

USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE HARDWARE

Desafios e possibilidades da introdução de novos meios de ensino

USE OF AUGMENTED REALITY IN HARDWARE TEACHING

Challenges and possibilities of introducing new teaching methods

Carlos Eduardo Pereira Araújo

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe- IFS, carlos.araujo095@academico.ifs.edu.br

Genilson Araújo dos Santos Júnior

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe- IFS, genilson.junior088@academico.ifs.edu.br

Thaliny Silva Santos

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe- IFS, thaliny.santos069@academico.ifs.edu.br

Igor Oliveira Vasconcelos

Professor; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe- IFS, igor.vasconcelos@academico.ifs.edu.br

Danielle Amaral Menendez

Professora; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe- IFS, danielle.menendez@academico.ifs.edu.br

Resumo: A inovação é sempre um aspecto importante quando se pensa em algo relacionado a tecnologia e educação. Este artigo tem como objetivo apresentar a realidade aumentada, que consiste na manipulação de objetos 3D e animados fora de um ambiente virtualizado, como uma ferramenta de ensino e aprendizagem que trará ao ambiente educacional da área de hardware, um atrativo a mais. Será defendido seu uso dentro das instituições técnicas e superiores de ensino, mostrando os seus benefícios e as dificuldades na implementação dessa tecnologia. A mescla entre tecnologia e educação não é uma realidade distante, será mostrado como as novas gerações se beneficiarão desse recurso na maneira como o conteúdo pode ser absorvido. Respondendo questões relacionadas ao ensino, e o uso da RA como ferramenta de aprendizagem. Será exposto o ponto de vista dos autores, além de suas opiniões baseadas em trabalhos coletados sobre a realidade aumentada, definições, principais atrativos, e a diferença existentes entre realidade aumentada e realidade virtual, pois ainda existem dúvidas, mesmo dentro do meio dos

profissionais de TI.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, RA, Ensino-Aprendizagem, Hardware

Abstract: Innovation is always an important aspect when thinking about something related to technology and education. This article aims to present the augmented reality, which consists in the manipulation of 3D and animated objects outside a virtualized environment, as a teaching and learning tool that will bring to the educational environment of the hardware area, one more attraction. Its use within technical and higher education institutions will be defended, showing its benefits and the difficulties in implementing this technology. The mixture between technology and education is not a distant reality; it will be shown how the new generations will benefit from this resource in the way the content can be absorbed. Answering questions related to teaching, and the use of AR as a learning tool. The authors' point of view will be exposed, as well as their opinions based on collected works about augmented reality, definitions,

main attractions, and the difference between augmented reality and virtual reality, because there are still doubts, even among IT professionals.

Keywords: Augmented Reality, AR, Teaching-Learning, Hardware

INTRODUÇÃO

No cenário atual, é notório que os métodos de ensino tradicionais estão ficando cada vez mais obsoletos, dando espaço para tecnologias que vêm crescendo freneticamente e que proporcionam praticidade no aprendizado.

A realidade aumentada e realidade virtual (RV) são exemplos que vêm sendo aplicados em áreas como literatura, arqueologia, artes visuais, engenharias dentre outras.

Este artigo abordará questões sobre o uso da realidade aumentada como suporte no ensino de hardwares para estudantes de nível técnico e superior.

No âmbito da Tecnologia da Informação (TI), quando falamos em ensino de hardware, é questionável a forma como o mesmo é concedido aos discentes atualmente, isso porque em pleno 2021, lida-se com uma geração que consome informações de maneira prática e instantânea, devido ao advento da internet e suas tecnologias, como relata (PRENSKY, 2001, tradução nossa). Nesse sentido, o modo clássico de ensino pode soar cansativo e pouco atrativo e, conseqüentemente, acarretar um baixo engajamento dos alunos.

A imersão de RA no aprendizado de Hardwares aparenta ser uma alternativa chave para a problemática apontada. Todavia, há aspectos relevantes a serem considerados: como se daria o desenvolvimento destes softwares, sua real eficiência, a estrutura das instituições de ensino e a acessibilidade para discentes.

Para redarguir as indagações listadas, realizou-se uma pesquisa de finalidade básica estratégica voltada a alunos do ensino superior e técnico de TI nos seus primeiros anos de aprendizagem, com uma abordagem qualitativa, realizada por meio de uma revisão bibliográfica.

REFERENCIAL TEÓRICO

No campo a seguir, será feito o detalhamento de toda a teoria criada para trabalhar em cima do tema proposto neste artigo, buscando apresentar as conexões entre RA e ensino, bem como definições.

Realidade Aumentada

A realidade aumentada é uma variação de ambientes virtuais, ou realidade virtual como é mais comumente chamada. As tecnologias RV envolvem completamente o usuário em um ambiente sintético. Enquanto está imerso, o usuário não consegue ver o mundo real ao seu redor. Em contraste, RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. (AZUMA, 1997, p. 355). Essa é uma definição clara e objetiva dada por Azuma (1997).

Realidade aumentada na educação

A RA vem sendo utilizada já a algum tempo no processo de aprendizado, onde segundo Hara (HARA; SISCOUITO, 2018), “qualquer entidade digital que tenha capacidade de exprimir algum conhecimento pode ser considerado objeto de aprendizagem”.

A realidade aumentada tem potencial para revolucionar a forma de trabalho dos professores e abrir novas possibilidades para os estudantes em diferentes fases do ensino. As aplicações de RA têm se disseminado e se tornado disponíveis em diferentes plataformas, como desktops, laptops e dispositivos móveis e, neste contexto, a educação destaca-se entre as áreas com grande potencial de utilização da RA (REIS; KIRNER, 2012). As aplicações de RA oferecem um forte apelo a abordagens construtivistas na educação, segundo a qual os alunos são sujeitos atuantes e podem direcionar sua própria aprendizagem.

A utilização de aplicações educacionais de RA incentiva os alunos a explorar e até mesmo reproduzir o conteúdo de fenômenos observados (REIS; KIRNER, 2012 *apud* UECLLI et al., 2005). Diante do que foi citado, se faz necessário acrescentar o fato de que com a ascensão das tecnologias da informação e comunicação (TICs), a forma de absorver conteúdo nos dias atuais mudou, demasiadamente, ao ponto dos métodos tradicionais de ensino perderem sua relevância, principalmente quando evidencia-se os chamados nativos digitais.

Realidade aumentada/ ensino de hardwares

Nos cursos de TI, em disciplinas como arquitetura de computadores e até mesmo sistemas operacionais, os métodos convencionais de ensino parecem pouco, diante do que as inovações tecnológicas podem proporcionar. Os autores (MARTINS et al., 2014) realizaram um estudo sobre o uso de uma ferramenta, denominada *Personal Computer – Augmented Reality* (PC-AR), que traz como novidade a

realidade aumentada, na disciplina de organização de computadores. PC-AR foi implementada utilizando a ferramenta *Flaras*. Ela concentra-se em apresentar alguns dos principais componentes de um computador (processadores, memórias, dispositivos de entrada e saída) (MARTINS et al., 2014, p. 863).

O software supracitado objetiva proporcionar um aprendizado mais prático, lúdico e atrativo. O intuito foi prover habilidades e competências aos alunos em relação a compreender os conceitos ligados ao hardware e seu funcionamento. Ou seja, a elaboração de uma aplicação com base na RA para auxiliar no aprendizado dos componentes hardware pode ser considerada uma possibilidade. Contudo, a mesma será analisada com ênfase, na resposta da questão de pesquisa, que estará localizada nos resultados deste artigo, o qual foi realizado através de um mapeamento sistemático, que será detalhado no capítulo a seguir.

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Esta seção, tem objetivo de mostrar os métodos que foram utilizados, de forma sistemática, para que a confecção deste artigo pudesse ser feita.

Logo abaixo, as seguintes sub-seções apresentaram de forma escrita todos os meios utilizados na presente pesquisa.

Questões de pesquisa

Tem-se como problemática apontar as dificuldades dos discentes na disciplina de ensino de hardware.

A proposta para intervir, neste cenário, foi o uso da realidade aumentada como ferramenta auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem.

No desfecho, espera-se descobrir a real eficiência deste aparato tecnológico e as possibilidades de sua implementação nas redes de ensino técnica e superior.

Ao estruturar as informações na estratégia PICO, acrônimo para População, Intervenção Comparação e Outcomes (ou resultados), tem-se o seguinte esquema:
População: Discentes na disciplina de hardware.

Intervenção: Uso da realidade aumentada como ferramenta.

Resultados Esperados: A eficiência e implementação desta tecnologia no ensino de hardware. Com base no que foi citado anteriormente destaca-se a seguinte questão de pesquisa: “Como a realidade aumentada pode auxiliar no ensino de hardwares?”. Para responder esta indagação, foram criadas algumas subquestões.

1. O aprendizado na área de hardware está sendo

bem lecionado?

2. A RA pode ser uma boa ferramenta para fixar o conteúdo lecionado na área de hardware?
3. Existe algum empecilho para a introdução da realidade aumentada nos polos de ensino?
4. Como funciona a realidade aumentada e quais seus atrativos?
5. Existe algum ponto negativo no ensino de hardware que a RA pode vir a suprir?

Termo de Pesquisa

Utilizando de operadores booleanos como suporte, aplicou-se na string de busca termos que levassem direto ao material científico desejado. A string foi elaborada da seguinte maneira: “Realidade Aumentada”, e (“Ensino” ou “Ensino-Aprendizagem”) e “Hardwares”.

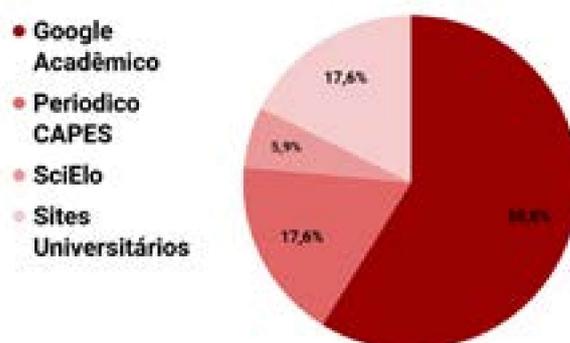
Estratégias de busca

A estratégia utilizada baseou-se na extração de materiais que focam na RA e suas características, benefícios, além do seu impacto nas áreas de ensino.

A *string* de busca utilizada para a construção da oratória proposta neste trabalho foram: sites acadêmicos como Google Acadêmico e Periódico CAPES, e algumas revistas dentre elas a SciElo. Sendo assim, a string de busca foi executada pelas bases bibliográficas apresentadas acima.

A Figura 1, representa onde foram encontrados os artigos usados para base bibliográfica do presente artigo, um total de 17 trabalhos.

Figura 1 - Artigos para base bibliográfica



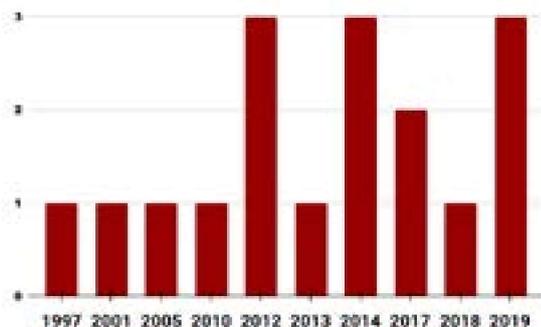
Fonte: Elaborado pelos autores

Na etapa seguinte, foram selecionados estudos feitos nos últimos vinte anos, com intuito de ter um material que mostrasse evolução evidente desde os anos iniciais até os mais atuais - baseados na string já

mencionada nesta seção.

Na Figura 2, os critérios de busca apresentados foram levados em consideração no ato da pesquisa dos estudos que serão utilizados.

Figura 2 - Anos dos trabalhos coletados



Fonte: Elaborado pelos autores

3.4 Critérios de seleção de estudos

Alguns critérios foram estabelecidos para seleção dos estudos (Tabela 1), tanto de inclusão (CI) quanto de exclusão (CE) os quais são listados a seguir:

Tabela 1 - Critérios para seleção dos artigos

CI-1: Este artigo está de acordo com o tema proposto?
CI-2: Este estudo possui metodologia eficiente?
CI-3: Seus resultados são confiáveis e podem servir de embasamento para o projeto?
CE-1: Matérias com conteúdo focado, em especial, na área educacional, e majoritariamente pedagógico.

Fonte: Elaborado pelos autores

Processo de seleção de estudos

A primeira filtragem foi feita individualmente, apoiando-se nos termos de pesquisa já estabelecidos. Após análise do material coletado, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão citados anteriormente. A segunda filtragem ocorreu após a reunião dos estudos apanhados, onde foi feita uma análise final para ver quais aderiram às questões de pesquisa, e foi estabelecido que 12 dos 17 atendiam às questões prescritas.

DISCUSSÃO

Nesta seção serão respondidas algumas subquestões que serviram como base para a concretização da narrativa que o artigo apresenta

Q1 - O ensino de hardware está sendo bem lecionado?

Para responder esta questão é essencial colocar em evidência o público para qual destina-se o conteúdo lecionado. Os discentes da era digital divergem em relação aos da era passada quando o assunto é aprendizagem. A depender do ambiente em que o indivíduo está inserido, a forma de absorção de conhecimento pode soar unânime, porém para outros pode soar “cansativa e maçante”. Prensky (2001) descreve os chamados nativos digitais como pessoas as quais a linguagem digital já é inata em seu dia a dia, tendo em vista que já nasceram imersos em um mundo tecnológico, ao contrário dos imigrantes digitais, que de acordo com o autor citado, são aqueles que precisaram se adaptar à nova realidade (PRENSKY, 2001, tradução nossa). O que acontece no cenário educacional é o contraste entre estas gerações, onde na maioria das vezes os discentes são os nativos, e os docentes são os imigrantes.

O método tradicional de ensino aplicado não faz mais sentido considerando esta perspectiva. Esta geração não consegue simplesmente ficar parada, sentada em seus lugares, enquanto o professor discorre em aulas expositivas (PESCADOR, 2010). Certas áreas do conhecimento, cujos assuntos são minuciosos, é importante expandir os métodos de ensino e entender como funciona a mente dos nativos digitais, que sempre buscam respostas de modo instantâneo e realizam muitas ações ao mesmo tempo. O ensino de hardware não está isento destas desatualizações. Em disciplinas como arquitetura de computadores é notório o apelo teórico dos conteúdos ministrados em aula. Torres compartilha do mesmo pensamento ao dizer que “entender como determinada arquitetura de computador funciona é uma tarefa difícil, principalmente embasado apenas na teoria” (TORRES, 2012, p. 15). Tal característica gera um baixo engajamento dos discentes desta geração, que é mais visual e possuem suas capacidades cognitivas impulsionadas pelo mundo virtual. Contudo, vale ressaltar que existem maneiras mais eficazes de explicar os conceitos dos dispositivos físicos computacionais, em sala de aula, considerando os tempos atuais e a ótica desta nova geração que

necessita do lúdico na aprendizagem.

Q2 - A RA pode ser uma boa ferramenta para fixar o conteúdo lecionado na área de hardware?

A RA tem ganhado uma proporção muito grande na educação. Segundo a revista *Business Insider*, a RA tem uma previsão de crescimento gigantesca principalmente por ampliar os horizontes de pesquisa, de interação e de engajamento que um aluno pode ter usando um recurso de realidade aumentada.

Existe uma busca constante por tecnologias que possam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de tal maneira que acarretem avanços nos métodos de ensino, aprimorando assim o modo com que os professores transmitem o conhecimento e, conseqüentemente, o modo de aprendizagem dos alunos.

Como resultado dessa procura, na última década ocorreu um aumento significativo no uso de tecnologias computacionais nas salas de aula, principalmente devido à diminuição dos custos envolvidos, o surgimento de novas ferramentas de software e a evolução das interfaces de interação com as aplicações. Apesar de muitas tecnologias, principalmente as emergentes, estarem cada vez mais presentes no contexto educacional, como é o caso, por exemplo, de aplicativos que auxiliam a exercitar a tabuada ou o alfabeto para crianças, ainda são inviáveis de serem utilizadas pela maioria dos professores (MARTINZ; GUIMARÃES, 2013).

Q3 - Existe algum empecilho para a introdução da realidade aumentada nos polos de ensino?

Martins e Guimarães apontam alguns desafios a serem superados para que esta tecnologia seja aplicada nas instituições de ensino, dentre eles a desinformação diante dos benefícios que a RA pode trazer a determinadas disciplinas, e apontam que a maioria dos educadores desconhecem ou sabem pouco sobre como este elemento tecnológico pode servir de suporte no ensino-aprendizagem (MARTINS; GUIMARÃES, 2012). Outro desafio citado foi o desenvolvimento destas aplicações interativas e o seu custo-benefício.

Quando o assunto é realidade aumentada, a mesma não pode ser considerada um software básico, isso porque sua elaboração exige um certo nível de complexidade e a depender do programa produzido, não é qualquer máquina que suportará a aplicação, ou seja, as instituições de ensino precisam se modernizar,

se quiserem que essa ferramenta dê resultados positivos.

Q4 - Como funciona a realidade aumentada e quais os seus atrativos?

A realidade aumentada funciona a partir da animação de objetos 3D trazidos para o mundo real de maneira holográfica, dando ao usuário a possibilidade trabalhar com esses objetos virtuais de maneira direta sem que seja preciso a imersão em um ambiente virtual da parte do usuário. A RA é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, ela é exibida ao usuário em tempo real com o suporte de algum dispositivo tecnológico, adaptando a interface de ambiente real para visualizar e manipular objetos reais e virtuais (KIRNER; SISCOUITO, 2007 *apud* JÚNIOR; SILVA, 2019). Por ser uma tecnologia sem muitos segredos, e de fácil utilização, diferente da RV, seu custo de implementação é baixo e a forma de trabalho com ela também é mais simples.

Em testes realizados com um grupo de estudantes que cursaram em algum momento o curso de Organização de Computadores, com o objetivo de verificar se a RA teria de fato eficácia no processo de aprendizagem, as conclusões foram positivas, a variação de aprendizagem ficou entre 100% à 23%, ou seja, o ganho foi significativamente positivo, visto que, a pesquisa realizada foi de baixa relevância, sendo aplicada com o total de 12 estudantes, mas que pode servir de exemplo para a narrativa que está sendo apresentada (MARTINS et. al., 2014). Porém, somente a disponibilização do acesso a esse tipo de tecnologia não é suficiente, o professor continua sendo uma figura importante nesse processo. Não é suficiente disponibilizar situações de interação com apoio da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, o professor é elemento fundamental para o processo ensino-aprendizagem (JÚNIOR, 2014).

Q5 - Existe algum ponto negativo no ensino de hardware que a RA pode vir a suprir?

Na atualidade, a tecnologia está imersa em diversas áreas da sociedade (PEDROSA; ZAPPALA-GUIMARÃES, 2019) e a RA tem tido um investimento significativo nos últimos anos. Mais de 150 bilhões em dólares estadunidenses, como forma de incentivo para a intensificação da introdução da mesma dentro dos ambientes de ensino *Business Insider*.

A RA traz a facilidade de mostrar um objeto não físico em tempo real na frente dos seus usuários,

possibilitando o manuseio desse objeto com toques e gestos, substituí a necessidade de ter uma figura estática dentro de um livro, a prática na manipulação dos objetos se torna real e estimula o potencial criativo e a capacidade de aprendizado de usuários da RA.

Um dos maiores desafios do ensino de hardware é a falta de atrativos na área, além da dificuldade que ela apresenta. Para esmiuçar essa questão, Torres (2012) afirma:

“Estudantes de Computação enfrentam dificuldades com disciplinas introdutórias, especialmente as ligadas a hardware, como é o caso de Organização e Arquitetura de Computadores, o que requer então metodologias, técnicas, ferramentas e aplicações que facilitem o aprendizado.”

Por isso, é proposto que o aprendizado desta disciplina não seja tão teórico e que seja possível ao estudante experimentar e visualizar o conhecimento acerca do funcionamento do computador. Como intervenção, a RA pode auxiliar nesse processo e a inovação é sempre atrativa.

CONCLUSÃO

Constatou-se através da revisão sistemática, que a RA se mostra como um aparato tecnológico atraente no que se diz respeito ao ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo que o ensino nas disciplinas de hardware carecem de inovação. A partir deste ponto, se fez necessário analisar o uso desta tecnologia como ferramenta auxiliadora no ensino da arquitetura e composição dos dispositivos físicos computacionais.

Constatou-se que o objetivo geral, demonstrar que o uso da realidade aumentada como suporte no ensino de hardwares para estudantes de nível técnico e superior, foi atendido. Considerando que o trabalho conseguiu mostrar e responder alguns dos aspectos relacionados à implementação da Realidade Aumentada nas instituições, desde os desafios até sua eficácia, assim como abordou os discentes desta nova geração e a forma com a qual estes jovens obtêm conhecimento (PRENSKY, 2001, tradução nossa). Este estudo trouxe um mapeamento sistemático da literatura que objetivou responder uma questão norteadora por meio de uma discussão

da problemática apontada, através da resolução das subquestões extraídas, as quais foram respondidas com êxito. E concluiu-se que a realidade aumentada pode sim ser utilizada como pilar no aprendizado de hardwares, e que há uma influência positiva no desenvolvimento cognitivo dos alunos durante a absorção de conhecimento.

Sugere-se que estudos posteriores, em particular aqueles aplicados, mire cada vez mais no uso de softwares relativos a RA, nas instituições superiores, em disciplinas de hardware e que sejam analisadas as opiniões dos discentes e docentes referente a aprovação de sua implementação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos orientadores Igor Oliveira Vasconcelos e Danielle Amaral Menendez por todo o suporte, instrução e dedicação na elaboração deste trabalho. Agradecemos, inclusive, a professora Josiane Lopes pelo incentivo e motivação que nos impulsionou a concluir o projeto.

REFERÊNCIAS

AZUMA, Ronald T. A Survey of Augmented Reality presence: **Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, pág. 355-385, 1997.

HARA, M. M. S.; SISCOOTTO, R. A. **Objetos de aprendizagem para ensino de estruturas de dados fazendo uso de realidade aumentada**: sedra. Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332. v. 10, n. 1, p. 62-77, 2018. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2314>. Acesso em: 24 ago. 2021.

JÚNIOR, J. M. P.; GIRALDI, G.; SILVA, R. L. S. **AR-Hardware-Um modelo de Interatividade em Ambientes de Realidade Aumentada**, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229045930_AR-Hardware-Um_modelo_de_Interatividade_em_Ambientes_de_Realidade_Aumentada. Acesso em: 24 ago. 2021.

MARTINS, V. F., GUIMARÃES M. P. **Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino**. Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, p. 100-109, 2012. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/desafie/>

article/view/2780>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MARTINS, V. F. *et al.* **PC-AR: Apoio ao Ensino de Organização de Computadores utilizando Realidade Aumentada.** In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), São Paulo, v. 25, n. 1, p. 862, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.862>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MOURA, D. P. et al. **Sistema de Ensino de Hardware Usando Realidade Virtual. 6º workshop de Realidade virtual e Aumentada,** 2009. Disponível em: <https://sites.unisanta.br/wrva/st.asp>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PEDROSA, S. M. P. A. ZAPPALA-GUIMARÃES, M. A. **Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação.** REVISTA EDUCAÇÃO E CULTURA CONTEMPORÂNEA, v. 16, n. 43, p. 123-146, 2019. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/6258/47965597>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PESCADOR, C. M. **Tecnologias digitais e ações de aprendizagem dos nativos digitais.** V Congresso Internacional de Filosofia e Educação. ISSN: 2177-644 X, Caxias do Sul.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** On the Horizon, Bingley, v. 9 n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/10748120110424816>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

REIS, F. M. V.; KIRNER, T. G. **Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria.** Revista RENOTE Novas Tecnologias na Educação, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1679-1916.30814>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

TORRES., Andre Luis de Lucena. **Simulação baseada em atores como ferramenta de ensino de organização e arquitetura de computadores.** 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Informática) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.