

Plataformas *Web* de Realidade Virtual: Possibilidades para a Educação

Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto - UFRGS - kajianansartor@gmail.com -
<https://orcid.org/0000-0003-3211-1381>

Luciana Sandrini Rocha - UFRGS | IFsul - lucianarocha@ifsul.edu.br -
<https://orcid.org/0000-0003-0944-0849>

Aliane Loureiro Krassmann - IFFar - alkrassmann@gmail.com -
<https://orcid.org/0000-0001-7553-5518>

Liane Margarida Rockenbach Tarouco - UFRGS - liane@penta.ufrgs.br -
<https://orcid.org/0000-0002-5669-588X>

Resumo: A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia em ascensão por proporcionar experiências autênticas em ambientes interativos e colaborativos, superando limitações de espaço e tempo. Este artigo apresenta uma investigação sobre plataformas *web* de RV que possam ser utilizadas na educação. De caráter exploratório, o estudo busca reunir e analisar plataformas que disponibilizem acesso multiusuário e simultâneo, interação social, trabalho colaborativo, versão gratuita e sejam acessíveis a professores, alunos e usuários comuns. Os resultados da pesquisa contribuem com o meio acadêmico, ao facilitar a escolha da plataforma mais adequada às necessidades de professores, alunos e demais usuários com algum interesse nesta tecnologia.

Palavras-chave: Plataformas *Web*, Realidade Virtual, Educação, Tecnologias Educacionais, Metaverso.

Virtual Reality Web-based Platforms: Possibilities for Education

Abstract: Virtual Reality (VR) is a technology on the rise for providing authentic experiences in interactive and collaborative environments, overcoming limitations of space and time. This article investigates VR web-based platforms that are suitable for education. Of an exploratory nature, the study seeks to gather and analyze platforms that provide multi-user and simultaneous access, social interaction, collaborative work, free version and are accessible to teachers, students, and general users. The research results contribute to academia by facilitating the choice of the appropriate platform to the needs of teachers, students, and other users with some interest in this technology..

Keywords: Web-based Platforms, Virtual Reality, Education, Education Technology, Metaverse.

1. Introdução

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) vêm cada vez mais se destacando como importantes recursos educacionais, especialmente após o distanciamento físico imposto pela pandemia da COVID-19, quando diversas atividades humanas foram subitamente transferidas de espaços físicos para plataformas *on-line*. Educadores de todos os níveis de ensino e das mais variadas áreas do conhecimento precisaram adotar recursos digitais para ministrar suas aulas remotamente, e a RV despontou com grande potencial para esta adaptação. Isso porque permite que os alunos interajam de forma mais realista com ambientes virtuais, possibilitando o acesso a conteúdos ou situações que podem, até mesmo, ser impraticáveis ao vivo, reduzindo distâncias na educação, especialmente a distância aluno-conteúdo (TORI, 2018).

Conforme Tori *et al.* (2006, p. 7), a RV “é uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário a movimentação (navegação) e interação em tempo real, em um ambiente tridimensional, podendo fazer uso de

dispositivos multissensoriais, para atuação ou *feedback*”. Mesmo com o retorno das aulas aos ambientes escolares físicos, cada vez mais o professor deve buscar e apresentar aos alunos novos recursos e possibilidades para que o ensino seja prazeroso e desafiador, demonstrando que as tecnologias estão presentes no cotidiano e podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

A web evoluiu muito nos últimos anos, principalmente no que tange à acessibilidade, usabilidade e interação, apresentando-se por uma plataforma com interface intuitiva nos dispositivos, aplicativos de smartphones, sistemas de Internet das Coisas, leitores de e-books e em ambientes de RV. O crescimento da tecnologia de redes 5G vem alavancar ainda mais as potencialidades da web e da Internet atual. Elevados padrões de velocidade de conexão e usuários simultâneos, menor consumo de energia e tempo de conexão entre dispositivos, maior número de aparelhos conectados por área e maior duração da bateria dos dispositivos facilitam o acesso e utilização dessas tecnologias em qualquer ambiente (FLORÊNCIO; VARGAS, 2020).

Outro conceito relevante quando se aborda a RV e Internet é o Metaverso, que se define como um espaço virtual, coletivo e compartilhado, onde pode-se interagir como se estivesse presente fisicamente, configurando comunidades interconectadas. A utilização de dispositivos como *headsets*, capacetes ou óculos de RV (*Head-Mounted Displays* - HMD), aplicativos para dispositivos móveis, entre outros, permite que as pessoas interajam, trabalhem e joguem nesses ambientes (MYSTAKIDIS, 2022).

Apesar do potencial pedagógico deste contexto tecnológico, há ainda muitos desafios para que a RV seja incorporada efetivamente em sala de aula como recurso educacional, entre eles estão a motivação e a capacitação dos professores. Żmigrodzka (2017) apresenta dados estatísticos divulgados pelo portal *Virtual Reality Brief*, onde quase 80% dos professores americanos têm acesso a tecnologias de RV, mas somente 6,87% utilizam este recurso em sala de aula. Apesar da expectativa de melhora destes índices durante o período da pandemia, ainda há possibilidade para uma ampliação significativa, que, com planejamento adequado, permitirá construir metodologias de aprendizagem mais imersivas e engajadoras.

Outra barreira para a utilização da RV na área educacional se refere às restrições relacionadas à infraestrutura tecnológica. Por utilizar sistemas gráficos, usualmente requer grande capacidade de processamento computacional, inacessível para a maioria dos estudantes. Também é comum a necessidade de instalação e configuração de *softwares* específicos para a renderização dos ambientes em 3D. Além disso, a imersão total também se torna uma restrição, na medida em que os dispositivos HMD's têm um custo elevado e acomodam apenas um aluno por vez. Assim, o uso de plataformas de RV baseadas na *web* vem crescendo como opção para superar alguns destes desafios.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo pesquisar e analisar plataformas de RV totalmente baseadas na *web* que atendam aos seguintes requisitos mínimos: possam ser utilizadas para fins educacionais, apresentem aspecto social e versão gratuita, sejam colaborativas e permitam acesso multiusuário e simultâneo.

2. Vantagens e desafios da incorporação da RV na educação

Muitas vantagens são apontadas no uso da RV na educação, dentre elas: i) a experimentação virtual pode substituir ou reduzir a necessidade de laboratórios físicos, proporcionando experiências autênticas, especialmente em situações que apresentam riscos à saúde ou segurança do aprendiz, ou demandam deslocamentos espaço-temporais; ii) a motivação proporcionada pela interatividade e imersão pode reunir estudantes e professores em tempo real; iii) a manipulação (redução, rotação, ampliação) de objetos em 3D possibilita a visualização em múltiplas escalas, desde

universos a estruturas microscópicas; iv) a possibilidade de proporcionar experiências ativas de aprendizagem; v) a facilitação da acessibilidade de estudantes com deficiência; vi) o favorecimento à aproximação entre estudantes de diferentes culturas pela facilidade de comunicação a partir de representações (imagens, sons, vídeos etc); vii) o desenvolvimento do pensamento computacional e domínio de periféricos; viii) a possibilidade de ilustração de características e processos sem a exigência de grandes arquivos; ix) a elaboração de atividades de autoria, individuais ou colaborativas, por professores e estudantes; x) a simulação de experiências em contextos profissionais auxilia a capacitação técnica, etc (AFONSO *et al.*, 2019; CARDOSO *et al.*, 2017; KAVANAGH *et al.*, 2017; LEE *et al.*, 2021).

Cortiz e Silva (2017) destacam a importância da imersão de professores e alunos em um mesmo ambiente virtual compartilhado, onde é possível trocar informações e colaborar em atividades, auxiliando na percepção e sentimento de comunidade, que constitui uma das principais dificuldades do aprendizado *on-line*. Apesar da tecnologia em RV disponível atualmente explorar principalmente os sentidos da audição e da visão, o que limita uma imersão total, os autores argumentam que mesmo assim “é possível atingir um nível interessante de sentido de presença, o que poderia ser útil para jogos, entretenimento, saúde e fins educacionais” (CORTIZ; SILVA, 2017, p. 84).

Em contrapartida, há importantes desafios relacionados à inserção desta tecnologia em salas de aula. O relatório de 2021 da *Immersive Learning Research Network* (iLRN) (LEE *et al.*, 2021) aponta algumas barreiras à adoção destas tecnologias na educação. A primeira diz respeito à conexão entre usuários e a tecnologia em si, que abrange sua adaptação para utilização por usuários com deficiência. A programação destas adaptações costuma ser uma atividade complexa, especialmente por serem tecnologias ainda muito calcadas nos sentidos da visão e audição. A acessibilidade também é dificultada pelos elevados custos de dispositivos como óculos, capacetes e sensores, e exigências em termos de *hardware* e *software*, especialmente em países em desenvolvimento. A capacitação para o uso por professores, técnicos e estudantes é outro desafio imposto à difusão das tecnologias imersivas. A simples familiarização com o recurso não garante sua implementação em sala de aula pois, além de conhecimentos específicos e pedagógicos, os professores precisam ter noções de *design* instrucional. Outra questão que se impõe é a interoperabilidade: se de um lado há um movimento no sentido de produzir tecnologias com padrões compartilhados, de outro encontram-se tecnologias fechadas em si, que representam maior tempo de treinamento em plataformas diversas e possíveis prejuízos ao contexto pedagógico.

Complementando o que é apresentado no relatório da iLRN, Kavanagh *et al.* (2017) relata que, ainda que a evolução da computação gráfica possa minimizar esta questão, “educadores com tempo e recursos limitados para gastar na criação destas implementações provavelmente ainda terão problemas para criar ambientes virtuais que os alunos considerem suficientemente realísticos” (KAVANAGH *et al.*, 2017, p. 109). Logo, faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas de autoria adequadas a não especialistas, para que eles possam “desenvolver e apropriar-se de suas próprias aplicações, disponibilizando-as em repositórios abertos para uso por qualquer interessado, popularizando assim, o desenvolvimento, adaptação e uso de aplicações de RV” (CARDOSO *et al.*, 2017, p. 781). Neste sentido, os autores propõem estratégias para enfrentar essas dificuldades nos próximos dez anos, organizadas em três etapas: metas, ações e monitoramento, e avaliação. Corroborando com o escopo deste estudo, uma das ações elencadas é a “disseminação de ferramentas de autoria, que dispensam aprendizado de etapas demoradas e de programação” (CARDOSO *et al.*, 2017, p. 784). Ou seja, divulgar para a comunidade acadêmica em geral ferramentas de autoria para

criar ambientes de RV de forma intuitiva e com pouca programação. No mesmo sentido, Vert e Andone (2019) propõem critérios para auxiliar professores na escolha e utilização de ferramentas de autoria com RV. Seu foco principal é a acessibilidade do ponto de vista técnico, ou seja, recursos que permitam aos docentes criarem experiências próprias, adaptadas para realidades específicas, considerando também a usabilidade destes recursos pelos estudantes. Eles concluem elencando os seguintes recursos como imprescindíveis: “colaboração entre autores, experiência multiusuário, avaliação da atividade do aluno, organização de alunos em aulas, ampla importação de itens de RV e versão *off-line*” (VERT; ANDONE, 2019, p. 7).

Considerando a importância da argumentação exposta, o presente estudo compartilha o objetivo de disseminar a utilização de plataformas *web* de RV como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares. Para tal, apresenta e avalia plataformas *web* de RV que obedeçam aos seguintes critérios mínimos: acesso multiusuário e simultâneo, interação social, trabalho colaborativo, versão gratuita e possibilidade de utilização por docentes não especialistas.

3. Método

Esta pesquisa é resultado da atividade de uma disciplina de doutorado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, que buscou conhecer e identificar plataformas *web* de RV a serem utilizadas em sala de aula. O estudo adotou metodologia de cunho exploratório, respaldada em autores nacionais e internacionais, e em pesquisas no mecanismo Google de busca na Internet, por meio da inserção das palavras-chaves: “realidade virtual”, “plataforma *web*” e “educação”, assim como seus sinônimos na língua inglesa. Os dados foram coletados na primeira quinzena de outubro de 2021. Para ser incluída nesta pesquisa, a plataforma *web* teve que cumprir os seguintes requisitos mínimos, estabelecidos em função da sua relevância educacional: ser totalmente baseada na *web*, sem a necessidade de instalação de *softwares*; permitir acesso e uso gratuito; possuir aspecto social e/ou colaborativo; ser multiusuário; permitir acesso simultâneo por vários usuários e ser *user-friendly* (dispensar a necessidade de conhecimento técnico aprofundado).

Durante a pesquisa, criou-se uma planilha compartilhada entre as pesquisadoras para organizar e elencar as características, os critérios, os requisitos mínimos e as plataformas encontradas, a fim de verificar com maior clareza e objetividade o seu atendimento. Ao final, realizou-se uma reunião para definir as plataformas *web* de RV que estariam aptas a serem analisadas e apresentadas nesta pesquisa.

Para realizar a análise, foram estabelecidos critérios de acordo com recursos e funcionalidades disponíveis. A escolha desses critérios foi respaldada pelos estudos de Lee *et al.* (2020) e Vert e Andone (2019), a partir da experiência das pesquisadoras e também na medida em que as plataformas foram sendo avaliadas. Assim, vinte critérios foram qualificados e pontuados de acordo com as seguintes categorias: i) interação social: interação entre os usuários por meio de texto, vídeo, voz; compartilhamento de tela e utilização de *webcam*; uso e/ou customização de avatares; colaboração entre os usuários; manifestação de emoções; conexão com redes sociais; ii) conteúdos e mídias: integração multimídia (PDF, imagem, áudio, vídeo); modelagem 3D; disponibilização de biblioteca de conteúdos; interoperabilidade; remixagem de conteúdo; criação de tarefas; criação de cenas; foco educacional e iii) recursos adicionais: incorporação de realidade aumentada (RA); gamificação integrada; caneta/apontador; acesso por aplicativo móvel; programação; versão em Português.

A avaliação foi realizada por três pesquisadoras que analisaram individualmente as plataformas selecionadas com base nos vinte critérios citados. Para verificar a

funcionalidade, características de acesso e outros requisitos, foram criadas contas nas plataformas e testados o funcionamento e usabilidade das mesmas. A cada característica encontrada foi atribuído o valor um (1), caso não encontrado foi atribuído o valor zero (0). Buscou-se um consenso para definir a pontuação de cada critério. Nos casos em que não houve consenso, foi considerado o valor predominante. Realizou-se o somatório, resultando em uma pontuação final. O tempo de estudo e pesquisa totalizou cerca de oito semanas, finalizando com a escrita deste artigo.

4. Resultados

As seis plataformas *web* de RV que foram selecionadas e analisadas são apresentadas na Tabela 1 e detalhadas a seguir.

Tabela 1 - Plataformas *Web* de Realidade Virtual

Plataformas <i>web</i>	CoSpaces Edu	Mozilla Hubs	Frame	Wonda	Spatial	Pluto
Interação social						
1. Conexão com rede social	0	1	1	0	0	0
2. Interação social (texto, vídeo, voz)	0	1	1	1	1	1
3. Uso e customização de avatar	0	1	1	1	1	0
4. Colaboração entre usuários	1	1	1	1	1	0
5. Compartilhamento de tela e <i>webcam</i>	0	1	1	1	1	1
6. Manifestação de emoções	0	1	1	0	1	1
Subtotal da categoria	1	6	6	4	5	3
Conteúdos e mídias						
7. Criação de cenas	1	1	1	1	1	1
8. Foco educacional	1	0	0	0	0	0
9. Integração multimídia	1	1	1	1	1	1
10. Interoperabilidade	1	1	1	1	1	0
11. Modelagem 3D	1	1	1	1	0	0
12. Remixagem de projetos	1	0	0	0	0	0
13. Biblioteca de conteúdos	1	1	0	0	0	0
14. Criação de tarefas	1	0	0	1	0	0
Subtotal da categoria	8	5	4	5	3	2
Recursos adicionais						
5. Acesso por aplicativo móvel	1	1	1	1	1	0
6. Possui caneta/apontador	0	1	1	0	0	0
7. Realidade aumentada integrada	1	0	0	0	1	0
8. Recursos de gamificação integrados	0	0	0	0	0	0
9. Versão em português	1	0	0	0	0	0
10. Programação dos ambientes	1	0	0	0	0	0
Subtotal da categoria	4	2	2	1	2	0
Total geral	13	13	12	10	10	5

Fonte: As autoras (2021)

As plataformas CoSpaces Edu (DELIGHTEX GMBH, 2022) e Mozilla Hubs (2022) foram as que alcançaram maior pontuação de acordo com os critérios mencionados anteriormente. Há, entretanto, diferenças significativas entre elas.

CoSpaces Edu é a única plataforma com foco educacional, projetada para o uso de professores e estudantes de qualquer nível de ensino ou disciplina curricular. Com planos gratuitos ou pagos, ela vem sendo utilizada em mais de 150 países. Entre as vantagens, permite gerenciar aulas em que os alunos colaboram e atuam em seus trabalhos de forma ativa e em tempo real, acessando por meio de diferentes dispositivos, como computadores, *chromebooks*, *tablets* e celulares (DELIGHTEX GMBH, 2022). A CoSpaces Edu permite construir ambientes 3D de RV e RA como passeios virtuais 360°, histórias interativas, exposições virtuais, jogos, simulações, entre outros. Possui uma galeria de ambientes virtuais divididos em categorias¹ (Linguagens e

¹ <https://edu.cospaces.io/Universe>

Literatura, Ciências Sociais, STEM e Programação, Espaços Makers e Artes) disponíveis aos usuários para remixar e reutilizar projetos. É possível adicionar programação baseada em blocos ou *script* avançado, codificando os elementos da biblioteca (personagens, animais, transportes, habitações, natureza, itens, módulos, especiais e outros), importando arquivos de várias extensões (png, jpg, mp4, gif, svg, obj, mtl, fbx, zip) e modelando objetos 3D na própria plataforma. Os critérios não pontuados foram: interação social entre os usuários por texto, vídeo ou voz; o uso e/ou customização de avatares; manifestação de emoções; conexão com rede social; compartilhamento da tela e utilização de *webcam*; recursos de gamificação integrados e possuir caneta/apontador. Apesar da possibilidade de importação de arquivos de várias extensões, esta plataforma não permite importação de arquivos no formato PDF, que é bastante comum no âmbito educacional.

Mozilla Hubs é uma plataforma de colaboração virtual que possibilita criar espaços autorais 3D de forma intuitiva e com acesso gratuito. Ela é *open source* e personalizável, permite organizar conferências, dar aulas, apresentar artes ou reunir estudantes. É possível utilizar ou criar avatares para representá-lo no ambiente virtual, tornando a comunicação entre os usuários mais interativa por meio de bate-papo por voz e texto, em tempo real. Na Mozilla Hubs é possível compartilhar conteúdos, arrastando e soltando fotos, vídeos, PDFs, *links* e modelos 3D, tornando a imersão colaborativa. A plataforma disponibiliza um editor de ambientes 3D e integração de mídia com o *Sketchfab*². O acesso aos ambientes virtuais pode ser realizado utilizando o navegador de Internet do computador, *tablets* e/ou celulares. Apesar de não ter foco educacional, como a CoSpaces Edu, ela pode ser utilizada por professores e alunos possibilitando a aprendizagem dos conteúdos curriculares (MOZILLA HUBS, 2022). Os critérios não pontuados foram: criação de tarefas; remixagem de projetos; recursos de gamificação integrados; modelagem 3D; RA integrada; programação e versão em Português. A Figura 1 apresenta as plataformas Cospace Edu (a) e Mozilla Hubs (b).

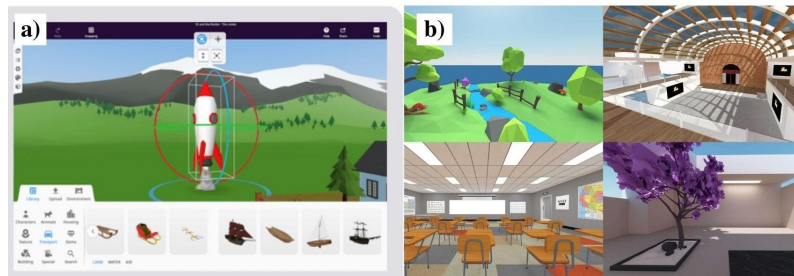


Figura 1 - Imagens das plataformas CoSpaces Edu (a) e Mozilla Hubs (b).

Frame (2022) é uma ferramenta de colaboração e criação 3D que permite que usuários se reúnam em um espaço criado por eles utilizando apresentações espaciais e locais, por meio de imagens, vídeos, áudios, imagens 360°, vídeos 360°, modelos 3D, PDFs, sons ambientes, quadros brancos, telas de *streaming* para *webcam* e compartilhamento de tela e caneta/apontador. A Frame funciona a partir do cadastro de uma conta gratuita em um navegador de Internet no computador, dispositivo móvel ou HMD. É possível criar reuniões com apresentações *on-line* e encontrar com outros usuários por meio de um *link*. Nesta plataforma, são utilizados avatares personalizáveis para realizar passeios virtuais, observar modelos 3D, narrar histórias, além de interagir com atividades virtuais compartilhadas e apresentações imersivas. Ela permite a importação de modelos 3D diretamente do *Sketchfab* ou a importação de modelos da

² Sketchfab - <https://sketchfab.com/>

sua biblioteca. A comunicação entre os usuários pode ser realizada por meio de texto, voz (áudio para todo o ambiente ou em conversas individuais), *emojis* ou *links*, facilitando assim a imersão no ambiente. As atividades podem ser associadas com redes sociais como o *Twitter* e o *Discord* (FRAME VR, 2022). Critérios que não foram pontuados: criação de tarefas; modelagem 3D; remixagem de projetos; recursos integrados de gamificação; RA integrada; programação; versão em Português e caneta/apontador.

Wonda (2022) é uma plataforma imersiva que permite a narração de histórias, passeios virtuais e criação de simulações de situações da vida real em ambientes de trabalho cooperativos. Permite a criação de apresentações de projetos compartilhados local ou remotamente, bem como eventos ao vivo. Apresenta versões gratuita ou paga. Sua interface é compatível com diversas mídias, e é disponibilizada também por aplicativo para dispositivos móveis. Os ambientes podem ser criados a partir de imagens, vídeos, imagens 360° ou vídeos 360°, sendo possível incluir textos, imagens, vídeos, objetos 3D e som ambiente, com diferentes extensões de arquivos. Também é possível criar cenas e navegar entre elas. Os avatares podem ser concebidos a partir de uma imagem do usuário e, caso necessário, editados (WONDA, 2022). A comunicação na plataforma pode ser feita por texto, áudio ou por meio de recurso de caneta/apontador. Apesar de não ter foco educacional, pode-se criar tarefas a partir de questionários com pontuação e comentários. Entre os critérios não pontuados, não há biblioteca de conteúdos tampouco a possibilidade de modelagem de objetos 3D ou a integração com recursos de RA. Além disso, não apresenta versão em Português, conexão com rede social e a possibilidade de remixagem de projetos. A Figura 2 apresenta as plataformas Frame (c) e Wonda (d).

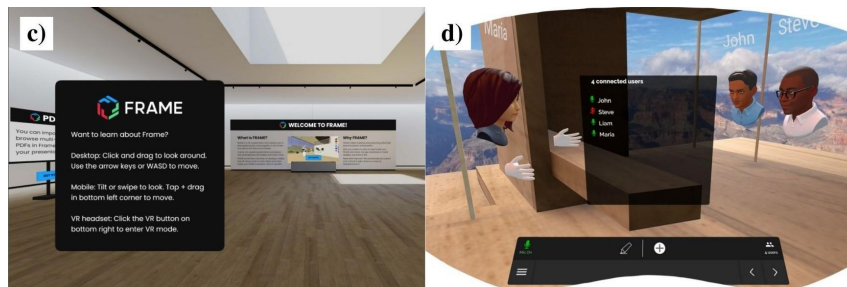


Figura 2 - Imagens das plataformas Frame (c) e Wonda (d).

Spatial (2022) é uma plataforma que permite a exploração de espaços comunitários com contas gratuitas ou pagas. É possível criar um avatar realístico, a partir de uma fotografia *selfie*, que interage conforme o usuário se movimenta ou fala, e também pela utilização do *mouse*. Permite acesso por aplicativo móvel e a interação com outros usuários por meio de áudio e vídeo. É possível a integração de páginas *web*, notas adesivas e recursos multimídia (imagens, vídeos, modelos 3D, arquivos de texto e PDFs, planilhas eletrônicas e apresentações) de diversas extensões. Também é possível salvar um ambiente como *template* (modelo) para reutilizá-lo posteriormente. Possui biblioteca de cenários e permite a criação de portais para a navegação entre cenas e integração de recursos de RA (SPATIAL SYSTEMS, INC, 2022). Critérios não pontuados: não permite a programação, criação de tarefas e inclusão de recursos de gamificação, não é possível modelar objetos 3D, expressar emoções ou utilizar dispositivo tipo caneta/apontador.

Pluto (2022) é uma plataforma virtual de eventos interativos, em que é possível organizar espaços de exposição e atividades onde os participantes comunicam-se por texto, áudio e/ou vídeo. Um recurso de áudio espacial ambiente permite que os

participantes socializem somente com pessoas próximas a si. Pluto também disponibiliza *emojis* e um mapa do ambiente que auxilia no deslocamento dos usuários. Administradores podem compartilhar a tela e vídeos do *YouTube* ou *Twitch*, bem como arquivos de imagem. Arquivos PDF e de áudio não são permitidos. É bem mais limitada que as plataformas apresentadas anteriormente: não apresenta foco educacional, nem criação de tarefas, recursos de gamificação, biblioteca de conteúdos, modelagem 3D e remixagem de projetos. Também não possui acesso por aplicativo móvel, RA integrada customização de avatares (os usuários são representados somente pela imagem de sua câmera compartilhada), conexão com rede social e a utilização de dispositivo de tipo caneta/apontador (MOONWALK HOLDINGS, INC, 2022). A Figura 3 apresenta as plataformas Spatial (e) e Pluto (f).



Figura 3 - Imagens das plataformas Spatial (e) e Pluto (f).

Comparando as funcionalidades das plataformas *web* apresentadas neste estudo, a CoSpaces Edu se destaca, especialmente porque é a única que permite a programação dos ambientes. A possibilidade de codificação permite experiências mais complexas, como, por exemplo, a implementação de técnicas de gamificação, animação de personagens, botões de ação, entre outros. Ela viabiliza a remixagem e compartilhamento na galeria, o que facilita a criação e personalização de conteúdos. Apesar de atingir pontuação máxima na categoria conteúdos e mídias, e expressiva pontuação na categoria de Recursos Adicionais, na categoria Interação Social pontuou apenas no critério colaboração entre usuários.

A pouca possibilidade de interação social entre os usuários e a impossibilidade de uso ou criação de avatares é uma limitação da CoSpaces Edu, pois são requisitos importantes para a imersão e o senso de presença no ambiente virtual. Todas as demais plataformas *web* apresentaram pontuação superior nesta categoria, proporcionando melhores condições de comunicação entre os usuários. A Spatial permite criar um avatar realístico e interativo a partir de captura da câmera ou foto do usuário, além de possibilitar a manifestação de emoções pelo próprio avatar, tais como aplausos, concordância ou discordância, e não na forma de *emojis*, como ocorre nas demais plataformas que pontuaram neste quesito. Por outro lado, nenhuma delas permite sua programação, o que limita muito as possíveis soluções a serem criadas e utilizadas dentro dos ambientes virtuais.

O requisito referente à disponibilização de recursos de gamificação integrados não foi preenchido por nenhuma plataforma. No entanto, a CoSpaces Edu permite implementar recursos de gamificação de forma indireta, por meio de programação, e a plataforma Wonda VR possibilita a criação de questionários com *feedback* aos usuários.

Com relação ao acesso às plataformas, a Mozilla Hubs é a única totalmente gratuita e *open source*, enquanto as demais apresentam planos gratuitos com algumas restrições se comparadas aos planos pagos, o que, no entanto, não inviabiliza a criação de ambientes e atividades educacionais completas.

Durante a análise das plataformas, observou-se que Frame, Spatial e Pluto apresentam recursos de ajuste da propagação do áudio nos ambientes, conforme a localização do usuário (sonorização espacial), privilegiando a interação entre pessoas espacialmente próximas umas das outras, o que auxilia na imersão pela semelhança com uma situação real.

Concluindo, apesar das plataformas serem totalmente baseadas na *web*, Wonda e Pluto apresentaram problemas de usabilidade, tais como travamento e dificuldade de navegação no ambiente, apesar das pesquisadoras estarem usando *notebooks* com configurações computacionais intermediárias (processadores i5 e i7, com velocidades acima de 2.50GHz, 8GB de memória RAM e sistema operacional de 64 bits).

5. Conclusões

Os resultados da pesquisa demonstram que as plataformas *web* podem auxiliar na difusão e popularização da tecnologia de RV na educação. Além de gratuitas, não exigem instalações de software nem o uso de dispositivos específicos, diminuindo custos e facilitando a conexão entre usuários (professores e estudantes) e a tecnologia. Elas colaboram na mitigação de outras barreiras, pela facilidade de programação em blocos ou *scripts*, ou ainda, dispensando a necessidade de programação, que são vantagens para professores com pouca experiência nesta temática. A interoperabilidade é uma característica marcante nestas plataformas, o que facilita a disponibilização de conteúdos em arquivos de diferentes formatos.

Em contrapartida, ainda que facilitada, a necessidade de capacitação docente permanece como um grande desafio. Salienta-se a importância da escolha de ferramentas de autoria adequadas à elaboração de atividades capazes de fomentar o pensamento crítico e autônomo, por meio de experiências dinâmicas, interativas e autênticas, sejam elas individuais ou colaborativas. Ademais, o *design* instrucional de ambientes virtuais deve ser praticado desde a formação em nível de graduação, habilitando futuros docentes a incorporar as vantagens do uso da tecnologia de RV em suas práticas. Isso também promoveria um ciclo virtuoso para a disseminação das TDICs entre os futuros profissionais, atuem eles como docentes ou não. Apesar de intuitivas (*user-friendly*), necessita-se tempo para aprender e compreender a lógica das plataformas, bem como o funcionamento e as potencialidades dessas tecnologias.

Como trabalhos futuros, pretende-se promover e realizar a criação de ambientes virtuais com estas plataformas, para que sejam utilizadas como objetos de aprendizagem e atividades de autoria por professores e estudantes. Como exemplos de aplicação, pode-se citar a realização de passeios virtuais a centros culturais e prédios do patrimônio histórico, experimentação em laboratórios, visitas técnicas, simulações de treinamentos em ambientes insalubres ou de difícil acesso, entre outros.

A tecnologia de RV está transformando os meios de comunicação por meio da interface da *web*, tornando-a uma plataforma ubíqua que vai além dos limites de uma tela. O futuro da *web* se configura como um ambiente imersivo (Metaverso) para seus usuários, apresentando incontáveis possibilidades de criação e interação social. Este artigo pretende ter colaborado no sentido de disseminar algumas destas potencialidades e as alternativas existentes para ampliar as possibilidades de aprendizagem.

Referências

AFONSO, G. B.; MARTINS, C. C.; KATERBERG, L. P.; BECKER, T. M.; SANTOS, V. C. dos; AFONSO, Y. B. Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação. **Revista Intersaberes**, v. 15, n. 34, 2020. Disponível em:

<https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1800>.

Acesso em: 10 out. 2021.

CARDOSO, A.; KIRNER, C.; FRANGO, I.; TORI, R. O desafio de projetar recursos educacionais com uso de realidade virtual e aumentada. In: **Anais do VI Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação**. SBC, 2017. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/view/3109>. Acesso em: 12 out. 2021.

CORTIZ, D.; SILVA, J. O. Web and virtual reality as platforms to improve online education experiences. In: **2017 10th International Conference on Human System Interactions (HSI)**. IEEE, 2017. p. 83-87. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8005003>. Acesso em: 05 out. 2021.

DELIGHTEX GMBH. **Cospaces Edu**, 2022. Disponível em: <https://www.cospaces.io/edu/>. Acesso em: 10 maio 2022.

FLORÊNCIO, R. B.; VARGAS, A. A. F. REDE 5G. **PESQUISA & EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**, n. 19, 2020. ISSN 2358-646x. Disponível em: <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=2013EAD1&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=8696>. Acesso em: 10 out. 2021

FRAME. **Frame VR**, 2022. Disponível em: <https://framevr.io/>. Acesso em: 10 maio 2022.

KAVANAGH, S.; LUXTON-REILLY, A.; WUENSCH, B.; PLIMMER, B. A systematic review of virtual reality in education. **Themes in Science and Technology Education**, v. 10, n. 2, p. 85-119, 2017. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/182115/>. Acesso em: 18 out. 2021.

LEE, M. J. W.; GEORGIEVA, M.; ALEXANDER, B.; CRAIG, E.; RICHTER, J. State of XR & Immersive Learning Outlook Report 2021. **Immersive Learning Research Network, Walnut**, 2021. ISBN: 978-1-7348995-1-1.

MOONWALK HOLDINGS, Inc. **Pluto**, 2022. <https://pluto.video/>. Acesso em: 10 maio 2022.

MOZILLA. **Mozilla Hubs**, 2022. <https://hubs.mozilla.com/>. Acesso em: 10 maio 2022.

MYSTAKIDIS, S. Metaverse. **Encyclopedia**, v. 2, n. 1, p. 486-497, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SPATIAL SYSTEMS, Inc. **Spatial**, 2022. <https://spatial.io/>. Acesso em: 10 maio 2022.

TORI, R. Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem (Vol. 9). **Artesanato Educacional LTDA.[GS Search]**, 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5147288/mod_resource/content/1/Educação%20Sem%20Distância.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUITO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006. (pp. 2-21). Porto Alegre: Editora SBC. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

VERT, S.; ANDONE, D. Virtual reality authoring tools for educators. In: **ITM web of conferences**. EDP Sciences, 2019. p. 03008. Disponível em: https://www.itm-conferences.org/articles/itmconf/abs/2019/06/itmconf_iccmae2018_03008/itmconf_iccmae2018_03008.html. Acesso em: 10 nov. 2021.

WONDA. **Wonda**, 2022. Disponível em: <https://wondavr.com/>. Acesso em: 10 maio 2022.

ŻMIGRODZKA, M. Development of virtual reality technology in the aspect of educational applications. **Marketing Instytucji Naukowych i Badawczych**, n. 4 (26), p. 117-134, 2017. Disponível em: <https://bibliotekanauki.pl/articles/1342264>. Acesso em: 20 out. 2021.