

AQUÁRIO VIRTUAL: MULTIPLAYER E REALIDADE VIRTUAL

Matheus Waltrich da Silva, Dalton Solano dos Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação

Departamento de Sistemas e Computação

Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

matheuswaltrich@gmail.com, dalton@furb.br

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento do projeto de extensão do projeto Aquário Virtual (LOSADA, 2019), adicionando as funcionalidades de multiplayer e realidade virtual. Este projeto foi desenvolvido na plataforma Unity3D, utilizando a biblioteca mirror, para o multiplayer. Os objetivos de projeto foram atingidos, sendo que o multiplayer e a realidade virtual funcionam corretamente em conjunto. Com um dispositivo executando o ambiente do aquário sendo o host e os demais dispositivos executando o modo de realidade virtual como clientes. Neste projeto, também foi realizado a sincronização de uma câmera do dispositivo host para os dispositivos clientes, sendo necessário fazer conversão da imagem do host em um array de bytes para sincronização deste array para os clientes. Extensões também são possíveis, uma vez que foi desenvolvido a funcionalidade multiplayer e realidade virtual, sendo possível incrementar novas funcionalidades e melhorias nestas duas funcionalidades.

Palavras-chave: Aquário virtual. Multiplayer. Realidade Virtual.

1 INTRODUÇÃO

Para Almeida (2004, p.4) a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação oportuniza romper com as paredes da sala de aula e da escola, integrando-a à comunidade que a cerca, à sociedade da informação e a outros espaços produtores de conhecimento. Tomé (2013) salienta que as tecnologias são imprescindíveis no aprendizado infantil, pois desenvolvem diferenciadas e ricas estratégias, fazendo com que os educandos aprendam de forma lúdica, dinâmica e prazerosa, respeitando suas limitações e individualidades. Um destes recursos da tecnologia da informação que vem se tornando cada vez mais presente na sala de aula é a realidade virtual. Conforme Queiroz (2017) “A tecnologia de Realidade Virtual (RV) vem se tornando bastante popular e acessível sendo natural, dado o seu potencial como ferramenta didática, sua crescente introdução nas salas de aula tradicionais e virtuais.”

Uma forma de se utilizar a realidade virtual é através de simulações, que é bastante utilizada no âmbito educacional. Também é possível utilizar a realidade virtual com Interface de Usuário Tangível (IUT - do Inglês, TUI - Tangible User Interface), como pode-se observar no trabalho Aquário Virtual: Simulador de Ecossistema (LOSADA, 2019). Neste trabalho, o usuário pode utilizar sensores para realizar a alteração de parâmetros do ecossistema do aquário, como temperatura, luminosidade e a alimentação dos peixes. O comportamento dos peixes do simulador do aquário é realizado de forma autônoma respeitando algumas regras básicas da simulação do ecossistema.

Neste trabalho, teremos realidade virtual que é uma tecnologia de interface, utilizada para realizar uma imersão maior, para o usuário no ambiente virtual. Para isso será utilizado o Head Mounted Display (HMD), que é um suporte para a cabeça, na qual vai inserido o smartphone, com executa a simulação. Para a utilização HMD na Unity, tem-se o Cardboard. O Cardboard é um aplicativo de realidade virtual, desenvolvido pela Google, que pode ser utilizado com um suporte de cabeça para o smartphone.

No trabalho irá ser utilizada a função de multiplayer, fazendo com que um smartphone android irá executar o aquário como host e outros dispositivos poderão ser conectar neste host e compartilhar o mesmo ambiente de integrado com a realidade virtual. Para o desenvolvimento do multiplayer, foi utilizada a biblioteca Mirror, que é uma biblioteca gratuita, para o Unity, para desenvolvimento de jogos multiplayer.

A presente proposta tem como objetivo estender o projeto Aquário Virtual: Simulador de Ecossistema (LOSADA, 2019) para que o usuário tenha a percepção do ecossistema pela visão do peixe. Os objetivos específicos são: a) criar uma extensão em realidade virtual com a utilização do cardboard; b) tornar o simulador multijogador; c) utilizar o conceito de avatar para o usuário ter a visão do peixe de dentro do aquário. Será utilizada a tecnologia de cardboard, uma plataforma de realidade virtual desenvolvida pela Google com uma montagem de cabeça para um smartphone. Fazendo com que o usuário tenha uma percepção maior de como as ações no ambiente impactam na vida dos seres do aquário. Terá disponível em conjunto a tecnologia de cardboard a opção de multiplayer, possibilitando que vários usuários possam utilizar o mesmo aquário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentadas as seguintes fundamentações: realidade virtual, multiplayer, o trabalho anterior e os trabalhos correlatos.

2.1 REALIDADE VIRTUAL

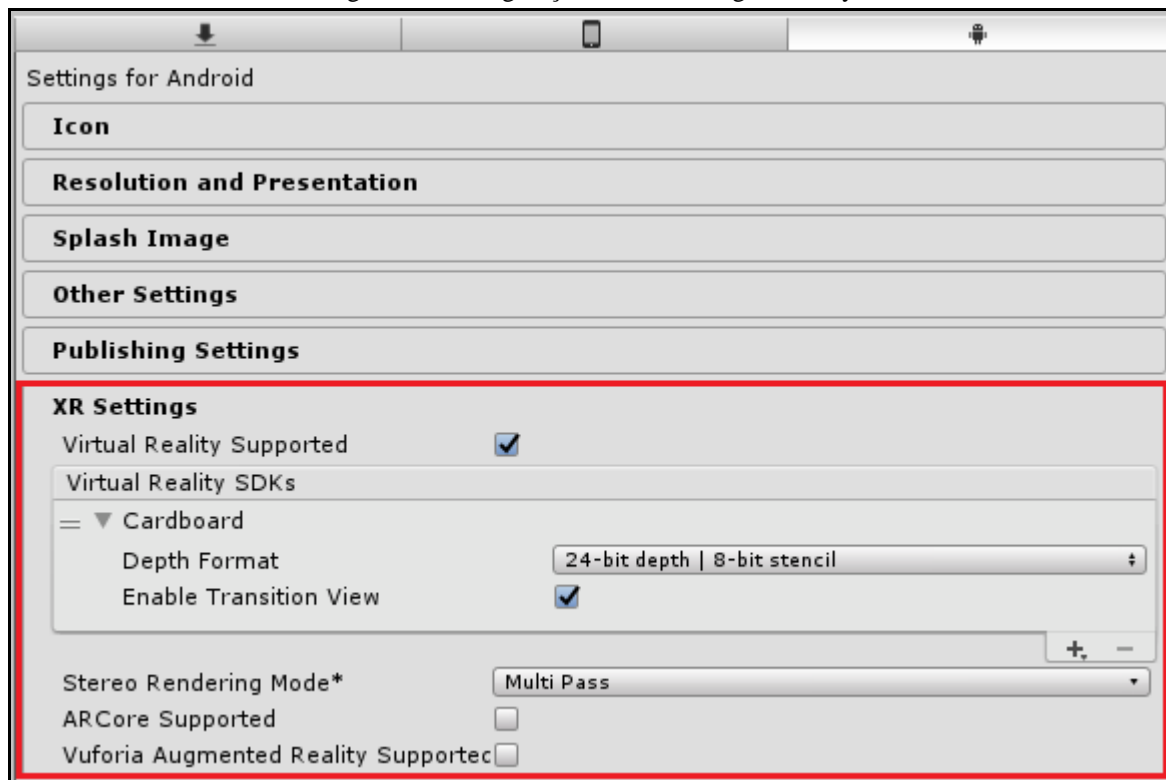
A realidade virtual é uma tecnologia de interface que engana os sentidos do usuário, através de um ambiente virtual criado induzindo efeitos visuais e sonoros. Conforme Queiroz (2017) o potencial de aplicação da realidade virtual na educação vem sendo exaltado desde sua pré-história quando nem mesmo tinha essa denominação. A realidade virtual possibilita ao usuário o sentimento de estar presente no ambiente virtual. Para Baierle e Gluz (2017) a evolução que levou ao surgimento de tecnologias como a Realidade Virtual, leva a cada dia mais pessoas em diferentes áreas de estudo a experimentar simulações tridimensionais devido a sua semelhança física com o mundo real. Conforme Sgobbi et. al (2014), a utilização de tecnologias imersivas permite uma presença virtual na situação de ensino-aprendizagem, garantindo um maior aproveitamento nas atividades propostas.

Uma das formas de utilizar a realidade virtual é através do Head Mounted Display (HMD). O HMD é um dispositivo utilizado em um suporte na cabeça ou como parte de um capacete, que possui um pequeno display óptico em frente aos olhos do usuário (Monocular) ou de cada olho (Binocular). Uma forma de criar uma aplicação no Unity utilizando o HMD é com o Cardboard, conforme Google (2019).

Cardboard é um aplicativo de realidade virtual, desenvolvido pela Google, que pode ser utilizado com um suporte de cabeça para o smartphone, para que o usuário tenha a visão do ambiente virtual de forma imersiva. Nele o usuário pode montar o seu próprio visor com base nas instruções contidas no site da Google ou comprar um visor pronto.

Para o desenvolvimento da realidade virtual no projeto foi utilizada a função nativas da unity através das configurações das propriedades XRSettings do Unity, com estas sendo ativas via script na cena que utiliza a realidade virtual. Ativando esta configuração nas definições de projeto da unity. Na Figura 1 abaixo podemos observar esta configuração na Unity. Conforme mencionando anteriormente para ativar e desativar a realidade virtual no projeto e ativo a propriedade Virtual Reality Supported via script, quando necessário utilizar a realidade virtual.

Figura 1 – Configuração do XR Settings da Unity.



Fonte: elaborado pelo autor.

2.2 MULTIPLAYER

A utilização multiplayer é permitir que vários usuários participem simultaneamente de uma mesma partida em um mesmo ambiente virtual simulado. Segundo Luis et al (2016) a utilização do recurso de multiplayer pode auxiliar a

interação entre os alunos e assim facilitar a relação deles com as atividades. Possibilita assim uma forma diferente de uso onde todos os alunos possam participar simultaneamente.

No motor de jogos Unity é possível desenvolver jogos multiplayer, com recursos que auxiliam o desenvolvimento do jogo. O Unity permite desenvolver jogos com baixa latência, prevenção de trapaças e criação de partidas multiplayer, conforme UNITY (2019).

Conforme Unity (2019), o motor de jogos Unity também fornece exemplos de jogos desenvolvidos para utilização multiplayer, para auxiliar o desenvolvedor no processo de implementação do jogo. Possui recursos para hospedagem de servidores para jogos online, recurso para comunicação de bate-papo tanto por voz quanto por texto e criação de partidas em grupo. Auxiliando o desenvolvimento de jogos multiplayer na ferramenta.

Para o desenvolvimento da funcionalidade multiplayer deste trabalho, foi utilizada uma biblioteca gratuita do Unity, chamada Mirror. Esta biblioteca utiliza os próprios recursos multiplayer da Unity, mas torna a utilização destes recursos mais amigável para o desenvolvedor. Mirror é uma API de alto nível para vários jogadores multiplayer. É um sistema para criar recursos para vários jogadores na plataforma Unity.

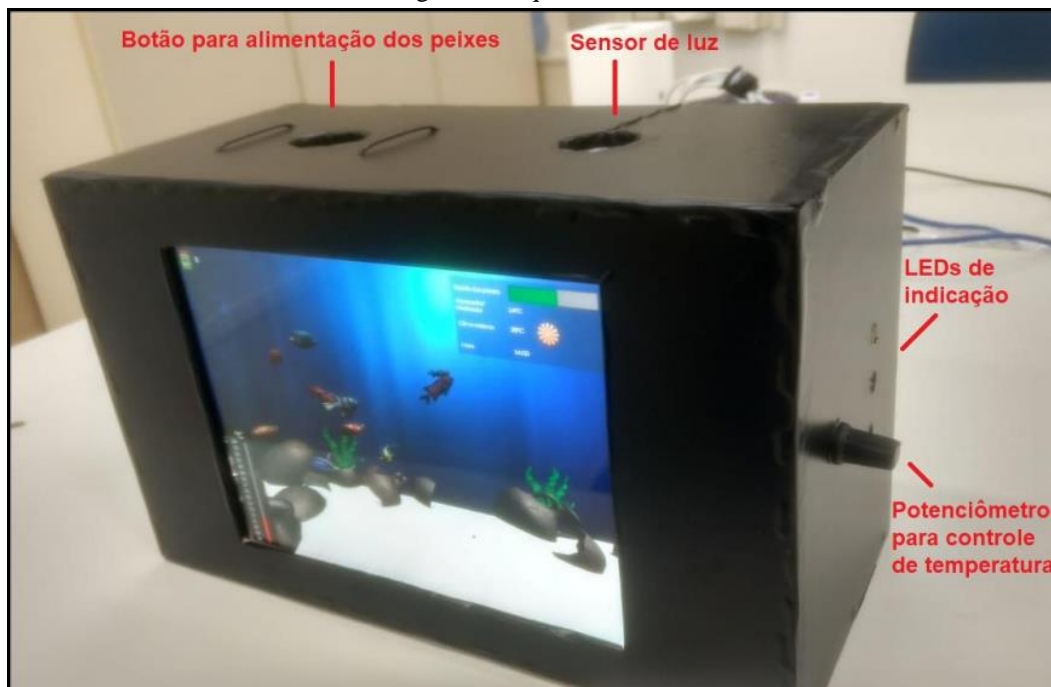
O Mirror, permite fazer com o server seja também um cliente o tornando um host que é um cliente e server ao mesmo tempo, esta arquitetura é a que foi utilizada no projeto, tendo um dispositivo executando o aquário como host e clientes se conectando neste host utilizando a realidade virtual.

2.3 VERSÃO ANTERIOR DO SISTEMA

Na versão anterior do sistema tem-se o aquário virtual desenvolvido na plataforma Unity3D utilizando a linguagem de programação C# para implementação de comportamentos (LOSADA, 2019). O simulador foi desenvolvido utilizando o *asset* AIFishes (UNITY, 2019) como base, obtendo assim os peixes em 3D com alguns comportamentos padrões. Também utiliza o recurso de Interface de Usuário Tangível (IUT), para interação com o aquário virtual.

Na Figura 2 tem-se a caixa desenvolvida para o portar o tablet e o IUT, consta um botão para realizar a alimentação dos peixes, um sensor para verificar a luz do ambiente externo, leds de indicação e um potenciômetro para controle da temperatura.

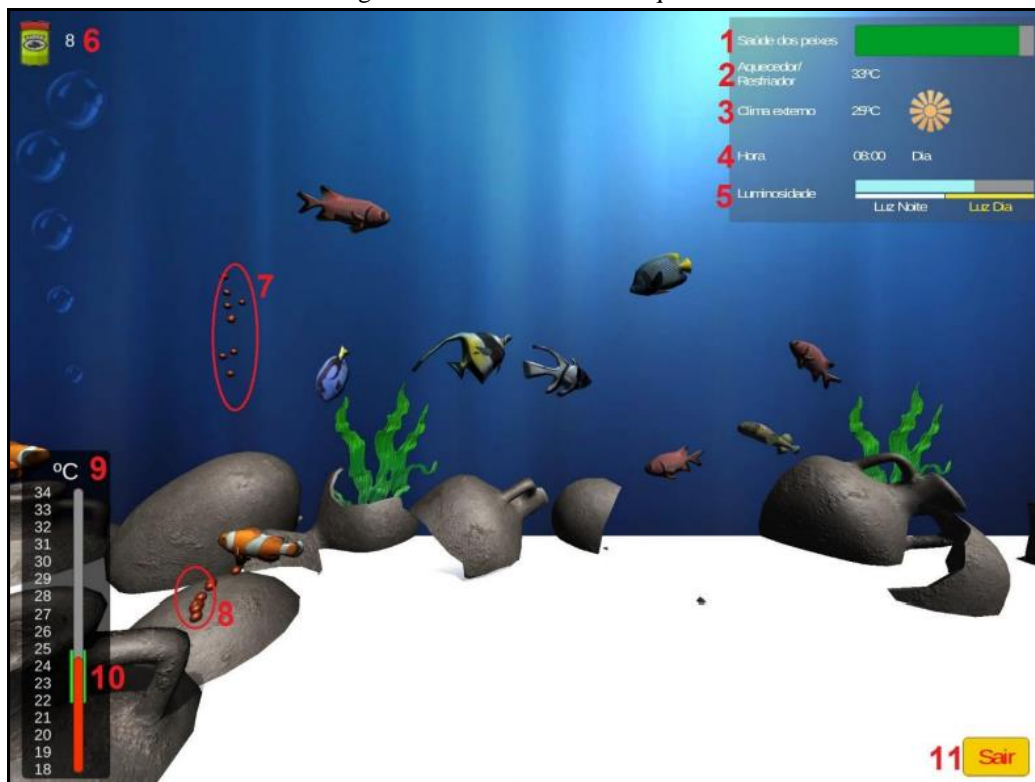
Figura 2 - Aquário Virtual



Fonte: Losada (2019).

No simulador tem-se indicadores para informar a situação da saúde dos peixes do ambiente do aquário virtual, consta a saúde dos peixes(1), aquecedor/resfriador(2), clima externo(3), hora(4), luminosidade(5), comidas(6) e termômetro(9). Esses indicadores são utilizados para verificar a saúde dos peixes e o ambiente do aquário virtual, como pode-se observar na Figura 3.

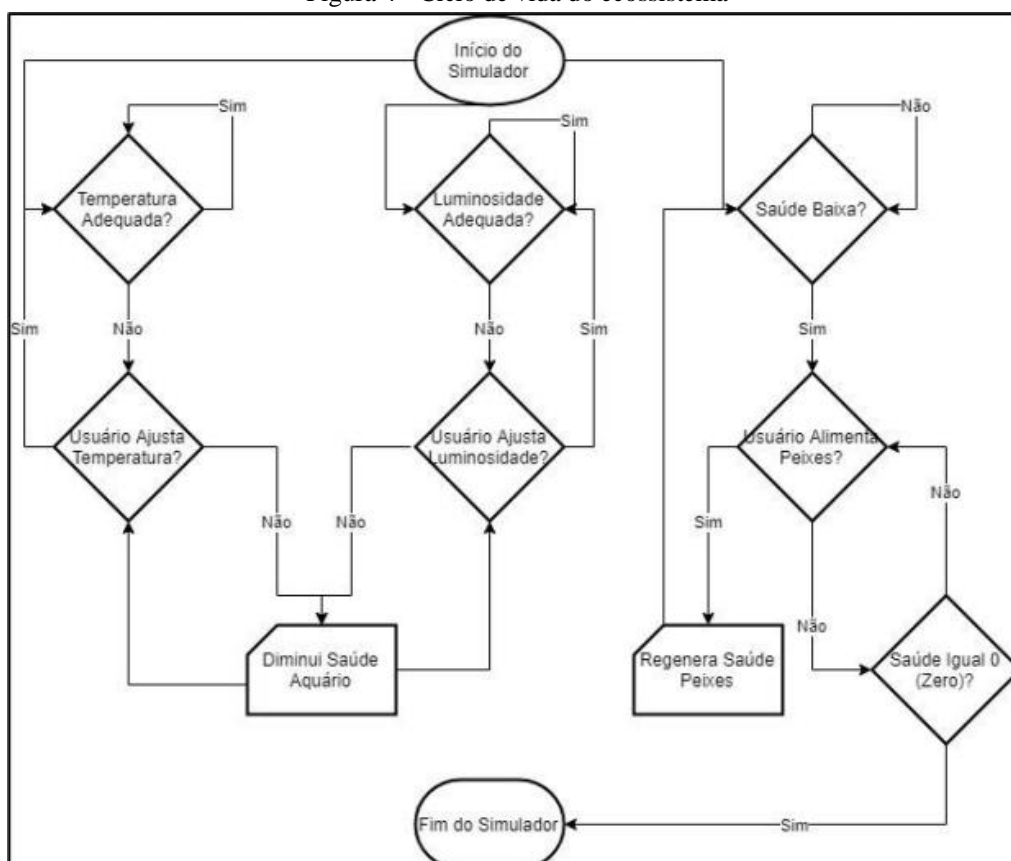
Figura 3 – Informativos do Aquário



Fonte: Losada (2019).

Na Figura 4 tem-se o ciclo de vida do ecossistema do aquário virtual. A simulação inicia em Início do simulador, verificando a temperatura, luminosidade e saúde dos peixes.

Figura 4 - Ciclo de vida do ecossistema



Fonte: Losada (2019).

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Serão apresentados os trabalhos que foram criadas aplicações em realidade virtual com o foco na educação. O primeiro trabalho é Metáforas para o Ensino de Ciências em Ambientes de Realidade Virtual (SILVA; PIO, 2017), que consiste em utilizar a realidade virtual no ensino de ciências. O segundo trabalho Watt: Imersão 3D Compartilhada e Acessível na Realidade Virtual do Surgimento da Revolução Industrial (BAIERLE; GLUZ, 2017) que utiliza a realidade virtual para apresentar o ambiente da revolução industrial. O terceiro trabalho é VRCircuit: Realidade Virtual aplicada ao Ensino de Circuitos Elétricos (SANCHES et al., 2017) que utiliza a realidade virtual para ensinar o funcionamento de circuitos elétricos.

Neste trabalho Silva e Pio (2017), utilizam metáforas no ambiente de realidade virtual para o ensino de ciências. De acordo com Silva e Pio (2017), metáfora é a técnica de colocar um símbolo no lugar de outro com a finalidade de promover a comunicação efetiva e gerar interação com domínios distintos. O trabalho utilizou o jogo The Expanse VR, cujo enredo é um suspense de ficção científica em que os seres humanos colonizaram Marte e os cintos de asteroides externos. Utilizou o dispositivo de realidade virtual Gear Reality Virtual Headset da Samsung disponível na plataforma Android para o Smartphone Samsung modelo S7, para aumentar a imersão do usuário no mundo virtual.

No Quadro 1 abaixo, podemos ver as características principais deste trabalho, que aborda um ambiente de realidade virtual no espaço para o aprendizado de ciências.

Quadro 1 – Silva e Pio - Metáforas Para O Ensino De Ciências Em Ambientes De Realidade Virtual

Referência	Silva e Pio (2017).
Objetivos	Simular um ambiente do espaço, para o aprendizado de ciências, utilizando a técnica de metáforas.
Principais funcionalidades	Utilizada a realidade virtual, com a técnica de metáforas para ensinar ciências.
Ferramentas de desenvolvimento	Para o desenvolvimento deste projeto foi utilizado o Expanse VR e utilizado o dispositivo de realidade virtual Gear Reality Virtual Headset da Samsung.
Resultados e conclusões	Os objetivos do trabalho foram atingidos. Conforme Silva e Pio (2017), a abordagem mostrou-se capaz de auxiliar ao professor de forma diferenciada e envolvendo todos os alunos no processo, agregando conceitos e situações próximas da realidade.

Fonte: elaborado pelo autor.

Neste trabalho Baierle e Gluz (2017), realizaram o desenvolvimento de um mundo virtual chamado WATT que se apresenta como uma alternativa de ensinar História, ajudando no ensino a respeito dos processos sociais, econômicos, científicos e tecnológicos durante o surgimento da Revolução Industrial, os jogadores podem imergir em um mundo virtual da revolução industrial de forma multijogador. Segundo Baierle e Gluz (2017), para o desenvolvimento do WATT foi utilizado o simulador de mundos virtuais 3D OpenSim e o ambiente de programação de agentes inteligentes VirtuALog. O OpenSim possui integração com vários bancos de dados; para o desenvolvimento do WATT foi utilizado o banco de dados SQLite. A interface de comunicação do servidor OpenSim com a rede é realizada via HTTP e UDP. O gerenciamento dos personagens não jogáveis (do Inglês, NPC - Non-player characters) no mundo virtual WATT fica a cargo do VirtuALog, em um ambiente de programação Prolog que usa a biblioteca OpenMetaverse.

No Quadro 2 abaixo, podemos ver as características principais deste trabalho, que aborda um ambiente com realidade virtual e multiplayer, para o aprendizado do ambiente da revolução industrial na história.

Quadro 2 – Baierle e Gluz - WATT

Referência	Baierle e Gluz (2017).
Objetivos	Simular um ambiente da história da revolução industrial, com realidade virtual e multiplayer, para auxiliar no ensino deste assunto.
Principais funcionalidades	Utilizada a realidade virtual, com o multiplayer, para o usuário poder visualizar o ambiente virtual situado na revolução industrial.
Ferramentas de desenvolvimento	para o desenvolvimento do WATT foi utilizado o simulador de mundos virtuais 3D OpenSim e o ambiente de programação de agentes inteligentes VirtuALog.
Resultados e conclusões	Os objetivos do trabalho foram atingidos. Conforme Baierle e Gluz (2017), os experimentos realizados com o mundo WATT, mostram evidências que seu emprego pode trazer um incremento de qualidade na aprendizagem da História.

Fonte: elaborado pelo autor.

Neste trabalho Sanches et al. (2017), realizaram o desenvolvimento de ambiente virtual para o ensino do funcionamento de circuitos elétricos. Para o desenvolvimento do ambiente virtual foi utilizada a ferramenta Unity 3D na versão 5.5.2. Sanches et al. (2017) realizaram o desenvolvimento deste jogo com o objetivo de criar uma abordagem mais lúdica e diferente do ensino tradicional de circuitos eletrônicos. O jogador tem uma visão em primeira pessoa do

ambiente Virtual. O jogo inicia com o usuário, que pode mudar de acordo com a dificuldade definida pelo jogador. Cada cenário tem uma proposta de circuito elétrico para estudo. No início da fase são apresentados os problemas que devem ser corrigidos pelo jogador, sendo utilizados os conceitos de física que foram estudados em sala. O personagem pode ser controlado pelo mouse ou por um controle, podendo se movimentar e rotacionar pelo cenário, consultar a todo instante materiais com conceitos de física.

No Quadro 3 abaixo, podemos ver as características principais deste trabalho, que um ambiente de uma residência, com problemas elétricos, para o aprendizado de elétrica.

Quadro 3 – Sanches et al. - Vrcircuit: Realidade Virtual Aplicada Ao Ensino De Circuitos Elétricos

Referência	Sanches et al. (2017).
Objetivos	Simular um ambiente de uma residência com problemas elétricos a serem resolvidos pelo usuário, para o aprendizado de elétrica.
Principais funcionalidades	Utilizada a realidade virtual, para o usuário poder visualizar o ambiente virtual da residência com problemas elétricos a serem resolvidos e com isso ter uma aprendizagem pratica sobre o assunto ensinado.
Ferramentas de desenvolvimento	para o desenvolvimento utilizada a ferramenta Unity 3D na versão 5.5.2.
Resultados e conclusões	Os objetivos do trabalho foram atingidos. Conforme Baierle e Gluz (2017), após testes realizados com alunos jogando o VRCircuit, foi verificado que o mesmo pode vir a colaborar fortemente no processo de ensino/aprendizagem.

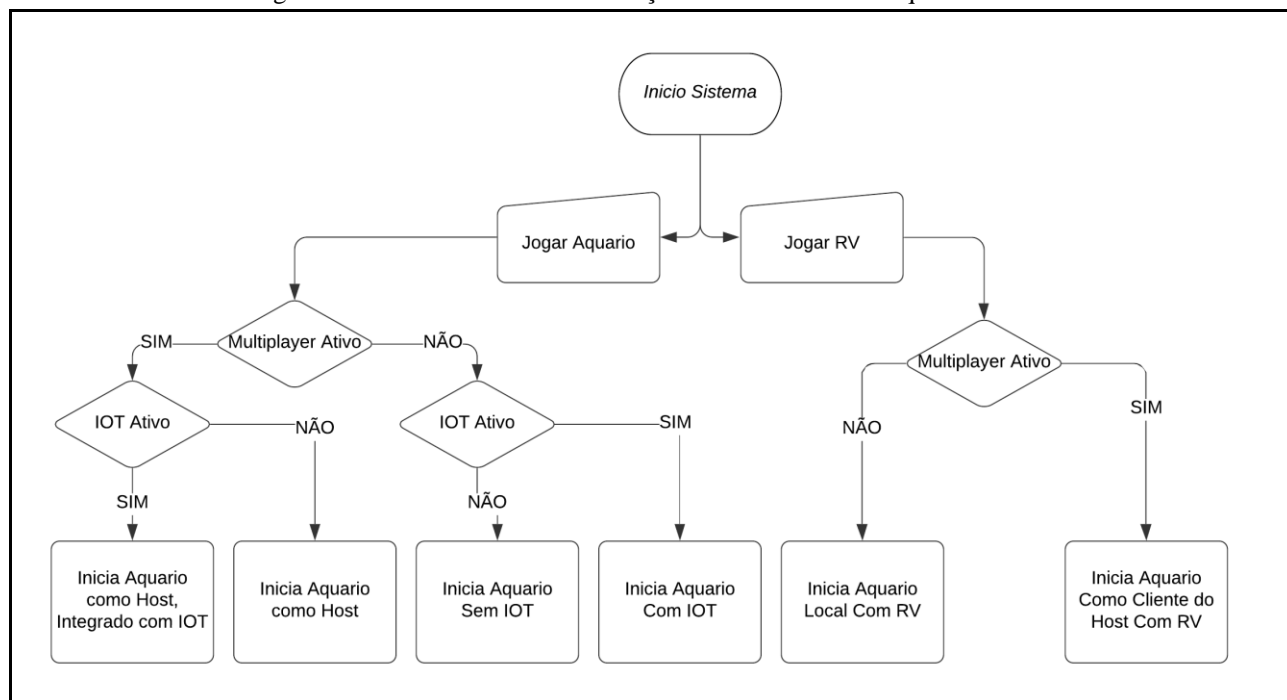
Fonte: elaborado pelo autor.

3 DESCRIÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas algumas informações sobre o desenvolvimento do trabalho. Este projeto foi dividido em duas partes, primeiro a realidade virtual e depois o multiplayer.

Em relação ao desenvolvimento do trabalho algumas funcionalidades e regras do ambiente virtual ainda continuam com as regras definidas pelo projeto do Losada (2019), que podemos observar na Figura 3. Foi alterado o ciclo de chamada do aquário, para compatibilizar as funcionalidades já existentes do aquário, para ativar ou desativar a integração com o IOT e a utilização do multiplayer, sendo adicionado também um botão para executar o aquário em modo VR. Na Figura 5, abaixo podemos observar o novo fluxo de chamada do aquário no projeto, de forma que o aquário é ativo de formas diferentes conforme é configurado na tela de configuração do sistema.

Figura 5 – Fluxo Grama de inicialização do ecossistema do aquário virtual.

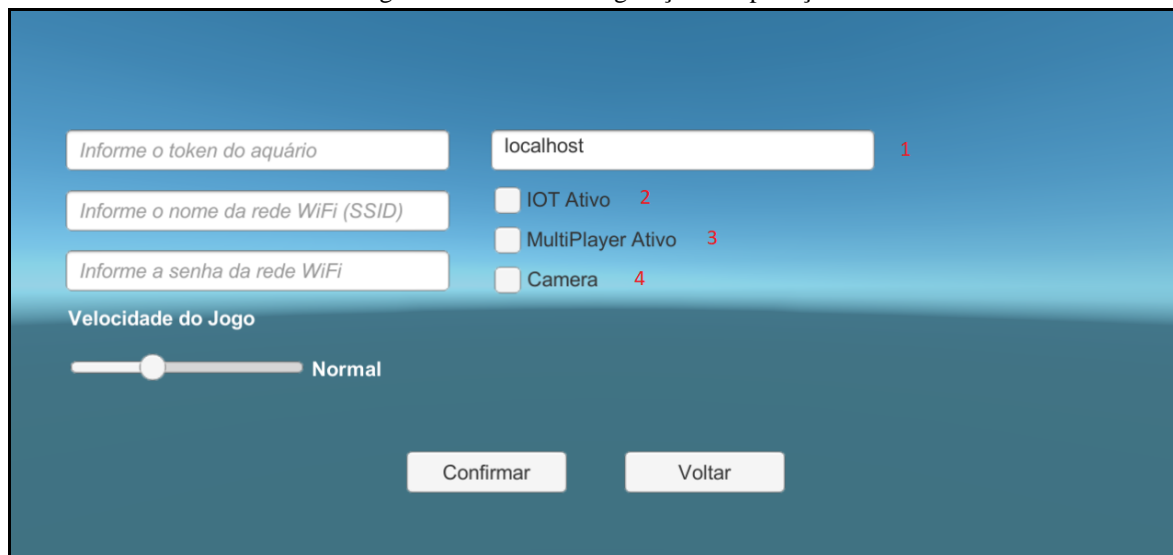


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para poder compatibilizar o projeto anterior, com as novas funcionalidades, foram adicionadas algumas novas configurações. Na figura 6 abaixo, podemos observar as novas configurações que foram adicionadas ao projeto. O item 1 da figura é um campo que foi adicionado para configurar o ip do host, dispositivo que vai estar rodando o aquário. O

item 2 da figura é uma configuração para ativar ou desativar a integração com o IOT, possibilitando ao usuário utilizar a aplicação, mesmo sem o dispositivo IOT. O item 3 da imagem é uma configuração para ativar ou desativar o multiplayer, possibilitando ao usuário utilizar a aplicação, sem o multiplayer. O item 4 da imagem, é uma configuração para ativar a câmera de desenvolvimento, esta configuração inverte o lado do aquário que a câmera é apresentada. Esta configuração foi adicionada, para facilitar os testes durante o desenvolvimento.

Figura 6 – Tela de configuração da aplicação

A tela de configuração da aplicação possui um fundo azul com uma transição de cor. No topo, há três campos de entrada para configuração de rede: "Informe o token do aquário", "Informe o nome da rede WiFi (SSID)" e "Informe a senha da rede WiFi". À direita desses campos, há um campo de entrada para o endereço IP, contendo "localhost", com o número "1" em vermelho ao lado. Abaixo desses campos, há três opções de configuração com caixas de seleção: "IOT Ativo" com o número "2" em vermelho, "MultiPlayer Ativo" com o número "3" em vermelho, e "Camera" com o número "4" em vermelho. Abaixo das opções, há um slider para "Velocidade do Jogo" com o valor "Normal" selecionado. No rodapé, há dois botões: "Confirmar" e "Voltar".

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela inicial da aplicação, foi adicionado um novo botão chamado Jogar RV e alterado o nome do botão original, para jogar aquário. Como podemos ver na Figura 7 abaixo. O botão jogar aquário quando desmarcada a opção multiplayer, inicia a mesma aplicação do projeto original, sem o multiplayer. O botão jogar RV, com a opção multiplayer desmarcada, inicia a aplicação no modo de realidade virtual, sem o multiplayer. Com a opção multiplayer ativa, o botão jogar aquário inicia um host, já com um peixe iniciado. O botão jogar RV, inicia um cliente no ip que está configurado no campo server, este cliente utilizando a realidade virtual.

Figura 7 – Tela inicial da Aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o desenvolvimento da realidade virtual no projeto foi adicionado uma câmera no peixe que o segue e foi convertida esta câmera para que seja apresentada utilizando a funcionalidade de realidade virtual. Foi realizada a criação de um script para que a câmera acompanhasse o peixe durante o seu percurso no aquário virtual. Podemos observar no quadro 4 abaixo o código desenvolvido para este fim.

Quadro 4 – Script para que a câmera acompanhe o peixe

```
public GameObject alvo;
public GameObject cameraposicao;

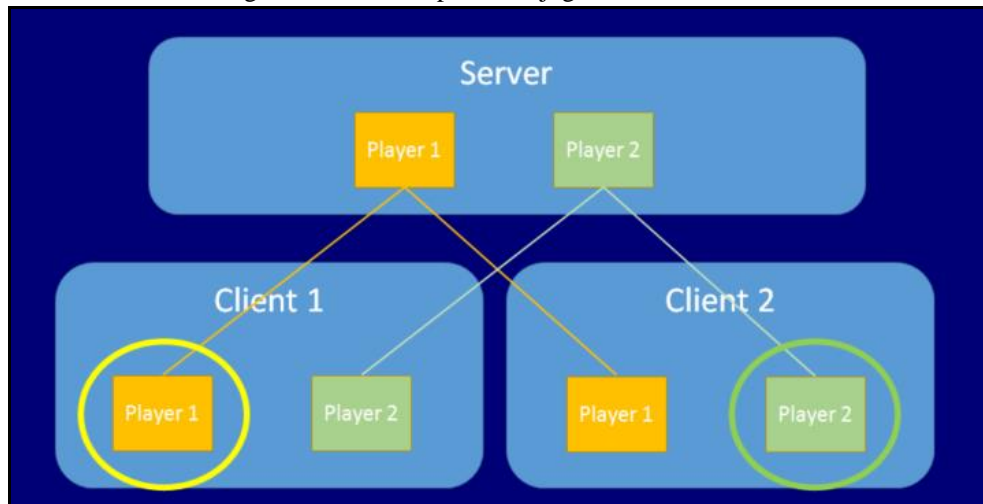
// Update is called once per frame
void Update()
{
    transform.LookAt(alvo.transform);
    transform.position = cameraposicao.transform.position;
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para ativar a câmera em modo de realidade virtual foi utilizada a propriedade XRSettings, da Unity que controla a ativação de desativação da realidade virtual.

A biblioteca Mirror realiza o espelhamento dos players entre os vários clientes. Sendo controlado pelo servidor host. Na Figura 8, podemos observar um pouco, como esta arquitetura funciona, com o server, espelhando os dois players nos clientes.

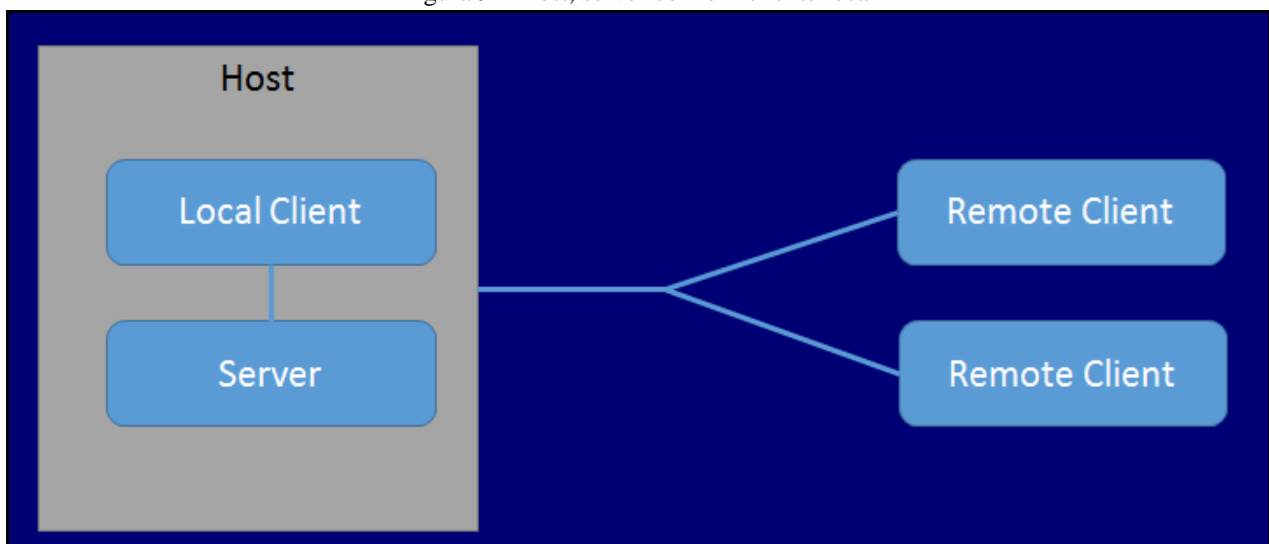
Figura 8 – Server espelhando jogadores nos clientes



Fonte: Mirror. (2020).

Com o mirror também é possível que o server seja um server com um cliente, chamado de host. O host é um server com um cliente local iniciado, juntamente com o server, conforme podemos observar na Figura 9 abaixo. Neste caso a aplicação não possui um servidor dedicado, um dos clientes faz o papel de server também. Neste projeto foi utilizada esta arquitetura, pois o aquário é um host, possui um server e um cliente local.

Figura 9 – Host, server com um cliente local



Fonte: Mirror. (2020).

No desenvolvimento do trabalho, foi necessário realizar o compartilhamento da câmera no dispositivo host para os clientes, mas para isto foi encontrado duas limitações da biblioteca mirror. Primeiro o mirror somente realiza a sincronização da posição do objeto, não da sua textura, e de variáveis primitivas como por exemplo int. Para realizar esta sincronização foi necessário a cada frame converter a imagem da câmera em pixel e salvar em uma imagem separada e após isso converter esta imagem em um array de bytes. Como podemos observar no script do quadro 5 abaixo, são obtidos os pixels da câmera e salvos na variável “photo”. Após isso é reduzida a resolução da imagem em 25% do tamanho original, para poder ter um array de bytes pequeno o suficiente para ser sincronizado. Após isso é convertida a imagem para o array de bytes e este é salvo na variável inventory que é sincronizada entre os clientes do host.

Quadro 5 – Script para capturar a imagem da câmera e converter em array de bytes

```
Texture2D photo = new Texture2D (width, height, TextureFormat.RGB24, false);
photo.SetPixels (backCam.GetPixels ());
photo.Apply ();
TextureScale.Bilinear (photo, width / 4, height / 4);
byte[] t = photo.EncodeToJPG ();
item.back = t;
if (t.LongCount () < 10000) {
    inventory.Clear ();
    inventory.Add (item);
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos clientes do host foi desenvolvido um script, para converter o array de bytes novamente em imagem. Podendo assim aplicar esta imagem na textura do objeto de parede do aquário gerando o efeito de vidro, possibilitando ver fora do aquário. Conforme podemos observar o script no quadro 6 abaixo, é criada uma variável local chamada também de photo e uma variável local chamada “t”, na variável local “t” é atribuído o array de bytes que foi sincronizado e utilizado este array, para converter novamente a imagem na variável photo. Após convertida a imagem é atribuída a textura do objeto, que está com este script atribuído.

Quadro 6 – Script para converter o array de bytes novamente em imagem.

```
Texture2D photo = new Texture2D (width / 4, height / 4, TextureFormat.RGB24, false);
byte[] t = inventory[0].back;
photo.LoadImage (t);
GetComponent<Renderer> ().material.mainTexture = photo;
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

O projeto desenvolvido neste artigo teve os resultados esperados alcançados, sendo realizada a integração entre o multiplayer e a realidade virtual, possibilitando utilizar os dois recursos, juntamente com o projeto já existente do Losada (2019). Os testes do projeto foram realizados no decorrer do desenvolvimento do projeto. Com o Host sendo executado em um celular Samsung A30 e os clientes executados em um notebook Acer. Foi colocado 2 clientes juntamente com o host, totalizando 3 peixes em modo multiplayer no aquário. O projeto foi limitado para 4 clientes, devido a limitações de hardware.

Com relação ao multiplayer, para realizar estes em uma rede não local, seria necessário liberar a porta 7777, configurada para a comunicação multiplayer, na biblioteca Mirror. Devido a ter um roteador bloqueado não foi possível realizar esta liberação de porta, desta forma foi realizada a criação de uma máquina virtual na Amazon e liberada a porta 7777 e executado o host nesta máquina virtual e foi possível se conectar com os clientes, com isso podemos concluir que a funcionalidade multiplayer atende tanto redes locais e não locais, tendo em vista que para conexão com rede não local é necessário ter a parte 7777 liberado na rede do host.

Em relação a realidade virtual foram realizados diversos testes com um celular Samsung A30, que demonstraram a utilização da realidade virtual tranquila e fluida neste dispositivo, tanto executando o aquário em modo de realidade virtual com o multiplayer ativo ou não.

5 CONCLUSÕES

Os resultados esperados foram alcançados no desenvolvimento deste projeto. Houve o desenvolvimento do Aquário Virtual como um simulador de ecossistema com a funcionalidade multiplayer e da realidade virtual, demonstrando funcionar bem em conjunto.

A biblioteca Mirror se mostrou eficiente para o desenvolvimento de aplicações multiplayer e fácil utilização e aprendizado. Esta biblioteca se mostrou muito poderosa para o desenvolvimento de aplicações multiplayer, pois permite

manter sincronizados n clientes com o servidor, contanto que o servidor contenha desempenho para tal. A biblioteca permite sincronizar a animação e posição do player entre os vários clientes, de forma transparente para o desenvolvedor facilitando o desenvolvimento de aplicações multiplayer.

Mesmo que os objetivos do projeto tenham sido alcançados com sucesso, ainda há a possibilidade de extensão, conforme abaixo.

- a) Alterar o sistema para permitir que o usuário consiga controlar o peixe com a orientação da visão da realidade virtual, atualmente o projeto mantém a movimentação do peixe autônoma e o usuário apenas acompanha o peixe nadando pelo aquário.
- b) Adicionar áudio e compartilhar com os clientes no multiplayer.
- c) Adicionar novas funções ao ambiente de aquário, como objetivos que o usuário precisa cumprir para manter o peixe vivo.
- d) trabalhar o ecossistema incluindo novas variações, como poluição, por exemplo;

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. **Tecnologia de Informação e Comunicação na Escola**: novos horizontes na produção escrita (2004). Disponível em: http://www.eadconsultoria.com.br/matapoio/biblioteca/textos_pdf/texto24.pdf . Acesso em: 12 de set. 2019.
- BAIERLE, Ivan Luis Feix, Lopes et al.; GLUZ, João. Watt: Imersão 3D Compartilhada e Acessível na Realidade Virtual do Surgimento da Revolução Industrial, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2017. Rio Grande do Sul. **Anais...** SBIE 2017. 585. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7587/5383>. Acesso em: 12 set. 2019.
- CARDBOARD, **Google**. 2019. Disponível em: https://arvr.google.com/intl/pt-BR_pt/cardboard/. Acesso em: 18 out. 2019.
- LOSADA, Flávio Omar. **Aquário Virtual**: Simulador De Ecossistema. 2019. Disponível em: http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2019_1_flavio-omar-losada_monografia.pdf . Acesso em: 12 de set. 2019.
- LUIS, Edwyn et al. Desenvolvimento e avaliação de um jogo multiplayer voltado à prática de atividades em sala de aula, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2016. Rio Grande do Norte. **Anais...** SBIE 2016. 647. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6746/4633>. Acesso em: 12 set. 2019.
- MIRROR, **Mirror**. 2020. Disponível em: <https://mirror-networking.com/docs/General/index.html>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- QUEIROZ, Anna Carolina; TORI, Romero; NASCIMENTO, Alexandre. Realidade Virtual na Educação: Panorama das Pesquisas no Brasil, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2017. São Paulo. **Anais...** SBIE 2017. 203. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7549/5345>. Acesso em: 12 set. 2019.
- SANCHES, Pablo; FAÊDA, Leonardo; MACHADO, Alex. VRCircuit: Realidade virtual aplicada ao ensino de circuitos elétricos, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2017. Minas Gerais. **Anais...** SBIE 2017. 887. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7617/5413>. Acesso em: 18 out. 2019.
- SGOBBI, Fabiana Santiago et al. Interação com artefatos e personagens artificiais em mundos virtuais, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2014. Rio Grande do Sul. **Anais...** SBIE 2014. 642. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2994/2505>. Acesso em: 12 set. 2019.
- SILVA, Simon Jeferson Silva e; PIO, José Luiz. Metáforas para o Ensino de Ciências em Ambientes de Realidade Virtual, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), [S.l.], 10, 2017. Amazonas. **Anais...** SBIE 2017. 725. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7601/5397>. Acesso em: 12 set. 2019.
- TOMÉ, Thalita. **A importância da Tecnologia no aprendizado infantil**. DINO - Divulgador de notícias. 2013. Disponível em: <https://www.dino.com.br/releases/a-importancia-da-tecnologia-no-aprendizado-infantil-dino8902670131>. Acesso em: 12 set. 2019.
- UNITY. **Unity AssetStore**. 2019. Disponível em: <https://unity.com/products/core-platform>. Acesso em: 12 set. 2019.