

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

GUSTAVO SILVESTRE DOS SANTOS

**SISTEMA SOLAR: ambiente em realidade virtual
para uso educacional**

BAURU
2022

GUSTAVO SILVESTRE DOS SANTOS

**SISTEMA SOLAR: ambiente em realidade virtual
para uso educacional**

Monografia de Iniciação Científica
apresentado a Pró-Reitoria de Pesquisa e
Pós-graduação do Centro Universitário
Sagrado Coração, sob orientação do Prof.
Me. Vinicius Santos Andrade.

BAURU
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
de acordo com ISBD

Santos, Gustavo Silvestre Dos

S237s

Sistema Solar: ambiente em realidade virtual para uso
educacional / Gustavo Silvestre Dos Santos. -- 2022.
44f. : il.

Orientador: Prof. M.e Vinicius Santos Andrade

Monografia (Iniciação Científica em Faculdade de
Ciência da Computação) - Centro Universitário Sagrado
Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Realidade Virtual. 2. Sistema Solar. 3. Android. 4.
Educação. 5. Unity. I. Andrade, Vinicius Santos. II. Título.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Me. Vinicius Santos Andrade que sempre esteve disposto a me auxiliar e guiar meu trabalho para que, mesmo em meio a tantas mudanças, conseguisse ser concluído.

Também gostaria de agradecer à minha família, aos meus pais, Odete e Lucimar, minha irmã Isadora por toda força e apoio que me ofereceram, além de serem fonte de inspiração e força.

Agradeço em especial o Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO) por contemplar este projeto com bolsa do Fundo de Amparo à Pesquisa do UNISAGRADO (FAP/UNISAGRADO).

RESUMO

Com o avanço da tecnologia é comum o uso de sistemas computacionais nas mais diversas áreas, tais como: jogos digitais, educação, publicidade e propaganda, construção civil, arquitetura etc. Além disso, a tecnologia junto às metodologias ativas no ensino possibilita que atividades tediosas ou até mesmo cansativas, por exemplo, sejam executadas de forma mais agradável e dinâmica, fazendo com que seu uso se torne um diferencial. Diante dessa realidade e do aumento do uso de ambientes de Realidade Virtual (RV), principalmente voltados à educação. O trabalho apresenta uma aplicação em RV para auxiliar o ensino de conteúdos relacionados ao sistema solar. Obteve-se como resultado principal desta pesquisa um aplicativo em RV para plataforma *mobile*.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Sistema Solar. Android. Educação. Unity.

ABSTRACT

With the advancement of technology, it is common to use computer systems in the most diverse areas, such as: digital games, education, advertising and propaganda, civil construction, architecture, etc. In addition, technology together with active teaching methodologies makes it possible for tedious or even tiring activities, for example, to be performed in a more pleasant and dynamic way, making its use a differential. Faced with this reality and the increase in the use of Virtual Reality (VR) environments, mainly aimed at education. The work aims at an application in VR to help the teaching of contents related to the solar system. The main result of this research was an application in VR for mobile platform.

Keywords: Virtual Reality. Solar system. Android. Education. Unity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Camadas de abstração	4
Figura 2 - Óculos de realidade virtual. (a) dispositivo mais simples e de menor custo. (b) dispositivo mais sofisticado e de custo mais elevado	7
Figura 3 - funcionamento do 3DoF	7
Figura 4 - Etapas que compõem a criação de um sistema de realidade virtual	9
Figura 5 - Popularidade de sistemas operacionais mobile no terceiro trimestre do 2019	10
Figura 6 - Pilha de softwares do Android	11
Figura 7 - Relação entre Jogos Sérios e educação	12
Figura 8 - Jogo de tabuleiro “Desbravando o Sistema Solar”	14
Figura 9 - Jogo “Conhecendo o sistema solar”	14
Figura 10 - Multidisciplinaridade na construção de ambientes baseados em RV	17
Figura 11 - Ambiente geral com os principais astros	23
Figura 12 - Ambiente de Saturno	24
Figura 13 - Sistema de mensagens	24
Figura 14 - Teste em smartphone	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Informação e elementos de cada ambiente. As mensagens estão numeradas na ordem que elas aparecem em cada ambiente.

25

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

3D	Tridimensional
5Rs	Repensar, Reduzir, Recusar, Reutilizar e Reciclar
API	<i>Application Programming Interface</i>
DoF	<i>Degree of Freedom</i>
RV	Realidade Virtual
RA	Realidade Aumentada
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
X3D	<i>Extensible 3D</i>
HDM	<i>High-Definition Multimedia</i>
iOS	Sistema Operacional dos produtos da <i>Apple</i> , como <i>iPhone</i>
2D	Bidimensional
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PC	<i>Personal Computer</i>
TB	<i>Terabyte</i>
DVD	Digital Video Disc/ <i>Digital Versatile Disc</i>
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
GB	<i>Gigabytes</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA	4
1.1	REALIDADE VIRTUAL	4
1.1.1	<i>Modelagem para modelagem de ambientes de realidade virtual</i>	5
1.1.2	<i>Dispositivos de realidade virtual</i>	6
1.1.3	<i>Sistemas de realidade virtual</i>	8
1.1.4	<i>Unity e realidade virtual</i>	9
1.2	PLATAFORMA MOBILE	10
1.3	JOGOS COMO FERRAMENTA DE ENSINO	11
1.3.1	<i>Jogos sérios</i>	12
1.4	TRABALHOS RELACIONADOS	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	METODOLOGIA	19
4.1	CRIAÇÃO DE APLICATIVO PARA REALIDADE VIRTUAL COM UNITY	20
4.2	TESTES E ANÁLISE DE RESULTADOS	20
4.3	REDAÇÃO FINAL E APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	20
5	DESENVOLVIMENTO	22
6	RESULTADOS	23
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
8	ORÇAMENTO	33
9	REFERÊNCIAS	34
10	ANEXO I - CARTA DE DISPENSA DE APRESENTAÇÃO AO CEP OU CEUA	37

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção traz uma fundamentação básica sobre os temas que serão trabalhados no projeto.

1.1 REALIDADE VIRTUAL

O termo Realidade Virtual (RV) é bastante abrangente os autores Latta; Oberg (1994) a definem como uma interface que simula um ambiente real, permitindo às pessoas visualizar e manipular representações complexas. O autor Hancock (1995) a define como a forma mais avançada de interface criada até o momento para interação com o computador. Outros autores Burdea; Coiffert, (1994); Jacobson (1993); Kruerger, (1993) afirmam que RV é uma técnica avançada de interface que permite ao usuário realizar navegação, interação em um ambiente tridimensional (3D) gerado por computador, utilizando canais multissensoriais de forma imersiva.

Aplicações gráficas 3D necessitam de esforço computacional considerável para processá-las. A fim de garantir portabilidade e fazer com que a aplicação não se torne fortemente dependente do poder de processamento (hardware), optou-se por um modelo de desenvolvimento que utiliza o conceito de camadas de abstração sobreposta. (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). A Figura 1 exibe tais camadas.

Figura 1 – Camadas de abstração



Fonte: Tori; Kirner; Siscoutto (2006).

A camada “Hardware Gráfico” corresponde a um dispositivo de saída gráfica. Com o dispositivo gráfico em funcionamento, a camada do “Sistema Operacional” deve ser configurada. Ela fará o gerenciamento do hardware gráfico, além possibilitar maior portabilidade na camada da “Biblioteca Gráfica” que, por sua vez, concede

suporte aos “Pacotes de RV”, tornando assim, possível a criação de aplicações para RV. (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

1.1.1 Modelagem para modelagem de ambientes de realidade virtual

Existem diversas ferramentas voltadas em modelagem de ambientes virtuais, a seguir são citadas algumas delas:

- a) VRML;
- b) Blender;
- c) Java 3D; e
- d) X3D.

O VRML é o modelo mais tradicional e que foi responsável pela propagação da criação de ambientes virtuais. A linguagem surgiu em 1996 e se tornou padrão para o desenvolvimento de RV para época. Seus arquivos possuem extensão .wrl e rodam em navegadores com o apoio de um *plug-in*. Projetos feitos em VRML dependem da notação “#VRML 2.0 utf8” em seu cabeçalho e sua omissão impossibilita o *plug-in* do navegador de ler o arquivo em questão, a partir dele é possível modelar e exibir o resultado em dispositivos de RV. (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Resultante da revisão da especificação ISSO VRML97, surgiu o X3D que pode ser considerado uma *Application Programming Interface*¹ (API) voltada para o desenvolvimento de ambientes de RV. Por conta da sua relação com o VRML, surgiram softwares específicos para converter códigos feitos em VRML para X3D, porém, não se recomenda tal prática, visto que dependendo do projeto, pode ocasionar em diversos erros. (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Diferente do VRML, o Blender é voltado apenas para modelagem, ele necessita de outras tecnologias para exibir os ambientes modelados em dispositivos de RV. Porém, para modelagem ele é superior ao VRML. É um software totalmente *open source* e, tal fato, munido da qualidade de modelagem que a plataforma oferece, fez com que o uso e conseqüentemente sua comunidade crescesse de forma muito

¹ Conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso a um aplicativo de software ou plataforma baseado na Web. A sigla **API** refere-se ao termo em inglês “*Application Programming Interface*” que significa em tradução para o português “Interface de Programação de Aplicativos”.

rápida. Além da modelagem, o Blender também possibilita a execução de tarefas como criação de animação, simulação, renderização, rastreamento de movimento. Também existe a possibilidade de usar a API do Blender para scripts em Python para personalizar o aplicativo. (BLENDER, 2020).

O Java 3D é bem semelhante ao VRML, porém é mais completo. Assim como no VRML, ele também possibilita a criação de aplicações completas voltadas para RV. O Java usa como base os *applets*, que são “pequenos softwares” usados como *plugin* para execução de alguma tarefa específica. (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

1.1.2 Dispositivos de realidade virtual

Existe um vasto catálogo de dispositivos para realidade virtual, por isso, essa seção focará em apresentar apenas os que estão condizentes com o projeto de pesquisa, que no caso, são os vídeo-capacetes (HDMs) e o fone de ouvido.

Os vídeo-capacetes, também conhecidos como óculos de realidade virtual, são os dispositivos mais comuns no âmbito de cenários de realidade virtual. É possível encontrar diversos exemplares com o preço variando de R\$50,00 até R \$20.000,00. Dentre as diversas limitações encontradas nos dispositivos de menor custo em relação aos de maior custo, pode-se destacar a compatibilidade com os graus de liberdade (*Degree of Freedom - DoF*), que é uma característica importante nesse projeto. Mesmo os dispositivos mais simples, possuem 3DoF, isto é, três graus de liberdade, o que para este projeto, é o suficiente. A seguir, a Figura 2 mostra dois exemplares de óculos para RV, sendo em (A) um modelo mais simples e em (B) um modelo mais sofisticado.

Figura 2 - Óculos de realidade virtual. (a) dispositivo mais simples e de menor custo. (b) dispositivo mais sofisticado e de custo mais elevado

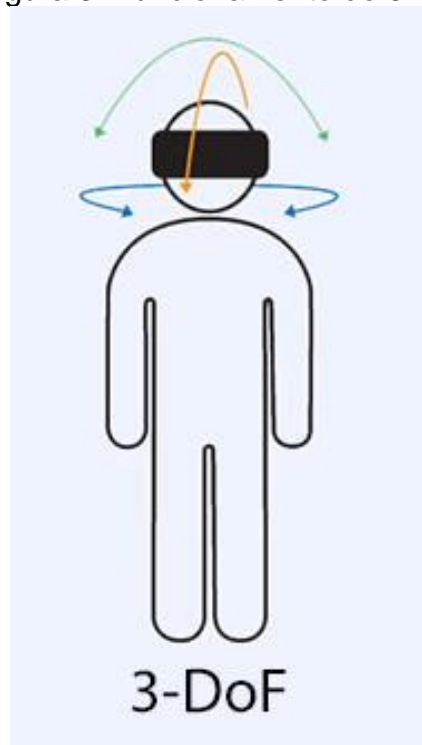


Fonte: Elaborada pelo autor.

Trabalhar com 3DoF significa ter à disposição os movimentos. (VIRTUALSPEECH, 2020):

- a) olhar para direita ou esquerda;
- b) rodar a cabeça para cima ou para baixo; e
- c) pivô para direita ou para esquerda.

Figura 3 - funcionamento do 3DoF



Fonte: Virtualspeech (2020).

Dispositivos de saída de áudio, como um fone de ouvido, permite explorar as diferenças de intensidade e atrasos na propagação do som entre dois ouvidos, gerando a sensação tridimensional e de imersão. (TORI; KIRNER; SISCOOTTO,

2006). Quanto mais sofisticado o dispositivo, melhor será a experiência do usuário, por tanto, canais de áudio, isolamento acústico, potência dos fones etc. são pontos que devem ser levados em consideração durante o processo de escolha do periférico.

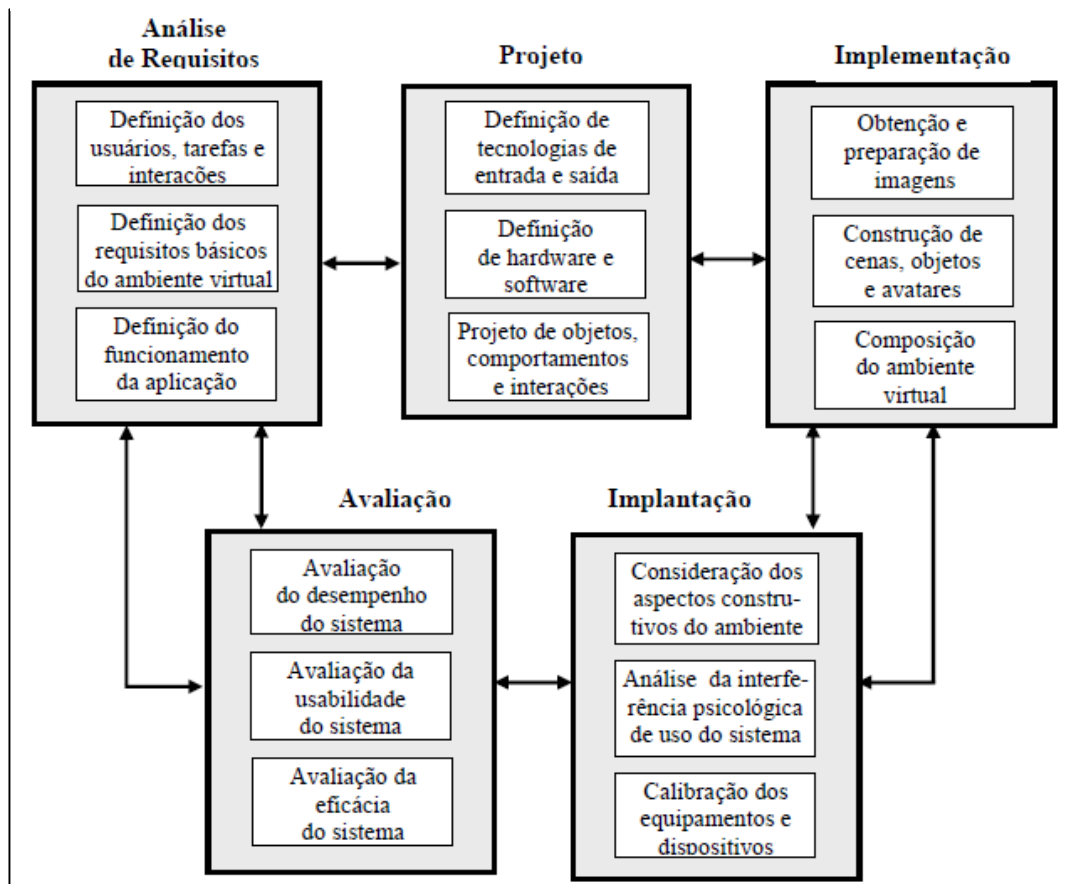
1.1.3 Sistemas de realidade virtual

De acordo com Tori; Kirner; Siscoutto (2006), a realidade virtual pode ser classificada por imersiva e não imersiva. O modelo imersivo ocorre quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, por meio de dispositivos que reagem de acordo com seus os movimentos e comportamentos, provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual. Já o modelo não-imersivo ocorre quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual através de um monitor, por exemplo.

Ao projetar um ambiente de realidade virtual, deve-se considerar quatro elementos: o ambiente virtual, o ambiente computacional, a tecnologia de realidade virtual, e as formas de interação (VINCE, 2004). O ambiente virtual está relacionado a questões como construção do modelo tridimensional e características da iluminação, colisões etc. já o ambiente computacional, envolve toda parte de hardware a ser utilizada para criação do ambiente virtual, como configuração do processador e banco de dados. A tecnologia de realidade virtual está relacionada ao hardware para exibição e interação com o ambiente virtual. E por fim, as formas de interação estão relacionadas a interação por meio de gestos, voz, interfaces e participação de múltiplos usuários (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

A Figura 4 traz ilustra o processo e as etapas que compõem a criação de um sistema de realidade virtual.

Figura 4 - Etapas que compõem a criação de um sistema de realidade virtual



Fonte: Tori; Kirner; Siscoutto (2006).

1.1.4 Unity e realidade virtual

Segundo Coelho (2010), Unity 3D é um software utilizado para a criação de jogos e aplicações interativas que permitem a visualização de ambientes tridimensionais em tempo real. A partir de ferramentas como Blender ou Studio Max, é possível importar modelos 3D e assim criar cenários e personagens.

O motor também tem como característica a possibilidade de trabalhar com projetos multiplataformas, isto é, com relativamente poucas alterações no código, é possível criar aplicações para plataforma Android e iOS, por exemplo.

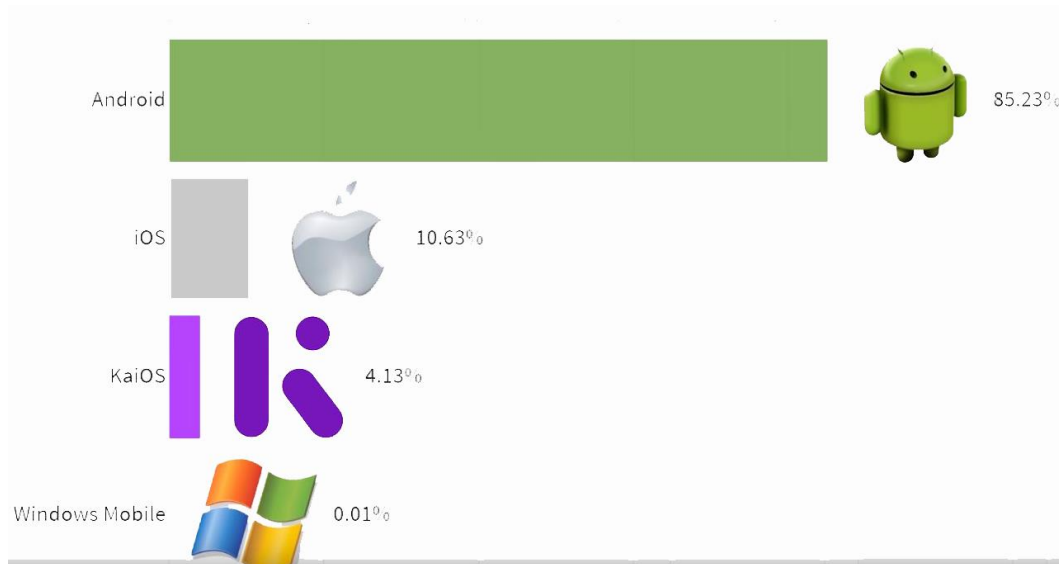
O Unity 3D permite a criação de cenários em tempo real, podendo mover objetos e luzes de acordo com o gosto do usuário. Também é possível criar interações, animações, definir os controles que serão utilizados no jogo e muito mais ferramentas que um motor de jogo pode oferecer.

1.2 PLATAFORMA MOBILE

Com o avanço da tecnologia é cada vez mais comum o surgimento de novos *smartphones* com preço acessível no mercado e, conseqüentemente, novos aplicativos móveis. Atualmente estes dispositivos possuem sistema operacional (S.O) Android, criado pela Google, ou iOS, criado pela Apple. O iOS é utilizado somente em dispositivos da Apple, enquanto as demais fabricantes utilizam o Android.

A plataforma com o maior número de usuários ativos é o Android, seguida do iOS e Windows Phone, como pode ser observado na pesquisa realizada em 2014 e retratada na Figura 5.

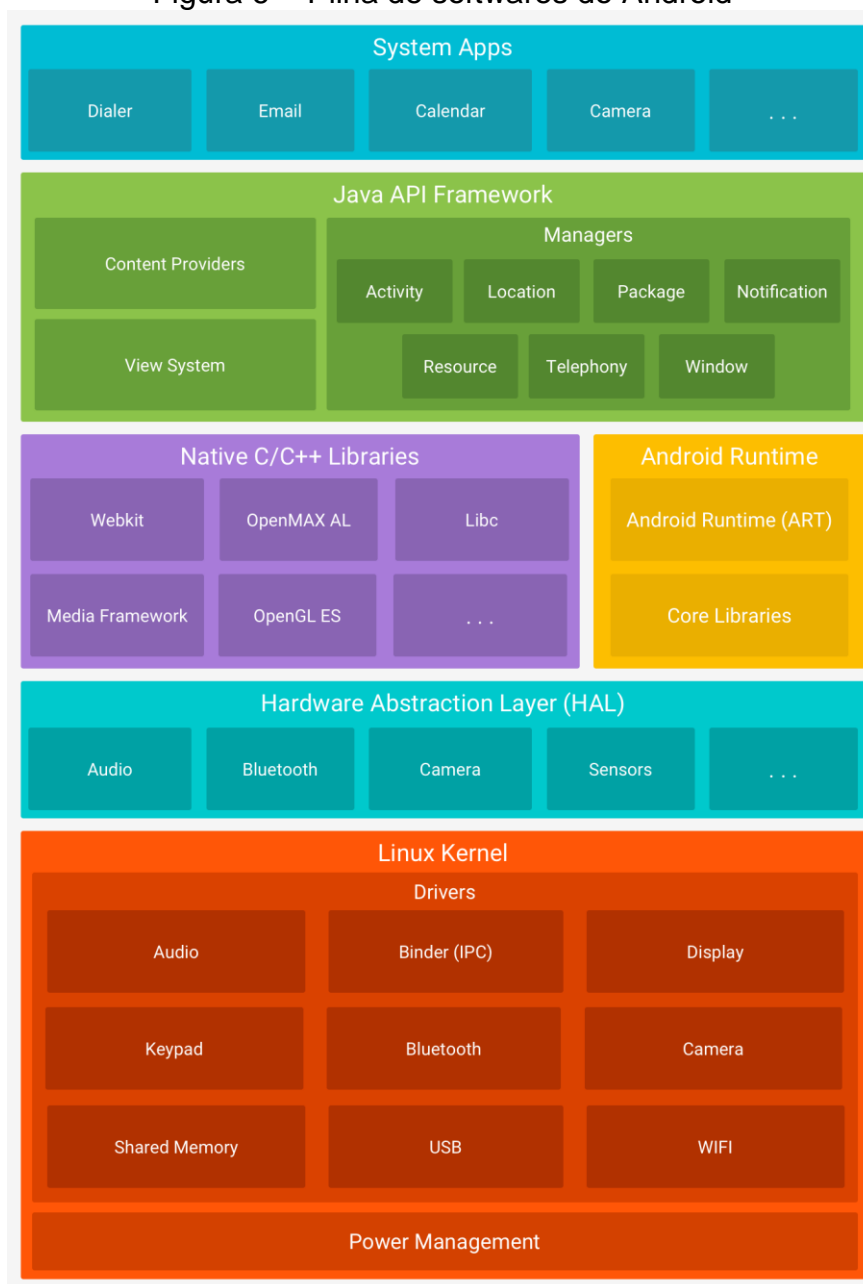
Figura 5 - Popularidade de sistemas operacionais mobile no terceiro trimestre do 2019



Fonte: YouTube (2020).

O Android é baseado em Linux de código aberto, possibilitando assim a adaptação para os diferentes dispositivos do mercado. O diagrama na Figura 8 mostra a maioria dos componentes presentes na plataforma Android.

Figura 6 - Pilha de softwares do Android



Fonte: Android Developer (2020).

1.3 JOGOS COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Com o avanço da tecnologia e o surgimento das metodologias ativas de ensino, abordagens que fazem uso de jogos para auxiliar no processo de aprendizagem é cada vez mais comum.

Em sua dissertação de mestrado, Costa (2018) aponta um ganho na aprendizagem de 76% ao fazer uso de jogos sérios para ensinar conteúdos relacionados ao sistema solar.

Os jogos sérios têm como objetivo fazer com que a diversão se torne aprendizagem e experiências cotidianas. De acordo com Lopes (2001, p.23):

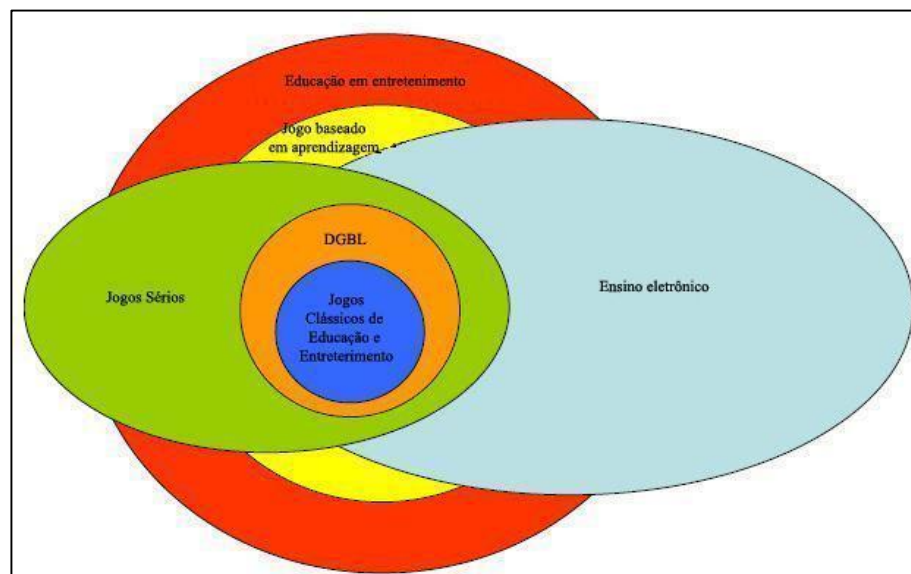
“É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar.”

Após a popularização dos jogos – digitais ou não – como ferramentas de apoio ao ensino, o conceito *Game-Based Learning* (DGBL) também conhecidos como jogos sérios (do inglês – serious games). Apesar dos conceitos terem se tornado mais populares, ainda é desconhecido por muitos.

1.3.1 Jogos sérios

Os jogos sérios são jogos que não estão relacionados apenas com entretenimento, mas também possuem como objetivo principal um propósito educacional explícito vinculado ao entretenimento oferecido pelo jogo (BREUER; BENTE, 2010). A Figura 7 resume a relação entre jogos, aprendizagem e educação e exemplifica de forma objetiva como é feita a ligação entre um jogo e o processo de aprendizagem ou de mudança de comportamento que se busca com o *serious game*.

Figura 7 - Relação entre Jogos Sérios e educação



Fonte: Breuer; Bente (2010, traduzida pelos autores).

A figura exemplifica de forma objetiva como é feita a ligação entre jogo e educação. Educação em entretenimento refere-se a qualquer tentativa de tornar o aprendizado (mais) agradável, independente do ambiente utilizado. A aprendizagem baseada em jogos é um subconjunto disso, incluindo qualquer tipo de jogo (tabuleiro, cartas ou jogos digitais). Os jogos sérios (basicamente) é a “união” dos conceitos apresentados anteriormente, podendo ser aplicado em outras áreas, como marketing, terapia, arte etc.). A DGBL é a seção que incorpora a educação/aprendizagem, definindo alguns ou um único objetivo, e possui como um de seus segmentos, os videogames clássicos da década de 90. O Ensino Eletrônico se resume a uma combinação de mídia (digital) e aprendizagem. Embora um jogo sério possa fazer parte de um sistema de ensino eletrônico, nem sempre estes sistemas contemplam itens voltados para o entretenimento (BREUER; BENTE, 2010). É importante frisar que tanto o termo educação quanto a aprendizagem não estão necessariamente relacionados a fins acadêmicos, e sim a um contexto geral.

É importante destacar que o projeto em questão, não possui alguns elementos de jogos, como por exemplo, um critério de ganho e perda. A proposta é focada na criação de um ambiente em Realidade Virtual para auxiliar no ensino de conteúdos relacionados ao sistema solar. A gamificação entra no contexto da Realidade Virtual e ambiente lúdico em 3D.

1.1 SISTEMA SOLAR

1.4 TRABALHOS RELACIONADOS

O artigo de Pereira, Fusinato e Neves (2007) propõe um jogo intitulado “Desbravando o Sistema Solar” no formato de tabuleiro (e não digital) para o ensino de conceitos relacionados ao sistema solar. A Figura 8 mostra a proposta dos autores.

É interessante destacar que dentre as propostas encontradas na literatura, a maior parte dos jogos produzidos com a finalidade de auxiliar no ensino de temas relacionados ao sistema solar são não digitais. Com o avanço da tecnologia, é possível criar ambientes imersos e atrativos para o estudante, como a propões o trabalho em questão.

Diferente das propostas apresentadas até o momento, os autores Dores e Douglas (2019) criaram um jogo digital para ensino do sistema solar. O jogo foi intitulado “Razão Celeste” e foi projetado para as plataformas Windows e Android através do software Game Maker Studio. O jogo possui representações 2D e 3D. Ele é baseado na temática Tower Defense, onde faz-se necessário a defesa de uma torre em especial.

Além destes, foram encontrados outros trabalhos na literatura com propostas semelhantes a esta. Porém, não foram encontradas propostas que fizessem uso de Realidade Virtual contextualizadas ao ensino de temáticas relacionadas ao sistema solar.

2 OBJETIVOS

A seguir são descritos os objetos gerais e específicos que norteiam essa pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar o ambiente de realidade virtual com a temática: sistema solar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

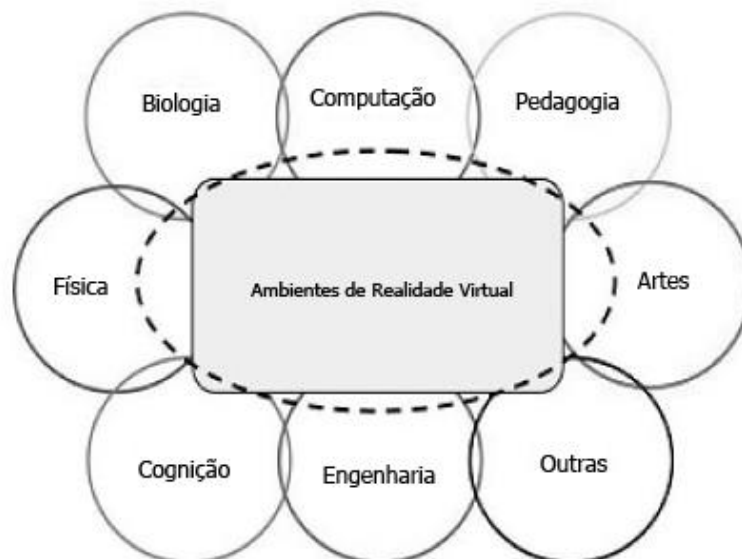
- a) efetuar levantamento bibliográfico, bem como dos trabalhos da literatura correlata pertinentes ao tema para caracterização do problema;
- b) estudar ambientes virtuais para educação;
- c) estudar ferramentas voltadas para modelagem de ambientes para RV;
- d) estudar o Unity, motor de jogos voltado que permite a criação de aplicativos de RV para plataforma mobile;
- e) modelar o ambiente para RV;
- f) criar o aplicativo *mobile* em RV.
- g) testar aplicativo.

3 JUSTIFICATIVA

O ano de 2020 foi marcado pela pandemia da COVID-19. Dentre os inúmeros acontecimentos, a pandemia obrigou que inúmeros modelos de negócios migrassem quase que de forma integral para modelos à distância. Dentre as diversas características desses modelos, podemos citar o uso massivo da tecnologia. A evolução e avanço tecnológico permitiu que as instituições passassem a oferecer aulas remotas; ou a venda por meio de plataformas digitais teve crescimento, são alguns exemplos. Desta forma, uma vez que a tecnologia faz parte do nosso cotidiano, não poderíamos descartar o uso desses facilitadores em sala de aula para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem.

Burton *et al.* (1997), Brna (1998), Romano *et al.* (1998) referem-se aos modelos de ambientes de Realidade Virtual como uma forma mais dinâmica que os modelos “tradicionais” para estimular o aprendizado. Seguindo esse contexto, foram feitos estudos constantes para verificar o desenvolvimento educativo com a utilização de realidade virtual (Pantelidis, 1996; Livingston, 2005; Lockwood e Kruger, 2008; CHEN, 2010). Os autores Costa e Ribeiro (2009) mostram ganhos, em termos de aprendizagem superior a diversas outras formas de interação visando educação medida por computador. A gama de possibilidades de utilização da Realidade Virtual é ampla, conforme mostra a Figura 9.

Figura 10 - Multidisciplinaridade na construção de ambientes baseados em RV



Fonte: Modificado a partir de Machado *et al.*, 2017.

Dessa forma, esse projeto, propõe uma contribuição com a área de pesquisa de forma multidisciplinar, criando de um ambiente de realidade virtual que possibilita transmitir informações e conhecimento sobre o sistema solar de forma dinâmica e descontraída, usando como apoio a tecnologia.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas: fundamentação teórica e desenvolvimento do ambiente de realidade virtual que terá como resultado, um aplicativo para plataforma Android.

Na fundamentação teórica, foram abordadas teorias e ferramentas computacionais necessárias ao desenvolvimento deste projeto. Este levantamento bibliográfico será baseado em consultas à literatura especializada e de alta relevância científica, incluindo: monografias, dissertações, teses, livros, sites de documentação e artigos científicos.

Com a conclusão da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma seleção de conteúdos relacionados ao tema do projeto, com o intuito de auxiliar no desenvolvimento da proposta.

Sequencialmente, definiu-se o ambiente de modelagem e após esta etapa, iniciou a modelagem do ambiente 3D para realidade virtual. Com o ambiente modelado, foi definido o conteúdo relacionado ao sistema solar que se implementou no ambiente virtual.

Por fim, com o auxílio do motor de jogos Unity, foi gerado a aplicação para a plataforma Android. Lembrando que além do Android, o motor também é capaz de gerar produtos para as plataformas da Apple (Mac, iPhone, iPod, iPad), da Microsoft (Xbox, Windows), da Google (dispositivos com Android), da Sony (Playstation 3), da Nintendo (Wii) e para navegadores Web (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera e Safari).

A metodologia utilizada na etapa de desenvolvimento do aplicativo envolve as seguintes etapas: definição das especificações do ambiente virtual, produção artística do ambiente virtual, definição do conteúdo, definição dos efeitos sonoros e integração dos elementos provenientes da modelagem com os elementos computacionais, para assim obter-se o produto, isto é, o aplicativo para plataforma Android.

4.1 CRIAÇÃO DE APLICATIVO PARA REALIDADE VIRTUAL COM UNITY

O ambiente virtual modelado no Blender será exportado para o Unity, onde foram feitas as configurações e geração do *apk* do aplicativo *mobile*. Para tal, será utilizado a versão Unity 2019.4.15f1 (64-bit)². A programação feita nesta versão é baseada em linguagem de programação C#, portanto, esta será a linguagem utilizada, sob o modelo do paradigma de programação orientada a objetos.

4.2 TESTES E ANÁLISE DE RESULTADOS

Os próprios autores do projeto foram responsáveis por análises para os itens visuais, gráficos, multimídia e suas respectivas adequações ao ambiente de realidade virtual implementado, além do *build* do aplicativo, portanto, serão avaliados os seguintes aspectos:

- a) ausência de erros lógicos de implementação;
- b) forma com que o conteúdo sobre sistema solar será passado;
- c) nível de imersão do ambiente; e
- d) qualidade do cenário e objetos modelados.

Além desses, outros resultados pertinentes poderão ser avaliados conforme o desenvolvimento do projeto.

4.3 REDAÇÃO FINAL E APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Constituinte da documentação relacionada às etapas de modelagem do cenário de realidade virtual e a criação de um aplicativo de realidade virtual para conscientização ambiental, a redação final deste projeto contém todo o levantamento bibliográfico utilizado, os materiais e métodos empregados para a elaboração da própria documentação e do produto final, os resultados alcançados, as discussões e considerações sob o aplicativo proposto e produzido, as referências utilizadas e todos os demais anexos indispensáveis para a reprodução e continuação desta pesquisa.

² Unity engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/get-unity/download/archive>

Por fim, após o término desse projeto de pesquisa, a proposta, os resultados obtidos e o próprio aplicativo serão apresentados no Fórum de Iniciação Científica da UNISAGRADO, a fim de compartilhar ao público interessado todos os procedimentos, limitações e singularidades do produto desenvolvido.

5 DESENVOLVIMENTO

Com base no levantamento bibliográfico feito, optou-se por utilizar Unity para o desenvolvimento do ambiente para a plataforma mobile. Optou-se pela plataforma mobile por conta da acessibilidade às pessoas desfavorecidas socioeconomicamente.

Todo o desenvolvimento do ambiente, através do motor de jogos Unity, foi visando ser o mais realista possível e para isso todas as proporções foram calculadas com base no artigo A Escala do Universo e as informações e dados utilizados foram retirados de sites oficiais da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e do *National Air and Space Museum*.

Dessa forma foram desenvolvidos dez ambientes, sendo o primeiro um ambiente geral onde se pode observar todo o sistema solar, nele é dada uma introdução.

Os demais ambientes são para os planetas e planetas anões de nosso sistema em suas respectivas luas, neles são passadas diversas informações sobre. Também é mostrada uma lista de informações gerais.

Todos os modelos 3D utilizados foram modelados e disponibilizados pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Enquanto a textura de fundo de todas as cenas foi retirada do site *Solar System Scope*.

Para gerar as funcionalidades e ações dos ambientes foram desenvolvidos alguns scripts utilizando a linguagem de C#. Sendo os principais um sistema que permite os elementos fazerem o movimento de rotação e translação, também um sistema de mensagens por onde são passadas as informações como um diálogo para assim aumentando a imersão.

6 RESULTADOS

Foi desenvolvido levantamento bibliográfico pertinentes ao tema da pesquisa, tendo demonstrado que há muitos poucos trabalhos na literatura que utilizam de meios computacionais para abordar o tema deste projeto, sendo assim se provando a importância dele.

Realizou-se então um estudo sobre os ambientes virtuais para educação, que se demonstrou ainda muito pouco utilizado. E o estudo de ferramentas voltadas para modelagem de ambientes para RV concluiu que o motor de jogos Unity, será a ferramenta mais adequada para o desenvolvimento dos ambientes em RV deste projeto, uma vez que além dele já oferecer inúmeros facilitadores para o desenvolvimento de ambientes em RV também permite que estes ambientes sejam gerados para a plataforma Android.

Com isso foram desenvolvidos todos os ambientes em RV, sendo eles um ambiente geral, com todo o sistema solar, como é possível ver na Figura 11.

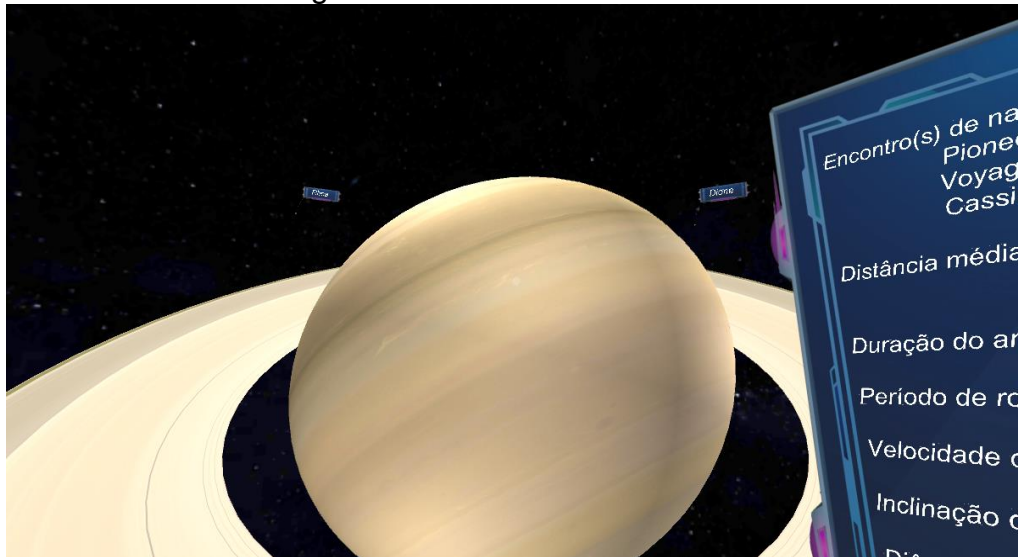
Figura 11 - Ambiente geral com os principais astros



Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

E foram feitos outros ambientes para os principais astros do sistema, como os planetas e seus satélites. Como podemos ver no ambiente de Saturno na Figura 12.

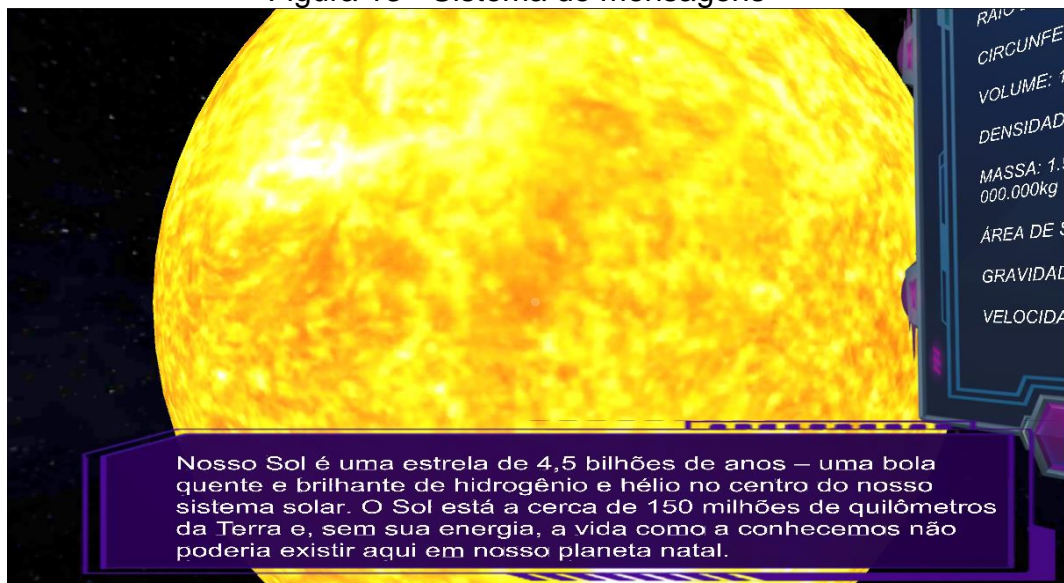
Figura 12 - Ambiente de Saturno



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Além disso, foi feito um sistema de mensagens para passar as informações de cada ambiente, como mostrado na Figura 13.

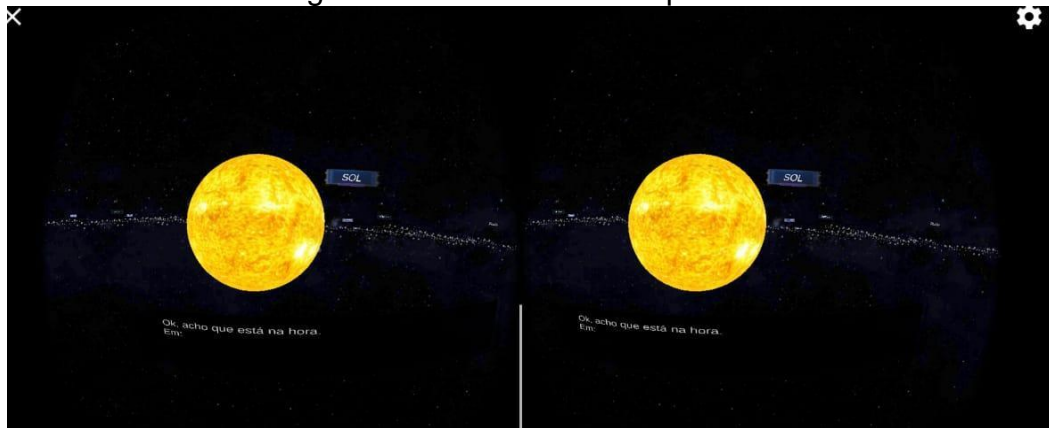
Figura 13 - Sistema de mensagens



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Após todos os ambientes estarem prontos foi gerado o aplicativo para a plataforma Android. e testado em um smartphone do modelo Samsung Note 20. Isso pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 - Teste em smartphone



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

A execução total do projeto passando por todos os ambientes leva aproximadamente 25 minutos. No Quadro 1 está listado todos os elementos e informações presentes em cada ambiente.

Quadro 1 - Informação e elementos de cada ambiente. As mensagens estão numeradas na ordem que elas aparecem em cada ambiente.

Ambiente	Elementos	Tabela de Informações	Mensagens
Geral	Sol, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, cinturão de asteróides, Júpiter, Saturno, Netuno, Urano, Plutão	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Olá, jovem explorador, seja muito bem-vindo ao nosso S I S T E M A S O L A R. 2. Nesta simulação você poderá conhecer de forma mais realista os astros do nosso sistema. E vamos viajar para próximo de alguns deles assim podemos explorá-los melhor. 3. Vou marcar os principais astros no seu visor, assim ficará mais fácil identificá-los, só um segundo. 4. Pronto, agora eles já estão marcados. 5. Bem vou deixá-lo observar um pouco, antes de continuarmos nossa viagem.

Sol	Sol	<p>INCLINAÇÃO EQUATORIAL: 7,25 em relação à eclíptica</p> <p>RAIO EQUATORIAL: 695.508km</p> <p>CIRCUNFERÊNCIA EQUATORIAL: 4.370.005,6km</p> <p>VOLUME: 1.409.272.569.059.860.000km³</p> <p>DENSIDADE: 1.409g/cm³</p> <p>MASSA: 1.989.100.000.000.000.000.000.000kg</p> <p>ÁREA DE SUPERFÍCIE: 6.078.747.774.547km²</p> <p>GRAVIDADE DA SUPERFÍCIE: 274,0 m/s²</p> <p>VELOCIDADE DE ESCAPE: 2.223.720 km/h</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bem-vindo ao SOL, a estrela de nosso sistema. 2. Nosso Sol é uma estrela de 4,5 bilhões de anos – uma bola quente e brilhante de hidrogênio e hélio no centro do nosso sistema solar. O Sol está a cerca de 150 milhões de quilômetros da Terra e, sem sua energia, a vida como a conhecemos não poderia existir aqui em nosso planeta natal. 3. Certo vou ajustar o curso para o nosso próximo destino. Enquanto isso, fique à vontade para olhar ao redor.
-----	-----	---	---

Mercúrio	Mercúrio	<p>Distância média do Sol: 0,3871 UA</p> <p>Diâmetro: 4.878 km</p> <p>Duração do ano: 88 dias</p> <p>Período de rotação: 58,65 dias</p> <p>Velocidade orbital média: 48 km/s</p> <p>Inclinação do eixo: 2°</p> <p>Temperatura média: 800° F (427° C) dia -300° F (-183° C) noite</p> <p>Número de satélites observados: 0</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. E aqui estamos, Mercúrio. 2. Mercúrio é um dos cinco planetas conhecidos pelos antigos. Eles chamaram esses planetas de "estrelas errantes". Mercúrio pode ser visto como uma "estrela" a tarde perto de onde o sol põe, ou como uma "estrela" matutina perto de onde o sol nasce. 3. Os antigos gregos chamavam a estrela da tarde de Hermes e a estrela da manhã de Apolo, acreditando que fossem objetos diferentes. O planeta recebeu o nome de Mercúrio, o mensageiro romano dos deuses.
Venus	Venus	<p>Distância média do Sol: 0,7233 UA</p> <p>Diâmetro: 12.102 km</p> <p>Duração do ano: 225 dias</p> <p>Período de rotação: 243 dias</p> <p>Velocidade orbital média: 35 km/s</p> <p>Inclinação do eixo: 177,3°</p> <p>Número de satélites observados: 0</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vênus, este planeta recebeu o nome de deusa romana do amor. Ele tem aproximadamente o mesmo tamanho que a Terra. A translação de Vênus é em direção retrógrada (para trás). Vênus está a apenas 42 milhões de quilômetros da Terra. 2. Vênus tem uma espessa atmosfera de dióxido de carbono. A pressão atmosférica na superfície é de 90 vezes a da Terra. 3. Como Vênus está mais perto do Sol do que a Terra e tem uma atmosfera muito espessa, a temperatura da superfície é extremamente alta, chegando a 475° Celsius.

Terra	Terra, Lua, ISS	<p>Distância média do Sol: 0,7233 UA</p> <p>Diâmetro: 12.102 km</p> <p>Duração do ano: 225 dias</p> <p>Período de rotação: 243 dias</p> <p>Velocidade orbital média: 35 km/s</p> <p>Inclinação do eixo: 177,3°</p> <p>Número de satélites observados: 0</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terra nosso planeta natal, ele é o terceiro planeta a partir do Sol e o único lugar que conhecemos até agora que é habitado por seres vivos. 2. Embora a Terra seja apenas o quinto maior planeta do sistema solar, é o único mundo em nosso sistema solar com água líquida na superfície. 3. O nome Terra tem pelo menos 1.000 anos. Todos os planetas, exceto a Terra, receberam nomes de deuses e deusas gregos e romanos. No entanto, o nome Terra é uma palavra germânica, que significa simplesmente “o solo”. 4. Também está marcado no seu visor a Estação Espacial Internacional (ISS) e a Lua, nosso satélite natural.
Marte	Marte, Phobos, Deimos	<p>Distância média do Sol: 1,524 UA 228,000,000 km</p> <p>Diâmetro: 6.792 km</p> <p>Duração do ano: 687 dias</p> <p>Período de rotação: 24 h 37 min</p> <p>Velocidade orbital média: 24,14 km/s</p> <p>Inclinação do eixo: 25,2°</p> <p>Densidade média: 3,95 gramas/cm³</p> <p>Inclinação para a eclíptica: 1,85°</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muito bem, Marte. 2. Marte sempre nos intrigou, mas somente nas últimas décadas passamos a conhecer nosso vizinho menor como um mundo de grande complexidade. Visões telescópicas sugeriram aos primeiros observadores que seu clima mudava sazonalmente. 3. Mas agora sabemos que mudanças ainda maiores ocorreram ao longo de bilhões de anos. Grandes vulcões surgiram. As águas da enchente correram pela superfície. Impactos gigantes alteraram a paisagem. 4. Também está marcado no seu visor os dois satélites naturais de Marte Phobos, Deimos.

		Satélites observados: 2	
Júpiter	Júpiter, Europa, Ganymede, Callisto Io,	<p>Encontros de naves espaciais: Pioneer 10 & 11 (1973, 1974) Voyager 1 e 2 (1979) Galileu (1995 - 2003) Cassini - Huygens (2000-2001) Novos Horizontes (2007)</p> <p>Distância média do Sol: 5.203 UA</p> <p>Duração do ano: 11,86 anos</p> <p>Período de rotação: 9,92 horas</p> <p>Velocidade orbital média: 13,06 km/s</p> <p>Inclinação do Eixo: 3,12°</p> <p>Diâmetro: 142.980 km</p> <p>Satélites observados: mais de 60</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. E aqui estamos, Júpiter 2. Quinto na linha do Sol, Júpiter é, de longe, o maior planeta do sistema solar, mais que o dobro da massa de todos os outros planetas juntos. 3. As listras e redemoinhos de Júpiter são, na verdade, nuvens frias e ventosas de amônia e água, flutuando em uma atmosfera de hidrogênio e hélio. 4. A icônica Grande Mancha Vermelha de Júpiter é uma tempestade gigante, maior que a Terra, que dura centenas de anos. 5. E estão marcados também as principais luas: Io, Europa, Ganymede e Callisto.

Saturno	Saturno, Mimas, Encélado, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Iapetus	<p>Encontro(s) de naves espaciais: Pioneer 11 (1979) Voyager 1 e 2 (1980, 1981) Cassini-Huygens (2004)</p> <p>Distância média do Sol: 9.539 UA 1.427.000.000 km</p> <p>Duração do ano: 29,46 anos terrestres</p> <p>Período de rotação: 10,66 horas</p> <p>Velocidade orbital média: 9,64 km/s</p> <p>Inclinação do Eixo: 26,73°</p> <p>Diâmetro: 120,536 km</p> <p>Satélites observados: mais de 50</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. E chegamos ao sexto planeta a partir do Sol e o segundo maior planeta do nosso sistema solar, Saturno. 2. Saturno é único entre os planetas. Não é o único planeta a ter anéis – feitos de pedaços de gelo e rocha – mas nenhum é tão espetacular ou tão complexo quanto o de Saturno. 3. Como o gigante gasoso Júpiter, Saturno é uma bola enorme feita principalmente de hidrogênio e hélio. 4. Seus principais satélites são Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan e Iapetus. Todos eles já estão marcados.
Urano	Urano, Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, Oberon	<p>Encontro de naves espaciais: Voyager 2 (1986)</p> <p>Distância média do Sol: 19,19 UA</p> <p>Duração do ano: 84,01 anos terrestres</p> <p>Período de rotação: 17,24 horas</p> <p>Velocidade orbital média: 6,81 km/s</p> <p>Inclinação do Eixo: 97,92°</p> <p>Diâmetro: 51.118 km</p> <p>Satélites observados: mais de 20</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Urano, este é o sétimo planeta a partir do Sol e tem o terceiro maior diâmetro do nosso sistema solar. 2. Foi o primeiro planeta encontrado com a ajuda de um telescópio, Urano foi descoberto em 1781 pelo astrônomo William Herschel, embora ele originalmente pensasse que era um cometa ou uma estrela. 3. Dois anos depois, o objeto foi universalmente aceito como um novo planeta, em parte por causa das observações do astrônomo Johann Elert Bode. A comunidade científica aceitou a sugestão de Bode de chamá-lo de Urano, o deus grego do céu.

			4. Marcados estão Miranda, Ariel, Umbriel, Titania e Oberon seus principais satélites.
Netuno	Netuno, Proteus, Triton, Nereid	<p>Encontro de naves espaciais: Voyager 2</p> <p>Distância média do Sol: 30,06 UA 4,497 bilhões de quilômetros</p> <p>Duração do ano: 165 anos</p> <p>Período de rotação: 16,11 horas</p> <p>Velocidade orbital média: 5,43 km/s</p> <p>Inclinação do Eixo: 29,6°</p> <p>Diâmetro: 49.528 km/30.775 milhas</p> <p>Satélites observados: 14</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Netuno é o mais externo dos quatro gigantes gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Por causa de sua distância do Sol, a atmosfera de Netuno é fria -225°C. 2. A cor azul-esverdeada do planeta se deve à presença de metano na atmosfera. A atmosfera consiste principalmente de hidrogênio, hélio e metano. 3. Até o encontro da Voyager em 1989, os anéis ao redor de Netuno eram considerados arcos. Agora sabemos que os anéis circundam completamente o planeta, mas a espessura de cada anel varia ao longo de seu comprimento. 4. Seus principais satélites são Proteus, Triton e Nereida.
Plutão	Plutão	<p>Encontro(s) de naves espaciais: New Horizons</p> <p>Distância média do Sol: 39,5 UA 5,9 bilhões de quilômetros</p> <p>Duração do ano: 248 anos</p> <p>Período de rotação: 6,4 dias</p> <p>Velocidade orbital média: 4,7 km/s</p> <p>Inclinação do Eixo: 122,46°</p> <p>Diâmetro: 2.302 km</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plutão é um planeta anão no Cinturão de Kuiper, uma região de corpos gelados além da órbita de Netuno. Plutão – que é menor que a Lua da Terra – tem uma geleira em forma de coração que é do tamanho do Texas e Oklahoma. 2. Este mundo fascinante tem céus azuis, luas giratórias, montanhas tão altas quanto as montanhas rochosas e neva – mas a neve é vermelha. 3. Em 14 de julho de 2015, a espaçonave New Horizons da NASA fez seu voo histórico através do sistema de Plutão – fornecendo as primeiras imagens de Plutão e suas luas e coletando outros dados que transformaram nossa

		Número de satélites observados: 5	compreensão desses mundos misteriosos na fronteira externa do sistema solar. Além de Plutão existem mais 4 planetas anões no sistema solar: Ceres, Haumea, Makemake e Éris.
			4.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta as considerações feitas no capítulo 1 e 2 torna-se possível verificar a importância de transformar atividades tediosas e cansativas em agradável e dinâmica, fazendo isso com o uso da tecnologia junto às metodologias ativas de ensino possibilita um diferencial no processo de ensino e aprendizagem. E visto que na literatura a maior parte dos jogos com a proposta de auxiliar no ensino de temas relacionados ao sistema solar não são digitais torna possível verificar a importância do desenvolvimento da proposta apresentada.

Desta forma o desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a criação de um software ambiente de Realidade Virtual imersivo e que auxilie a aprendizagem de temas dentro da temática sistema solar. Além disso, também foi possível realizar testes práticos do software em plataformas mobile, desta forma tornando o software mais acessível.

Também é interessante apontar que possíveis implementações e melhorias futuras no software, como a adição de uma dublagem juntamente com os textos das mensagens, para que facilitasse assim a compreensão e interação do público mais jovem e a de possibilidade da escolha de linguagem do software para inglês e espanhol, com isso aumentando ainda mais a acessibilidade do projeto.

8 ORÇAMENTO

Descrição	DISPONÍVEL		
	Qtde	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
Computador PC com Intel® Core™ i5-4440, 8GB, 1TB, Gravador de DVD, HDMI, Placa Gráfica de 2GB e Windows 10	1	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Softwares utilizados: Visual Studio Code, Blender, Unity, bibliotecas disponíveis na internet	1	-	-
Óculos Vr Box 2.0 Realidade Virtual 3d Android Com Controle	1	R\$ 85,00	85,00
TOTAL			R\$ 2.685,00

9 REFERÊNCIAS

A ESCALA DO UNIVERSO. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso em 21 mar. 2022.

ANDROID DEVELOPER. Disponível em: < <https://developer.android.com/>>. Acesso em: 15 mar 2022.

SOLAR SYSTEM SCOPE. Disponível em: < <https://www.solarsystemscope.com> >. Acesso em: 23 set 2021.

CÁLCULO DAS ÓRBITAS PLANETÁRIAS. Disponível em:< <http://fap.if.usp.br> >. Acesso em: 10 nov 2021.

TAMANHO DE PLANETAS E ESTRELAS. Disponível em: < <http://www.astro.iag.usp.br/> >. Acesso em: 18 nov 2021.

PLANET ROTATIONS. Disponível em: < <https://sos.noaa.gov> >. Acesso em: 27 abr 2022.

NATIONAL RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY. Disponível em: < <https://public.nrao.edu> >. Acesso em: 19 mai 2022.

NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM. Disponível em: < <https://airandspace.si.edu> >. Acesso em: 18 jun 2022.

NASA SCIENCE SOLAR SYSTEM EXPLORATION. Disponível em: < <https://solarsystem.nasa.gov> >. Acesso em: 28 jun 2022.

BRNA, Paul. Modelos de colaboração. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 3, n. 1, p. 9-16, 1998.

BURTON, Mark; BRNA, Paul; TREASURE-JONES, Tamsin. Splitting the collaborative atom: How to support learning about collaboration. *Artificial intelligence in education: Knowledge and media in learning systems*, v. 135, p. 142, 1997.

COELHO, P. R. P. S; A construção de visitas virtuais: o caso do Museu de Aveiro. 2010. 69 f. Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. Disponível em: <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3785/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2022.

BREUER, Johannes; BENTE, Gary. Why so serious? On the relation of serious games and learning. **Journal for Computer Game Culture**, v. 4, p. 7-24, 2010.

BLENDER, 2020. Disponível em < <https://www.blender.org/about/>>. Acessado em: 14 mar 2020.

BRNA, Paul. Modelos de colaboração. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 3, n. 1, p. 9-16, 1998.

BURDEA, G.; COIFFET, P. Virtual Reality Technology. John Wiley& Sons. **Inc-1993**, 1994.

BURTON, Mark; BRNA, Paul; TREASURE-JONES, Tamsin. Splitting the collaborative atom: How to support learning about collaboration. **Artificial intelligence in education: Knowledge and media in learning systems**, v. 135, p. 142, 1997.

CHEN, Chwen Jen. Theoretical bases for using virtual reality in education. **Themes in Science and Technology Education**, v. 2, n. 1-2, p. 71-90, 2010.

COELHO, P. R. P. S; **A construção de visitas virtuais: o caso do Museu de Aveiro**. 2010. 69 f. Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. Disponível em:
<<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3785/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>.
Acesso em: 16 mar 2020.

COSTA, Rosa Maria; RIBEIRO, Marcos Wagner. Aplicações de realidade virtual e aumentada. **Porto Alegre: SBC**, p. 69-89, 2009.

COSTA, Cristiane Machado da. O ensino de conteúdos sobre o sistema solar com aporte na aprendizagem baseada em equipes e em jogos pedagógicos. 2018.

DORES, Jorge; DOUGLAS, Maicon. Razão Celeste: um jogos sobre astronomia. **Anais do Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação**, 2019.

DULLEY, Richard Domingues. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. **Agricultura em São Paulo, São Paulo**, v. 51, n. 2, p. 15-26, 2004.

HANCOCK, D. VIRTUAL-REALITY IN SEARCH OF MIDDLE GROUND. **IEEE Spectrum**, 32(1):68, Janeiro,1995.

JACOBSON, Robert. After the «virtual reality» gold rush: the virtual worlds paradigm. **Computers & graphics**, v. 17, n. 6, p. 695-698, 1993.

KRUGER, Myron W. Artificial reality. 1993.

LATTA, John N.; OBERG, David J. A conceptual virtual reality model. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 14, n. 1, p. 23-29, 1994.

LIVINGSTON, Mark A. Evaluating human factors in augmented reality systems. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 25, n. 6, p. 6-9, 2005.

Lockwood, D. and Kruger, E.; (2008) “Using VR for Human Development in Africa”, **IEEE Computer Graphics and Applications**, pp.99-103, May/June, 2008.

LOPES, M. da G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**, 4º Edição revista, São Paulo: Cortez, 2001.

MACHADO, Liliane dos Santos et al. Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. **Revista brasileira de educação médica**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

PANTELIDIS, Veronica S. Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. **Themes in Science and Technology Education**, v. 2, n. 1-2, p. 59-70, 2010.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, MCD. Desbravando o Sistema Solar: um jogo educativo para o Ensino e a divulgação da Astronomia. **Da Terra, da Lua e além. Maringá: Editora Massoni**, 2007.

PEREIRA, Ricardo Francisco; BATISTA, Michel Corci. CONHECENDO O SISTEMA SOLAR: UM JOGO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA. X Encontro internacional de Produção Científica. 2017.

ROMANO, Daniela M.; BRNA, Paul; SELF, John A. Collaborative decision-making and presence in shared dynamic virtual environments. In: **Presence in Shared Virtual Environments Workshop**. 1998.

TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, R. P.; SILVA, T. L. K. O Uso da Realidade Virtual no Ensino de Geometria Descritiva. In: **nos Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia–COBENGE**. 2000. p. 315-320.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006.

UNITY. Disponível em:< <https://unity.com/pt> >. Acessado em: 16 mar 2021.

NETTO, Antonio; MACHADO, Liliane dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. Realidade virtual: fundamentos e aplicações. 2002.

VINCE, John. **Introduction to virtual reality**. Springer Science & Business Media, 2004.

VIRTUALSPEECH, 2020. Disponível em <<https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr>>. Acessado em 15 mar 2020.

YOUTUBE. Popularidade dos Sistemas Operacional mobile. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=MMMyMB4zm9so>>. Acessado em 15 mar 2020.

10 ANEXO I - CARTA DE DISPENSA DE APRESENTAÇÃO AO CEP OU CEUA



CARTA DE DISPENSA DE APRESENTAÇÃO AO CEP OU CEUA

À

COORDENADORIA DO PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNISAGRADO

Informo que não é necessária a submissão do projeto de pesquisa intitulado SISTEMA SOLAR: uma proposta de ambiente em realidade virtual para uso educacional, ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) ou à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) devido à pesquisa não envolver seres humanos, nem animais, pois só utilizará métodos de computação consagrados na literatura, programação/simulação e acesso a dados públicos da internet.

Atenciosamente,

Vinicius Santos Andrade

Bauru, 25 de março de 2021.