



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

MARIA VICTORIA DO CARMO FERREIRA DO NASCIMENTO

METAVERSO NA EDUCAÇÃO:
UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

PEDRO II, PIAUÍ
2024

MARIA VICTORIA DO CARMO FERREIRA DO NASCIMENTO

METAVERSO NA EDUCAÇÃO:
UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Gonçalves da Silva Neto

PEDRO II, PIAUÍ
2024

METAVERSO NA EDUCAÇÃO: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Maria Victoria do Carmo Ferreira do Nascimento ¹

Prof. Dr. Manuel Gonçalves da Silva Neto ²

Resumo

O Metaverso pode ser visto como um ambiente virtual tridimensional e interativo, sendo considerado a próxima geração de tecnologias habilitadoras em diversos domínios de aplicação, incluindo as áreas de ensino. A literatura apresenta uma variedade de soluções e abordagens envolvendo o Metaverso na área educativa. Existe uma carência de um panorama destas soluções e abordagens. Neste contexto, realizou-se um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso do Metaverso no suporte a atividades educacionais. Avaliou-se 1031 (um mil e trinta e uma) publicações de um total de 42 (quarenta e duas) candidatas. Os resultados apresentam majoritariamente o uso de Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista e Realidade estendida como principais tecnologias habilitadoras. Observou-se que os quantitativos se concentram em soluções voltadas para o Ensino superior. Os resultados indicam ainda que os principais desafios na concepção de soluções baseadas em Metaverso para uso educacional são: (i) custos elevados, (ii) segurança, e (iii) fatores relacionados a saúde.

Palavras-chave: Metaverso, Suporte à Educação, Ensino.

Abstract

The Metaverse can be seen as a three-dimensional and interactive virtual environment, being considered the next generation of enabling technologies in various application domains, including teaching areas. The literature presents a variety of solutions and approaches involving the Metaverse in the educational area. There is a lack of an overview of these solutions and approaches. In this context, a systematic mapping of the literature on the use of the Metaverse to support educational activities was carried out. 1031 (one thousand and thirty-one) publications from a total of 42 (forty-two) candidates were evaluated. The results mostly present the use of Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality and Extended Reality as the main enabling technologies. It was observed that the quantitative ones focus on solutions aimed at Higher Education. The results also indicate that the main challenges in designing Metaverse-based solutions for educational use are: (i) high costs, (ii) security, and (iii) health-related factors.

keywords: Metaverse, Education Support, Teaching.

Data de aprovação: 15 de Janeiro de 2024 (data de apresentação do TCC)

¹ Graduanda em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI. caped.20211p2ads0142@aluno.ifpi.edu.br

² Doutor em Engenharia de Teleinformática. Universidade Federal do Ceará – UFC. manuel@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O termo Metaverso originou-se em meados do ano de 1992 e pode ser entendido como um espaço virtual onde as atividades do mundo real são reproduzidas, como um ponto de fusão ou conexão entre virtual e realidade (LEE; YEO; LEE, 2022).

O Metaverso é considerado a próxima geração das tecnologias habilitadoras, assim como ocorreu com o advento da Internet, atualmente possui diversos domínios de aplicação, dentre elas a área médica ou cuidados na saúde (BANSAL *et al.*, 2022), aplicações na manufatura, educação, cidades inteligentes, finanças e uso militar (MOZUMDER *et al.*, 2023b).

Devido à diversidade da aplicabilidade do Metaverso, a indústria e academia tem pesquisado seu uso sob diferentes perspectivas. Fernandes e Werner (FERNANDES; WERNER, 2022) apresentaram estratégias para tornar o Metaverso acessível a usuários com necessidades especiais. No contexto educacional, Kim *et al.* (KIM; YANG; RYU, 2022) investigaram as percepções dos alunos acerca da integração do Metaverso em atividades educativas.

Em tratando-se de tecnologias de apoio a atividades educacionais, o Metaverso tem sido empregado em atividades tipicamente acadêmicas como na realização de conferências e realização de aulas. Estes ambientes de aprendizado baseados em Metaverso tem se tornado alvo de estudos e atraído atenção como uma plataforma de apoio ao ensino eficiente e inovadora (KIM; YANG; RYU, 2022).

Neste contexto, a literatura apresenta tentativas de mapear o Metaverso para fins educacionais em diferentes níveis, conforme apresentados na Tabela 1. Estudos apresentam ênfase na aprendizagem, suas vantagens e desvantagens, assim como as percepções do usuário (ZONAPHAN *et al.*, 2022). A literatura apresenta ainda ênfase nos critérios de acessibilidade (FERNANDES; WERNER, 2022) e nas possíveis aplicações do Metaverso nas atividades acadêmicas (MOZUMDER *et al.*, 2023b). Existe a necessidade da produção de um panorama atualizado e abrangente acerca do tema.

Este trabalho objetivou prover um panorama atualizado sobre o Metaverso na Educação, para tal, realizou-se um mapeamento sistemático da literatura empregando guias (KITCHENHAM, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015) bem estabelecidos na comunidade acadêmica.

Neste artigo são evidenciadas as seguintes contribuições para o campo de pesquisa:

- Um panorama atualizado sobre as tecnologias, ferramentas e recursos utilizados no metaverso com ênfase no uso educacional.
- Categorização e síntese dos principais desafios ao empregar o metaverso no apoio às atividades educacionais;
- Um conjunto de recomendações para auxiliar o uso do Metaverso em atividades educacionais;

A estrutura deste artigo segue a seguinte organização. Na Seção 2 são apresentados os conceitos para auxiliar na compreensão deste estudo. A metodologia empregada para realização

Tabela 1 – Trabalhos relacionados.

Publicação	Tipo	Ano	Temática
(ZONAPHAN <i>et al.</i> , 2022)	Survey	2022	Um panorama com ênfase nas tecnologias para descobrir as possibilidades, eficácia e vantagens e desvantagens da aprendizagem usando o metaverso. Bem como a motivação por trás de sua integração.
(FERNANDES; WERNER, 2022)	SysMap	2022	Apresenta um panorama das pesquisas sobre acessibilidade de sistemas imersivos e traçar desafios e oportunidades para que a comunidade de Interação Humano-Computador possa refletir e intensificar as pesquisas nesta área.
(MOZUMDER <i>et al.</i> , 2023a)	Survey	2023	Apresenta o Metaverso, incluindo sua história, explicação e recursos compartilhados. E descreve quais tecnologias o metaverso está usando e a potencialidade do metaverso na educação.
Este trabalho	SysMap	2024	Um panorama atualizado sobre o uso do Metaverso na educação, seus problemas e tecnologias habilitadoras por meio de um Mapeamento sistemático de literatura.

Fonte: Produzido pelo autor

Nota: Survey = Revisão de Literatura, SysMap = Mapeamento Sistemático da Literatura.

desta pesquisa é detalhada na Seção 3. Os resultados obtidos e as discussões correspondentes são abordados na Seção 4. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões, juntamente com possíveis direções para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa Seção apresenta o referencial teórico contendo conceitos relevantes para a compreensão deste estudo.

2.1 METAVERSO

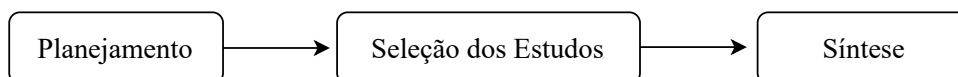
Um espaço virtual que inclui, realidade aumentada e a internet no qual os usuários podem interagir com objetos virtuais e em tempo real (ABRAHAM *et al.*, 2023).

Do ponto de vista das tecnologias habilitadoras, o metaverso pode ser descrito como um conjunto de componentes, conforme apresentado por Abraham *et al.* (ABRAHAM *et al.*, 2023), onde os principais componentes seriam de hardware, software e os conteúdos, como descrito a seguir:

- Componentes de hardware: São essenciais em fornecer a experiência imersiva.
- Componentes de software: Incluem reconhecimento e renderização de diferentes cenas no metaverso.
- Conteúdos: Referem-se às informações e dados úteis do metaverso como um todo.

Em síntese, o Metaverso é descrito como uma versão corporificada da Internet (XU *et al.*, 2023). Acredita-se que, de forma similar a navegação das páginas da Web na atualidade,

Figura 1 – Etapas de um Mapeamento Sistemático



Fonte: Produzido pelo autor

os usuários, em futuros próximos, irão explorar os mundos virtuais dentro o Metaverso com o auxílio de realidade aumentada (AR), realidade virtual (RV) e a Internet tátil (XU *et al.*, 2023).

2.2 O METAVERSO NA EDUCAÇÃO

O modelo tradicional do processo de ensino e aprendizagem, baseado na transmissão de conhecimentos teóricos para sua aplicação posterior, parece não acompanhar a dinâmica da sociedade atual (PETRI; LOSEKANN, 2022). Com a introdução de inovações, como o Metaverso, não apenas se ampliam os horizontes dos ambientes educacionais, mas também se impulsiona a modernização de métodos e sistemas didáticos, proporcionando em aulas mais envolventes e participativas (WANG *et al.*, 2022).

O Metaverso fornece uma nova era para a educação, incluindo educação descentralizada com salas de ensino e estudo imersivo (LIN *et al.*, 2022).

Na educação o Metaverso pode ser empregado de formas distintas, as quais tem potencial para revolucionar o aprendizado, tornando-o mais envolvente, interativo e acessível (ABRAHAM *et al.*, 2023). Além disso, permite maior flexibilidade, criatividade e menor risco, aumentando a interação e expandindo a aprendizagem (AL-KFAIRY *et al.*, 2022a). Estima-se que em torno de 40% dos acessos ao Metaverso, são para fins educacionais, sendo a quarta razão pela qual consumidores utilizam-no (AL-KFAIRY *et al.*, 2022a).

2.3 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Um mapeamento sistemático divide-se em fases bem definidas, a Figura 1 apresenta um esquema visual das etapas sugeridas por Kitchenham e Petersen (KITCHENHAM, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). A primeira fase compreende a definição dos protocolos necessários para realizar o mapeamento sistemático, a qual engloba a definição do objetivo, das questões norteadoras, e dos critérios de inclusão e exclusão para filtragem dos artigos primários. Na segunda fase é realizada a seleção dos artigos relevantes, seguindo os critérios de inclusão e exclusão. por fim, realiza-se o mapeamento e síntese destes estudos aprovados após o processo de filtragem, onde publica-se os resultados com as sínteses e classificações.

Empregou-se neste estudo a metodologia de mapeamento sistemático, seguindo recomendações de guias bem estabelecidos na comunidade acadêmica (KITCHENHAM, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015; WOHLIN, 2014). Este método garante a replicabilidade e extensão da pesquisa pela academia.

3 METODOLOGIA

Esta Seção apresenta os materiais e métodos empregados para realização deste artigo. A referida pesquisa caracteriza-se como pesquisa exploratória e descritiva na qual realizou-se um estudo bibliográfico de mapeamento. Em específico, realizou-se um Mapeamento Sistemático de Literatura. O Mapeamento aqui proposto segue as recomendações de guias (WOHLIN, 2014; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015; KITCHENHAM, 2007) bem estabelecidos na literatura. Apresenta-se a seguir os itens relevantes do protocolo de pesquisa que norteou a execução deste mapeamento.

3.1 OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA

Este estudo objetivou prover um panorama atualizado sobre o uso do Metaverso nos processos educacionais. Para tal, empregou-se as questões de pesquisa (QP) apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Sumário das questões de pesquisa

ID	Questão de pesquisa	Motivação
QP1	Quais são os principais meios de publicação	Esta questão de pesquisa investiga onde os estudos foram publicados
QP2	Quais as principais tecnologias que compõem o ecossistema do Metaverso	Esta questão investiga as principais tecnologias habilitadoras que suportam a solução baseada em Metaverso
QP3	Como os estudos estão distribuídos em relação ao nível educacional?	Identificar o nível educacional em que as soluções baseadas em Metaverso são empregadas ou recomendadas
QP4	Quais os principais desafios enfrentados	Esta questão investiga os principais problemas em aberto nas soluções baseadas em Metaverso para educação

Fonte: Produzido pelo autor

3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Considerando as questões de pesquisa (QP) e das dimensões PI das categorias PICO (Population, intervention, comparison e outcome) (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Desta forma, os artigos de interesse devem pertencer aos seguintes criterios iniciais:

- **Population:** A população consiste de estudos relacionados ao uso do Metaverso no suporte as atividades de ensino e aprendizagem.
- **Intervention:** No contexto deste estudo, a intervenção se refere as tecnologias ou integração destas (ecossistema), abordagens e métodos empregados.

Considerando as *questões de pesquisa*, as seguintes expressões foram obtidas após refinamento:

Tabela 3 – *String* de busca aplicada nas bibliotecas digitais

((<i>metaverse</i>) AND (<i>learning OR education OR teaching</i>))
--

Fonte: Produzido pelo autor

Para elaboração da *string* de busca, empregou-se o Booleano AND para agrupar os termos comuns e o Boolean OR para agrupar os sinônimos ou equivalências, conforme recomendações de Silva Neto *et al.* (NETO; GOMES; SOARES, 2019). Empregou-se a *string* para pesquisar em bibliotecas digitais bem estabelecidas na realização de mapeamentos sistemáticos (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015) as quais englobam domínios multidisciplinares que incluem computação, ciências sociais, educação e engenharias. Foram empregadas as seguintes bibliotecas: IEEE Xplore, Web of Science, Scopus e o repositório de artigos SBC-OpenLib (SOL).

Tabela 4 – Bibliotecas Digitais Utilizadas

Base De Dados	URLs
IEEE Xplore	ieeexplore.ieee.org
SBC-OpenLib (SOL)	sol.sbc.org.br
Scopus (Elsevier)	scopus.com
Web of Science	isiknowledge.com

Fonte: Produzido pelo autor

3.3 SELEÇÃO DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS

A seleção dos estudos foi realizada em pares e dividida em estágios. Em cada estágio aplicou-se critérios de inclusão e exclusão nos artigos candidatos. No primeiro estágio analisou-se título e resumo e o segundo estágio baseou-se na análise do texto completo dos artigos pré-selecionados, conforme recomendado por Kitchenham e Petersen (KITCHENHAM, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). O presente Mapeamento utilizou os critérios de Silva Neto *et al.* (NETO; GOMES; SOARES, 2019) como base para filtragem e seleção dos artigos relevantes. A Tabela 5 apresenta os critérios de seleção que são usados neste trabalho.

Optou-se por avaliar estudos escritos em Inglês ou Português, esta escolha é justificada pela língua inglesa ser empregada mesmo em regiões que usem outras línguas oficiais (NETO; GOMES; SOARES, 2019). O ano limite de 2020 se justifica pela busca de artigos recentes, ou seja, nos últimos 3 (três) anos de literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta Seção descreve e discute os resultados obtidos com a execução deste estudo.

Tabela 5 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (IC)
1: Artigos de jornal ou conferências/workshops com tema central ou seções dedicadas explicitamente ao uso do Metaverso na educação
Critérios de exclusão (EC)
EC1: Estudos duplicados (apenas um é considerado).
EC2: Artigos curtos ou <i>Short Papers</i> (até cinco páginas), onde é difícil extrair respostas claras das questões de pesquisa.
EC3: Estudos não relacionados as questões de pesquisas.
EC4: Estudos secundários ou terciários: <i>Surveys</i> , estudos bibliométricos, revisões de literatura, mapeamentos ou revisões sistemáticas.
EC5: Material promocional, editoriais, apresentação de posters ou sumário de eventos.
EC6: Estudos publicados em línguas que não sejam Inglês ou Português
EC7: Estudos publicados antes de 2020 (últimos três anos).
EC8: Estudos onde é impossível recuperar o texto completo para análise.

Fonte: Produzido pelo autor

4.1 METADADOS

Os artigos primários selecionados apresentam metadados relevantes para a compreensão e agrupamento das pesquisas. Conforme apresentado na Seção 3, a seleção dos estudos foi realizada por pares e ocorreu em etapas, as quais englobaram a leitura de título e *abstract* e posteriormente a leitura completa dos artigos. Foram obtidos 1031 (um mil e trinta e um) artigos candidatos das bases de pesquisa digitais, onde após a filtragem de título e *abstract* obteve-se 129 (cento e vinte e nove) artigos candidatos. Por fim, realizou-se a seleção baseada na leitura completa, a qual resultou em 42 (quarenta e dois) artigos que foram avaliados em relação a cada questão de pesquisa. O processo de seleção dos artigos é apresentado na Figura 2.

A listagem dos artigos aprovados em conjunto com a sua categorização esta disponível no Apêndice, Tabela 7.

Com os estudos aprovados, obteve-se uma nuvem de palavras com os termos repetitivos contidos nos resumos/abstracts dos artigos.

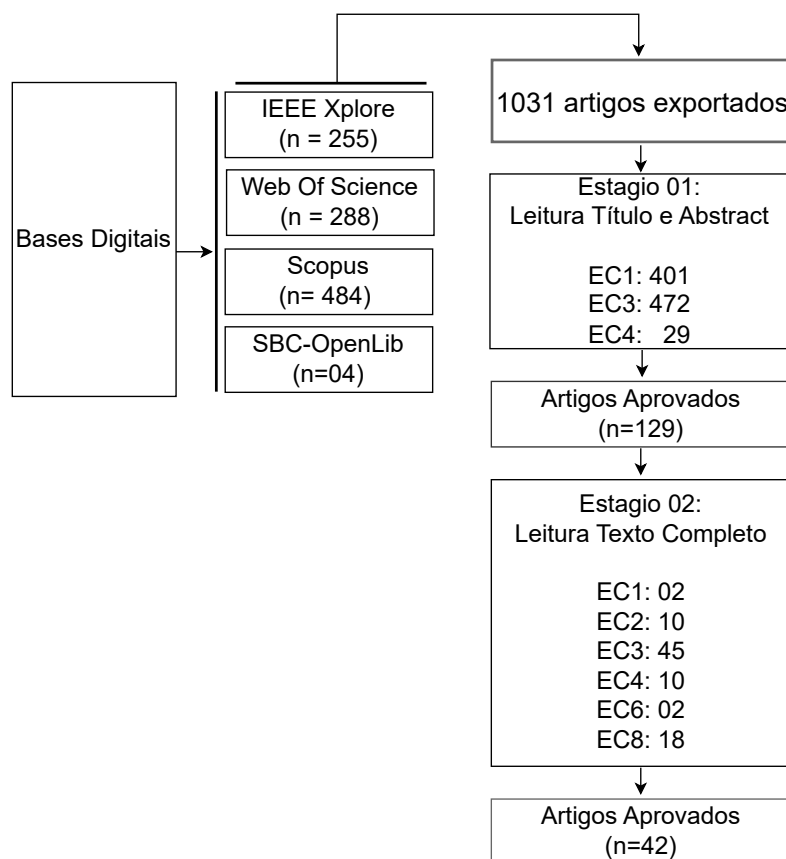
De acordo com a Figura 3 as palavras mais destacadas são: *Metaverse*, a qual ocorre 177 vezes, *education* 121 vezes, *learning* mencionada 112 vezes e *Students* 81 vezes. Percebe-se termos que, mesmo em menor recorrência, são relevantes para realização de buscas relacionadas a temática, entre eles: *teachers*, *virtual*, *Edu-metaverse*, *development*. Estes termos, adicionados a palavras chaves centrais da busca podem ser empregados para localização de pesquisas relacionadas.

4.2 QP1: QUAIS OS PRINCIPAIS MEIOS DE PUBLICAÇÃO?

Esta questão de pesquisa aborda os meios predominantes de disseminação de conhecimento sobre a temática. Conforme apresentado na Tabela 7, quantitativamente temos a predominância de jornais como meio de publicação dos estudos selecionados. Isto reforça o aspecto da qualidade na escolha das bases digitais relevantes empregadas neste mapeamento.

Em relação aos meios de publicação dos artigos selecionados, a Tabela 6 apresenta a lis-

Figura 2 – Processo de seleção e filtragem dos artigos primários



Fonte: Produzido pelo autor

tagem dos eventos e periódicos recorrentes entre os artigos aprovados. Os jornais e conferências com maior índice de recorrência apresentaram 2 (duas) publicações cada e podem representar pontos de interesse para novas buscas ou soluções sobre a temática abordada.

Tabela 6 – Principais fontes de publicação

Origem da publicação	Tipo	Quantidade
Electronics	J	2
Transactions on Learning Technologies	J	2
Sustainability	J	2
Conference on Information Technology in Medicine and Education	C	2

Fonte: Produzido pelo autor

C = Conferência, J = Jornal.

4.3 QP2: QUAIS AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS QUE COMPÕEM O ECOSISTEMA?

Esta questão investiga as principais tecnologias habilitadoras que suportam as soluções educacionais baseadas em Metaverso. Para isto, os artigos foram categorizados de acordo com as tecnologias que compõem o ecossistema do Metaverso, conforme evidenciado no Apêndice, Tabela 7. A seguir, detalha-se cada uma das categorias empregadas.

(RM) (HAO; LAILIN, 2022; AL-ADWAN *et al.*, 2023; CHEN; ZHONG; WU, 2023; DREAMSON; PARK, 2023; GE, 2022; ZHAO *et al.*, 2022; LEE; SUNG; KIM, 2022), a qual integra de forma fluida o mundo real e virtual. Seu uso de deu como facilitador em visitas a bibliotecas, museus (DÍAZ; SALDAÑA; AVILA, 2020) e treinamento para manutenção de aeronaves (LEE; WOO; YU, 2022) com a utilização de óculos inteligentes e headsets.

Identificou-se ainda nos estudos, o emprego de Realidade Estendida (XR) (AL-ADWAN *et al.*, 2023; SÁNCHEZ-LÓPEZ *et al.*, 2022; DREAMSON; PARK, 2023; AL-KFAIRY *et al.*, 2022b; ZHAO *et al.*, 2022; LEE; SUNG; KIM, 2022), a qual representa uma convergência de tecnologias e abrange a Realidade Virtual (RV), a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Mista (RM). Nestes estudos, esta integração foi facilitada com o uso de dispositivos como óculos inteligentes ou headsets equipados com sensores de fins específicos.

4.3.2 Educação Virtual

Nos estudos pertencentes a categoria de educação virtual, os resultados apontam estudos que concentram-se plataformas específicas, como observado nos trabalhos de Areepong *et al.*, Liu *et al.*, Kung e Wong, Kim e Kim, Sghaier *et al.* e Liua *et al.* (AREEPONG; NILSOOK; WANNAPIROON, 2022; LIU *et al.*, 2022; KUNG; WONG, ; KIM; KIM, 2023; SGHAIER; ELFAKKI; ALOTAIBI, 2022; LIUA *et al.*, 2022). A seguir, apresenta-se uma visão geral destas plataformas identificadas:

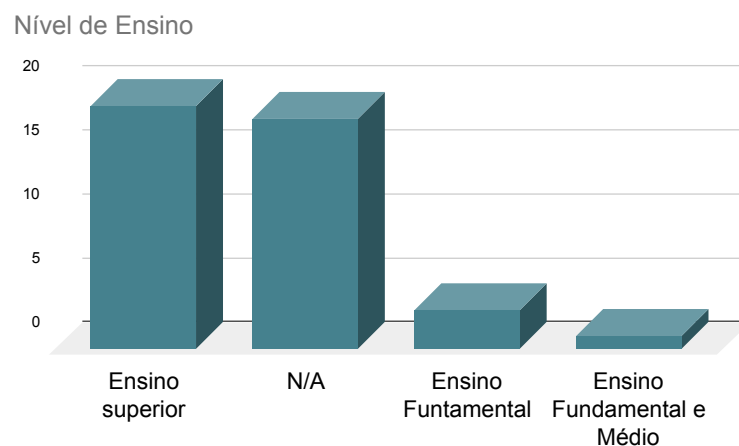
- **Learning Management System (LMS):** O aplicativo de software Learning Management System (LMS), utilizado para gerenciar cursos online, facilitando desde a distribuição de materiais até o monitoramento do progresso dos alunos (AREEPONG; NILSOOK; WANNAPIROON, 2022). Identificou-se ainda, a integração do LMS com técnicas de aprendizado de máquina, como o Gradient Boosting Decision Trees (GBDT) (LIU *et al.*, 2022).
- **Spatial, C3:** A utilização de múltiplas plataformas virtuais do Spatial com portais interoperáveis, avatares, espaços compartilhados e mensagens de áudio/texto junto com a C3 atua como um sistema de entrega de aprendizagem liderado por professores para construir um relacionamento recíproco entre alunos e professores, onde os alunos podem aprender uns com os outros usando cooperação on-line e/ou modos de aprendizagem competitiva (KUNG; WONG,).
- **OpenSimulator, Moodle, Sloodle:** Plataformas de código aberto, como o Moodle, e o OpenSimulator, permitiram o gerenciamento dos alunos, principalmente aqueles com diferentes habilidades, e o acompanhamento de suas atividades, provas e exames, esse ambiente também tem a vantagem de armazenar conteúdo educacional (SGHAIER; ELFAKKI; ALOTAIBI, 2022).

- **Gather Town:** A plataforma Gather Town combina elementos de ambientes virtuais com videoconferências, cria uma experiência mais imersiva de interação social e colaboração, promovendo um ambiente dinâmico e adaptável (KIM; KIM, 2023).
- **Rain Classroom, Xuetang, WeChat:** Plataformas como Rain Classroom e Xuetang Online abordadas por Liua *et al.* (LIUA *et al.*, 2022) proporcionam não apenas cursos diversificados, mas também recursos colaborativos, promovendo interações virtuais entre alunos e instrutores em conjunto com WeChat, originalmente uma plataforma de mídia social, adaptado para fins educacionais, servindo como um canal versátil para comunicação e compartilhamento de recursos.

4.4 QP3: COMO OS ESTUDOS ESTÃO DISTRIBUÍDOS EM RELAÇÃO AO NÍVEL EDUCACIONAL?

Esta questão de pesquisa investiga os níveis de ensino nos quais as soluções baseadas em Metaverso são empregadas ou recomendadas nos estudos aprovados, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Nível de ensino dos artigos aprovados



Fonte: Produzido pelo autor

Podemos obter insights sobre a distribuição quantitativa dos níveis de ensino nos estudos analisados. Nos estudos avaliados, observou-se que 20 (vinte) destes estudos abordaram soluções voltadas para o ensino superior (LIU *et al.*, 2022; LIUA *et al.*, 2022; SHU; GU, 2023; DUTTA *et al.*, 2022; SGHAIER; ELFAKKI; ALOTAIBI, 2022; WU; HAO, 2023; WU; CHEN; WU, 2023; AL-ADWAN *et al.*, 2023; LEE; JANG, 2023; AL-KFAIRY *et al.*, 2022b; GE, 2022; ONECHA *et al.*, 2023; ZHAO *et al.*, 2022; SALLOUM *et al.*, 2023; LEE; HWANG, 2022; LEE; SUNG; KIM, 2022; YILMAZ; SIMSEK, 2023; RAHMAN *et al.*, 2023; LEE; WOO; YU, 2022; DÍAZ; SALDAÑA; AVILA, 2020). Nestes estudos, identificou-se a ênfase para educação STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics),(LIU *et al.*, 2022; LIUA *et al.*, 2022; DUTTA *et al.*, 2022; YILMAZ; SIMSEK, 2023), os

quais abordam áreas específicas como a tecnologia da informação (LIUA *et al.*, 2022), disciplinas curriculares de estrutura de dados (LIU *et al.*, 2022) e matemática (YILMAZ; SIMSEK, 2023). Além disso, observou-se artigos direcionados para cursos de inglês (SHU; GU, 2023; LEE; HWANG, 2022) e biologia (YILMAZ; SIMSEK, 2023). Voltados para conteúdos específicos no âmbito da graduação, observou-se a presença de trabalhos voltados à manutenção de aeronaves (LEE; WOO; YU, 2022) e arquitetura ou construção civil (ONECHA *et al.*, 2023).

Os artigos aprovados apresentaram estudos com ênfase no ensino fundamental (DREAMSON; PARK, 2023; SUH; AHN, 2022; MARINI *et al.*, 2022). Estes trabalhos objetivaram aprimorar o aprendizado em disciplinas curriculares como a de ciências, abordando temas relacionados ao sistema digestivo humano (MARINI *et al.*, 2022). Observou-se a presença de estudo (LEE *et al.*, 2022) voltado ao nível de ensino híbrido, abrangendo conjuntamente o ensino médio e fundamental no contexto do aprendizado da língua inglesa.

Vale ressaltar que, mesmo na ausência de instruções técnicas, os alunos demonstraram habilidade para utilizar as tecnologias relacionadas ao Metaverso, graças às competências adquiridas em jogos digitais no estilo *Role Playing Game* (RPG) (MARINI *et al.*, 2022).

Um fator preocupante é que em 18 (dezoito) dos estudos avaliados, não foi possível identificar o nível de ensino empregado ou recomendado pelos autores (HAN; TU; HUANG, 2023; AREEPONG; NILSOOK; WANNAPIROON, 2022; ZHENG *et al.*, 2022; HWANG; CHIEN, 2022; RAJ *et al.*, 2023; HAO; LAILIN, 2022; KTORIDOU; EPAMINONDA; EFTHYMIU, 2023; SÁNCHEZ-LÓPEZ *et al.*, 2022; CHEN; ZHONG; WU, 2023; ZHANG *et al.*, 2022; SAID, 2023; KIM; KIM, 2023; HEDRICK *et al.*, 2022; KSHETRI; ROJAS-TORRES; GRAMBO, 2022; NAGAO, 2023; JOVANOVIĆ; MILOSAVLJEVIĆ, 2022; KUNG; WONG,). Esta lacuna pode indicar uma ameaça à validação destes trabalhos, uma vez que esta informação pode ser útil para fins de replicação ou ampliação de tais pesquisas.

4.5 QP4: QUAIS OS PRINCIPAIS DESAFIOS ENFRENTADOS?

Em relação aos principais desafios abordados nos artigos avaliados, observou-se o uso de 3 (três) grandes categorias, conforme segue: Custos elevados, Segurança/Vulnerabilidade e Fatores Relacionados à Saúde.

4.5.1 Custos elevados

Dutta *et al.* (DUTTA *et al.*, 2022), Hwang e Chien (HWANG; CHIEN, 2022), Díaz *et al.* (DÍAZ; SALDAÑA; AVILA, 2020), Raj *et al.* (RAJ *et al.*, 2023), Hao e Lailin (HAO; LAILIN, 2022), Yilmaz e Simsek (YILMAZ; SIMSEK, 2023), explicam que o acesso global aos dispositivos representa um desafio no cenário educacional atual. Zhang *et al.* (ZHANG *et al.*, 2022) retrata que a escassez e o alto custo desses dispositivos constituem barreiras significativas. Estes autores afirmam ainda que, a falta de suportes tecnológicos relevantes emerge como um problema crítico.

Lee *et al.* (LEE; SUNG; KIM, 2022) defendem que, a necessidade de hardware especializado pode acarretar em elevação dos custos em nível empresarial e doméstico no que se refere

a custeios operacionais. Ou seja, a manutenção, atualização e suporte técnico necessário para garantir o funcionamento eficiente do ambiente virtual.

A falta de acesso a infraestruturas representa outro obstáculo, especialmente em áreas rurais (KSHETRI; ROJAS-TORRES; GRAMBO, 2022). O uso do Metaverso requer uma conexão de alta velocidade e baixa latência, elementos fundamentais para proporcionar uma experiência imersiva e interativa. A ausência dessas infraestruturas em regiões remotas pode dificultar ou até impedir a introdução do Metaverso como ferramenta educacional nestas áreas.

4.5.2 Segurança/Vulnerabilidade

O Metaverso, embora promissor em sua capacidade de transformar a interação digital, traz consigo desafios prementes no âmbito da segurança e vulnerabilidade (ZHOU, 2022; DUTTA *et al.*, 2022; RAJ *et al.*, 2023; HAO; LAILIN, 2022; AL-ADWAN *et al.*, 2023; SAID, 2023; AL-KFAIRY *et al.*, 2022b; KSHETRI; ROJAS-TORRES; GRAMBO, 2022; RAHMAN *et al.*, 2023). Estes trabalhos apontam que a segurança da informação surge como um problema no contexto do Metaverso, com especial ênfase na salvaguarda da privacidade pessoal. Os autores defendem que aumento do anonimato no Metaverso também resulta em preocupações relativas a crimes e identificação dos culpados. A identidade distintiva que o usuário assume no mundo virtual, aliada à propensão crescente a atividades criminosas, intensifica o desafio de proteger a integridade do ambiente digital.

4.5.3 Fatores Relacionados à Saúde

Em relação ao uso extensivo do Metaverso, foram abordados por Zhou e Dutta *et al.* (ZHOU, 2022; DUTTA *et al.*, 2022) os desafios para a saúde dos alunos (física e mental), apesar das oportunidades educacionais inovadoras oferecidas pela imersão constante nesse ambiente. Os autores alertam que o tempo excessivo no mundo virtual pode desenvolver patologias como a fobia social, tornando-se incapazes de lidar adequadamente com relacionamentos interpessoais e enfrentar dificuldades na adaptação ao mundo real.

Ainda no contexto da saúde, Raj *et al.*, Said e Al-Kfairy *et al.* (RAJ *et al.*, 2023; SAID, 2023; AL-KFAIRY *et al.*, 2022b) afirmam que os problemas se estendem ao uso de dispositivos no mundo real, como os óculos de realidade virtual e fones de ouvido. Os autores alertam ao fato de que os usuários são menos ativos fisicamente enquanto estão imersos no Metaverso, resultando em problemas de saúde. Os autores alertam ainda ao fato de a longa exposição aos ambientes virtuais pode resultar em fadiga na região cervical. São relatados problemas devida a intensa interação visual.

As informações aqui observadas indicam que o Metaverso, apesar de contribuir para o aprendizado, traz consigo desafios que devem ser levados em consideração ao se propor ou empregar soluções baseadas em Metaverso no suporte as atividades educacionais.

4.6 CONSIDERAÇÕES

Esta Seção apresenta considerações sobre os resultados encontrados e realiza um comparativo dos mesmos com trabalhos relevantes abordando temáticas similares. A seguir, uma síntese dos principais resultados deste Mapeamento:

- **QP1 - Principais meios de publicação:** Entre os artigos aprovados, observou-se a predominância de jornais como principal meio de publicação. Os jornais *Electronics*, *Transactions on Learning Technologies* e *Sustainability* destacaram-se quantitativamente e podem representar pontos de interesse para futuras publicações que abordem temas semelhantes.
- **QP2 - Principais tecnologias que compõem o ecossistema do Metaverso:** Identificou-se que as principais abordagens são Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista. Os artigos avaliados apresentaram quantitativo majoritário de soluções baseadas em jogos educacionais e tecnologias projetadas para plataformas de interação como óculos de realidade virtual e *headsets* inteligentes.
- **QP3 - Níveis de ensino empregados ou recomendados:** A maioria dos estudos que explicitou o nível de ensino direcionou-se ao nível de ensino superior, especialmente na área de educação STEM. Por outro lado, observou-se um quantitativo elevado de estudos que não especificaram o nível de ensino utilizado ou recomendado. Esta lacuna pode representar uma ameaça à validação destes estudos, uma vez que esta informação pode ser útil para fins de replicação ou ampliação dos mesmos.
- **QP4 - Desafios enfrentados:** De acordo com os resultados aqui encontrados, os desafios enfrentados são relacionados a custos elevados e escassez de dispositivos, bem como com questões de segurança e vulnerabilidade decorrentes do anonimato no mundo virtual. Além disto, destacam-se fatores relacionados à saúde, como a fobia social derivada de longos períodos sem interação no mundo real e ao uso prolongado de dispositivos de imersão.

4.6.1 Ameaças à validação deste estudo

Uma fragilidade intrínseca deste estudo reside no fato de que o mapeamento sistemático pode não abranger toda a extensão da literatura disponível, resultando em artigos relevantes não mapeados. Outra limitação foi a ausência de buscas manuais ou técnicas de *snowballing* (KITCHENHAM, 2007; WOHLIN, 2014) ao utilizar bases de dados. Contudo, é importante ressaltar que o uso de bases eletrônicas consolidadas e multidisciplinares contribuiu para mitigar tais limitações.

Os resultados aqui encontrados reforçam os obtidos por *Mozumder et al.*, onde apesar da diferença de intervalo de datas pesquisadas na literatura, percebe-se consonância com as tecnologias e desafios aqui abordados. Isto pode indicar uma estabilidade na proposição de novas soluções dentro da temática aqui abordada.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um panorama atualizado sobre o uso do metaverso na educação, para tal, empregou-se um mapeamento sistemático de literatura, seguindo orientações de guias bem estabelecidos no meio acadêmico. Identificou-se 1031 (mil e trinta e um) artigos candidatos, os quais, após processo de filtragem e seleção, obteve-se um total 42 (quarenta e dois) artigos primários aprovados para a extração de suas sínteses, a fim de responder às questões de pesquisa.

Os resultados obtidos neste estudo indicam o uso de soluções baseadas em jogos educacionais e tecnologias ou dispositivos projetados para plataformas de interação. Além disto, em relação ao nível de ensino em que os estudos estão distribuídos, os quantitativos concentram-se em estudos voltados para o ensino superior.

Acredita-se que, os resultados aqui obtidos possam complementar o corpo de conhecimento existente na literatura e servir de base para produção de outros estudos primários, agregando informações relevantes sobre as tecnologias e as principais abordagens e particularidades sobre seu uso. Como trabalhos futuros, pretende-se, baseado nas considerações e resultados deste mapeamento sistemático, investigar por meio de estudo de caso, analisar o Metaverso em diferentes níveis de ensino, mapeando os desafios de seu uso, particularidades e benefícios.

Referências

ABRAHAM, A. *et al.* A study on metaverse in education. In: **2023 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 1570–1573. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

AL-ADWAN, A. S. *et al.* Extending the technology acceptance model (tam) to predict university students' intentions to use metaverse-based learning platforms. **Education and Information Technologies**, Springer, p. 1–33, 2023. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 14.

AL-KFAIRY, M. *et al.* Motivation and hurdles for the student adoption of metaverse-based classroom: A qualitative study. In: IEEE. **2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA)**. [S.l.], 2022. p. 1–5. Citado na página 5.

AL-KFAIRY, M. *et al.* Motivation and hurdles for the student adoption of metaverse-based classroom: A qualitative study. In: IEEE. **2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA)**. [S.l.], 2022. p. 1–5. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 14.

AREEPONG, T.; NILSOOK, P.; WANNAPIROON, P. A study of a metaverse interdisciplinary learning community. In: IEEE. **2022 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovative Electricals and Electronics (RI2C)**. [S.l.], 2022. p. 290–296. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 13.

BANSAL, G. *et al.* Healthcare in metaverse: A survey on current metaverse applications in healthcare. **IEEE Access**, v. 10, p. 119914–119946, 2022. Citado na página 3.

- CHEN, X.; ZHONG, Z.; WU, D. Metaverse for education: Technical framework and design criteria. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, IEEE, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 13.
- DÍAZ, J.; SALDAÑA, C.; AVILA, C. Virtual world as a resource for hybrid education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, International Journal of Emerging Technology in Learning, v. 15, n. 15, p. 94–109, 2020. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 13.
- DREAMSON, N.; PARK, G. Metaverse-based learning through children's school space design. **International Journal of Art & Design Education**, Wiley Online Library, v. 42, n. 1, p. 125–138, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 13.
- DUTTA, P. *et al.* Challenges in metaverse in problem-based learning as a game-changing virtual-physical environment for personalized content development. **IET**, 2022. Citado 4 vezes nas páginas 10, 12, 13 e 14.
- FERNANDES, F.; WERNER, C. Accessibility in the metaverse: Are we prepared? In: SBC. **Anais do XIII Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para a Web Social**. [S.l.], 2022. p. 9–15. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.
- GE, J. Multiple influences of intelligent technology on network behavior of college students in the metaverse age. **Journal of Environmental and Public Health**, Hindawi, v. 2022, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 12.
- HAN, Z.; TU, Y.; HUANG, C. A framework for constructing a technology-enhanced education metaverse: Learner engagement with human–machine collaboration. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, IEEE, 2023. Citado na página 13.
- HAO, T.; LAILIN, H. Educational metaverse dilemmas and solutions: a stakeholder-based perspective. In: IEEE. **2022 12th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)** v. [S.l.], 2022. p. 714–718. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 13 e 14.
- HEDRICK, E. *et al.* Teaching & learning in virtual reality: Metaverse classroom exploration. In: IEEE. **2022 Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC)**. [S.l.], 2022. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.
- HWANG, G.-J.; CHIEN, S.-Y. Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, Elsevier, v. 3, p. 100082, 2022. Citado na página 13.
- JOVANOVIĆ, A.; MILOSAVLJEVIĆ, A. Vortex metaverse platform for gamified collaborative learning. **Electronics**, MDPI, v. 11, n. 3, p. 317, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.
- KIM, H.; KIM, M. Presence and effectiveness of online learning using a metaverse platform: Gather. town. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 13, n. 4, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 11, 12 e 13.
- KIM, K.; YANG, E.; RYU, J. Work-in-progress—the effect of students' perceptions on intention to use metaverse learning environment in higher education. In: IEEE. **2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)**. [S.l.], 2022. v. 8, p. 1–3. Citado na página 3.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical Report RT - EBSE-2007-01: Keele University and Durham University Joint Report, 2007. 65 p. Citado 5 vezes nas páginas 3, 5, 6, 7 e 15.

KSHETRI, N.; ROJAS-TORRES, D.; GRAMBO, M. The metaverse and higher education institutions. **IT Professional**, IEEE, v. 24, n. 6, p. 69–73, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 10, 13 e 14.

KTORIDOU, D.; EPAMINONDA, E.; EFTHYMIOU, L. Is education ready to embrace metaverse? In: IEEE. **2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. [S.l.], 2023. p. 1–5. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

KUNG, M. K.; WONG, J. C. F. When calculus learning collides with the metaverse. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 13.

LEE, C.-S. *et al.* Fuzzy ontology-based intelligent agent for high-school student learning in ai-fml metaverse. In: IEEE. **2022 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)**. [S.l.], 2022. p. 1–8. Citado na página 13.

LEE, H.; HWANG, Y. **Technology-Enhanced Education through VR-Making and Metaverse-Linking to Foster Teacher Readiness and Sustainable Learning**. **Sustainability** **2022**, **14**, 4786. [S.l.]: s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published ..., 2022. Citado 3 vezes nas páginas 10, 12 e 13.

LEE, H.; WOO, D.; YU, S. Virtual reality metaverse system supplementing remote education methods: Based on aircraft maintenance simulation. **Applied Sciences**, MDPI, v. 12, n. 5, p. 2667, 2022. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 13.

LEE, I.; SUNG, Y.; KIM, T. the expanding role of metaverse platform in college education. **ICIC Express Letters, Part B: Applications**, p. 1037–1044, 2022. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 12 e 13.

LEE, J.; JANG, S. Metaverse-based education service adoption and preference study using conjoint analysis. In: IEEE. **2023 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)**. [S.l.], 2023. p. 273–277. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 12.

LEE, J.; YEO, I.; LEE, H. Metaverse current status and prospects: Focusing on metaverse field cases. In: IEEE. **2022 IEEE/ACIS 7th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD)**. [S.l.], 2022. p. 332–336. Citado na página 3.

LIN, H. *et al.* Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. **arXiv preprint arXiv:2211.14951**, 2022. Citado na página 5.

LIU, F. *et al.* A metaverse-based student’s spatiotemporal digital profile for representing learning situation. In: IEEE. **2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)**. [S.l.], 2022. p. 1–8. Citado 3 vezes nas páginas 11, 12 e 13.

LIUA, X. *et al.* A preliminary study on education and teaching based on the concept of metaverse—take “information technology” as an example. **Fuzzy Systems and Data Mining VIII: Proceedings of FSDM 2022**, IOS Press, v. 358, p. 300, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 11, 12 e 13.

MARINI, A. *et al.* Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 16, n. 7, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

MOZUMDER, M. A. I. *et al.* Technological roadmap of the future trend of metaverse based on iot, blockchain, and ai techniques in metaverse education. In: IEEE. **2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)**. [S.l.], 2023. p. 1414–1423. Citado na página 4.

MOZUMDER, M. A. I. *et al.* The metaverse applications for the finance industry, its challenges, and an approach for the metaverse finance industry. In: IEEE. **2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)**. [S.l.], 2023. p. 407–410. Citado na página 3.

NAGAO, K. Virtual reality campuses as new educational metaverses. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, v. 106, n. 2, p. 93–100, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

NETO, M. S.; GOMES, D.; SOARES, J. Credibility on crowdsensing data acquisition. **Journal of Communication and Information Systems**, v. 34, n. 1, p. 248–269, Oct. 2019. Disponível em: <<https://jcis.sbrt.org.br/jcis/article/view/673>>. Citado na página 7.

ONECHA, B. *et al.* New approach to design and assess metaverse environments for improving learning processes in higher education: The case of architectural construction and rehabilitation. **Buildings**, MDPI, v. 13, n. 5, p. 1340, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 12 e 13.

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1 – 18, 2015. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584915000646>>. Citado 4 vezes nas páginas 3, 5, 6 e 7.

PETRI, G.; LOSEKANN, V. Desenvolvimento e avaliação de um jogo digital de tabuleiro para a revisão de conhecimentos em gerência de projetos. In: **Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2022. p. 368–377. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22423>>. Citado na página 5.

RAHMAN, K. R. *et al.* Use of metaverse technology in education domain. **Journal of Metaverse**, İzmir Academy Association, v. 3, n. 1, p. 79–86, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 12 e 14.

RAJ, A. *et al.* Demystifying and analysing metaverse towards education 4.0. In: IEEE. **2023 3rd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)**. [S.l.], 2023. p. 1–6. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.

SAID, G. R. E. Metaverse-based learning opportunities and challenges: A phenomenological metaverse human–computer interaction study. **Electronics**, MDPI, v. 12, n. 6, p. 1379, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 13 e 14.

SALLOUM, S. *et al.* Sustainability model for the continuous intention to use metaverse technology in higher education: A case study from oman. **Sustainability**, MDPI, v. 15, n. 6, p. 5257, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 12.

SÁNCHEZ-LÓPEZ, I. *et al.* Metaverse and education: the pioneering case of minecraft in immersive digital learning. *Profesional de la Información*, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 13.

SGHAIER, S.; ELFAKKI, A. O.; ALOTAIBI, A. A. Development of an intelligent system based on metaverse learning for students with disabilities. **Frontiers in Robotics and AI**, Frontiers Media SA, v. 9, p. 1006921, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 12.

SHU, X.; GU, X. An empirical study of a smart education model enabled by the edu-metaverse to enhance better learning outcomes for students. **Systems**, MDPI, v. 11, n. 2, p. 75, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 12 e 13.

SUH, W.; AHN, S. Utilizing the metaverse for learner-centered constructivist education in the post-pandemic era: An analysis of elementary school students. **Journal of Intelligence**, MDPI, v. 10, n. 1, p. 17, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

WANG, Y. *et al.* Re-shaping post-covid-19 teaching and learning: A blueprint of virtual-physical blended classrooms in the metaverse era. In: **2022 IEEE 42nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW)**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 241–247. Citado na página 5.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2014. (EASE '14), p. 38:1–38:10. ISBN 978-1-4503-2476-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2601248.2601268>>. Citado 3 vezes nas páginas 5, 6 e 15.

WU, T.; HAO, F. Edu-metaverse: concept, architecture, and applications. **Interactive Learning Environments**, Taylor & Francis, p. 1–28, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 12.

WU, X.; CHEN, Y.; WU, Y. Exploration of mathematics education by metaverse technology. In: IEEE. **2023 IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)**. [S.l.], 2023. p. 173–178. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 12.

XU, M. *et al.* A full dive into realizing the edge-enabled metaverse: Visions, enabling technologies, and challenges. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 25, n. 1, p. 656–700, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

YILMAZ, M.; SIMSEK, M. C. The use of virtual reality, augmented reality, and the metaverse in education: The views of preservice biology and mathematics teachers. **MIER Journal of Educational Studies Trends and Practices**, p. 64–80, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 10, 12 e 13.

ZHANG, Y. *et al.* Metaverse teaching overview. In: IEEE. **2022 12th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)** v. [S.l.], 2022. p. 104–109. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

ZHAO, Z. *et al.* On the personalized learning space in educational metaverse based on heart rate signal. **International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)**, IGI Global, v. 18, n. 2, p. 1–12, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 12.

ZHENG, W. *et al.* D→k→i: Data-knowledge-driven group intelligence framework for smart service in education metaverse. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems**, IEEE, v. 53, n. 4, p. 2056–2061, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 13.

ZHOU, B. Building a smart education ecosystem from a metaverse perspective. **Mobile Information Systems**, Hindawi Limited, v. 2022, p. 1–10, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 14.

ZONAPHAN, L. *et al.* Metaverse as a future of education: A systematic review. In: **2022 8th International HCI and UX Conference in Indonesia (CHIuXiD)**. [S.l.: s.n.], 2022. v. 1, p. 77–81. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

APÊNDICE A – Artigos Aprovados

Tabela 7 – Lista de estudos selecionados

P.id/Ref.	QP1 Evento	QP2 Tecnologia(s)	QP3 Nível Ed.
S01	C	Tecnologia de rede e computação, tecnologia interativa, IA e blockchain.	-
S02	C	Learning Management System (LMS) Aprendizado de Máquina GBDT	ES
S03	C	Ferramentas de aprendizado online como o Rain Classroom, XuetangX online, plataforma do curso e conta oficial do WeChat.	ES
S04	C	Learning Management System (LMS)	-
S05	C	Edu-Metaverso, IA, RA, RV	ES
S06	C	IA, RV, big data, HCI	-
S07	C	blockchain, criptomoedas, Web 3.0, RA, RV, RM	ES
S08	J	IA, RV, big data	-
S09	J	IA, blockchain	-
S10	C	RA, HCI, IoT, RV, HMD, lentes inteligentes XR	-
S11	J	IA, Moodle, Open Simulator, Sloodle	ES
S12	J	Tecnologia de rede e computação, IoT, blockchain, IA, RV, RA	ES
S13	C	Big data, computação em nuvem, MR/VR	-
S14	J	RA, RV, IA	ES
S15	J	RV, RA, RM, RX	-
S16	J	IA, IC	EF, EM
S17	J	RV, RA	-
S18	J	IA, blockchain, RX	-
S19	J	RV, RM, IA	-
S20	J	VR, AR, Big data, IA, Blockchain	-
S21	J	RA/RV, 5G, blockchain e IoT	ES
S22	J	RV	-
S23	J	IoT, RV, RA, RM, RX	EF
S24	J	RA	EF
S25	J	IoT, IA, VR, AR, blockchain, XR,	ES
S26	C	RV, RA, RM	ES
S27	J	RA	ES

continued on next page

Tabela 7 – *continued*

P.id/Ref.	QP1 Evento	QP2 Tecnologia(s)	QP3 Nível Ed.
S28	J	IA,RV,RA,RM,RX	ES
S29	J	Gather.town	-
S30	J	RV	ES
S31	J	RV	-
S32	J	RV	ES
S33	C	RV,RA,RM,RX	ES
S34	J	RV	-
S35	J	RV, RA	ES
S36	J	IA, RA,RV, blockchain,IoT	ES
S37	J	RV, RA	EF
S38	J	RV, IA	-
S39	J	RV	ES
S40	C	RV, RA , RM	ES
S41	C	RV	-
S42	C	Spatial, C3	-

J = Jornal ou Revista, C = Conferência, EI = Ensino Infantil, EF = Ensino Fundamental, EM = Ensino Médio, ES = Ensino Superior, HMD = Displays Montados na Cabeça