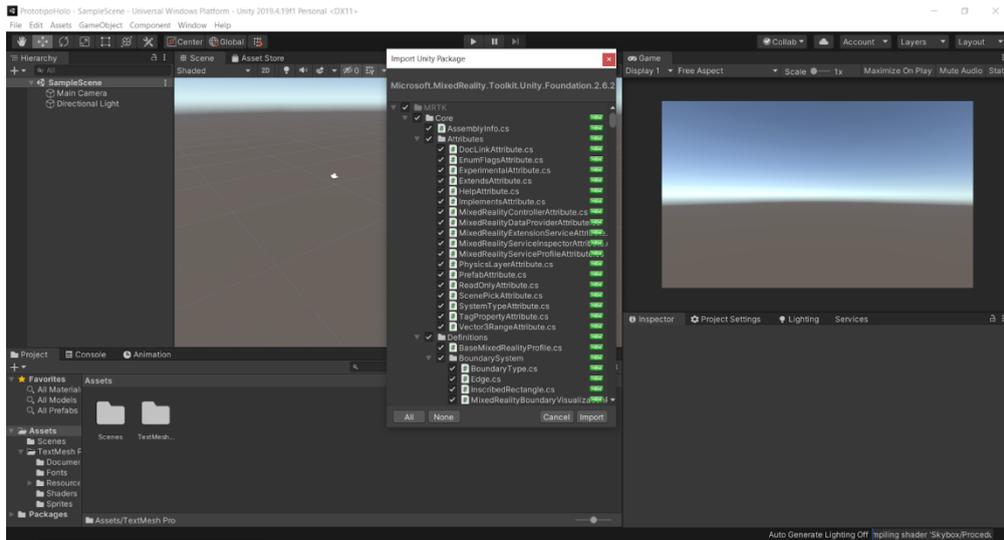


Figura 9 - Importando o Toolkit Foundation

Com todas as ferramentas devidamente instaladas e importadas, pode-se iniciar a configuração do projeto dentro da Unity que está pronto para criar as aplicações que serão visualizadas no Hololens. Normalmente logo após importar com sucesso o MRTK para o projeto, abrirá uma interface para o kit onde será possível aplicar configurações automáticas para o projeto Unity.

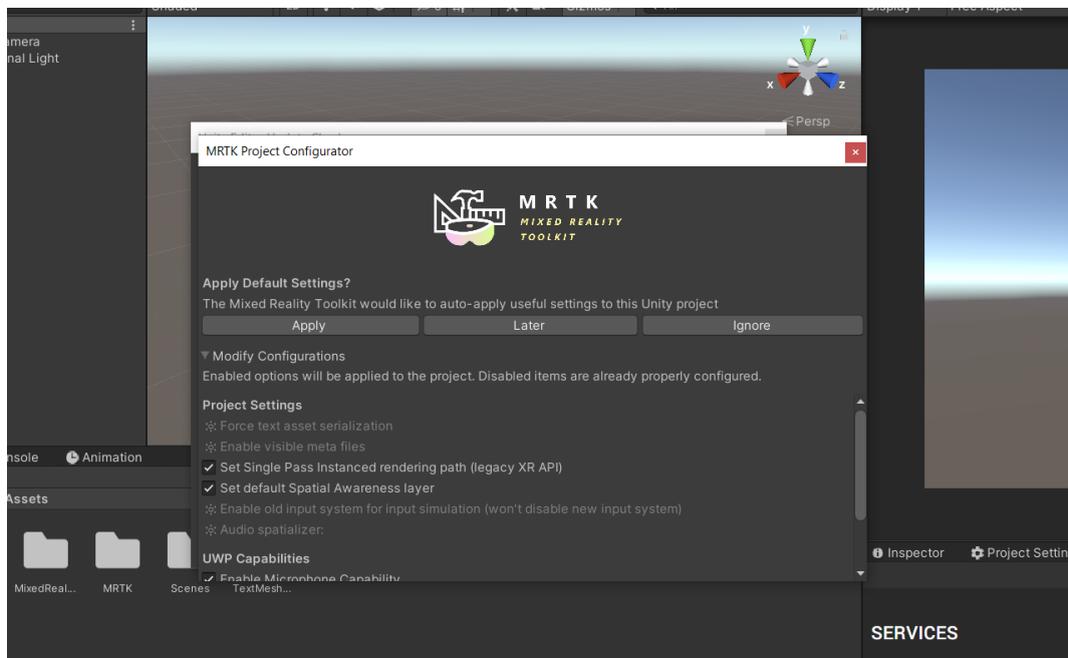


Figura 10 - MRTK Configuration

2.1.6 Criação de Cena e Configuração do MRTK

Com todo o ambiente pronto, configurado e sem apresentar nenhum erro no console, pode-se dar início a criação da cena de realidade mista através do menu que foi criado a partir da importação da biblioteca do MRTK. Apenas selecionando a opção “Add to scene and configure”, com isso será criado dois GameObjects chamados MixedReality Toolkit e Mixed Reality Playspace que são fundamentais para o funcionamento do projeto Hololens.

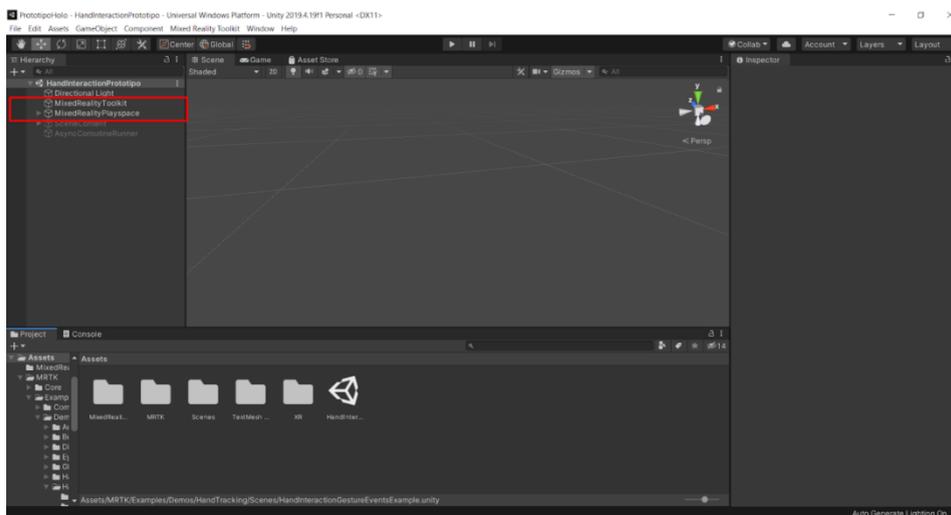


Figura 11 – Criação de Cena e configuração do MRTK

Para a implementação das interatividades com a mão, recurso essencial para o protótipo deste estudo, foi utilizado o pacote Toolkit Examples que contém um start para a solução prototipada. Com ele foi possível avançar bastante e partir de um ponto onde as interações de pegar, soltar, pinça entre outros estarão incorporados e prontos para utilização na aplicação.

Com base nesse pacote conseguiu-se criar rapidamente um cenário com objetos interativos e vários recursos disponíveis como pegar, soltar, física entre os objetos e demais implementações aplicadas com base nisso.

Para este protótipo utilizou-se o **NearInteractionGrababble.cs** e **Object Manipulation.cs**, dois scripts com todas as implementações necessárias que deixam os objetos virtuais interativos respondendo as ações da mão. Dessa forma foi possível partir desse ponto e implementar interações na gamificação, identificar colisão, aplicar física, interação e comportamento conforme ações do usuário.

Com base nisso foi possível concluir a cena com todos esses recursos interagindo entre si e respondendo perfeitamente as ações do usuário.

2.2 Protótipo Gameficado

Para Busarello (2018), a gameficação parte do princípio de pensar e agir em um jogo, passando em um contexto fora do jogo, em lugares como escolas, empresas, residências. Garone e Nesteriuk (2018), explicam que não é o conteúdo que se torna o jogo, mas a estrutura em torno do conteúdo e o foco principal é a motivação por meio de recompensas em relação ao seu progresso.

Garone e Nesteriuk [2018] pontuam algumas razões para implementação de experiências gamificadas que podem ser transpostas para o contexto da saúde, como: criar interatividade no processo de aprendizagem, superar a desmotivação, oferecer oportunidades para reflexão e mudar positivamente o comportamento.

Dentro deste estudo a aplicação gameficada foi voltada para apoio a sessões de reabilitação, onde a gameficação ocorria no momento em que o instrutor preparasse uma série de desafios e com o apoio do protótipo desenvolvido concluísse tais desafios. Um exemplo dentro desta aplicação é realizar o movimento de tomar café 10 vezes, o fisioterapeuta solicita este desafio para o paciente de modo que o mesmo faça o movimento de pinça para pegar a caneca e levá-la até a boca, sendo assim criando uma série de objetivos com base nos objetos distribuídos no ambiente virtual, assim aplicando a gameficação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pereira et al (1993), em seus estudos relatam que a Síndrome do Túnel do Carpo é causada pela compressão do nervo mediano e apresenta uma variação em seu tratamento clínico, cirúrgico e conservador, geralmente são definidos a partir da sintomatologia, e pode ser indicado o tratamento conservador em uma fase inicial, com comprometimento muscular e alterações de sensibilidade, não havendo melhora do quadro há indicação cirúrgica.

Neste trabalho, o reconhecimento das mãos e mapeamento dos seus gestos para ressignificá-los em uma aplicação que apoie o tratamento fisioterápico do túnel do carpo, foi desenvolvido com a Engine Unity e o pacote MRTK disponibilizado pela Microsoft® e interpretados pelos Óculos Hololens. Os gestos selecionados para mapeamento foram os utilizados dentro da reabilitação da lesão, conhecidos como os movimentos de pinça e os tratamentos de cinesioterapia que são fatores fundamentais para a reabilitação evitando a perda de força e resistência muscular.

De acordo com Kowal (1983) e Spring, Schneider e Tritschler (1997) devem ser dadas continuidade aos exercícios de alongamento, para a preparação necessária aos exercícios ativos e resistidos. Além disso, é necessária a preservação da amplitude de movimento, manutenção e ganho de força, são importantes para a reabilitação para que se mantenha um reequilíbrio musculoesquelético, já que a limitação funcional e a imobilidade parcial relacionada à Síndrome do Túnel do Carpo levam geralmente à perda de força e resistência muscular (GLOTH, MATESI, 2001).

Durante os testes o sistema se comportou como o esperado e não apresentou nenhuma falha de reconhecimento das mãos, possibilitando ao usuário uma contínua interação com a aplicação e mantendo seu tratamento com uma fidelidade maior. Dessa forma foi possível instruir ao usuário que realizasse ações no holograma condizentes com seu roteiro de tratamento e testes de lesão, como a pinça, que foi o gesto que melhor se comportou com as ações nos hologramas.

Com base nos resultados anteriores obtidos, o bom desempenho e resposta que a aplicação demonstrou com o reconhecimento das ações e da própria mão, possibilitou a implementação de um script que acionasse a distância. Esse por sua vez também se mostrou fiel no que diz respeito ao momento em que o usuário envia o comando de ação para a aplicação e o tempo em que ela responde. Com base nisso, alguns testes de distância foram feitos e foi observado que em distâncias muito longas, acima de 2,5 metros, o reconhecimento da ação e resposta da aplicação não foi tão efetivo como as demais.

Hoje o Hololens possui diversos recursos que podem ser utilizados no desenvolvimento de uma aplicação voltada à reabilitação, algumas delas como o "Controle de mão e de olho articulado no Unity" que permite o usuário interagir com a RA realizando ações de clique de forma muito prática e fácil, visto que alguns pacientes

têm dificuldades em movimentar as mãos e precisão, com a RV e RA se torna mais fácil realizar essas ações e produzi-las em forma de exercícios de tratamentos como: "Pegar uma bola e realizar alguma ação", "manusear instrumentos com objetivos em forma de desafios, para além de trabalhar sua coordenação motora também entreter o paciente dentro do seu programa de reabilitação".

A continuidade do processo de reabilitação é fundamental, mas muitas vezes interrompida, ou por ser tedioso ou pelos desconfortos sentidos em alguns momentos. Utilizar recursos virtuais em determinadas situações tem demonstrado que pessoas engajadas nesses programas perdurariam no tratamento por mais tempo (GONZALEZ-FERNANDEZ, 2010). Em outra aplicação, parece que a inserção da realidade virtual numa determinada etapa da sessão de outros tratamentos pode diminuir a percepção da dor, o que possivelmente facilitaria a continuidade do processo (CARROUGHER et al., 2009).

No estudo de Baluz et al (2020), 87,5% respondeu positivamente ao uso do jogo, atestando ser uma técnica auxiliar útil para as atuais terapias motoras, ao encorajar os pacientes a realizar mais exercícios terapêuticos. Ainda, afirmam que ao usar parâmetros dinâmicos para configurar o ambiente do jogo, produzem uma experiência mais significativa para os usuários.

Estudos realizados com pacientes com paralisia cerebral comprovaram a melhora funcional destes pacientes após a utilização da realidade virtual. Podem ser observadas melhoras na percepção visual, controle postural, alinhamento do centro de gravidade e melhora do equilíbrio (DEUTSCH et al., 2008; TAVARES et al., 2013).

Os sistemas de reabilitação baseados em jogos fornecem uma ferramenta eficaz para envolver pacientes com paralisia cerebral em exercícios físicos em um ambiente estimulante e divertido (DAOUD et al., 2020).

Uma das dificuldades encontradas foi no momento da compilação do projeto vindo do pacote da Unity no Visual Studio 2019. Por meio dele é possível entregar ao Hololens duas formas de instalação da aplicação, uma por meio do pacote gerado no formato pptx que pode ser instalado através do portal web do Hololens e outra compilando o projeto normalmente e fazendo deploy diretamente no Hololens.

Em virtude de o projeto passar por duas plataformas distintas, a Unity e o Visual Studio, até chegar definitivamente ao Hololens, existem diversos fatores que influenciam

em uma possível falha de compilação. Estas falhas podem apresentar-se como versões entre plataformas incompatíveis, a Build da Unity vinda com SDK do Windows em versão diferente da instalada no sistema, ocorrer a falta de alguma dependência necessária e em muitos casos os erros que se apresentam são de difícil compreensão. Nesse último caso se torna necessária a investigação, pesquisa e tentativas de correções baseadas em tentativas e erros para encontrar a fonte do problema.

Na presente pesquisa encontraram-se dificuldades para solucionar alguns erros de compilação que não eram muito comuns e explicativos. Por conta disso, foi necessário estudos em cima das possíveis causas e testes para encontrar a solução. Por fim, foi encontrado uma classe chamada `Microsoft.AppxPackage.targets` que possuía um método com dois parâmetros configurados com o símbolo “@” e os demais com “\$”. No entanto, ao substituir todos os “@” para “\$” e compilar novamente a aplicação obteve-se o resultado esperado.

Apesar da dificuldade da aquisição dos óculos para esta pesquisa, foi encontrado a alternativa através de fontes parceiras a possibilidade de realizar testes e adquirir resultados com o envio do instalador ao desenvolvedor parceiro, no qual realizou os devidos testes solicitados.

Outra dificuldade encontrada, talvez a principal delas, foi no momento da aquisição dos Óculos Hololens para prototipar toda a pesquisa e o desenvolvimento feito para este hardware. Por ser uma tecnologia muito atual e em fase de ascensão, a sua aquisição no país ainda é limitada e torna a compra desse equipamento inviável em muitos casos, assim como na presente pesquisa, pois para realizar o estudo e aplicá-lo no Hololens seria necessária a compra deste hardware.

No entanto, através do contato de fontes parceiras que possuem o Hololens, foi possível a realização dos testes desejados de maneira remota e assíncrona, fazendo com que os resultados fossem obtidos em um período de tempo mais longos e conseqüentemente a resolução dos erros e melhorias tivessem uma demanda maior de tempo.

O tratamento fisioterapêutico nos dias de hoje está bastante aberto a novas tecnologias e os métodos como a gameterapia podem evoluir de maneira bastante promissora neste segmento (BASTOS et al., 2017).

Existem evidências que mostram o efeito positivo do uso de exoesqueleto e jogos na reabilitação pós-AVC. Os dispositivos vestíveis, como exoesqueletos, podem transmitir feedback em tempo real para qualquer interação baseada em RV (DE KEERSMAECKER, et al., 2019).

Os exercícios baseados em jogos têm como objetivo envolver o participante em exercícios físicos de flexão, abdução e adução horizontal de ombro para o braço direito. Os videogames não imersivos também estão sendo usados como ferramentas de reabilitação tecnológica para indivíduos com doença de Parkinson (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2019).

Uma das utilidades da RV na reabilitação pós-AVC é o tratamento da negligência espacial unilateral, em que a RV pode criar e personalizar o treinamento com base nesse interesse. Em população pós-AVC, o treinamento de marcha aprimorado com RV é mais eficaz do que sem RV. Assim, a RV também é um método eficaz para melhorar os parâmetros espaço-temporais e funcionais em pessoas com distúrbios de movimento do sistema nervoso central (DE KEERSMAECKER, et al., 2019).

4. Conclusão

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um protótipo gameficado que reconhecesse os gestos mapeados da mão para apoio à reabilitação de pacientes com lesão no túnel do carpo. O sistema demonstrou ser fiel no reconhecimento dos gestos de forma rápida e precisa, visto que muitos hardwares têm perdas no reconhecimento das mãos e acabam precisando realizar uma nova leitura. A aplicação também se mostrou capaz de interagir com os objetos virtuais de forma eficaz, respeitando também a física dos objetos e a interação das mãos e gestos.

A principal limitação encontrada foi na aquisição do Hololens para realizar os testes de forma mais fiel para o projeto, pois como é necessário entender o comportamento que os gestos terão desde o início da leitura até a interação deles com o objeto, o hardware acaba se tornando crucial para alcançarmos melhores resultados nos exercícios fisioterápicos.

Os resultados dos gestos com os objetos interativos se mostrou muito efetivo e capaz de reproduzir as ações do mundo real para os hologramas virtuais, e, portanto, com grande potencial de aplicação. Porém, seu alto custo acaba inviabilizando muitas de

suas aplicações na prática, tornando-o um equipamento não muito acessível para aplicar-se em clínicas de reabilitação no momento.

A aplicação proposta fornece um apoio à reabilitação, mais efetivamente no diagnóstico de pacientes que estejam com sintomas e/ou sinais da possível lesão no túnel do carpo. Com a aplicação, é possível identificar sintomas iniciais da lesão com os gestos de pinçamento com os dedos e dar início ao tratamento ideal.

Como trabalhos futuros sugerem-se: realizar testes em pacientes e acompanhar seus resultados; Desenvolver o controle de ação de voz como complemento; Mapear mais gestos os quais são utilizados nas sessões de reabilitação; Desenvolver uma aplicação gamificada completa com pontuação, níveis, recordes; Aplicar em outras lesões que não sejam o túnel do carpo.

Referências

BALISTA, Vania Gabriella. Sistema de realidade virtual para avaliação e reabilitação de déficit motor. **Proceedings do XII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital**, p. 16-18, 2013.

BALUZ, Rodrigo Augusto Rocha Souza et al. Um jogo sério baseado em gestos para a reabilitação motora de membros superiores. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e2569119896-e2569119896, 2020.

BASTOS, Michael Lopes; DE SÁ SANTOS, Ana Alice; FELIX, Zildomar Carlos. Turtle Therapy: Um Jogo Sério para o auxílio no tratamento pós-AVC.

BUSARELLO, Raul Inácio. Fundamentos da gamificação na geração e na mediação do conhecimento. **Gamificação em debate. São Paulo: Blucher**, p. 115-126, 2018.

CARROUGHER, Gretchen J. et al. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. **Journal of Burn Care & Research**, v. 30, n. 5, p. 785-791, 2009.

DE KEERSMAECKER, Emma et al. Virtual reality during gait training: does it improve gait function in persons with central nervous system movement disorders? A systematic review and meta-analysis. **NeuroRehabilitation**, v. 44, n. 1, p. 43-66, 2019.

DEUTSCH, Judith E. et al. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. **Physical therapy**, v. 88, n. 10, p. 1196-1207, 2008.

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, Pilar et al. Leap motion controlled video game-based therapy for upper limb rehabilitation in patients with Parkinson's disease: a feasibility study. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2019.

FERNANDES, Flávia G. et al. Realidade virtual e aumentada aplicada em reabilitação fisioterapêutica utilizando o sensor kinect e dispositivos móveis. **Universidade Federal de Uberaba-UNIUBE, Minas Gerais**, 2014.

GARONE, P., NESTERIUK, S. **Design e educação à distância**: ensaio crítico sobre o processo de gamificação. 2018. In: Gamificação em Debate. SANTAELLA, L et al (Orgs). São Paulo: Blucher

GLOTH, Mark J.; MATESI, Ann M. Physical therapy and exercise in pain management. **Clinics in geriatric medicine**, v. 17, n. 3, p. 525-535, 2001.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, M. et al. eBaViR, easy balance virtual rehabilitation system: a study with patients. **Stud Health Technol Inform**, v. 154, p. 61-66, 2010.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC**. 2007.

KOWAL, Michael Andrew. Review of physiological effects of cryotherapy. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 5, n. 2, p. 66-73, 1983.

MICROSOFT. **Comece a projetar e a criar protótipos**. 2020. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/design/design>> Acesso em: jun. 2020.

MICROSOFT. **O que é o Kit de Ferramentas de Realidade Misturada**. 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/mrkit-unity/?view=mrkitunity-2021-05>> . Acesso em março, 2021.

MICROSOFT. **Modelo de aplicativo**. 2018. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/design/app-model>>. Acesso em: março, 2021.

MICROSOFT. **Install the tools – Mixed Reality**. 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/develop/install-the-tools?tabs=unity>>. Acesso em: maio, 2021.

MICROSOFT. **Initializing your project and deploying your first application**. 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/develop/unity/tutorials/mr-learning-base-02?tabs=winxr>>. Acesso em: maio, 2021.

MICROSOFT. **Bem-vindo(a) à Ferramenta de Recursos de Realidade Misturada - Mixed Reality | Microsoft Docs.** 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/develop/unity/welcome-to-mr-feature-tool>>. Acesso em: maio 2021.

MICROSOFT. **Mixed Reality Toolkit Packages.** Disponível em: <https://microsoft.github.io/MixedRealityToolkit-Unity/version/releases/2.2.0/Documentation/MRTK_PackageContents.html>. Acesso em: maio 2021.

PEREIRA, Edgard dos Santos et al. Síndrome do túnel do carpo: análise comparativa entre tratamento conservador e cirúrgico. **Rev. bras. ortop**, p. 570-8, 1993.

SANTOS NUNES, Fátima de Lourdes et al. Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades. **Rev. Bras. Eng. Biom**, v. 27, n. 4, p. 243-258, 2011.

SPRING, H.; SCHNEIDER, W.; TRITSCHLER, T. Stretching. **Der Orthopäde**, v. 26, n. 11, p. 981-986, 1997.

TAVARES, Caroline Nogueira et al. Uso do Nintendo® Wii para Reabilitação de Crianças com Paralisia Cerebral. **Revista Neurociências**, v. 21, n. 2, p. 286-293, 2013.

Parecer do professor:

- A escrita não está adequada para artigo científico. Em muitos parágrafos parece mais um tutorial do que um trabalho de conclusão de curso.
- Qual foi a diferença entre o Objeto Geral e o Objetivo específico -> Desenvolver um protótipo de jogo?
- Não fala do processo de desenvolvimento do protótipo do jogo. Não descreve os objetivos desse jogo, as mecânicas, como irá funcionar.
- Segundo a introdução apresentada pelo aluno: “**Sendo assim, a proposta aqui apresentada tem como objetivo oferecer um novo método no apoio de sessões fisioterapêuticas baseado no conceito de gamificação, associado à tecnologia de realidade mista (aumentada e virtual) com o uso do dispositivo Hololens, integrado com o computador a qual deve ser aplicada no tratamento de pacientes com lesões que abrangem desde os dedos das mãos até o antebraço, visando alcançar uma maior eficiência no tempo de tratamento e melhor aceitação do paciente.**”, no resultado final era esperado um protótipo de jogo desenvolvido

pelo mesmo o qual utilizasse o hardware qualificado na pesquisa (foi feito uma carta de alteração). Se os testes foram feitos simulando o Hololens, o trabalho é inconclusivo visto que não pode ser testado nem mesmo pelo próprio aluno.

- Como o tema de estudo envolve a área fisioterapia, é de extrema importância que a pesquisa tenha um profissional / professor com o domínio do assunto o qual possa participar como coorientador.
- Segundo o resumo: “*Este projeto de cunho descritivo teve por objetivo oferecer um novo método no apoio de sessões fisioterapêuticas baseado no conceito de gamificação, associado à tecnologia de realidade mista (aumentada e virtual) com o uso do dispositivo Hololens, integrado com o computador a qual deve ser aplicada no tratamento de pacientes com lesões que abrangem desde os dedos das mãos até o antebraço, visando alcançar uma maior eficiência no tempo de tratamento e melhor aceitação do paciente.*” Esse novo método foi testado? Onde estaria a gamificação nesse novo método?

Parece Final:

O trabalho precisa ser todo refeito. Há inconsistência com a resumo, introdução, os objetivos apresentados e a conclusão. O nível de escrita e a forma o qual o aluno se expressa está ruim para um trabalho acadêmico. Não recomendo que este trabalho seja apresentado dessa maneira.