

REVISTA  
**DESAFIOS**

ISSN: 2359-3652

V.11, n.5, jul/2024 – DOI: [http://dx.doi.org/10.20873/2024\\_jul\\_16664](http://dx.doi.org/10.20873/2024_jul_16664)

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO IMERSIVA  
EDUCACIONAL: O SISTEMA SOLAR EM REALIDADE  
VIRTUAL**

*DEVELOPMENT OF AN IMMERSIVE EDUCATIONAL  
APPLICATION: THE SOLAR SYSTEM IN VIRTUAL REALITY*

*DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EDUCATIVA INMERSIVA:  
EL SISTEMA SOLAR EN REALIDAD VIRTUAL*

---

**Gustavo Silvestre Dos Santos**

Mestrando em Ciências da Computação, pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR. E-mail: [santosgustavo@estudante.ufscar.br](mailto:santosgustavo@estudante.ufscar.br) | <https://orcid.org/0009-0005-7692-2356>

**Vinicius Santos Andrade**

Professor da Faculdade de Ciências da Computação - Centro Universitário Sagrado Coração – (UNISAGRADO). E-mail: [vinicius.andrade@unesp.br](mailto:vinicius.andrade@unesp.br) | <https://orcid.org/0000-0002-0096-1886>

**Paula Poiet Sampedro**

Professora do Departamento de Teoria e Prática da Educação, Universidade Estadual de Maringá (UEM) E-mail: [ppsampedro2@uem.br](mailto:ppsampedro2@uem.br) | <https://orcid.org/0000-0001-8172-0365>

Como citar este artigo:

dos Santos, G. S., Andrade, V., & Poiet Sampedro, P. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO IMERSIVA EDUCACIONAL: O SISTEMA SOLAR EM REALIDADE VIRTUAL. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, 11(5). [https://doi.org/10.20873/2024\\_jul\\_16664](https://doi.org/10.20873/2024_jul_16664).

---

## RESUMO

Com o avanço e, conseqüentemente, a popularização de determinadas tecnologias, é comum o uso de sistemas computacionais nas mais diversas áreas, tais como: jogos digitais, educação, publicidade e propaganda, construção civil, arquitetura, entre outras. Ademais, o uso da tecnologia junto às metodologias ativas de ensino, possibilita que as atividades sejam mais dinâmicas e se tornem diferenciais no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, cabe-se o questionamento de como tornar essa aplicação interessante aos olhos dos alunos, sem se apoiar apenas no chamariz da tecnologia. Esse problema direcionou a pesquisa ao objetivo de desenvolver uma aplicação imersiva, utilizando de Realidade Virtual (RV), para uso no ambiente educacional. A temática escolhida para a aplicação foi “O sistema solar”, e essa se desenvolveu sob duas frentes, a primeira teórica, fundamenta os dados exibidos durante a interação, estuda sua viabilidade, as ferramentas computacionais utilizadas e a usabilidade dentro da Experiência do Usuário (UX); a segunda observa o desenvolvimento prático: proposta de modelos 3D e implementação do ambiente virtual. Essa pesquisa demonstra a criação de uma aplicação mobile em Realidade Virtual, discute sua viabilidade em ambientes de ensino formais e/ou não formais sob a luz da Experiência do Usuário.

**PALAVRAS-CHAVE:** RV. Experiência do Usuário. Educação. Unity.

---

---

## ABSTRACT:

*The advancement and, consequently, the popularization of certain technologies, it is common to use computer systems in the most diverse areas, such as: digital games, education, advertising, civil construction, architecture, among others. In addition, the use of technology along with active teaching methodologies makes it possible for activities to be more dynamic and become differentials in the teaching and learning process. However, it is worth questioning how to make this application interesting in the eyes of students, without relying only on the lure of technology. This problem directed the research towards the objective of developing an immersive application, using Virtual Reality (VR), for use in the educational environment. The theme chosen for the application was “The solar system”, and this was developed on two fronts, the first theoretical, underlies the data displayed during the interaction, studies its feasibility, the computational tools used and usability within the User Experience (UX); the second observes the practical development: proposal of 3D models and implementation of the virtual environment. This research demonstrates the creation of a mobile application in Virtual Reality, discusses its viability in formal and/or non-formal teaching environments in the light of User Experience.*

**KEYWORDS:** VR. User Experience. Education. Unity.

---

## RESUMEN

*Con el avance y, en consecuencia, la popularización de ciertas tecnologías, es común el uso de sistemas informáticos en las más diversas áreas, tales como: juegos digitales, educación, publicidad, construcción civil, arquitectura, entre otras. Además, el uso de la tecnología junto con metodologías activas de enseñanza posibilita que las actividades sean más dinámicas y se conviertan en diferenciales en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, vale la pena preguntarse cómo hacer que esta aplicación sea interesante a los ojos de los estudiantes, sin depender solo del atractivo de la tecnología. Este problema orientó la investigación hacia el objetivo de desarrollar una aplicación inmersiva, utilizando Realidad Virtual (VR), para su uso en el entorno educativo. El tema elegido para la aplicación fue "El sistema solar", y este se desarrolló en dos frentes, el primero teórico, fundamenta los datos mostrados durante la interacción, estudia su factibilidad, las herramientas computacionales utilizadas y la usabilidad dentro de la Experiencia de Usuario (UX); el segundo observa el desarrollo práctico: propuesta de modelos 3D e implementación del entorno virtual. Esta investigación demuestra la creación de una aplicación móvil en Realidad Virtual, discute su viabilidad en entornos de enseñanza formales y/o no formales a la luz de la Experiencia de Usuario..*

**Palabras clave:** VR. Experiencia de usuario. Educación. Unity.

---

## INTRODUÇÃO

O avançar da tecnologia trouxe novas possibilidades nas mais diversas áreas com: entretenimento, educação, informação entre outras, fato esse que viabilizou a abrangência da pesquisa em diferentes maneiras de apresentar conteúdos, engajar os usuários e tornar suas experiências diferentes.

O termo Realidade Virtual (RV) foi estabelecido por Jaron Lanier em 1989 (STEUER, 1992), e desde seu surgimento, o termo vem sendo revisitado, reformulado e discutido, segundo diferentes esferas do conhecimento (computação, entretenimento, ensino, pesquisa...). Neste trabalho é utilizado o conceito de RV proposto pelos autores Krueger (1991), Kirner e Siscoutto (2007) e Tori, Hounsell e Kirner (2020), que a entendem como uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite a navegação e interação em tempo real dos usuários em um ambiente 3D criado por computador por meio de dispositivos multissensoriais.

Ancorado a esse conceito, há outras diferenciações de termos como a “RV imersiva”, descrita como dependente de dispositivos de interação e monitores tipo HMD ou salas de multiprojeção para visualização (BIOCCA; LEVY, 1995; KIRNER; KIRNER, 2011; SLATER; SANCHEZ-VIVES, 2016). Sob esse ponto de vista, a RV (não imersiva) é caracterizada por não utilizar HMDs ou salas multiprojeção.

Atualmente, o termo RV é utilizado popularmente para se referir a um ambiente imersivo onde se utiliza dispositivos especiais para visualização (como HMDs) e o termo “RV imersiva” tem caído em desuso, todavia, essas diferenças são encontradas ainda na literatura. Para este trabalho, optou-se pelo termo de maior aderência na atualidade, assim “RV” é utilizado aqui para se referir a ambientes imersivos experienciados por meio de HMDs ou CAVEs.

Um ponto de destaque é o espaço que a RV tem adquirido nos últimos anos, quando diferentes tipos de HMDs foram lançados no mercado, incluindo alguns com preços mais acessíveis. Os modelos podem variar de HMDs conectados à computadores e HMDs baseados em dispositivos móveis (JUAN et al, 2018). Os HMDs cujo processamento de dados depende dos computadores, são considerados como periféricos, conectados por cabo ou wireless, Rift (Oculus), Vive (HTC) e Playstation VR (Sony) são alguns exemplos dessa categoria. Já os HMDs com renderização baseada em dispositivos móveis usam da tela e capacidade de processamento de smartphones para exibir o ambiente virtual para o usuário e processar informações, dessa categoria, são exemplos o Google Cardboard e Samsung Gear VR (JUAN et al, 2018). Com base na forma de processamento e renderização de imagens, há outra categoria, os HMDs autônomos (conhecidos também com *standalone*) como o Oculus Quest e o Oculus Quest 2 (ambos criados pela Oculus), seu funcionamento é independente

de computadores ou *smartphones*, uma vez que todos processamento, conexão de controles (periféricos) e visualização, são desempenhados pelo próprio dispositivo.

Essa onda de dispositivos e inovações, apresentou diversas oportunidades para os mais variados campos, inclusive o da educação, Burton et al. (1997), Brna (1998) e Romano et al. (1998), apontam os modelos de ambientes de RV como uma forma mais dinâmica se comparada aos modelos “tradicionais” para estimular o aprendizado. Essa afirmação é reforçada outros autores (PANTELIDIS,1996; LIVINGSTON, 2005; LOCKWOOD E KRUGER, 2008; CHEN, 2010) ao verificar o desenvolvimento educativo com a utilização da RV. Alguns dos seus benefícios como ferramenta de ensino são: facilidade de extrapolação de espaço e tempo, uso da interatividade para aumentar a motivação e engajamento do aprendiz, manipulação de objetos e substâncias sem oferecimento de riscos e sensação de imersão em ambientes impossíveis de conhecer (TORI et al, 2020). Com relação à interatividade e jogabilidade, os autores Costa e Ribeiro (2009) mostram ganhos, em termos de aprendizagem superior se comparada à diversas outras formas de interação, visando educação medida por computador. A RV não se limita a um nicho ou mercado específico, se mostrando uma ferramenta aliada em diversos campos, a Figura 1 demonstra um esquema proposto por Machado et al. (2017) onde são demonstrados campos diversos que apresentam adesão entre si e possibilidades exploradas por meio da RV.

Figura 1 – Multidisciplinaridade na construção de ambientes de Realidade Virtual



Fonte: MACHADO et al.,2017 (modificado pelos autores).

Com o intuito de explorar o ensino por meio da RV, esse artigo apresenta como objetivo principal a criação de uma aplicação interativa para o auxílio da aprendizagem sobre o sistema solar. Essa temática foi definida a partir de discussões sobre espaços e locais que poderiam ser interessantes de explorar em ambiente de RV devido à sua complexidade, tamanho, e acesso a informações que pudessem ser compreendidas mais facilmente por meio da RV. Assim, chegou-se à temática do sistema solar.

Tendo em vista as inovações tecnológicas e novas formas de trabalhar com a RV, buscou-se estudos sobre a Experiência do Usuário (UX), baseada na usabilidade, essa última, descrita por Nielsen (1993). Segundo Nielsen (1993) dois pontos se destacam quando se fala de um produto, sua utilidade e sua usabilidade: o primeiro diz respeito à funcionalidade do produto, se ele realiza a tarefa proposta e atende aos objetivos; já a usabilidade, se volta a relação entre o usuário e o produto e o quanto esse auxilia o usuário na realização da atividade. Em outras palavras, a usabilidade analisa como o usuário interage com o produto e como este oferece feedbacks e recursos para facilitar essa interação.

Nielsen (1993) propõe 5 atributos, que são frequentemente associados a usabilidade:

- **Aprendizagem:** Se o sistema for fácil de aprender, o usuário conseguirá executar as atividades que pretende rapidamente, e obter seus resultados de maneira mais eficiente.
- **Eficiência:** O sistema deve permitir um alto nível de produção, a partir do momento que o usuário aprendeu a lidar com o sistema.
- **Memorização:** Deve ser fácil memorizar os itens dos sistemas, dessa maneira, usuários casuais podem voltar a utilizá-lo após algum tempo distante, sem precisar reaprender tudo novamente.
- **Erros:** O sistema deve apresentar poucos erros e esses, ter uma fácil recuperação. Não devem ocorrer erros desastrosos.
- **Satisfação:** O uso do sistema deve ser agradável, assim o usuário se sentirá mais satisfeito em utilizá-lo.

Esses pontos foram tomados por base durante o desenvolvimento do sistema proposto, para que o ambiente de aprendizado apresentado seja mais confortável, atraia a atenção e seja maleável para ser utilizado de diferentes formas, em ambientes formais e informais de ensino. Além disso, como apontado por Parong et al (2020), a sensação de “estar presente” em ambientes de RV, pode estar

associada com uma melhora do aprendizado, uma vez que reduz o contato com estímulos vindo de fora do ambiente virtual.

Com intuito de alcançar os objetivos propostas, foi realizado um levantamento bibliográfico e ludográfico para compreender como a temática já havia sido explorada, os autores e trabalhos que poderiam embasar essa pesquisa e formas de abordagem do ensino em contextos interativos. Na literatura foram encontradas propostas que expunham conteúdos relacionados ao sistema solar por meio da dinâmica de jogos, como o descrito por Pereira, Fusinato e Neves (2007), onde um jogo de tabuleiro não digital é proposto e intitulado “Desbravando o Sistema Solar”. Pereira e Batista (2017) seguem um caminho semelhante e descrevem um jogo (não digital) baseado em cartas, para o ensino sobre o sistema solar. Já no campo digital, destaca-se o jogo “Razão Celeste”, criado por Dores e Douglas (2019) e adaptado às plataformas Windows e Android através do *software* Game Maker Studio (YoYo Games Ltd.). O “Razão Celeste” possui representações 2D e 3D, sua conduta é baseada no contexto *tower defense*.

Destaca-se que, dentre as propostas de jogos sobre o sistema solar encontradas, poucos exemplares eram pensados para plataformas digitais, além de que nenhum que utilizasse RV foi encontrado. Tendo em vista essa lacuna esse trabalho se propôs a construir um ambiente interativo digital, para o ensino sobre o sistema solar e utilizando plataformas de RV, como um potencial diferencial atrativo e facilitador de acesso, uma vez que esse tipo de plataforma pode ser trabalhado em sala de aulas com equipamentos comuns (*smartphone* e HMDs simples).

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi dividido em duas etapas: fundamentação teórica e desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual que terá como resultado, uma aplicação para plataforma Android. A fundamentação teórica aborda estudo de teorias e ferramentas computacionais necessárias ao desenvolvimento deste projeto. Este levantamento bibliográfico teve como base consultas à literatura especializada e de alta relevância científica, incluindo: artigos científicos, sites de instituições de pesquisa, teses e livros. Nesta etapa, foram realizadas pesquisas sobre os dados de cada elemento mostrado na aplicação como: tamanho dos planetas, distância do sol, velocidade de rotação, inclinação, entre outros dados.

A primeira parte da pesquisa ainda contou com estudos de jogos com temática e objetivos semelhantes, e estudos de UX para embasar a produção prática. Para além da leitura de artigos e pesquisas realizadas, os jogos disponíveis foram

testados, para compreensão da jogabilidade, problemas, soluções, ferramentas e recorte do assunto feito por cada um.

Na etapa de produção, buscou-se por modelos 3D disponíveis, processos de modelagem e interação do usuário com o ambiente. A partir dos modelos encontrados, foi estabelecido que não seria necessário a montagem de cada modelo, o trabalho artístico seria direcionado à organização geral dos elementos.

Com o ambiente modelado o conteúdo que seria apresentado na aplicação foi recortado, portanto, alguns itens já pesquisados foram excluídos da aplicação final, uma vez que grande quantidade de conteúdo escrito pode tornar a aplicação monótona e menos interessante. Nessa etapa da produção, as escolhas no campo da UX foram refinadas e discutidas, para compreender o que seria mais interessante manter ou retirar da aplicação. Aqui grifa-se que a aplicação é de cunho educativo, mas assim como tem o intuito de transmitir informações, essa também foi pensada para ser interessante e confortável ao usuário.

Ainda na etapa de criação foram pesquisados diferentes sites de documentação para programação e implementação das ações no ambiente da aplicação. A etapa de programação e organização do ambiente 3D foram realizadas com o auxílio do motor de jogos Unity 3D. Por fim, ainda com o auxílio do Unity 3D, foram adicionados efeitos sonoros e feita a integração dos elementos provenientes da modelagem com os elementos computacionais, culminando em uma aplicação para a plataforma Android.

## **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 pela facilidade de acesso a pessoas de diferentes classes sociais.

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 (Blender) ou 3D Studio Max (Autodesk), 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. Essas características, junto ao fato de a plataforma estar disponível gratuitamente, foram fatores determinantes para a escolha do seu uso neste projeto.

O desenvolvimento do ambiente foi calculado para que as proporções dos planetas e espaço fossem coerentes, tomando por base o site A Escala do Universo (2022) e as informações e dados apresentados nos sites oficiais da National Aeronautics and Space Administration (NASA) e do National Air and Space Museum. Todos os modelos 3D utilizados foram disponibilizados pela NASA e a textura de fundo (ambiente que simula o céu) foi obtida pelo site Solar System Scope. Essa escolha foi adotada devido a disponibilidade gratuita desses modelos, poupando tempo e recursos de modelagem, que foram aplicados em outras áreas do desenvolvimento da aplicação.

No total foram desenvolvidos dez ambientes diferentes, sendo o primeiro um ambiente geral onde se pode observar todo o sistema solar, nele é apresentado ao usuário o ambiente interativo e fornecida uma introdução sobre a navegação pela aplicação.

Os demais ambientes são para os planetas e planetas anões de nosso sistema solar e suas respectivas luas, neles são passadas diversas informações selecionadas, o usuário também tem acesso a uma lista de informações gerais.

Para gerar as funcionalidades e ações dos ambientes foram desenvolvidos scripts na linguagem de programação C#. Destaca-se aqui dois desses scripts, o primeiro compõe um sistema que possibilita os movimentos de rotação e translação dos astros; já o segundo apresenta um sistema de mensagens por onde são apresentadas as informações dos corpos celestes, esse sistema foi pensado com intuito de aumentar a imersão do usuário no ambiente.

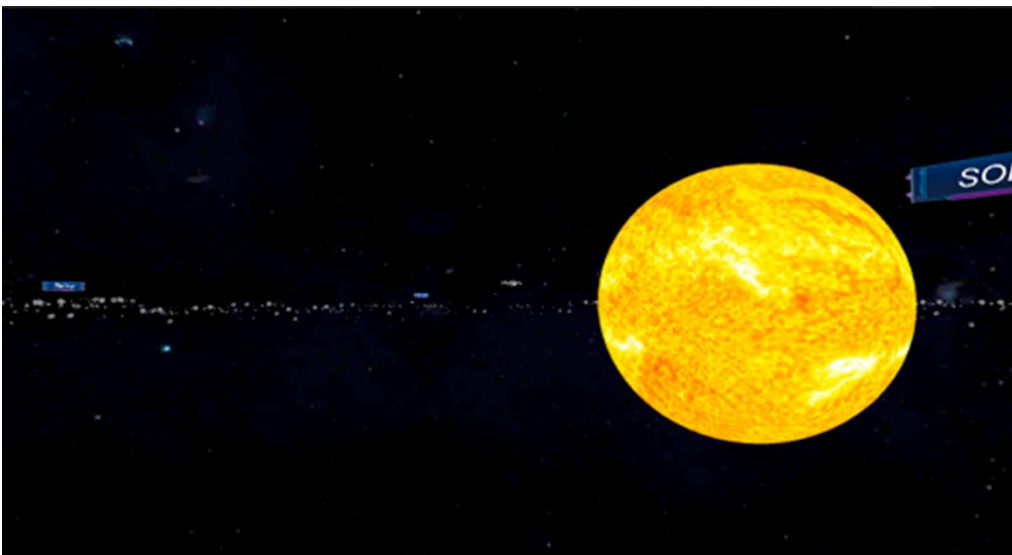
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O levantamento bibliográfico direcionou a pesquisa e buscou por aplicações e artigos pertinentes ao tema, essa etapa demonstrou que o ensino sobre o sistema solar, utilizando de aplicações computacionais em realidade virtual, é pouco explorado, uma vez que foram encontradas 2 publicações sobre o assunto no Google Scholar semelhantes a proposta apresentada aqui, isso é, a um ambiente em RV para auxiliar no ensino de astronomia. Assim, esse projeto demonstra sua importância, como um meio adicional de transmissão de informações e uma ferramenta de ensino. O projeto foi desenvolvido para ser utilizado em sala de aula ou como uma atividade extra, sendo maleável e possível de encaixar em diferentes dinâmicas e metodologias de ensino.

O estudo de ferramentas voltadas para modelagem de ambientes para RV mostrou que o motor de jogos Unity era a ferramenta mais adequada para o desenvolvimento dos ambientes em RV deste projeto, uma vez que além dele já oferecer facilitadores para o desenvolvimento de ambientes em RV (como *assets* gratuitos), também permite que os ambientes gerados sejam compatíveis à plataforma Android. Com o uso do Unity foi desenvolvido todo o ambientes em RV.

O sistema foi testado e aperfeiçoado internamente, pelos desenvolvedores do projeto, realizando ajustes e correções, para que o conforto do usuário e a facilidade do uso do sistema fossem priorizados. Parte do ambiente geral do sistema desenvolvido pode ser visualizado na Figura 2, como como um exemplar dos resultados obtidos.

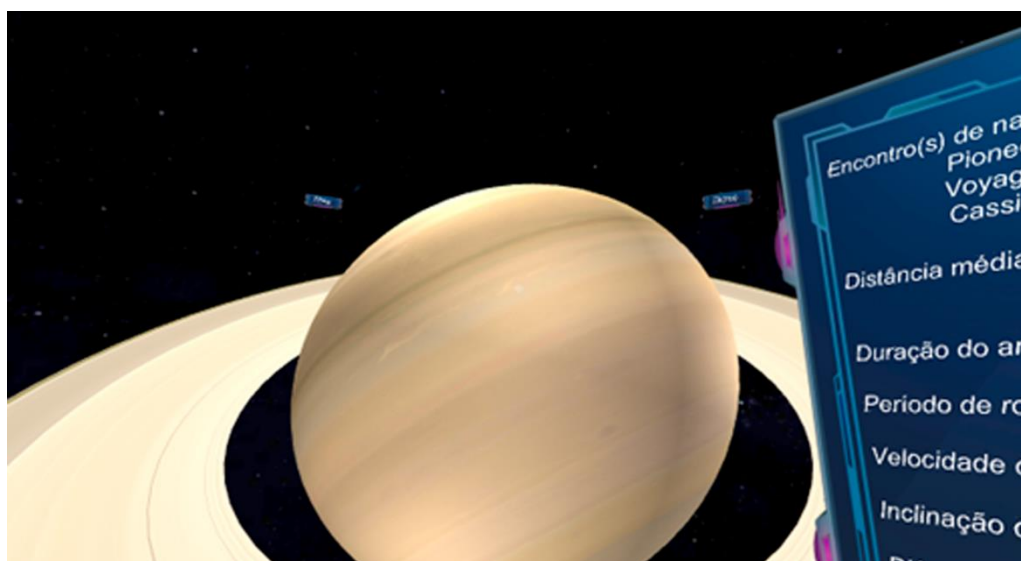
Figura 2 – Parte do ambiente geral criado.



Fonte: Elaboração dos próprios autores, 2022.

As informações sobre os principais astros do sistema, como os planetas e seus satélites, ficam disponíveis ao lado do seu modelo 3D. Um exemplo é exibido n no ambiente de Saturno, na Figura 3.

Figura 3– Ambiente de Saturno.

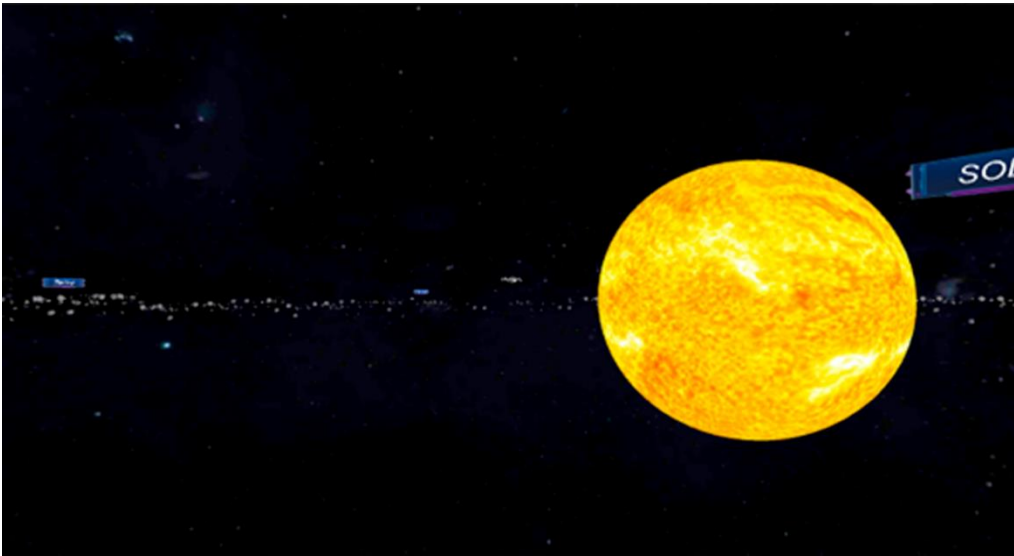


Fonte: Elaboração dos próprios autores, 2022.

Para apresentar informações ao usuário, sem deixar a interação cansativa ou pouco atraente, foi criado um método de exibição de mensagens em quadros informativos. O usuário tem o controle do tempo de leitura, e da exibição de mais ou menos informações de cada astro, grifa-se que essas mensagens são apresentadas apenas quando o usuário se aproxima do astro, enquanto é realizada a navegação pela simulação, são mostrados quadros com os nomes dos corpos celestes (esses podem ser visualizados ao fundo, nas Figuras 2 e 3). O sistema de navegação e indicação de onde cada astro se situa foi desenvolvido com foco na facilitação da aprendizagem do usuário, uma vez que o sistema demonstra elementos como estrelas, satélites, meteoros, entre outros, e dificultaria a interação do usuário, caso a identificação não fosse vista mesmo “ao longe”.

A Figura 4 demonstra o sistema de mensagem utilizando diferentes quadros para apresentar as informações aos usuários. A escolha das cores, levou em consideração o contraste, para facilitar a leitura do usuário.

Figura 4 – Sistema de mensagens.

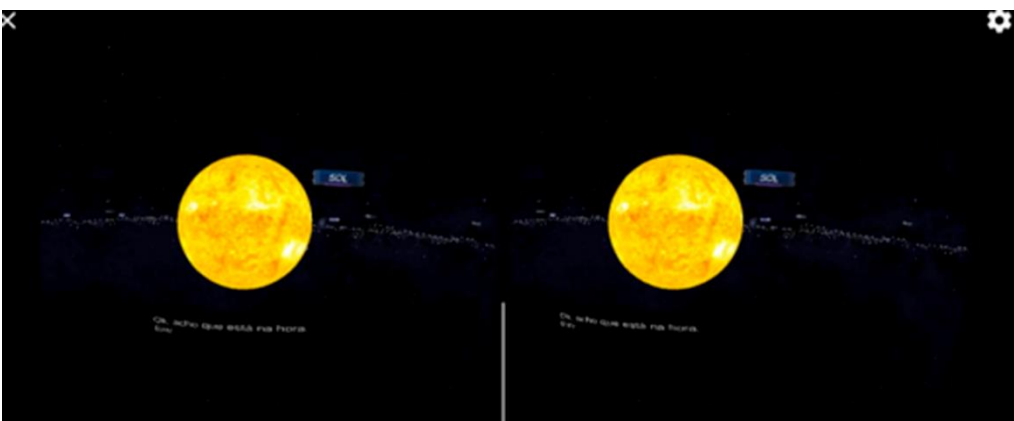


Fonte: Elaboração dos próprios autores, 2022.

Outro aspecto a ser ressaltado é que, em busca de um sistema menos confuso, e mais satisfatório, diversos corpos celestes conhecidos pela ciência, não aparecem na simulação desenvolvida. O foco foi em detalhar e informar sobre os planetas e satélites mais conhecidos e explorados pelo ensino fundamental e médio. Dessa maneira, para além de facilitar a navegação do usuário pelo sistema, a execução da aplicação torna-se mais leve e pode ser suportada por dispositivos menos robustos sem apresentar erros (como lentidão e travamento), fator que também auxilia na melhora da usabilidade.

Para testes em dispositivos móveis (smartphones) foi gerado um aplicativo para a plataforma Android, após todos os modelos 3D, informações, esquema de interação e organização do sistema estarem prontos. O teste final foi feito em um smartphone do modelo Samsung Note 20 (Samsung), a Figura 5 demonstra como a imagem é exibida para visualização com dispositivos de RV.

Figura 5 – Imagem do sistema durante a execução em smartphone.



Fonte: Elaboração dos próprios autores, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a criação de um software para RV que auxilia a aprendizagem de temas dentro da temática sistema solar. Sua criação foi balizada pelo uso em ambientes de ensino formais (escolas) e não formais (museus e feiras por exemplo) ancorada a melhora da usabilidade e estudos do design da interação e organização dos elementos para proporcionar uma melhor experiência aos usuários.

Os testes em smartphone provaram que é possível executar a aplicação com poucos erros e falhas mesmo em aparelhos modestos. Dessa maneira, o uso do software em plataformas mobile torna-o mais acessível, transformando o sistema em uma ferramenta para o ensino sem a necessidade de tecnologias robustas e inacessíveis a grande parte dos brasileiros.

Por conseguinte, acredita-se que o design do sistema proporciona uma facilidade na memorização da navegação e interação do usuário, na aprendizagem de uso (devido à simplicidade dos comandos), por ser um software leve e de interação simples, poucos erros foram encontrados e foram corrigidos. A conclusão sobre a eficiência não se aplica como suporte para alto nível de produção, mas sim pela facilidade na navegação e em encontrar as informações pontuais disponíveis no sistema.

Por fim, a satisfação dos usuários, será testada em avaliações futuras, onde pretende-se levar a aplicação para dentro do âmbito escolar, realizar questionários e entrevistas com professores e alunos para melhorar o sistema e disponibilizá-lo como ferramenta aos educadores. Durante os testes internos realizados pelos autores desse projeto, pensou-se também em como melhorar a acessibilidade dos usuários, assim, pretende-se implementar a dublagem dos textos e permitir a escolha do tamanho das fontes dos textos apresentados.

## *Agradecimentos*

À equipe de estudantes. Ao apoio financeiro recebido do Fundo de Amparo à Pesquisa do UNISAGRADO (FAP/UNISAGRADO). Ao meu pai e à minha mãe.

## *Referências Bibliográficas*

A ESCALA DO UNIVERSO. s/d. Disponível em: <  
<https://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/sca/sca.htm#:~:text=Em%20nosso%20modelo%20escalonado%2C%20com,do%20que%20nosso%20sistema%20solar!>>. Acesso em 21 mar. 2022.

ANDROID DEVELOPER. Disponível em: < <https://developer.android.com/>>. Acesso em: 15/03/2022.

BIOCCA, F.; LEVY, M. R. **Communication in the age of virtual reality**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

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

BURTON, M.; BRNA, P.; TREASURE-JONES, T. 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. **Dissertação** (Mestrado em Comunicação Multimédia) Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. Disponível em: <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3785/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 16/03/2022.

DORES, J.; DOUGLAS, M. Razão Celeste: um jogo sobre astronomia. In: SEMINÁRIO DE JOGOS ELETRÔNICOS, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 13, Maceió, **Anais**, 324-332, 2019.

JUAN, C.; GARCÍA-GARCÍA, I.; MOLLÁ, R.; LÓPEZ, R. User's Perceptions Using Low-End and High-End Mobile-Rendered HMDs: A Comparative Study. **Computers**. v. 7, n. 15, p. 1-17 . 2018.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: COMPUTAÇÃO, E. S. S. B. D. (Ed.). **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia-MG, 2011. cap. 1, p. 16.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada In: KIRNER, C. e SISCOOTTO, R. A. (Ed.). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, projetos e Aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

KRUEGER, M. W. **Artificial reality II**. 2. ed. Londres: Addison Wesley 1991.

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

LOCKWOOD, D. KRUGUER, E. Using VR for Human Development in Africa. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 28, n. 3, p. 99-103, 2008.

MACHADO, L. S. MORAES, R.N. NUNES, F. L. S. COSTA, R. M. E. M. Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. **Revista brasileira de educação médica**. v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

NATIONAL RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY. s/d. Disponível em: <<https://public.nrao.edu>>. Acesso em: 19/05/2022.

NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM. s/d. Disponível em: <<https://airandspace.si.edu>>. Acesso em: 18/06/2022.

NASA SCIENCE SOLAR SYSTEM EXPLORATION. s/d Disponível em: < <https://solarsystem.nasa.gov> >. Acesso em: 28/06/2022.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Morgan Kaufmann, 1993.

PANTELIDIS, V. 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.

PARONG, J. POLLARD K. A. FILES, B. T.; OIKNINE, A. H. SINATRA, A. M. MOSS, J. D. PASSARO, A. KHOOSHABEH, P. The mediating role of presence differs across types of spatial learning in immersive technologies. **Computers in Human Behavior**. v.107, p. 01-10, 2020.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Desbravando o Sistema Solar: um jogo educativo para o Ensino e a divulgação da Astronomia. In: NEVES, M. C. D. SILVA, J. A. P. FUSINATO, P. A. PEREIRA, R. F. (Org.). **Da Terra, da Lua e Além**. Maringá, Editora Massoni, 2007.

PEREIRA, R. F. BATISTA, M. C. Conhecendo o Sistema Solar: Um Jogo Para o Ensino de Astronomia. In: X Encontro internacional de Produção Científica, Maringá, **Anais**. 2017.

PLANET ROTATIONS. s/d. Disponível em: < <https://sos.noaa.gov> >. Acesso em: 27/04/2022.

PLAZA, A. E. s/d. **Cálculo das órbitas planetárias**. Disponível em:< <http://fap.if.usp.br> >. Acesso em: 10/11/2021.

ROMANO, D. M. BRNA, P. SELF, J. A. Collaborative decision-making and presence in shared dynamic virtual environments. In: Presence in Shared Virtual Environments Workshop. 1998.

SLATER, M.; SANCHEZ-VIVES, M. V. Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. **Frontiers in Robotics and AI**. v. 3, n. 74, 2016.

SOLAR SYSTEM SCOPE. s/d. Disponível em: < <https://www.solarsystemscope.com> >. Acesso em: 23/09/ 2021.

STEUER, J. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. **Journal of Communication**. v. 42, n. 4, p. 73-93, 1992.

TAMANHO DE PLANETAS E ESTRELAS. s/d. Disponível em: < <http://www.astro.iag.usp.br/> >. Acesso em: 18/11/2021.

TORI, R. HOUNSELL, M. D. S.; KIRNER, C. Realidade Virtual. In: **Introdução a realidade virtual e aumentada, 3 ed.**. v. 1, n. 1. 2020.

TORI, R. QUEIROZ, A. C. CORRÊA, A. G. D. NETTO, A. V. Educação. Realidade Virtual. In: **Introdução a realidade virtual e aumentada, 3 ed.**. v. 1, n. 1. 2020.