

Levantamento do Estado da Arte sobre a Educação em Computação no Metaverso

Erberson E. Vieira
Instituto Federal da Paraíba
João Pessoa, Brasil
erberson.vieira@ifpb.edu.br

Francisco Petrônio A. Medeiros
Instituto Federal da Paraíba
João Pessoa, Brasil
petronio@ifpb.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso de ambientes virtuais imersivos no Metaverso para a educação em Computação. Foram analisados estudos primários de 2012 a 2022, resultando em 32 estudos indexados a partir da *string* de busca, dos quais nove atenderam aos critérios de inclusão e foram analisados para responder às questões de pesquisa. Esta RSL ratifica que, embora haja estudos relacionados ao uso do Metaverso na educação, ainda é um campo pouco explorado no que diz respeito ao uso desses ambientes no ensino de Computação. Este trabalho contribui com a identificação de lacunas de pesquisas e possibilidades de novas práticas pedagógicas no ensino de Computação.

Author Keywords

Metaverso; Educação em Computação; Revisão Sistemática da Literatura

ACM Classification Keywords

A.0 General; H.5.1 Multimedia Information Systems; K.3.2 Computer and Information Science Education

INTRODUÇÃO

Conforme destacado por Wagner et al.[21], as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm desempenhado um papel crucial na educação, proporcionando aos alunos experiências de aprendizagem mais realistas por meio de softwares desenvolvidos para ambientes específicos e ferramentas que ampliam os métodos de aprendizagem existentes. Nesse contexto, as tecnologias de Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e Realidade Mista (RM) têm ganhado destaque, culminando no conceito de Metaverso. O termo Metaverso não é novo, tendo surgido pela primeira vez em 1992 no romance de ficção científica *Snow Crash* de Neal Stephenson [17]. Ele se refere a um mundo onde o virtual e o real interagem, criando valor por meio de atividades sociais. Segundo López, Chaux e Alvarez[9], o termo Metaverso combina "meta", que significa virtual, e "verso", que se refere ao mundo ou universo, e é definido como a convergência persistente entre a realidade física e virtual.

Conforme afirmado por Dwivedi et al.[4], o potencial das organizações adaptarem seus modelos de negócios e capacidade operacional para operar no Metaverso é

significativo, abrangendo áreas como marketing, turismo, lazer, hospitalidade, saúde, educação e redes sociais. Os autores destacam diferenças entre o conceito atual do Metaverso e a ideia anterior, enfatizando que o Metaverso atual proporciona maior naturalidade, imersão e desempenho, por meio de dispositivos de realidade virtual e aumentada, em contraste com o modelo anterior baseado em computadores pessoais. No Metaverso atual, o uso de dispositivos móveis é uma realidade, aumentando a acessibilidade e a continuidade dos ambientes virtuais. Para Park et al.[13], a adoção de *blockchain* e moedas virtuais estreita a conexão econômica entre o Metaverso e o mundo real, assim como a conexão social por meio de eventos baseados em interação imersiva. Destacam ainda que o Metaverso atual está mais próximo e alinhado com a geração Z, na qual as atividades online e offline coexistem de forma mais natural.

Segundo Tibúrcio et al.[18], os mundos virtuais proporcionam experiências que se assemelham às relações humanas, por meio de representações gráficas e formas de interação. Essa realidade tem o potencial de ser adotada em diferentes setores, incluindo educação, saúde e entretenimento. A área da educação está sendo particularmente impactada pelo Metaverso, como observado por Dwivedi et al.[4]. Apesar do conceito e da classificação do Metaverso serem relativamente recentes, a literatura já conta com pesquisas que descrevem o uso do Metaverso no processo de ensino-aprendizagem, assim como seus impactos e desafios na pedagogia, conforme apontado por Park et al.[13].

Como parte do arcabouço metodológico de uma pesquisa de Mestrado na área de Ciência da Computação, realizou-se uma RSL no período de 2012 a 2022, com o objetivo de investigar o uso do Metaverso no ensino de Engenharia e Computação. Foram identificados 516 artigos científicos, dos quais 32 se encaixaram no contexto da utilização de ambientes virtuais imersivos na educação. Desses 32 artigos, 9 abordaram especificamente a aplicação do Metaverso no ensino de Computação. No que diz respeito às áreas de aplicação do Metaverso na educação, constatou-se que 21,9% dos estudos foram voltados para disciplinas de formação geral básica, 28,1% para o ensino de computação, 9,4% para o ensino relacionado ao meio ambiente, 28,1% para o ensino de engenharia, 3,1% para o

Financiamento: Instituto Federal da Paraíba (IFPB), edital nº 16/2022 - Programa de Incentivo à Qualificação do Servidor do IFPB - PIQIFPB; As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão do IFPB.

ensino de engenharia e computação, 3,1% para o ensino de arquitetura e 6,3% relacionados à medicina.

Este artigo abrange uma análise detalhada dos 9 estudos que aplicaram o Metaverso no ensino de Computação, buscando compreender os objetivos, as plataformas utilizadas, os recursos tecnológicos envolvidos, as dificuldades e limitações encontradas. O objetivo é contribuir para a identificação de lacunas de pesquisa e promover novas práticas pedagógicas no ensino de Computação. É importante ressaltar que, dos 516 artigos inicialmente analisados, diversos foram publicados em conferências e periódicos da área de Ciência da Computação, mas não foram incluídos na segunda fase da análise por não atenderem aos critérios de inclusão da RSL. Esses trabalhos estavam fora do escopo desta pesquisa, que se concentra nas contribuições da utilização de ambientes imersivos do Metaverso no processo de ensino e aprendizagem.

TRABALHOS RELACIONADOS

Durante o desenvolvimento da RSL, foram encontrados estudos que realizaram revisões sistemáticas sobre a utilização do Metaverso na educação. Tlili et al.[19] conduziram uma revisão sistemática abrangendo diversas áreas de formação. Dos 77 trabalhos incluídos, 6% abordaram a manutenção de aeronaves, 6% trataram de ciências sociais, 9% estavam relacionados a negócios, administração e direito, 15% abrangiam a educação em geral, 11% abordavam artes e humanidades, e 53% estavam voltados para ciências naturais, matemática e engenharia. Garavand e Aslani[5] realizaram uma revisão sistemática sobre o impacto do Metaverso na área da saúde. Wu e Ho[22] conduziram uma RSL sobre o uso do Metaverso na educação em medicina de emergência, com foco em quatro domínios específicos. Mackenzie et al.[10] enfatizaram o uso do Metaverso em cirurgias de emergência, buscando identificar o desenvolvimento de novas interfaces para aprimorar o treinamento de cirurgiões. Petrigna e Musumeci[14] investigaram a conexão entre o Metaverso e a prevenção, educação e treinamento na área da saúde. Zhao et al.[23] conduziram uma revisão sobre a aplicação da tecnologia de RV no estudo da enfermagem.

Considerando os trabalhos relacionados identificados, todos do ano de 2022, é evidente o crescente interesse em torno do tema do Metaverso, especialmente desde que grandes empresas de tecnologia e startups ampliaram a discussão e o desenvolvimento de hardware e software para esse contexto. Os estudos relacionados são particularmente relevantes para a área da saúde, como indicam cinco dos seis trabalhos analisados. No entanto, esta RSL apresentada neste artigo investiga especificamente a utilização do Metaverso no processo de ensino-aprendizagem da Computação, diferenciando-se, portanto, dos trabalhos relacionados abordados até o momento.

MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi a RSL. A RSL, conforme proposto por Kitchenham e Charters[8], permite identificar lacunas na pesquisa existente e sugerir áreas adicionais de investigação. A equipe de pesquisa, composta por três membros, seguiu três fases distintas: Planejamento, Construção e Resultados, cada uma com etapas específicas, conforme representado na Figura 1.

Na etapa de planejamento, foram estabelecidos o objetivo da pesquisa, as questões de pesquisa e a elaboração do protocolo. Na fase de construção, realizou-se a seleção dos estudos relevantes e a análise das questões de pesquisa, além da síntese dos dados coletados. Foi definida uma *string* de busca para utilizar nos principais mecanismos de busca de artigos científicos da área, selecionando-os com base nos critérios de inclusão estabelecidos. Na última fase, os resultados foram tabulados e classificados de acordo com a frequência das questões abordadas.

Objetivos e Questões de Pesquisa

O objetivo central deste estudo consistiu em examinar o estado atual da utilização do Metaverso na área da educação em Computação nos últimos dez anos, abrangendo as principais plataformas empregadas, recursos tecnológicos utilizados, bem como limitações e desafios enfrentados. Para atingir esse objetivo, foram formuladas questões de pesquisa (QP) destinadas a analisar os trabalhos incluídos na RSL: QP1: Quais foram os principais objetivos abordados nos trabalhos analisados? QP2: Quais recursos tecnológicos de software e hardware do Metaverso foram empregados? QP3: Quais limitações e dificuldades foram identificadas nos estudos primários?.

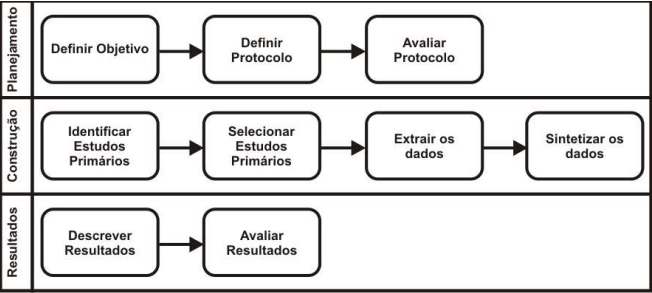


Figura 1. Fases da Revisão Sistemática da Literatura

Estratégia de Busca

Na construção da *string* de busca, foram identificados os constructos que deveriam estar contidos nos trabalhos pesquisados, em seguida foram identificados os termos alternativos dessas palavras-chaves.

Quadro 1. String de busca

((("education" OR "learning" OR "teaching") AND ("metaverse")))

A *string* constante no Quadro 1 refere-se à busca realizada sob uma ótica mais ampla sobre o uso do Metaverso na educação, por isso não incluiu os termos relativos à computação. O afunilamento para identificar e analisar os trabalhos cuja aplicação de ensino e aprendizagem fosse

Computação se deu na fase de aplicação dos critérios de inclusão. Para verificar a validade da *string* foram realizadas buscas com a *string* incluindo os termos "computer science" ou "computing" ou "informatics". Verificou-se que os trabalhos retornados nesta busca estavam incluídos na busca original com a *string* do Quadro 1.

Crítérios de Inclusão, Fontes de Busca, Extração e Sintetização

Para inclusão de um trabalho na pesquisa foi determinada sua relevância em relação às questões de pesquisa considerando os critérios de inclusão, a saber: (i) artigos completos disponíveis no portal de periódicos da CAPES; (ii) artigos não duplicados; (iii) Artigos publicados entre 2012 e 2022; (iv) artigos em inglês ou português; (v) artigos que apresentam a plataforma de hardware ou software utilizada ou desenvolvida; (vi) artigos que apresentam como o Metaverso foi aplicado no processo de ensino-aprendizagem em Computação.

A coleta dos trabalhos ocorreu em outubro de 2022 e foi realizada em duas etapas: a busca nas fontes de dados digitais entre os anos de 2012 e 2022 e a seleção dos trabalhos de acordo com os critérios de inclusão. Foi necessário traduzir a *string* de busca para a língua portuguesa de modo a conduzir as pesquisas na SOL (SBC *Online Library*). Os 516 estudos extraídos a partir da *string* de busca foram indexados na plataforma *Parsifal* e analisados para inclusão ou não na RSL. Os pesquisadores leram o resumo, o título e as palavras chaves dos 516 trabalhos para identificar os 32 que eram relacionados à utilização do Metaverso em processos de ensino aprendizagem. Quando não foi suficiente incluir ou não um trabalho somente com a leitura do resumo, o artigo foi lido por completo. Dos 32 trabalhos incluídos, os pesquisadores identificaram e analisaram os nove direcionados ao ensino de Computação, atendendo ao último critério de inclusão do protocolo. Os outros 23 artigos não relacionados ao ensino de Computação foram arquivados para apoio no desenvolvimento do projeto da dissertação de mestrado ao qual essa RSL é parte do arcabouço metodológico.

As bibliotecas digitais utilizadas na busca automatizada, com a quantidade de artigos indexados, foram: ACM *Digital Library* com 103; *IEEE Xplore Digital Library*, 77; SBC *OpenLib*, 3; *Science Direct*, 21; *Scopus*, 197 e *Wiley* com 115. É importante ressaltar que os motores de busca presentes nestas fontes apresentam opções de parametrização que permitem o filtro mais detalhado dos trabalhos pesquisados. Na etapa de Extração e Sintetização, os pesquisadores realizaram a análise e discutiram os resultados obtidos através de reuniões. A lista de todos os trabalhos incluídos pode ser encontrada no link: <https://tinyurl.com/artigosincluidos>

ANÁLISE DAS QUESTÕES DE PESQUISA

Esta seção aborda o mapeamento das evidências encontradas na pesquisa como resposta aos

questionamentos levantados nas três questões de pesquisa que foram propostas.

QP1: Quais os principais objetivos dos trabalhos analisados?

A análise realizada constatou que, dos nove estudos examinados, sete apresentaram a criação de ambientes virtuais para serem utilizados como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Um dos estudos investigou o uso da RV como meio de ensino para várias áreas do conhecimento, enquanto o último teve como objetivo medir o impacto do Metaverso e avaliar a possibilidade de sua utilização como plataforma instrucional em salas de aula virtuais. Dentre os trabalhos analisados, merece destaque a pesquisa de Nunes et al.[12], cujo foco central consistiu na integração de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) com um Mundo Virtual (MV). Para atingir tal objetivo, os autores criaram um ambiente virtual utilizando o Open Simulator (OpenSim) e integraram o Moodle por meio da ferramenta Sloodle. A validação dos ambientes foi realizada por meio de um estudo de caso em uma disciplina de Algoritmos e Programação de um curso de Engenharia da Computação.

Vallance[20] propôs um ambiente 3D colaborativo para treinamento de recuperação de desastres nucleares, após o incidente de Fukushima em 2011. Ele criou um MV com uma réplica de usina nuclear, onde alunos do 6º ano do Reino Unido e graduandos do Japão programaram robôs para seguir circuitos diferentes. Os alunos britânicos controlavam os robôs reais através de um ambiente virtual no OpenSim, usando robôs LEGO para as atividades de programação. Sebastien, Sebastien, and Conrui[16] desenvolveram o Immex, um campus virtual no Metaverso, usando a plataforma Unity. O objetivo era criar ambientes imersivos que simulassem a University de La Reunion. O Immex foi avaliado por meio de um *survey* com estudantes de mestrado em Ciência da Computação e Ciências, que utilizaram a plataforma Unity em atividades práticas. Os resultados foram positivos, mostrando boa manobrabilidade em ambientes 3D imersivos e interesse contínuo na utilização da plataforma.

Deveaux e Bailenson[2] exploraram o uso do Metaverso no ensino-aprendizagem do curso *Virtual People* da Universidade de Stanford. O objetivo foi compartilhar as lições aprendidas com 263 alunos nesse curso. Utilizando as plataformas AltSpace VR e ENGAGE, os alunos receberam o *Head Mounted Display* (HMD) Oculus Quest 2 para imersão na RV. Os resultados destacaram a ampla abrangência do curso e os benefícios de ensinar construção de mundos virtuais e programação de forma acessível, *low code*, utilizando recursos de arrastar e soltar para criar ambientes 3D. Essa abordagem eliminou barreiras iniciais e proporcionou uma experiência educacional envolvente. Hedrick et al.[6] desenvolveram um curso universitário exclusivamente em RV para ensinar Design de Experiência de Usuário (UX) em Mídia Digital. Utilizando a plataforma

da Meta, *Horizon Workrooms*, os alunos acessaram a sala de aula virtual por meio do HMD Oculus Quest 2 e colaboraram em equipes, explorando diferentes aspectos do UX no ambiente virtual. Os resultados destacaram os desafios tecnológicos enfrentados ao adotar ambientes no Metaverso para a educação. No entanto, observou-se que as discussões e atividades no Metaverso são mais naturais em comparação com videoconferências tradicionais.

Wagner et al.[21] propuseram um ambiente Metaverso para apoiar alunos em cursos tecnológicos e profissionalizantes, fornecendo uma ferramenta complementar a cursos a distância e MOOCs. O ambiente foi desenvolvido na plataforma OpenSim e integrado ao Moodle por meio do Sloodle. Embora não tenham especificado práticas pedagógicas, indicaram que o ambiente estava preparado para estratégias educacionais com objetos de aprendizagem imersivos. Os alunos podiam explorar espaços, interagir online, tirar dúvidas e revisar conceitos. Schaf, Paladini e Pereira[15] desenvolveram o protótipo 3D AutoSyslab, um ambiente Metaverso para ensino de Engenharia de Computação e Automação. O ambiente integrou experimentos reais ou simulados com objetos virtuais e ofereceu um sistema de tutoria autônomo baseado nas interações dos usuários. Utilizaram a plataforma OpenSim e integraram o AVA Moodle com a ferramenta Sloodle. O experimento virtual teve diversas aplicações, cobrindo conceitos de sistemas de automação e linguagens de programação. Resultados preliminares destacaram a motivação dos estudantes devido às interações sociais e aos elementos de gamificação no ambiente Metaverso proposto.

Jovanović e Milosavljević[7] desenvolveram a plataforma de Metaverso VoRtex para suporte a atividades de aprendizado colaborativo em um ambiente virtual. Comparando com outras plataformas reconhecidas, os autores avaliaram a experiência do usuário na plataforma durante aulas sobre tecnologias VR e modelagem 3D. Os estudantes elogiaram as experiências de aprendizado online na plataforma, especialmente durante a pandemia de Covid-19. Em termos de comparação, a VoRtex ofereceu uma experiência de aprendizagem superior de acordo com critérios específicos. Díaz[3] apresentou um MV como ferramenta de apoio pedagógico na Faculdade de Engenharia de Sistemas da Universidade de Cundinamarca. O objetivo foi demonstrar o potencial acadêmico desse MV na formação dos alunos e no desenvolvimento de competências digitais pelos professores. Desenvolvido na plataforma OpenSim, o MV facilitou aulas remotas, com recursos acessíveis via web ou dispositivos móveis. Os alunos mostraram maior familiaridade e avaliaram positivamente a interação e a navegação entre o ambiente virtual e as plataformas web e mobile, proporcionando um processo de aprendizagem dinâmico.

Com base nos estudos incluídos nesta RSL, foram consultados aproximadamente 3.400 usuários nas avaliações realizadas. Em relação às disciplinas de

Computação abordadas nos estudos, quatro trataram do ensino de programação, cinco abordaram o ensino de RV e modelos 3D, e uma enfocou o ensino de interfaces e UX. Os trabalhos foram conduzidos em diferentes países, incluindo dois nos Estados Unidos (Universidades de Stanford e do Vale do Utah), um na Universidade da Ilha da Reunião na França, um na *Future University Hakodate* no Japão, um na Universidade de Cundinamarca na Colômbia, um na Universidade de Niš na Sérvia, e três no Brasil (Universidades Federais do Rio Grande do Sul, Santa Maria e do Pampa).

QP2: Quais os recursos tecnológicos de software e hardware foram utilizados?

Observa-se nos trabalhos analisados que a escolha da plataforma para utilização do Metaverso no processo de ensino-aprendizagem está relacionada à abordagem adotada. Aqueles que visavam criar espaços virtuais personalizados utilizaram plataformas como Unity e OpenSim, que proporcionam maior liberdade na criação de ambientes 3D. Schaf, Paladini e Pereira[15], por exemplo, desenvolveram uma planta virtual representando um sistema de engarrafamento simples, usado para o ensino de programação e controle. Outros estudos se beneficiaram de ambientes virtuais pré-definidos, nos quais foi possível interagir e compartilhar recursos em RV. Hedrick et al.[6], por exemplo, analisaram a viabilidade da plataforma *Horizon Workrooms*, um ambiente virtual da META que oferece espaços de reunião com quadro branco virtual, projetor e recursos de compartilhamento de conteúdo. A Figura 2 apresenta a distribuição dos trabalhos de acordo com a plataforma utilizada. Como os estudos analisados abrangiam a educação em Computação em diferentes disciplinas e níveis de ensino, principalmente no ensino superior, as plataformas mais utilizadas foram OpenSim e Unity. Isso reflete o perfil de desenvolvimento e criação de ambientes imersivos, não se limitando apenas ao uso dessas plataformas.

Embora tenham sido analisados nove trabalhos, o gráfico na Figura 2 apresenta um total de 10, pois em Deveaux e Bailenson[2] foram utilizadas as plataformas AltSpace VR e ENGAGE. Em relação aos recursos de hardware utilizados nos estudos analisados, dois deles abordaram o

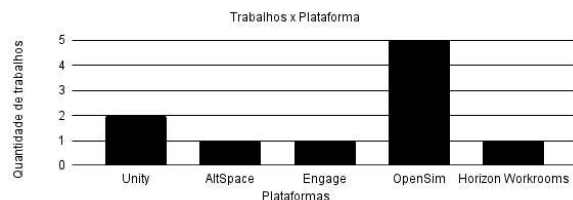


Figura 2. Quantidade de trabalhos por plataforma

uso de HMDs para acesso às plataformas de RV. No trabalho de Deveaux e Bailenson[2], os alunos do curso *Virtual People* da Universidade de Stanford utilizaram o Oculus Quest 2 para acessar ambientes virtuais utilizados no ensino de várias disciplinas. Hedrick et al. [6] também

utilizaram o Oculus Quest 2 para acessar o ambiente virtual *Horizon Workrooms* e avaliar o impacto dessa tecnologia na disciplina de UX do curso de Mídia Digital da Universidade do Vale de Utah. Nos demais trabalhos, o uso de dispositivos de RV para acessar as plataformas não era obrigatório, permitindo interação por meio de HMDs, bem como através de navegadores da Web em desktops ou dispositivos móveis. Embora o uso de dispositivos HMD proporcione um maior nível de imersão, o custo de aquisição desses equipamentos pode limitar o uso da tecnologia. Portanto, a utilização de computadores e dispositivos móveis ainda é uma vantagem, proporcionando uma maior inclusão digital.

Esta pesquisa também buscou identificar se outros ambientes tecnológicos de aprendizagem foram utilizados em conjunto com os softwares e hardwares para criar o ambiente do Metaverso. Dos nove trabalhos analisados, três citaram a utilização do AVA Moodle. No estudo de Nunes et al.[12], o AVA Moodle foi integrado ao MV desenvolvido na plataforma OpenSim por meio da ferramenta SLOODLE, que oferece uma ampla gama de recursos de apoio ao ensino e aprendizagem em ambientes imersivos. Esse estudo descreve detalhadamente o uso do SLOODLE para integrar o AVA e o Metaverso. Nos trabalhos de Wagner et al.[21] e Schaf, Paladini e Pereira[15], os mundos virtuais também foram desenvolvidos usando o OpenSim e o SLOODLE foi utilizado para integração com o AVA Moodle.

QP3: Quais as limitações e dificuldades encontradas?

Dos nove trabalhos analisados, quatro não abordaram limitações ou dificuldades no processo de construção dos ambientes ou no ensino-aprendizagem. Esses trabalhos são: Wagner et al.[21], Schaf, Paladini e Pereira[15], Jovanović e Milosavljević[7] e Vallance[20]. Nos demais trabalhos, foram discutidas limitações de natureza técnica, legal, de saúde ou bem-estar. Sebastien, Sebastien e Conruyt[16] destacaram o desafio de enriquecer os dados compartilhados no ambiente virtual para que fossem melhor representados no Metaverso. Deveaux e Bailenson[2] relataram desconforto, náuseas e mal-estar durante o uso prolongado do HMD, o que foi resolvido limitando o tempo de uso dos equipamentos. Jovanović e Milosavljević[7] mencionaram que regulamentos, restrições legais, falta de conteúdo apropriado para ambientes imersivos, e a falta de interesse das instituições educacionais convidadas dificultaram a manutenção da plataforma universitária compartilhada no Metaverso.

As plataformas de RV disponíveis estão em constante evolução e atualização, o que foi apontado como uma dificuldade por Hedrick et al.[6]. Segundo os autores, as atualizações constantes dificultaram o uso da plataforma *Horizon Workrooms* no início do projeto, além de mencionarem casos de náuseas relatadas por alguns alunos. Nunes et al.[12] enfrentaram dificuldades na integração do ambiente do OpenSim com o Moodle devido à necessidade

de privilégios de administrador. Além disso, os autores citaram que o processo de criação de uma sala virtual pode se tornar oneroso, dependendo dos elementos do Sloodle que forem incorporados. Também destacaram a dificuldade dos professores em se familiarizar com a disponibilização de materiais e lidar com as distrações decorrentes da grande quantidade de informações percebidas pelos alunos no Metaverso. Por fim, Díaz [3] mencionou a dificuldade inicial dos professores em utilizar os recursos disponíveis no Metaverso.

Analisando os estudos, observa-se que as limitações, em sua maioria, estão relacionadas às dificuldades de desenvolvimento e configuração dos ambientes do Metaverso. Nenhum trabalho relatou limitações ou dificuldades específicas enfrentadas pelos professores e estudantes no contexto das práticas pedagógicas em conteúdos e disciplinas de Computação. As questões mencionadas, como náuseas e desorientação, são genéricas e provavelmente encontradas em processos de aprendizagem em outras áreas do conhecimento. Dois trabalhos destacaram as dificuldades enfrentadas pelos professores da área de Computação em suas primeiras experiências de ensino no Metaverso, um tema também abordado por Park et al.[13]. Ensinar ou trabalhar em um ambiente imersivo requer tempo de adaptação, mesmo para professores e pesquisadores da área de Computação.

CONCLUSÕES

Esta RSL confirma que, embora existam muitos estudos sobre o uso do Metaverso na educação, ainda são escassas e superficiais as pesquisas relacionadas à aplicação de ambientes virtuais imersivos no ensino de disciplinas de Computação. Portanto, há uma ampla gama de possibilidades de investigação nessa área, desde a utilização e adaptação de ambientes virtuais imersivos existentes até a criação de ambientes virtuais de aprendizagem personalizados para uso em cursos à distância, híbridos ou presenciais. É importante ressaltar que os estudos analisados não abordaram questões relacionadas à acessibilidade nos ambientes virtuais imersivos. As abordagens pedagógicas para o ensino de Computação discutidas nos artigos são superficiais. É evidente que se trata principalmente de experimentações com ambientes existentes, integração de ambientes imersivos do Metaverso com AVA e identificação das dificuldades inerentes ao uso do Metaverso na educação.

Em relação às disciplinas de Computação abordadas nos estudos analisados, observou-se que a maioria deles está relacionada ao aprendizado de RV e programação. De acordo com Alpala et al.[1], a sensação de presença em ambientes imersivos do Metaverso pode proporcionar uma experiência vívida e, assim, os participantes podem ter um maior processamento de informações nas tarefas realizadas durante a prática. Portanto, o ensino de Computação pode se beneficiar da sensação de imersão por meio do desenvolvimento de ambientes virtuais imersivos como

uma ferramenta de apoio para disciplinas que exigem o uso de laboratórios e equipamentos físicos, como Redes de Computadores, por exemplo.

REFERENCES

- Alpala, Luis Omar et al. (2022). Smart factory using virtual reality and online multi-user: Towards a metaverse for experimental frameworks. *Applied Sciences*, 12(12), 6258.
- Deveaux, Cyan; Bailenson, Jeremy. (2022). Learning about VR in VR. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students*, 29(1), 14-19.
- Díaz, Jairo. (2020). Virtual world as a complement to hybrid and mobile learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(22), 267-274.
- Dwivedi, Yogesh K. et al. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66, 102542.
- Garavand, Ali; Aslani, Nasim. (2022). Metaverse phenomenon and its impact on health: A scoping review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 101029.
- Hedrick, Emily et al. (2022). Teaching & learning in virtual reality: Metaverse classroom exploration. In: 2022 Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC). IEEE, 1-5.
- Jovanović, Aleksandar; Milosavljević, Aleksandar. (2022). VoRtex Metaverse platform for gamified collaborative learning. *Electronics*, 11(3), 317.
- Kitchenham, B.; Charters, S. M. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report.
- López, Gustavo Alberto Moreno et al. (2022). The University in the Metaverse. Proposal of application scenarios and roadmap model. In: 2022 Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (XV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference). IEEE, 1-9.
- Mackenzie, Colin F. et al. (2022). Virtual reality and haptic interfaces for civilian and military open trauma surgery training: A systematic review. *Injury*.
- Meta. (2022). Conecte 2021: Nuestra Visión del Metaverso. Disponível em: <https://about.fb.com/br/news/2021/10/apresentando-meta-uma-empresa-de-tecnologia-social/13>. Acesso em: Fevereiro 2022.
- Nunes, Felipe B. et al. (2017). A dynamic approach for teaching algorithms: Integrating immersive environments and virtual learning environments. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(5), 732-751.
- Park, S. M.; Kim, Y. G. (2022). A Metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10, 4209-4251.
- Petrigna, Luca; Musumeci, Giuseppe. (2022). The metaverse: A new challenge for the healthcare system: A scoping review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(3), 63.
- Schaf, Frederico Menine et al. (2012). 3D AutoSysLab prototype: a social, immersive and mixed reality approach for collaborative learning environments. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 2(2), 15-22.
- Sebastien, Didier et al. (2018). Providing services through online immersive real-time mirror-worlds: The Immex Program for delivering services in another way at university. In: *Proceedings of the Virtual Reality International Conference-Laval Virtual*, 1-7.
- Stephenson, Neal. (2003). *Snow crash: A novel*. Spectra.
- Tibúrcio, Flávia et al. (2022). O futuro do digital está na conexão com o real: Metaverso e suas implicações sociais e tecnológicas. In: *Anais do III Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade*, 76-84.
- Tlili, Ahmed et al. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9(1), 1-31.
- Vallance, Michael. (2013). The affect of collaboratively programming robots in a 3D virtual simulation. In: 2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 245-246.
- Wagner, Rosana et al. (2013). Using 3D virtual learning environments in new perspective of education. In: 2013 12th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 1-6.
- Wu, Tzu-Chi; Ho, Chien-Ta Bruce. (2022). A scoping review of metaverse in emergency medicine. *Australasian Emergency Care*.
- Zhao, Junqiang et al. (2022). Systematic bibliometric analysis of research hotspots and trends on the application of virtual reality in nursing. *Frontiers in Public Health*, 10, 906715.