

O uso da realidade virtual para ensino de astronomia: Desenvolvimento e aplicação de um software para simulação de planetário

The use of virtual reality for astronomy education: Development and application of
planetarium simulation software

Ânderson dos Santos Ritta  <https://orcid.org/0000-0001-9789-2495>
Instituto Federal Sul-rio-grandense
e-mail - andersonritta@gmail.com

Marcelo da Silveira Siedler  <https://orcid.org/0000-0002-3698-1619>
Instituto Federal Sul-rio-grandense
e-mail - siedler@gmail.com

Sandra Dutra Piovesan  <https://orcid.org/0000-0002-3175-867X>
Universidade Federal do Pampa
e-mail - sanpiovesan@gmail.com

Resumo

A astronomia pode ser reconhecida como uma ciência interdisciplinar com grande potencial educacional. No entanto, determinados conteúdos abordados por esta área de conhecimento demandam a utilização de estruturas específicas de ensino para alcançar um melhor aprendizado. Nesse cenário, o uso de uma ferramenta computacional baseada em realidade virtual, por exemplo, contribui para otimizar o processo de ensino desse tipo de conteúdo. Este artigo apresenta o projeto, desenvolvimento e avaliação de um planetário virtual em ambiente imersivo. O objetivo é avaliar esta aplicação, tanto em termos de sua usabilidade quanto de experiência de uso. Esta pesquisa, metodologicamente caracterizada como quantitativa, coletou dados por meio da aplicação de questionários SUS (System Usability Scale) com os estudantes que utilizaram a aplicação desenvolvida. Os resultados alcançados mostram que a ferramenta teve uma excelente avaliação com relação a sua usabilidade.

Palavras-chave: Ensino. Realidade virtual. Astronomia.

Abstract

Astronomy can be seen as an interdisciplinary science with great educational potential. However, certain contents addressed by this knowledge area require the use of specific teaching structures to achieve better learning. In this scenario, using



a virtual reality-based computational tool, for example, contributes to optimizing these contents' teaching process. This paper presents the design, development, and evaluation of a virtual planetarium, in an immersive environment. The goal is to evaluate this application, both in terms of its usability and user experience. This research, methodologically characterized as quantitative, collected data through the application of SUS (System Usability Scale) questionnaires with students who used the developed application. The achieved results show that the tool had an excellent evaluation regarding its usability.

Keywords: Teaching. Virtual reality. Astronomy.

Introdução

A astronomia é uma área reconhecida como uma ciência de caráter interdisciplinar, pois interage com vários componentes curriculares, incluindo física, química e geografia, possuindo, assim, um grande potencial educativo. Apesar disso, a astronomia ainda é apenas vagamente abordada dentro das séries iniciais e do ensino fundamental, gerando, por isso, um enorme desconhecimento de conceitos astronômicos básicos.

Como contribuição para o ensino, a utilização dos planetários mostra-se uma alternativa interessante e construtiva das ciências relacionadas ao universo e a origem da vida.

O planetário é um espaço de ensino muito específico; de acordo com Esteffani e Vieira (2014) planetários são equipamentos didáticos proeminentes; reproduzem o céu visto em qualquer latitude, mostram de forma precisa as posições do Sol, da Lua e dos planetas em qualquer época. Apesar de, em grande parte, os planetários atuais se constituírem em locais de entretenimento, o principal objetivo desses espaços deve ser atuar como uma ferramenta para o ensino de ciências, mais precisamente a astronomia (ESTEFFANI; VIEIRA, 2014) e (ANDRADE, 2010).

Pensando nos diversos obstáculos que impedem o uso frequente de um planetário, por parte de professores e alunos, com finalidade de ensino, a tecnologia VR (virtual reality) surge como uma ferramenta inovadora que apresenta uma perspectiva diferente na forma de transmitir informações. A tecnologia VR utiliza recursos gráficos 3D ou imagens em 360° para criar um ambiente imersivo e totalmente virtual – comumente chamado de Realidade Virtual (RV).

De acordo com Latta e Oberg (1994), a tecnologia VR pode ser definida como uma interface que simula um ambiente real e permite aos participantes interagirem com o mesmo. A realidade virtual é um meio que permite a interação do usuário com algo que não é real, mas pode ser considerado real enquanto é utilizado (HAND, 1994).

E, ainda, levando em consideração que cada pessoa responde melhor a um determinado estilo de aprendizagem, a realidade virtual permite que cada estilo seja contemplado dentro de uma mesma aplicação (BELL; FOGLER, 1995).

Assim, o presente artigo apresenta o estudo sobre a implementação e uso de um planetário virtual em ambiente imersivo, tendo como objetivo avaliar, utilizando por



base os resultados quantitativos, respectivamente, familiaridade e usabilidade no uso da ferramenta.

O *software* em questão busca prover um auxílio ao ensino de astronomia nas escolas e que promova uma forma de aprendizado imersiva, interativa e intuitiva para os estudantes. Dessa forma, o presente trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção Material e Métodos são abordadas a modelagem e implementação do *software*; englobando a seção de Testes de usabilidade e familiaridade da tecnologia; a seção de Análise dos Resultados proveniente da aplicação; Considerações Finais; e por fim as Referências.

Material e Métodos

A elaboração desta pesquisa, de cunho quantitativo, envolve as seguintes etapas: desenvolvimento, onde são realizadas a modelagem e implementação do *software*; uso do *software* por parte dos voluntários; coleta dos dados através dos questionários, tabulação dos dados e análise dos resultados. De acordo com Tanaka e Melo (2001), a escolha pela abordagem quantitativa no que tange a organização e discussão dos resultados atribui ao trabalho os seguintes aspectos: (i) possibilidade de análise direta dos dados; (ii) tem força demonstrativa; (iii) permite generalização pela representatividade e; (iv) permite inferência para outros contextos.

Este trabalho foi desenvolvido em uma parceria entre o Instituto Federal Sul-rio-grandense *campus* Bagé e a Universidade Federal do Pampa *campus* Bagé, instituição que conta com um planetário físico e que busca ferramentas para difundir a astronomia na comunidade. Dessa parceria surgiu a ideia de criar aplicativos voltados para a astronomia e que possam ser levados para a comunidade escolar da região.

Desse objetivo inicial, foi prospectado um aplicativo que deveria apresentar um planetário virtual com os seguintes requisitos:

- a) Abordar o sistema solar;
- b) Permitir a interação do usuário;
- c) Apresentar informações sobre os planetas;
- d) Ser imersivo.

A partir desses requisitos, foi projetado e implementado um aplicativo que simula um planetário usando realidade virtual, apresentando ao usuário o sistema solar, com os planetas que compõe o sistema, respeitando as características de proporção, distância para o sol, rotação e translação.

A interação com o usuário ocorre através do uso dos óculos VR e um controle auxiliar. O usuário é convidado a imergir no sistema solar, podendo navegar entre os planetas e obter informações de cada um dos elementos apresentados na cena.

Através dos comandos do controle o usuário pode movimentar-se em direção ao planeta desejado e, apenas apertando um botão, visualizar e obter as informações sobre o planeta que ele está olhando no momento do clique.

A figura 1 apresenta um aluno testando o aplicativo utilizando óculos VR e controle auxiliar.



Figura 1 – Aluno utilizando óculo VR com o *software* de planetário virtual



Fonte: Autor (2019).

O aplicativo foi desenvolvido a partir da *engine* Unity, fazendo uso da licença gratuita para estudantes, e codificado com a linguagem C#. A seguir é apresentado o processo de desenvolvimento do aplicativo.

Modelagem

Para a criação dos objetos do jogo foi utilizado como referência o repositório de imagens, texturas e dados da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e, a partir da coleta de informações referentes a cada planeta do sistema solar, iniciou-se a modelagem dos elementos presentes utilizando o *software* Autodesk 3D Max.

Nesta etapa, foram realizadas a edição de texturas, modelagem das formas e transformação de tamanhos para tornar os elementos em escala proporcional a real. Para cada planeta criado, foi necessário transformar a imagem criada em um objeto compatível com a *Engine* do Unity. Só após a correta visualização do planeta na cena do aplicativo o processo de modelagem é concluído.

As principais dificuldades encontradas nesta etapa foram, inicialmente, o ajuste fino das texturas dos planetas, haja vista que a inserção precisa manter o posicionamento correto de cada parte dos planetas. Em específico, os anéis de Saturno exigiram um estudo mais aprofundado sobre seu posicionamento real.

Na figura 2 é representado o Sol importado na plataforma Unity e inserido no ambiente do planetário virtual.

Figura 2 – Objeto representando o sol, importado para o Unity

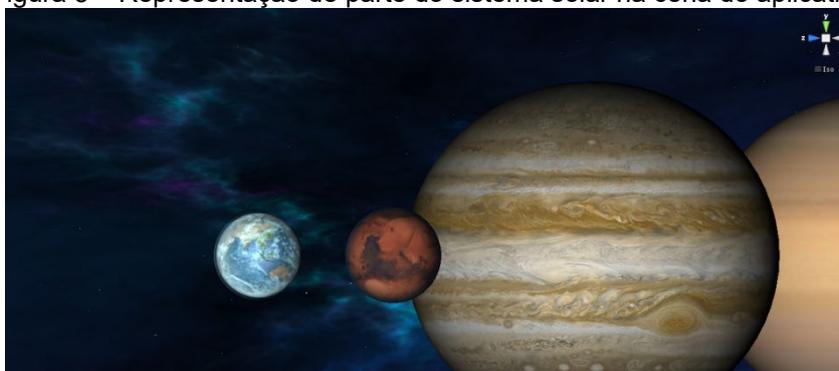


Fonte: Próprios autores (2019).

Implementação

As primeiras rotinas desenvolvidas foram para executar os movimentos de rotação e translação dos planetas e, posteriormente, a implementação dos módulos de realidade da Realidade Virtual. Com etapa concluída foi possível realizar os primeiros testes utilizando os óculos VR, ajustando as especificações de cada planeta isoladamente, formando por fim o sistema solar representado de forma simulada no ambiente do aplicativo (Figura 3).

Figura 3 – Representação de parte do sistema solar na cena do aplicativo



Fonte: Próprios autores (2019).

A lógica de programação foi desenvolvida em *scripts* C#, parametrizados para receber as informações de cada planeta. Como exemplo é apresentado parte do *script* responsável por realizar a rotação dos planetas. Esse *script* trabalha com quatro informações que são a base para realizar as animações no aplicativo sendo:

- ***orbitSpeed***: variável de ponto flutuante, armazena a velocidade da órbita do planeta.
- ***rotationClockwise***: variável booleana, retorna se o planeta está realizando a rotação em sentido horário.
- ***rotationSpeed***: variável de ponto flutuante, armazena a velocidade da rotação do planeta.
- ***rotationDirection***: variável do tipo Vector3, que armazena as coordenadas x,y e z do elemento rotacionado.



A rotação de cada planeta é realizada em tempo de execução do aplicativo, podendo ser alterada a qualquer momento conforme o estado atual do ambiente. Para garantir que a rotação ocorra corretamente implementou-se a lógica que executa o movimento em cada planeta no método pré-definido do Unity chamado *Update*. Este método é chamado toda vez que um novo frame é lido, o que garante uma constância na animação de rotação dos planetas.

A Figura 4 apresenta o método *Update* com a lógica para rotacionar o planeta.

Figura 4 – Script de rotação dos planetas

```
private void Update()
{
    if(rotationClockwise)
    {
        transform.RotateAround(parent.transform.position, parent.transform.up,
            orbitSpeed * Time.deltaTime);
    }
    else
    {
        transform.RotateAround(parent.transform.position, -parent.transform.up,
            orbitSpeed * Time.deltaTime);
    }

    transform.Rotate(rotationDirection, rotationSpeed * Time.deltaTime);
}
```

Fonte: Próprios autores (2019).

Com os planetas criados e alinhados, implementou-se a interação do usuário através do uso de um controle que permite interagir com o ambiente de realidade virtual através de cliques na tela.

A implementação da interação do controle com os elementos da tela foi uma das etapas mais difíceis do processo de desenvolvimento do trabalho. A identificação dos botões clicados, a delimitação da área de clique e o comportamento que o aplicativo deve ter quando acionado o botão foram tarefas complexas, além dos testes serem custosos, pois exige que o aplicativo seja executado no celular para que o controle dos óculos possam ser usados (no Unity a execução é simulada, e o clique do mouse não corresponde, necessariamente, ao comportamento do controle).

Como resultado desta implementação, tem-se um script genérico que permite a interação por todos objetos do planetário, parametrizando a sensibilidade do controle e a velocidade de movimento da câmera conforme a necessidade do usuário, visto que o tempo de resposta pode variar entre os equipamentos utilizados.

A Figura 5 apresenta o trecho de código responsável pela movimentação da câmera conforme clique no botão do controle. Este *script* é executado toda vez que o usuário clica na tela, aproximando a câmera das coordenadas armazenadas no clique do usuário.



Figura 5 – Script responsável pela movimentação da câmera conforme a interação do usuário

```
private void Update()
{
    x += Input.GetAxis("Mouse X") * sensibilidade;
    y -= Input.GetAxis("Mouse Y") * sensibilidade;

    transform.eulerAngles = new Vector3(y, x, 0);

    PlayerMovement();
}

private void PlayerMovement()
{
    float hAxis = Input.GetAxisRaw("Horizontal");
    float vAxis = Input.GetAxisRaw("Vertical");
    Vector3 movement = new Vector3(hAxis, 0, vAxis) * moveSpeed;

    Vector3 newPosition = camerinha.position
        + camerinha.transform.TransformDirection(movement);

    camerinha.MovePosition(newPosition);
}
```

Fonte: Próprios autores (2019).

A versão atual do aplicativo está totalmente funcional e sendo colocada em testes nas escolas da rede pública. A seção a seguir apresenta o teste de usabilidade do aplicativo desenvolvido.

Coleta de dados: Testes de Usabilidade e Familiaridade

Segundo Malhotra (2006), a pesquisa quantitativa é uma metodologia que procura quantificar os dados e, de forma geral, aplica algum método de análise estatística; como a tabulação e apresentação dos dados se deu através de gráficos e índices percentuais, como instrumento de coleta de dados, optou-se por um questionário do tipo fechado, onde as questões traziam alternativas determinadas pelos pesquisadores, conferindo uma maior delimitação entre as respostas.

Para validar o aplicativo foram aplicados dois questionários a cada usuário, sendo o primeiro um formulário para medir o grau de familiaridade com a realidade virtual, e o segundo, aplicado após a utilização do aplicativo, para testar a usabilidade do sistema desenvolvido.

De acordo com Preece (1993), usabilidade é um conceito chave na interação homem computador e enfatiza a preocupação em fazer sistemas que apresentem facilidade de aprendizagem e na utilização. Para a norma NBR ISO 9241-11, a usabilidade é considerada como sendo a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso (MILANI; MARCHI e RIEDER, 2017).

Para a compreensão deste conceito torna-se necessário o conhecimento de outras definições apresentadas na NBR ISO 9241-11:

- a) Eficácia: acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos.
- b) Eficiência: recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos.
- c) Satisfação: ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto.
- d) Contexto de uso: usuários, tarefas, equipamento (hardware, software e materiais), e o ambiente físico e social no qual um produto é usado.
- e) Sistema de trabalho: sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.

A NBR ISO 9241-11 enfatiza que a usabilidade depende sempre do contexto de uso e que o nível de usabilidade alcançado dependerá das circunstâncias específicas nas quais o produto é utilizado.

Questionário para análise de familiaridade

Este questionário, como dito anteriormente, foi aplicado antes do usuário utilizar o aplicativo, e é formado por três perguntas que têm como objetivo obter noções da familiaridade prévia do usuário com a realidade virtual, e foi elaborado com três questões, que são apresentadas abaixo:

Já ouviu falar de Realidade Virtual (VR)?

- Sim ou Não

Já utilizou algum aplicativo com óculos VR?

- Sim ou Não

Se sim, como classificaria a experiência?

- Excelente, muito boa, regular, ruim ou muito ruim.

Questionário de avaliação de usabilidade

Para testar a usabilidade do sistema desenvolvido foi utilizada a escala *System Usability Scale* (SUS). A escala SUS é uma tecnologia independente, já tendo sido usada em testes de hardware, software, entre outros, formada por um questionário com 10 itens e cinco opções de respostas (SAURO, 2009). A elaboração do questionário SUS é realizado utilizando a escala Likert que varia de discordo totalmente a concordo totalmente, apresentando cinco opções numéricas de resposta ao usuário, indo de 1, discordo totalmente, até 5, concordo totalmente.

O SUS produz um único número que representa uma medida composta da usabilidade geral do sistema que está sendo testado. Para calcular a pontuação obtida no questionário basta, para as perguntas de números ímpares, subtrair 1 do número que o usuário marcou como resposta. Para os números pares, a contagem é feita subtraindo de 5 o número marcado na resposta. Feito isso, deve-se somar as pontuações de cada item e, por fim, multiplicar a soma por 2,5. O resultado obtido será o valor global da escala de usabilidade.



O questionário original foi desenvolvido em inglês e a versão utilizada é variação da tradução realizada no trabalho “ Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS - System Usability Scale” de Boucinha e Tarouco (2013).

Aplicação e Análise de Resultados

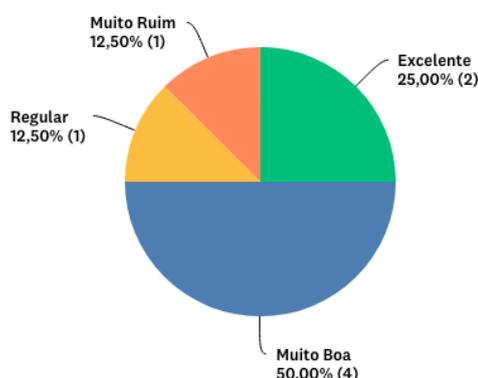
Os questionários foram aplicados a 21 voluntários que utilizaram o aplicativo pela primeira vez. O processo de testes consistiu em, respectivamente, responder o questionário de familiaridade, fazer uso da aplicação e, por fim, responder o questionário de usabilidade.

Resultados do questionário para análise de familiaridade

Do total de respostas obtidas, apenas um voluntário apontou que não sabia o que é Realidade Virtual e 38% dos usuários tinha utilizado óculos VR antes de testar o aplicativo. A figura 4 apresenta a medição da experiência anterior dos usuários com aplicativos VR, destacando que 75% das respostas classificaram a experiência anterior como excelente ou muito boa.

Figura 4 – Gráfico com a Medição da Experiência anterior dos usuários com VR
Se sim, com classificaria a experiência

Answered: 8 Skipped: 13



Fonte: Próprios autores (2019).

Resultados do questionário para avaliação de usabilidade

Os testes de usabilidade foram concentrados em medir o grau de satisfação dos voluntários com a aplicação. O questionário consistiu em 10 perguntas, as quais poderão ser verificadas na figura abaixo, e, como dito anteriormente, contou com a participação de 21 voluntários que nunca haviam utilizado a aplicação testada.

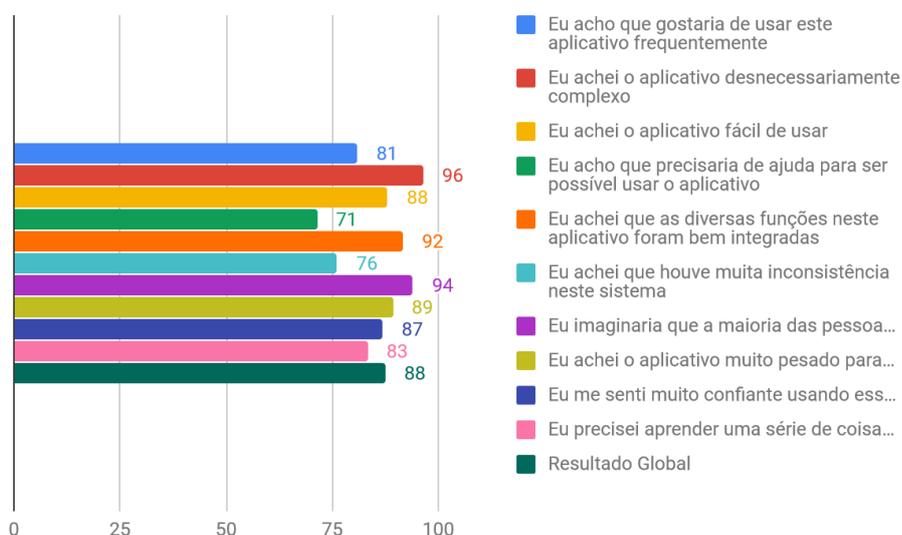
Considerando que a escala SUS tem média global de 68 pontos, é possível analisar, também a partir da figura 5, que o resultado final dessa avaliação pode ser considerado excelente, haja vista que a pontuação atingida foi de 87 pontos.

Para fins de uma análise mais detalhada sobre cada pergunta do questionário SUS, foi feita também uma verificação do resultado de cada resposta dos usuários, e,



com isso, foi possível verificar que em todas as perguntas a aplicação conseguiu superar a pontuação média da escala SUS.

Figura 5 – Gráfico com a análise dos resultados das respostas do usuário



Fonte: Próprios autores (2019).

Considerações Finais

A partir das informações explanadas neste artigo é possível verificar que o Planetário em Realidade Virtual consegue corrigir ou, ao menos, amenizar os problemas que fazem com que a Astronomia não seja amplamente abordada dentro do currículo escolar. Assim como, através de testes, é possível afirmar que essa ferramenta tem uma excelente avaliação quanto a sua usabilidade, pois apresenta resultados bastante positivos no questionário SUS.

Buscou-se apresentar os dados de forma objetiva a fim de proporcionar um panorama geral sobre a utilização do software por parte dos usuários; pois, de acordo com Abbott (1998), a pesquisa quantitativa não é usada para o estabelecimento de “efeitos causais”, e sim para traçar um mapeamento da variação de grandezas de interesse.

Com base em estudos e previsões realizadas pela fornecedora global de inteligência de mercado IDC Corporate – uma subsidiária do International Data Group (IDG) – estima-se que a realidade virtual passe por um enorme crescimento ao longo dos próximos cinco anos. Ainda segundo à IDC Corporate, o crescimento dessa tecnologia ao longo desse tempo será de 78,3% e será puxado principalmente pela educação, tanto no ensino fundamental quanto no ensino superior. É com base nesse crescimento futuro e para solucionar problemas presentes que o Planetário em Realidade virtual se apresenta como uma ferramenta inovadora que consegue alinhar a educação e a realidade virtual dentro de uma mesma aplicação.

Referências

- ABBOTT, A. **The “causal devolution”**. *Sociological Methods and Research*, 27 (2): 148-181. 1998.
- ANDRADE, P. **A Museabilidade e a Literacia da Ciência: consumos, cidadania e cultura**. (Org). *Museus Públicos e Literária Científico-Tecnológica*. Lisboa: Edições Colibri, p. 33-50. 2010.
- BELL, J. e FOGLER, H. S. **The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool**. Disponível em: <<http://www.engin.umich.edu/labs/vrichel/aseepap2.htm>>. Jun. 1995. Acesso em: 15 jul. 2019.
- BOUCINHA, R. M.; TAROUÇO, L. M. R. **Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS - System Usability Scale**. 2013.
- HAND, C. **Other faces of virtual reality**. First International Conference MHVR'94 - Lecture Notes in Computer Science n.1077, pp. 107-116, Ed. Springer, Moscow, Russia, September, 1994.
- IDC TRACKER. **Worldwide Semiannual Augmented and Virtual Reality Spending Guide**. Disponível em: <https://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?prod_id=1381>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- LATTA, J. N. & OBERG, D. J. **A conceptual virtual reality model**. *IEEE Computer Graphics & Applications*, pp. 23-29, Jan., 1994.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MILANI, F.; MARCHI, A. C. B.; RIEDER, R. **Usability Guidelines to Develop Gesture-Based Serious Games for Health: a systematic review**. 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2017. [ONLINE]. Disponível em: <<https://conferences.computer.org/svr/2017/papers/3588a188.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- PREECE, J. et al. **A Guide to Usability: human factors in computing**. Reino Unido: Addison Wesley, 144p. 1993.
- SAURO, J. **Measuring Usability With The System Usability Scale(SUS)**. 2009. Disponível em: <<http://www.measuringusability.com/sus.php>>. Acesso em: 18 ago. 2019.
- STEFFANI, M. H.; VIEIRA, F. Planetários. In: MATSUURA, Oscar. **História da Astronomia no Brasil**. Volume II. MAST/MCTI, Recife: Cepe Editora e Secretaria da Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2014. p.400-418. Disponível em: <<http://www.mast.br/HAB2013/index.html>>. Acesso em: 3 jul. 2019.
- TANAKA, O. Y.; MELO, C. **Avaliação de Programas de Saúde do Adolescente-um modo de fazer** Capítulo IV. São Paulo : Edusp, 2001.



Recebido: 26/11/19

Aprovado: 17/04/20

Como citar: RITTA, A. S.; SIEDLER, M. S.; PIOVESAN, S. D. O uso da realidade virtual para ensino de astronomia: desenvolvimento e aplicação de um software para simulação de planetário. **Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, e096420, 2020.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

