

MUNDOS VIRTUAIS E REALIDADE AUMENTADA NO ÂMBITO EDUCACIONAL: REFLEXÕES E PERSPECTIVAS

Fabrcio Herpich 

PPGIE/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil - fabrcio_herpich@hotmail.com

Felipe Becker Nunes 

Antonio Meneghetti Faculdade, Restinga Sca, RS, Brasil - nunesfb@gmail.com

José Valdeni de Lima 

PPGIE/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil - valdeni@inf.ufrgs.br

Liane Margarida R. Tarouco 

PPGIE/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil - liane@penta.ufrgs.br

Resumo: Ao longo dos últimos anos foi possível acompanhar uma demanda crescente por soluções tecnológicas voltadas para a educação, motivada por inúmeras razões, desde a ascensão e o desenvolvimento da educação a distância, dos ambientes virtuais de aprendizagem, dos cursos *online* abertos e massivos e, até mesmo, pela exigência de simulações e experimentações práticas de forma virtualizada, para suprir as carências nas áreas das ciências exatas. Nessa perspectiva, este artigo apresenta reflexões sobre duas tecnologias disruptivas, contemplando as vantagens e as desvantagens dos mundos virtuais e da realidade aumentada para a educação, as quais são tecnologias capazes de cativar a atenção, desenvolver a habilidade de visualização espacial, ensinar a aprendizagem ativa e experiencial, assim como proporcionar o senso de presença aos seus usuários, através da imersão em ambientes 3D.

Palavras-chave: Mundos virtuais; Realidade aumentada; Aprendizagem ativa; Aprendizagem experiencial.

VIRTUAL WORLDS AND AUGMENTED REALITY IN THE EDUCATIONAL AREA: REFLECTIONS AND PERSPECTIVES

Abstract: Over the past few years it has been possible to keep up with a growing demand for technological solutions aimed at education, motivated by numerous reasons, since the rise and the development of distance education, virtual learning environments, open massive online courses, and even due to the requirement of simulations and practical experiments in a virtualized form, to supply the deficiencies in the areas of sciences. In this perspective, this article presents reflections on two disruptive technologies, contemplating the advantages and the disadvantages of virtual worlds and augmented reality for education, which are technologies capable of catching the attention, developing spatial visualization skills, enabling an active and experiential learning, as well as providing a sense of presence to its users, through immersion in 3D environments.

Keywords: Virtual worlds; Augmented reality; Active learning; Experiential learning.

Introdução

As Tecnologias da Informação e Comunicação tiveram um crescimento de forma exponencial na chamada Indústria 3.0, em que houve uma série de mudanças nos processos, nos produtos e nas formas de trabalhar com as mesmas nos mais variados setores da sociedade. Com base em três revoluções anteriores, cada vez mais está consolidado o conceito da Indústria 4.0 dentro da sociedade, com enfoque especial na evolução tecnológica.

O termo é utilizado para caracterizar a utilização do que há de mais atual para produzir bens de consumo: *big data*, internet das coisas, inteligência artificial, entre outros ([INOUE et al., 2019](#)). É um conceito relativamente recente, que é fruto de novos conhecimentos tecnológicos que vêm sendo cada vez mais aperfeiçoados ([KOLESNICHENKO; RADYUKOVA; PAKHOMOV, 2018](#)).

Diante desse contexto, [Silva, Vasconcelos e Campos \(2019\)](#) explicam que a discussão sobre a Indústria 4.0 se dá fundamentalmente nos campos da inovação, mas, sobretudo, no que se refere à produtividade e à implementação efetiva da tecnologia nas fases do processo produtivo. Torna-se importante ressaltar ao leitor que esse escopo está relacionado aos mais diversos setores da sociedade, dentre os quais, em destaque, está o Educacional, o qual vem sendo definido na literatura como “Educação 4.0”.

O termo “educação 4.0” tem sido utilizado para fazer referência aos conhecimentos e habilidades necessários para se adaptar às transformações ocasionadas pelo surgimento da Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial. [...] Ou seja, são atividades que envolvem alto grau de criatividade, contato humano, empatia, confiança, diálogo e etc. ([OLIVEIRA, 2019, p. 3](#)).

Desta forma, os docentes e discentes têm sido desafiados a tomar novos rumos, tanto na forma de ensinar, como construir novos aprendizados, respectivamente. De acordo com [Hetkowski e Dias \(2019\)](#):

Embora professores e alunos vivam em uma cultura digital, com a utilização de smartphones, redes sociais, aplicativos, jogos e os mais variados recursos que desencadeiam novos comportamentos, consideramos um descompasso entre a realidade escolar e a utilização dos instrumentos tecnológicos nos processos de aprendizagem mais interativos. Esse é o descompasso é o grande desafio da educação na contemporaneidade e na cultura digital ([HETKOWSKI, DIAS, 2019, p. 2](#)).

Novas metodologias de ensino têm surgido e emergem como alternativas para serem trabalhadas em sala de aula, sendo que algumas delas, como as Metodologias Ativas, já possuem maior destaque e emprego na área acadêmica. Essas metodologias podem ser definidas como métodos instrucionais que colocam os alunos no centro do processo de aprendizagem ([MITRE et al., 2008](#)).

Portanto, é diante desse contexto que também emergem novas tecnologias e oportunidades de modernizar e tornar mais dinâmico o ensino, assim como alternar do método tradicional de ensino para um formato diferenciado, que torne o aluno protagonista na construção do seu conhecimento. E, junto a esse cenário, surgem novas formas de uso da tecnologia no âmbito educacional, dentre as quais estão os Mundos Virtuais e a Realidade Aumentada, que são objetos de análise neste artigo.

Os Mundos Virtuais podem ser definidos de uma forma tradicional e ampla, como ambientes *online* persistentes gerados por computador, em que as pessoas podem interagir, seja para o trabalho ou lazer, de forma comparável ao mundo real ([BAINBRIDGE, 2010, p. 1](#)). Em uma concepção mais centrada no ponto de vista educacional, [Orgaz et al. \(2012\)](#) entendem que os Mundos Virtuais têm como objetivo disponibilizar espaços tridimensionais, onde o estudante pode transitar e vivenciar experiências em um ambiente altamente interativo.

Em paralelo aos Mundos Virtuais estão os recursos provenientes do uso da Realidade Aumentada, que [Azuma et al. \(2001\)](#) descreve como um sistema que aumenta, daí a origem do seu nome, ou que complementa a percepção e a interação do usuário com o mundo real, por meio da criação de objetos virtuais que coexistem com o mundo real. A Realidade Aumentada vem despontando como uma das tecnologias mais promissoras em publicações e eventos científicos, tendo um grande potencial de utilização no âmbito educacional ([HAMILTON, 2011](#)).

Em razão disso, este artigo apresenta a importância acerca desta temática, buscando evidenciar e destacar como cada uma das tecnologias supracitadas vem sendo aplicada no meio educacional, estando embasado por relatos de experiências empíricas e acadêmicas dos autores e de demais pesquisadores.

Mundos Virtuais na Educação

Os mundos virtuais (MV) são tecnologias que permitem representar virtualmente espaços através de computação gráfica, com o objetivo de promover a interação e a navegação dos seus usuários a diferentes contextos, seja para entretenimento, treinamento, educação, ou outras aplicações. Para [Xenos et al. \(2017\)](#), os mundos virtuais são ambientes *online* gráficos e interativos, tridimensionais e imersivos, que podem ser uma réplica de um lugar físico existente ou um lugar imaginário, ou mesmo, lugares que são impossíveis de visitar na vida real devido às restrições, como o alto custo e/ou questões de segurança. As características presentes neste ambiente, como imersão, colaboração, comunicação e interação podem criar novas possibilidades, em que os estudantes, no momento da realização das atividades educacionais, se tornam mais ativos e exploram novas oportunidades de aprendizado no mundo virtual ([Sgobbi et al., 2020](#)).

Outra característica acerca dos mundos virtuais e seus usuários é elencada por [Simsek e Tuncer \(2016\)](#), os quais afirmam que o fato de proporcionar aos alunos a liberdade de escolher o tipo de material de aprendizagem a explorar, os tornam indivíduos ativos em seu processo de aprendizagem, desenvolvendo assim a impressão de autoria durante esse processo. A diversidade de recursos nesse tipo de ambiente, tendo como exemplo o uso de *chat* via texto ou voz, navegar pelos cenários dispostos e interagir com os elementos presentes no MV, pode gerar um cenário propício para que esse tipo de transformação de atitude ocorra.

Dentre os recursos passíveis de serem utilizados, também estão os elementos multimídia, como vídeos, sons, imagens e, inclusive, *slides* no formato de ilustrações, além de textos e de animações. É importante ressaltar as possibilidades inerentes ao desenvolvimento de atividades de cunho prático e simulações nesse tipo de ambiente, que demonstram experimentos que corriqueiramente são difíceis de serem visualizados em laboratórios reais, devido aos custos e/ou perigos intrínsecos à execução destes junto aos alunos. [Pellas \(2014\)](#) destaca que as simulações interativas fornecem uma ilusão plausível, que permitem aos usuários terem uma experiência que reflita situações realistas usando esse tipo de ambiente.

[Chang e Law \(2008\)](#) destacam também que o uso de simulações nos mundos virtuais tem um número de características, que são de especial ajuda no ensino de Ciências, Física e Química.

Em adendo a esta diversidade de benefícios, de acordo com [Silva e Mercado \(2019\)](#) também há de se considerar ainda que no trabalho com experimentos virtuais, as habilidades experimentais a serem desenvolvidas são distintas das que são requeridas na experimentação material, mas nem por isso são menos importantes, produzem menos resultados ou dizem menos sobre a forma como a ciência é produzida e se desenvolve. Os experimentos virtuais permitem visualizar fenômenos e perceber comportamentos que por vezes não podem ser observados por meio de experimentos materiais.

Portanto, se torna fundamental compreender que as simulações construídas e utilizadas nos mundos virtuais têm um caráter complementar, que não substituem os experimentos passíveis de serem realizados em laboratórios reais. Aliás, isso poderia ser explorado pelos envolvidos, instituições de ensino e educadores, no sentido de tornar um importante eixo conectivo, em que os experimentos reais e virtuais venham a complementar a construção de novas percepções e aprendizados para os estudantes que estão interagindo com estes elementos, conforme demonstrado no Vídeo 1.

Vídeo 1 – Vídeo de demonstrando os Mundos Virtuais



Fonte: (dos autores).

É importante ressaltar que apesar dos variados indícios positivos identificados na realização de atividades educacionais neste tipo de ambiente, os mundos virtuais possuem limitações em seu modo de aplicação, diversas destas comprovadas durante o período de testes realizados nesta pesquisa. Acerca disto, [Potkonjaka et al. \(2016\)](#) explicam que este tipo de ambiente não foi criado para fins educacionais, sendo necessária a realização de treinamentos com os usuários, ressaltando também a complexidade existente em criar objetos tridimensionais (3D), o que exige o uso de *softwares* específicos, como *SketchUp* e *Blender*, que fornecem o suporte adequado para a modelagem e exportação destes elementos para o mundo virtual.

Problemas envolvendo a dificuldade de acesso ao mundo virtual, devido à instabilidade na velocidade de conexão da Internet e recursos limitados de *hardware*, também podem ser considerados como empecilhos para sua utilização. Dentro desse contexto, novas soluções que têm surgido nos últimos anos, como o Sansarⁱ, oferecem novas possibilidades de uso de recursos gráficos inovadores, integração com óculos para imersão do usuário e demais elementos. Entretanto, as inovações vêm com alto custo agregado, uma vez que demandam mais recursos de *Internet* e *hardware*, o que, conforme mencionado anteriormente, vem a ser um obstáculo para escolas e locais que não tenham uma infraestrutura adequada e com adequado poder computacional.

Adjunto a essas dificuldades, está a curva de aprendizagem que é necessária para que os desenvolvedores possam criar os MVs e demais tipos de atividades. Nessa perspectiva, [Avila et al. \(2016\)](#) enfatizam que, apesar do potencial pedagógico dos mundos virtuais, os professores ainda se ressentem significativamente da falta de habilidades computacionais para lidar com tais recursos. Esse ponto tem sido um desafio no que concerne ao uso da tecnologia na educação, tanto para professores em formação quanto para docentes com mais experiência, seja pela exigência de se atualizarem ou de aceitarem as oscilações e mudanças em sala de aula, em que estes primeiros têm o benefício de serem considerados nativos digitais, ou seja, já estarem imersos em um contexto altamente tecnológico e informatizado.

A ausência de suporte para acesso utilizando dispositivos móveis também pode ser considerada um dos principais problemas enfrentados atualmente nas pesquisas desenvolvidas com mundos virtuais, conforme pode ser visto na pesquisa de [Voss et al. \(2013\)](#).

Entretanto, apesar de existirem tais limitações, o uso dos mundos virtuais tem sido abordado em diferentes áreas de ensino, principalmente em áreas que demandam de experimentos e simulações de cunho prático, em que os conteúdos são complexos de serem reproduzidos em cenários reais e/ou com riscos inerentes aos docentes e discentes, assim como há a questão dos custos elevados envolvidos em alguns desses processos, para construção, manutenção, treinamento e execução.

De acordo com [Tibola \(2018\)](#), a tecnologia do ambiente tridimensional ou 3D permite atender às várias demandas presentes no ambiente escolar e pode se apoiar em teorias educacionais sólidas e usar técnicas lúdicas modernas. Portanto, o uso desse tipo de recurso demanda, na maioria dos casos, um trabalho realizado de forma interdisciplinar, na qual se torna necessária a construção de uma equipe formada por profissionais da área educacional, tecnológica e da área específica em questão (e.g., Química e Física). Desta forma, é possível desenvolver um MV que atenda aos requisitos para o aprendizado dos seus usuários através das suas interações. O uso de uma equipe interdisciplinar no projeto de MVs para a educação possibilitará que os profissionais da área específica descrevam as abordagens para explorar um determinado conteúdo, aliado às estratégias pedagógicas fornecidas pelos profissionais da área educacional e, por fim, o desenvolvimento dos recursos educacionais nos mundos virtuais possibilitado pelos profissionais da área de tecnologia.

Realidade Aumentada na Educação

A realidade aumentada (RA), ainda pouco conhecida em nossa sociedade, “está em pleno desenvolvimento nos laboratórios de pesquisa, apresentando muito potencial de aplicação e ao mesmo tempo muitos desafios a superar e aprimoramentos a receber” ([TORI, 2010, p. 157](#)). Dentre as diversas áreas da sociedade em que ela tem sido aplicada, o âmbito educacional tem recebido destaque nos últimos anos com diferentes soluções tecnológicas para auxiliar no ensino e na aprendizagem em áreas como Física, Química, entre outras.

Dentre as diferentes possibilidades de uso da realidade aumentada, [Azuma et al. \(2001\)](#) citam a educação como uma das principais áreas de aplicação, pois ela se aproveita da capacidade de apresentação de informações, adicionando camadas de informação sobre

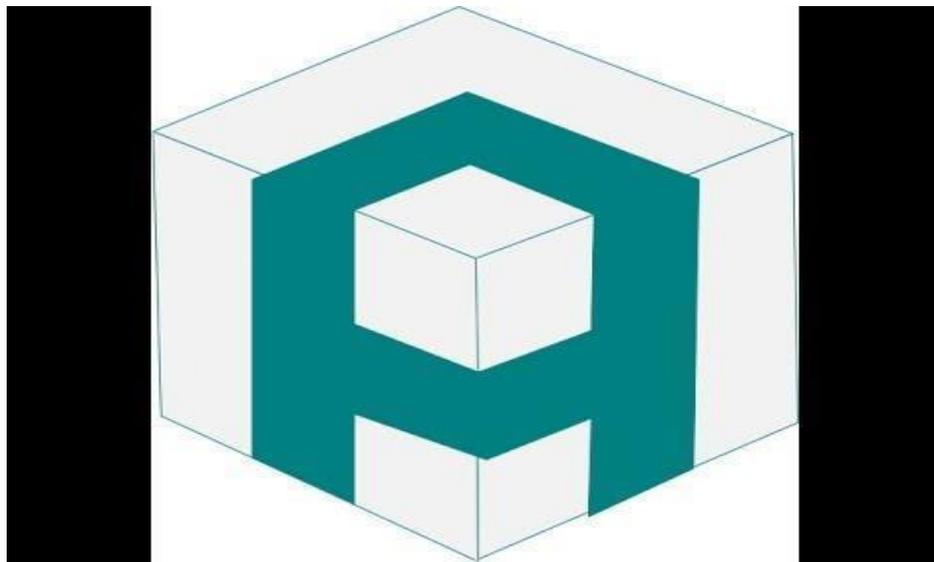
objetos e locais, permitindo facilitar o processo de aprendizado. Adjunto a isso, está a possibilidade de utilização de recursos multimídia, como áudios, vídeos, imagens, textos e elementos visuais (botões, setas, etc.) para auxiliar na apresentação de um recurso visual ou simulação interativa sobre um fenômeno real.

A integração de recursos virtuais torna possível que a RA disponibilize diferentes variações e detalhamentos em recursos educacionais para os alunos, o que proporciona um ambiente robusto a ser utilizado pelo docente, como complemento aos conteúdos trabalhados de maneira considerada tradicional. Segundo [Wu et al. \(2013\)](#), a RA permite tanto o desenvolvimento de conteúdos de aprendizagem em perspectiva 3D, como também a aprendizagem ubíqua, colaborativa e situada e, ainda, oferece aos aprendizes os sentidos da presença, imediação e imersão, bem como a capacidade de visualizar o invisível.

O crescimento do uso da RA na educação se dá, em grande parte, pela popularização das tecnologias móveis, que estão permitindo o acesso desse tipo de recurso em dispositivos como *smartphones* e *tablets*. Com isso, é possível observar o surgimento de uma subárea conhecida como *Mobile Augmented Reality* (MAR), que alia aspectos da RA e da aprendizagem móvel ([Chatzopoulos et al., 2017](#)). A principal característica da MAR é o fato de utilizar recursos contidos em *smartphones* e *tablets*, tais como portabilidade, acessibilidade, câmera, sensores e GPS (*Global Positioning System*), para o reconhecimento e sobreposição dos objetos virtuais no mundo físico.

Para [Craig \(2013\)](#), esse conceito pode representar economia e flexibilidade na educação, uma vez que os estudantes possuem e utilizam esses dispositivos no dia-a-dia. Desta forma, o estudante passa a ser um indivíduo ativo em seu processo de aprendizagem no que concerne ao uso de aplicativos de realidade aumentada, visto que o mesmo possibilita a flexibilidade de horários e locais (caso não necessite conexão com *Internet*), permitindo assim ao aluno interagir repetidas vezes com os recursos educacionais (Vídeo 2).

Vídeo 2 – Recursos educacionais em Realidade Aumentada



Fonte: (dos autores).

Entretanto, apesar das possibilidades citadas anteriormente, o uso desse tipo de recurso educacional ainda enfrenta algumas rejeições e dificuldades, principalmente no quesito de autoria. Isso se deve pelo fato da necessidade de haver uma curva de aprendizagem a ser despendida para que se possam criar soluções tecnológicas neste contexto. Embora as tecnologias de RA demandem um tempo de maturação, [Herpich et al. \(2017\)](#) apresentam um estudo sobre as ferramentas que visam facilitar o desenvolvimento de recursos educacionais aumentados, com é o caso do HP Revealⁱⁱ (antigo Aurasma), que disponibiliza um aplicativo para a criação de conteúdos educacionais utilizando diferentes recursos multimídias.

Além disso, também tem sido destacada uma limitação identificada no uso da realidade aumentada aplicada a educação, que consiste na avaliação dessas abordagens pedagógicas. Em uma pesquisa recente, [Ibáñez e Delgado-Kloos \(2018\)](#) evidenciaram que a avaliação das abordagens educacionais em realidade aumentada é geralmente realizada com questionários desenvolvidos pelos autores, sem uma definição clara do que pretendem medir.

Apesar das limitações mencionadas, é importante destacar que, se por um lado, a realidade virtual necessita de equipamentos especiais, como óculos, luvas e outros, a realidade aumentada não apresenta essa restrição ([BASSANI, 2019](#)), expandindo o seu escopo de aplicação significativamente. Práticas em realidade aumentada podem ser desenvolvidas apenas com um *smartphone* com acesso à *Internet*.

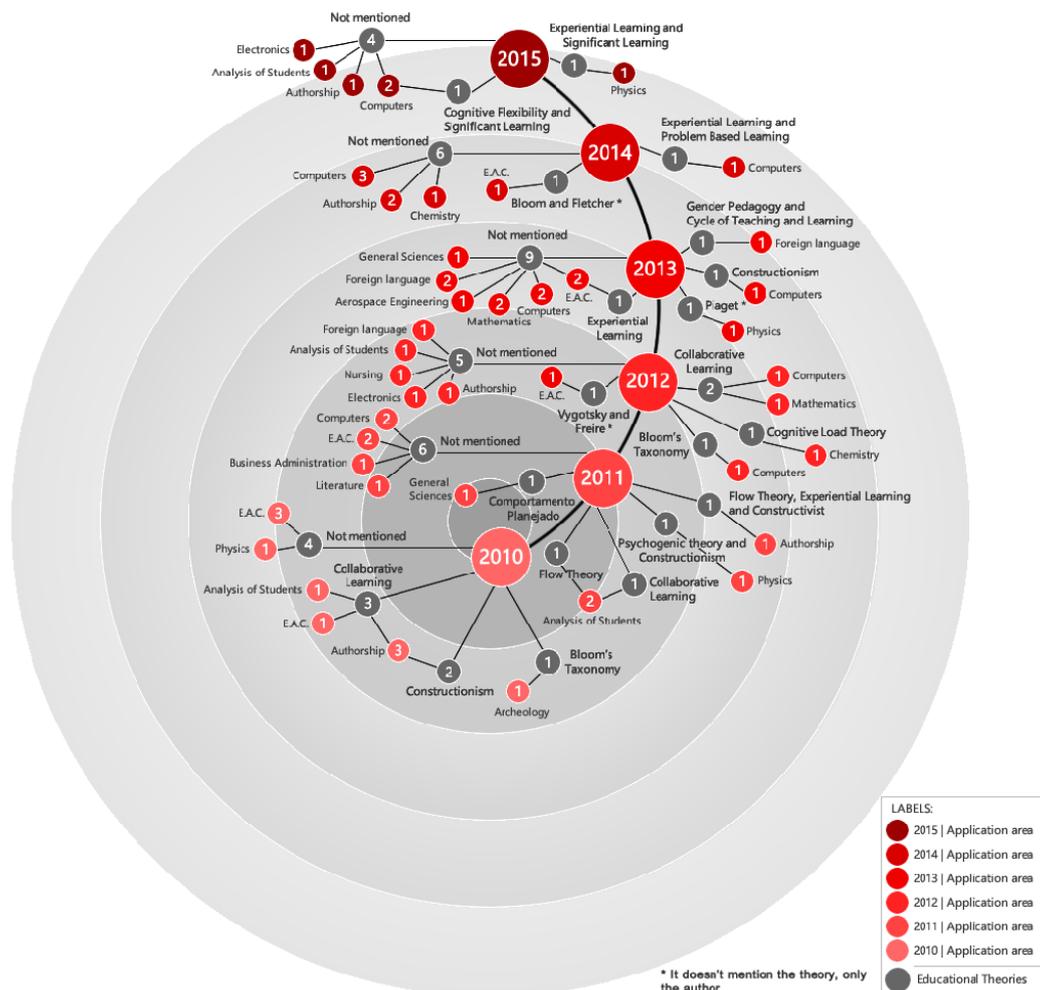
Tais benefícios têm sido essenciais no que concerne à expansão de pesquisas nesta área, visto que se torna viável o aumento da possibilidade de aplicação em escolas, que, por exemplo, mesmo se não possuírem laboratórios de informática, podem utilizar os dispositivos móveis dos alunos para visualização de conteúdos educacionais em RA. Há, inclusive, a possibilidade de utilização de RA somente pelo docente, sendo transmitida a visualização de experimentos com o auxílio de projetores multimídia, o que aumenta ainda mais o escopo de áreas e locais passíveis de uso deste recurso.

Reflexões sobre Mundos Virtuais e Realidade Aumentada na Educação

A partir deste ponto, com base nas explicações realizadas anteriormente sobre os tópicos relacionados aos mundos virtuais e realidade aumentada, se torna possível esclarecer ao leitor algumas reflexões teóricas e práticas que os autores deste trabalho elencaram com base em sua *expertise* e bibliografias relacionadas na literatura. Desta forma, o objetivo desta seção é apresentar uma visão generalizada de como estão sendo tratadas as aplicações envolvendo mundos virtuais e realidade aumentada no âmbito educacional, agregado às possíveis tendências e perspectivas futuras acerca deste escopo.

É indispensável afirmar que os mundos virtuais e a realidade aumentada ganharam e têm ganho um espaço significativo na área educacional nas últimas décadas, embora não tenham sido criadas para a área educacional. No que concerne aos mundos virtuais, conforme revisão sistemática conduzida por [Nunes et al. \(2016\)](#), houve um rápido e significativo crescimento das publicações em diferentes periódicos e congressos do mundo inteiro, entre o período de 2010 e 2015, sendo essa tendência seguida nos anos posteriores, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Análise temporal de artigos, teorias e áreas de aplicação



Fonte: [Nunes et al. \(2016, p. 8\)](#).

Entretanto, nos dois últimos anos tem sido possível notar, de forma empírica, que há uma diminuição no crescimento de publicações nesta área, o que pode ser efeito da ausência de novas atualizações robustas nas plataformas de desenvolvimento de mundos virtuais mais conhecidas, tal como o *Second Life* e o *Open Simulator*. A introdução do Sansar no meio profissional e acadêmico pode vir a ser um significado de retomada dessa evolução, principalmente no que diz respeito à promessa dessa aplicação de gerar a possibilidade da criação autoral de forma facilitada para pessoas que não possuem conhecimentos tecnológicos avançados. Apesar disso, ainda há questões relacionadas à realidade dos laboratórios de informática nas escolas brasileiras, visto que essa plataforma é considerada demasiadamente robusta para ser utilizada em máquinas de menor poder computacional.

De acordo com [Tibola \(2018\)](#), uma nova exploração dos laboratórios educacionais virtuais e dos mundos virtuais pode ser realizada através da aplicação abrangente e profunda dos conceitos de gamificação, de modo que pudessem ser averiguados aspectos como a motivação, o engajamento, a comunicação, a competição, a colaboração e a cooperação, e aprendizagem nesse contexto. Adjunto a isso, outra possibilidade observada na literatura, mesmo que em menor escala, é a introdução de novas pesquisas relacionadas ao uso dos mundos virtuais com o aporte de Metodologias Ativas de Aprendizagem, conforme pode ser visto em [García et al. \(2017\)](#).

Tais potencialidades podem ser consideradas importantes para a continuidade das pesquisas neste âmbito, em que ainda se torna necessária a superação de uma barreira significativa neste meio para que o enfoque educacional ganhe mais força, que é justamente a questão relacionada ao uso dos mundos virtuais em dispositivos móveis. A introdução de novos recursos tecnológicos seria essencial para que houvesse uma nova expansão em seu uso no meio educacional, dada as facilidades de acesso e uso por parte de docentes e discentes de diferentes áreas de ensino.

Em relação à realidade aumentada, [Bower et al. \(2014\)](#) indicam meios em que um sistema pode dar suporte a abordagens pedagógicas: por meio da aprendizagem construtivista, da incorporação de experimentos educacionais que complementam o mundo real na sala de aula, do aprendizado baseado em jogos e de uma aprendizagem que permita a investigação mediante a coleta e análise de dados de acordo com a utilização de modelos virtuais que são manipulados de forma simples e que apresentam informações relevantes para o assunto investigado.

[Bassani \(2019\)](#) explica que práticas em realidade aumentada já estão sendo desenvolvidas nas escolas, mas ainda de uma forma tímida, especialmente quando levamos em conta os trabalhos publicados no triênio 2015-2017 em espaços específicos para o compartilhamento de práticas na área de Informática na Educação. É justamente o oposto à reflexão dos mundos virtuais que se encontra atualmente a realidade aumentada aplicada na educação, uma vez que pode ser visto um amplo crescimento nos últimos anos de pesquisas em áreas diversas, e.g. Língua Estrangeira ([Leão, 2019](#)), Ciências ([França e Silva, 2019](#))

([Ferreira e Zorzal, 2018](#)), Matemática ([Silva e Vasconcelos, 2019](#)), Educação ([Resende, 2019](#)), Física ([Herpich et al., 2018b](#)), entre outras.

Uma das constatações discutidas nessas pesquisas e efetivamente citadas como benéficas é a possibilidade de uso em dispositivos móveis variados, em qualquer local e momento, com ressalvas se necessitar de conexão à *Internet* para o uso de algum aplicativo de realidade aumentada. De acordo com [Pedrosa e Guimarães \(2019\)](#):

O aumento da capacidade de processamento da CPU (*Central Processing Unit*) e GPU (*Graphic Processing Unit*) e a presença de determinados sensores nos *smartphones* e *tablets* mais recentes, tais como acelerômetros, giroscópios e conexões VGA (*Video Graphics Array*), HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) e *bluetooth*, assim como a integração com outros artefatos, como os óculos VR (*Virtual Reality*) e controladores manuais para interação com o ambiente virtual, tornam possível a experiência em um sistema imersivo de Realidade Virtual e a utilização da Realidade Aumentada, graças a presença de, por exemplo, câmeras de alta resolução, sensores de movimento, sistema localizador GPS (*Global Positioning System*), contadores de passos e bússola ([STEED e JULIER, 2013](#)) ([EKREN e KESKIN, 2017](#)).

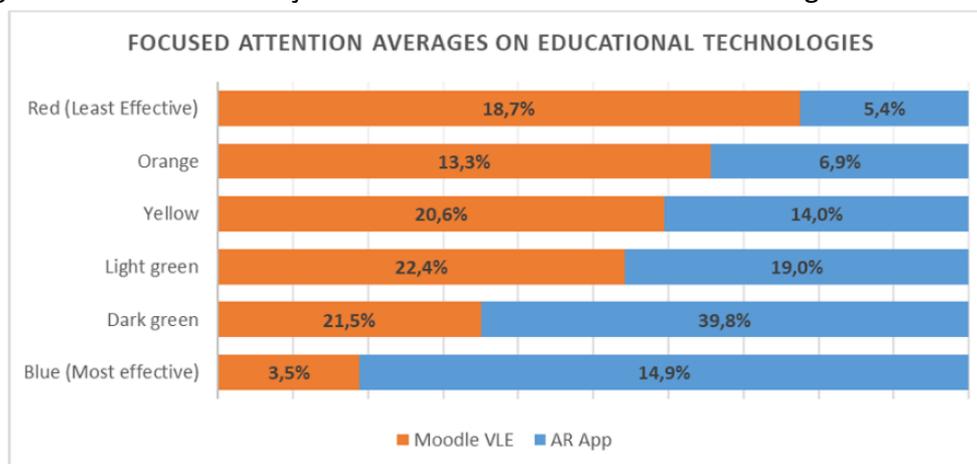
Adjunto a isso, novas oportunidades de interconexão do meio físico com o uso de aplicativos de realidade aumentada têm surgido por meio da criação de materiais didáticos de ensino. De acordo com [Leão \(2019\)](#), uma vez que a realidade aumentada permite a expansão do ambiente real, por meio de objetos virtuais previamente determinados, é possível propor um material impresso integrado a um aplicativo, no qual recursos como imagem, áudio e vídeo possam ser disponibilizados por dispositivos móveis, pela leitura de *QR-Codes* inseridos nesse material, exatamente nos pontos em que devem ser acessados. Aplicativos que disponibilizam oportunidades de criação de elementos visuais de realidade aumentada personalizados, como o *HP Reveal*, têm feito com que docentes possam criar seus próprios materiais didáticos sem a necessidade do uso de programação de códigos.

Outra relevante característica dos mundos virtuais consiste na capacidade de envolver os seus usuários durante a navegação e interação, denominada *senso de presença*. Em pesquisa recente, [Krassmann et al. \(2020\)](#) evidenciaram que os mundos virtuais aplicados à educação são capazes de proporcionar o *senso de presença* significativamente em dois fatores, denominados de *Presença Espacial* e *Engajamento*, quando comparados com ambientes virtuais de aprendizagem baseados em páginas *Web*. No entanto, ao investigar se os níveis de atenção dos usuários de mundos virtuais eram superiores aos demais investigados, [Krassmann et al. \(2020\)](#) relataram que não foi possível observar uma diferença

estatisticamente significativa. Embora tenham sido observados níveis de atenção superiores nos usuários do mundo virtual, os autores atribuíram essa diferença ao efeito novidade, por ser uma tecnologia nova aos participantes da pesquisa.

Ainda sobre a capacidade de cativar a atenção dos usuários, [Herpich et al. \(2018a\)](#) realizaram uma investigação comparando um ambiente virtual de aprendizagem e um aplicativo de realidade aumentada. Em linhas gerais, os autores observaram que, ao promover a interação com recursos multimídia, a realidade aumentada tende a impactar positivamente na atenção dos seus usuários, conforme os resultados demonstrados na Figura 2. Esse resultado é ainda mais relevante ao observar cada uma das seis classificações de atenção (codificada através de cores), em que é possível identificar que a média de atenção despendida pelos usuários nos níveis “Mais eficaz” e “Efetivo” aumentou em 11,4% (nível *Blue*) e 18,3% (nível *Dark Green*), respectivamente, quando os usuários fizeram uso do aplicativo de realidade aumentada, em comparação aos níveis observados durante a utilização do ambiente virtual de aprendizagem.

Figura 2 – Níveis da atenção de usuários observados em tecnologias educacionais



Fonte: [Herpich et al. \(2018a, p. 566\)](#).

Apesar desses benefícios educacionais, ainda existem barreiras tecnológicas a serem superadas, como a conectividade e o poder de *hardware* necessário para utilizar uma aplicação robusta. [Leão \(2019\)](#) explica que:

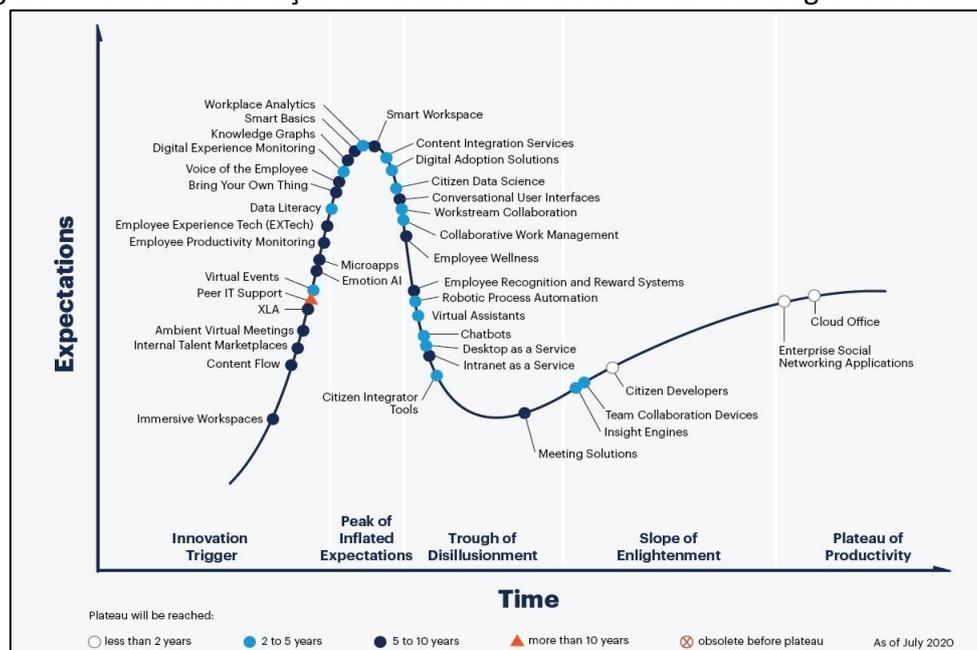
É preciso que elas se tornem cada vez mais leves, mais baratas e com menor consumo de energia. Além disso, é preciso entender melhor como exibir os dados para o usuário e como orientá-lo a interagir com os mesmos. E por último, existe o

desafio da aceitação social. Dado um sistema com *hardware* ideal e uma interface intuitiva, é preciso determinar como a realidade aumentada pode se tornar parte aceita do cotidiano do usuário, assim como aconteceu com o telefone celular, *smartphone*, entre outros (LEÃO, 2019).

Além disso, em uma revisão sistemática realizada por [Lopes et al. \(2019\)](#) sobre as inovações educacionais que têm surgido com o uso de realidade aumentada no âmbito educacional, foi identificada a existência de uma barreira no desenvolvimento das atividades utilizando realidade aumentada por parte dos professores. Esse problema recai também nos mundos virtuais, conforme mencionado anteriormente, sendo considerado um dos principais desafios em ambas as áreas a serem superadas futuramente. Os autores ainda elencam algumas possibilidades inerentes ao uso de realidade aumentada na educação, em que podem ser citadas a aplicação em abordagens com livros e jogos, em diferentes campos de conhecimento, tais como Engenharia Civil, Arquitetura, Design e Ciências da Saúde.

Por fim, outro importante destaque pode ser constatado nos dados da pesquisa conduzida pelo instituto *Gartner* sobre o ano de 2020, nos quais pode-se visualizar que “Espaços Imersivos” estão em uma escala crescente de inovação (Figura 3).

Figura 3 – Níveis da atenção de usuários observados em tecnologias educacionais



Fonte: [Gartner \(2020\)](#).

Tal destaque está aliado ao fato de seu caminho estar próximo de ser considerado um tópico em alta no momento, com altas expectativas voltadas para o meio acadêmico e industrial, o que somente reforça os fatores apresentados neste artigo sobre os benefícios que esse tipo de abordagem pode trazer, principalmente no âmbito educacional, assim como quais desafios são possíveis de serem explorados futuramente.

Considerações finais

Este artigo buscou apresentar uma reflexão empírica e baseada em pesquisas realizadas anteriormente pelos autores e em demais referenciais bibliográficos, sobre as percepções acerca do uso dos mundos virtuais e realidade aumentada na área educacional. De acordo com essas possibilidades, foi possível compreender que os mundos virtuais têm sido considerados importantes recursos complementares para o ensino e a aprendizagem em diferentes áreas.

Recai sobre esse tópico às diversas barreiras que ainda não puderam ser superadas no decorrer dos últimos acerca do uso dos mundos virtuais, mesmo diante das diversas pesquisas já conduzidas. Em especial destaque estão as dificuldades relacionadas ao uso em dispositivos móveis e a curva de aprendizagem para a produção autoral por docentes. Apesar disso, o poder computacional e visual das simulações e interações neste tipo de ambiente podem ser considerados ricos e benéficos para o aprendizado, sendo considerado um importante material complementar em diferentes áreas de ensino.

No que concerne à realidade aumentada na educação, a sua exponencial evolução nos últimos anos acarretou em um leque de pesquisas produzidas nas mais variadas áreas da educação. Similarmente ao poder computacional e visual dos mundos virtuais nas simulações, a realidade aumentada tem uma significativa vantagem ao possibilitar sua utilização em dispositivos móveis, que tem sido um dos principais meios de propagação do seu uso entre os estudantes nos últimos anos.

Ainda existem barreiras a serem superadas também nesse contexto, as quais são similares às citadas anteriormente nos Mundos Virtuais. Diante disso, torna-se necessária a verificação do processo educacional com apoio da realidade virtual e da realidade aumentada,

e a associação com teorias de aprendizagem e modalidades educacionais, sempre considerando-se a importância do papel do professor, que é o responsável pela interação ([PEDROSA e GUIMARÃES, 2019](#)).

Em um estudo realizado por [Beck et al. \(2020\)](#), os autores identificaram pontos de exploração na área de ambientes imersivos e de realidade aumentada, como um maior aprofundamento nos tópicos de *Internet das Coisas*, Salas de Fuga Interativas, fliperamas de realidade mista, jogos de tabuleiro inteligentes, entre outros. Além disso, ressaltaram a necessidade de aprimorar e revisar as pesquisas atuais nas áreas de jogos de *Role-Playing Game* - RPG e intensificar os desafios aos participantes nestas áreas relacionadas.

Desta forma, com o intuito de apresentar relatos e reflexões de experiências provenientes de pesquisas já conduzidas nas áreas supracitadas pelos autores, espera-se que os leitores deste artigo compreendam como tais tecnologias estão sendo implementadas e aplicadas no âmbito educacional. Entende-se que ainda existem desafios importantes a serem superados, mas as pesquisas realizadas no decorrer dos últimos anos, por diferentes pesquisadores, têm apresentado significativas e válidas contribuições para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem em diferentes áreas de conhecimento com o uso de mundos virtuais e realidade aumentada.

Assim, há a expectativa de que as tendências citadas ao longo desta seção possam vir a se concretizar em um curto espaço de tempo, principalmente aliadas às novas formas de aprendizagem e teorias educacionais, com especial destaque às Metodologias Ativas de Aprendizagem. Junto a isso está a possibilidade de superação das barreiras existentes nos meios tecnológicos e, principalmente, relacionados aos docentes, de forma que estes possam se tornar autores aliados aos alunos para a expansão do uso dos mundos virtuais e realidade aumentada na educação.

Referências

AVILA, Bárbara. G. **Formação docente para a autoria nos mundos virtuais: uma aproximação do professor às novas demandas tecnológicas**. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 233, 2016.

- AZUMA, Ronald *et al.* Recent Advances in Augmented Reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001. DOI: <https://doi.org/10.4061/2011/908468>.
- BAINBRIDGE, William S. Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual. **Human-Computer Interaction Series**, Springer-Verlag, London Limited, p. 1-302, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-84882-825-4_18.
- BASSANI, Patrícia B. S. Realidade aumentada na escola: experiências de aprendizagem em espaços híbridos. **Revista Diálogo Educacional**, v. 19, n. 62, p. 1174-1198, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/1981-416X.19.062.DS13>.
- BECK, Dennis; MORGADO, Leonel; O'SHEA, Patrick. Finding the Gaps about Uses of Immersive Learning Environments: A Survey of Surveys. **Journal of Universal Computer Science**, v. 26, n. 8, p. 1043-1073, 2020.
- BOWER, Matt *et al.* Augmented reality in Education - Cases, places, and potentials. **Educational Media International**, v. 51, n. 1, p. 1-15, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>.
- CHANG, Man K.; LAW, Sally P. M. Factor Structure for Young's Internet Addiction Test: a confirmatory study. **Computer in Human Behavior**, v. 24, n. 6, p. 2597–2619, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.03.001>.
- CHATZOPOULOS, Dimitris; *et al.* Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go. **IEEE Access**, v. 5, p. 6917–6950, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2698164>.
- CRAIG, Alan B. Understanding augmented reality: Concepts and Applications. **Newnes**, p. 1-296, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-240-82408-6.00007-2>.
- EKREN, Gülay; KESKIN, Nilgun O. Existing Standards and Programs for Use in Mobile Augmented Reality. GULSUN, Gulsun; ALTINPULLUK, Hakan (Ed.). **Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education**. IGI Global, 2017. Cap. 6, p. 118-134, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2110-5.ch006>.
- FERREIRA, Paulo H. S.; ZORZAL, Ezequiel R. Aplicação de Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino do Sistema Solar. **Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, p. 1-4, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1784>.
- FRANÇA, Carlos R.; SILVA, Tatiana da. A Realidade Virtual e Aumentada e o Ensino de Ciências. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (Educitec)**, Manaus, v. 05, n. 10, p. 193-215, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.414>
- GARCÍA, Camino L.; ORTEGA, Carlos A. C.; ZEDNIK, Herik. Realidade Virtual e Aumentada: Estratégias de Metodologias Ativas nas Aulas sobre Meio Ambiente. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2017.
- GARTNER. **6 Trends on the Gartner Hype Cycle for the Digital Workplace**, 2020. Disponível em: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/6-trends-on-the-gartner-hype-cycle-for-the-digital-workplace-2020/>>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- HAMILTON, Karen. E. Augmented reality in education. **Proc. SXSW Interactive 2011**. Disponível em: <https://k3hamilton.com/AR/AR-Home.html>>. Acesso em 01 out. 2019.
- HERPICH, Fabrício *et al.* Mobile Augmented Reality impact in Student Engagement: an Analysis of the Focused Attention dimension. **International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)**, p. 562-567, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSCI46756.2018.00114>.

HERPICH, Fabrício *et al.* Realidade Aumentada no Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial em Física. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-4, 2018b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2018.345>.

HERPICH, Fabrício; GUARESE, Renan L. M.; TAROUÇO, Liane M. R. A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. **Creative Education**, v. 8, n. 9, p. 1433–1451, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4236/ce.2017.89101>.

HETKOWSKI, Tania M.; DIAS, Josemeire M. Educação, Cultura Digital e Espaços Formativos. **Revista Multidisciplinar Plurais**, v. 4, n. 2, p. 11-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2019.v4.n2.11-25>.

IBÁÑEZ, María-Blanca; DELGADO-KLOOS, Carlos. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. **Computers & Education**, v. 123, p. 109-123, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>.

INOUE, J. S. P. *et al.* Indústria 4.0 - impactos da tecnologia da informação na nova indústria. **Pesquisa e Ação**, v. 4, n. 1, p. 1-21, 2019.

KOLESNICHENKO, Elena. A.; RADYUKOVA, Yana Y.; PAKHOMOV, Nicolay N. The Role and Importance of Knowledge Economy as a Platform for Formation of Industry 4.0. Popkova E.; Ragulina Y.; Bogoviz A. (Eds). **Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century**. [s.l.] Springer International Publishing, p. 73-81, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_7.

KRASSMANN, Aliane *et al.* Investigating the Relation Between Sense of Presence, Attention and Performance: Virtual Reality Versus Web. **International Conference - Lecture Notes in Computer Science**. J. Stephanidis, C. *et al.* (Eds.), p. 445-461, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-60128-7_34.

LEÃO, Yasmin M. **Aplicação da realidade aumentada (RA) no material didático para o ensino de língua estrangeira**. Relatório Técnico-Científico, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação, p. 1-52, 2019.

LOPES, Luana. M. D. *et al.* Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, p. 1-32, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698197403>.

MITRE, Sandra. M. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000900018>.

NUNES, Felipe. B. *et al.* Systematic Review of Virtual Worlds applied in Education. **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, v. 27, n. 1, p. 657-666, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.657>.

OLIVEIRA, Enoque. F. Ensino de geografia e educação 4.0: caminhos e desafios na era da inovação. **Revista Amazônica Sobre Ensino de Geografia**, v. 1, n. 1, p. 62-72, 2019.

ORGAZ, Gema B. *et al.* Clustering avatars behaviours from virtual worlds interactions. **Proceedings of the 4th International Workshop on Web Intelligence & Communities**, p. 1-7, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1145/2189736.2189743>.

PEDROSA, Stella. M. P. A.; ZAPPALA-GUIMARÃES, Marco 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2238-1279.20190007>.

- PELLAS, Nicolaos. The development of a virtual learning platform for teaching concurrent programming languages in secondary education: the use of open sim and Scratch4OS. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2014. DOI: <https://doi.org/10.20368/1971-8829/876>.
- POTKONJAKA, Veljko *et al.* Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. In: **Computers & Education**, v. 95, p. 309–327, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.
- RESENDE, T. G. **Estudo de caso sobre a carga de trabalho mental na utilização de mídias digitais em realidade aumentada aplicadas no ensino**. Monografia (Curso de Ciência da Computação), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, p. 57, 2019.
- SANTOS, T. F. Realidade Aumentada no Ensino de Geometria plana e espacial. Chamada MCTIC/CNPq No. 05/2019 - **Programa Ciências na Escola**, p. 1-10, 2019.
- SGOBBI, Fabiana S. *et al.* Introdução aos Mundos Virtuais Imersivos. **Cognição e Aprendizagem em Mundo Virtual Imersivo (2a ed.)**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, pp. 17-68, 2020.
- SILVA, Ivanderson P.; MERCADO, Luis P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Revista Multidisciplinar de Licenciatura e Formação Docente**, v. 17, n. 1, p. 1-29, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.33871/e%26p.v0i0.2381>.
- SILVA, Roberto C. D., VASCONCELOS, Carlos. A. Realidade aumentada como apoio à aprendizagem de poliedros. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 6, n. 2, p. 1-20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2019v6i2p50-71>.
- SILVA, Sangela A.; VASCONCELOS, Renan S.; CAMPOS, Paola S. INDUSTRY 4.0: a theoretical contribution to the current scenario of technology in Brazil. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 19, n. 5, p. 1-5, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190049>.
- SIMSEK, Irfan; TUNCER, C.A.N. The Design and Use of Educational Games in 3D Virtual Worlds. **Society for information technology and teacher education**, p. 611-617, 2016.
- STEED, Anthony; JULIER, Simon. Design and Implementation of an Immersive Virtual Reality System based on Smartphone Platform. **2013 IEEE Symposium on 3D User Interfaces**, p. 43-46, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/3DUI.2013.6550195>.
- TIBOLA, L. R. **Fatores Ensejadores de Engajamento em Ambientes de Mundos Virtuais**. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 235, 2018.
- TORI, Romero. Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: **SENAC**, 2010.
- VOSS, Gleizer. B. *et al.* Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambientes Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel. **Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2013.12>.
- WU, Hsin-Kai *et al.* Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & Education**, v. 62, p. 41–49, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>.
- XENOS, M., MARATOU, V., NTOKAS, I., METTOURIS, C., PAPADOPOULOS, G. A. Game-Based Learning Using a 3D Virtual World in Computer Engineering Education. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p. 1078-1083, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942982>.

ⁱ Sansar. Disponível em: <https://www.sansar.com/>

ⁱⁱ HP Reveal. Disponível em: <https://www.hpreveal.com/>