

# Metaverso na Educação: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Maria Victoria do Carmo Ferreira do Nascimento, Paula Vitória de Sousa Ribeiro  
Kely do Nascimento Soares e Manuel Gonçalves da Silva Neto

<sup>1</sup>Instituto Federal do Piauí (IFPI) - Campus Pedro II  
Rua Antonino Martins de Andrade, nº 750, Bairro Engenho Novo,  
Pedro II - Piauí, CEP 64.255-000

manuel@ifpi.edu.br

**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. 42 (forty-two) publications from a total of 1031 (one thousand and thirty-one) 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.*

**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 42 (quarenta e duas) publicações de um total de 1031 (um mil e trinta e uma) 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 à saúde.*

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

## 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 et al. 2022d].

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 a academia têm pesquisado seu uso sob diferentes perspectivas. Fernandes e Werner [Fernandes and Werner 2022] apresentaram estratégias para tornar o Metaverso acessível a usuários com necessidades especiais. No contexto educacional, Kim *et al.* [Kim et al. 2022] investigaram as percepções dos alunos acerca da integração do Metaverso em atividades educativas.

No que diz respeito às 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 têm se tornado alvo de estudos e atraído atenção como uma plataforma de apoio ao ensino eficiente e inovadora [Kim et al. 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 and 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.

**Tabela 1. Trabalhos relacionados**

Publicação	Tipo	Ano	Temática
[Zonaphan et al. 2022]	Survey	2022	Um panorama com ênfase nas tecnologias para descobrir as possibilidades, eficácia e vantagens e desvantagens da aprendizagem usando o metaverso. Além disso, foi analisada a motivação por trás de sua integração.
[Fernandes and 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 et al. 2023a]	Survey	2023	Apresenta o Metaverso, incluindo sua história, explicação e recursos compartilhados. Descreve também 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.

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

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 et al. 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 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**

O Metaverso é 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, 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 and 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 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].

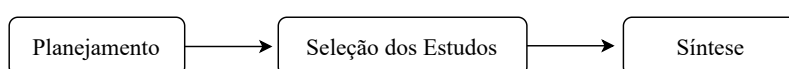
Na educação, o Metaverso pode ser empregado de formas distintas, as quais têm potencial para revolucionar o aprendizado, tornando-o mais envolvente, interativo e acessível [Abraham et al. 2023]. Além disso, permite maior flexibilidade, criatividade e menor risco, aumentando a interação e expandindo a 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].

### 3. Metodologia

Esta Seção apresenta os materiais e métodos empregados para realização deste trabalho. A referida pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. Em específico, realizou-se um Mapeamento Sistemático da Literatura seguindo as recomendações de guias [Wohlin 2014, Petersen et al. 2015, Kitchenham 2007] bem estabelecidos na comunidade acadêmica.

#### 3.1. Mapeamento Sistemático da Literatura

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 et al. 2015]. A primeira fase consiste na definição dos protocolos necessários para a execução do mapeamento, incluindo a definição do objetivo, das questões de pesquisa e dos critérios de inclusão e exclusão para a 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 são publicados os resultados com as sínteses e classificações.



**Figura 1. Etapas de um Mapeamento Sistemático - Adaptado de Petersen [Petersen et al. 2015]**

Empregou-se neste estudo a metodologia de mapeamento sistemático, seguindo recomendações de guias bem estabelecidos na literatura [Kitchenham 2007, Petersen et al. 2015, Wohlin 2014]. Este método garante a replicabilidade e extensão da pesquisa pela academia.

Apresentam-se a seguir os itens relevantes do protocolo de pesquisa que norteou a execução deste mapeamento.

#### 3.2. Objetivos e Questões de pesquisa

Este estudo objetivou prover um panorama atualizado sobre o uso do Metaverso nos processos educacionais. Para tal, empregaram-se as questões de pesquisa (QP) apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1. 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

### 3.3. Estratégia de busca

Considerando as questões de pesquisa (QP) e as dimensões PI das categorias PICO (Population, intervention, comparison and outcome) [Petersen et al. 2015], os artigos de interesse devem atender aos seguintes critérios iniciais:

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

Considerando as questões de pesquisa, obteve-se a seguinte *string* de busca após o refinamento dos termos: *((metaverse) AND (learning OR education OR teaching))*. Esta expressão visa capturar estudos que abordem o metaverso em contextos de ensino e aprendizagem.

Para elaboração da *string* de busca, empregou-se o Booleano AND para agrupar os termos comuns e o Booleano OR para agrupar os sinônimos ou equivalentes, conforme recomendações de Silva Neto *et al.* [Silva Neto et al. 2019].

A *string* de busca foi aplicada em bibliotecas digitais bem estabelecidas na realização de mapeamentos sistemáticos [Petersen et al. 2015]. Estas bases abrangem áreas do conhecimento como computação, ciências sociais, educação e engenharias [Soares et al. 2024]. A Tabela 2 apresenta as bibliotecas utilizadas.

**Tabela 2. 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	webofscience.com

### 3.4. Seleção dos estudos primários

A seleção dos estudos foi realizada em pares e dividida em estágios. Em cada estágio, aplicaram-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 et al. 2015]. O presente Mapeamento utilizou os critérios de Silva Neto *et al.* [Silva Neto et al. 2019] como base para filtragem e seleção dos artigos relevantes. O Quadro 2 apresenta os critérios de seleção utilizados neste trabalho.

**Quadro 2. Critérios de inclusão e exclusão**

<b>Critérios de Inclusão (IC)</b>
1: Artigos de jornal ou conferências/workshops com tema central ou seções dedicadas explicitamente ao uso do Metaverso na educação
<b>Critérios de exclusão (EC)</b>
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 às questões de pesquisa. EC4: Estudos secundários ou terciários: <i>Surveys</i> , estudos bibliométricos, revisões de literatura, mapeamentos ou revisões sistemáticas. EC5: Material promocional, editoriais, apresentação de pôsteres 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.

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 [Silva Neto et al. 2019]. Além disso, a busca foi filtrada para incluir apenas estudos publicados entre janeiro de 2020 (dois mil e vinte) até o término de 2023 (dois mil e vinte e três), com o intuito de identificar pesquisas recentes, isto é, artigos publicados nos últimos 3 (três) anos.

## 4. Resultados e Discussões

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

### 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 está disponível no Apêndice A.

Com os estudos aprovados, obteve-se uma nuvem de palavras com os termos repetitivos contidos nos resumos/abstracts dos artigos, conforme apresentado na Figura 3.

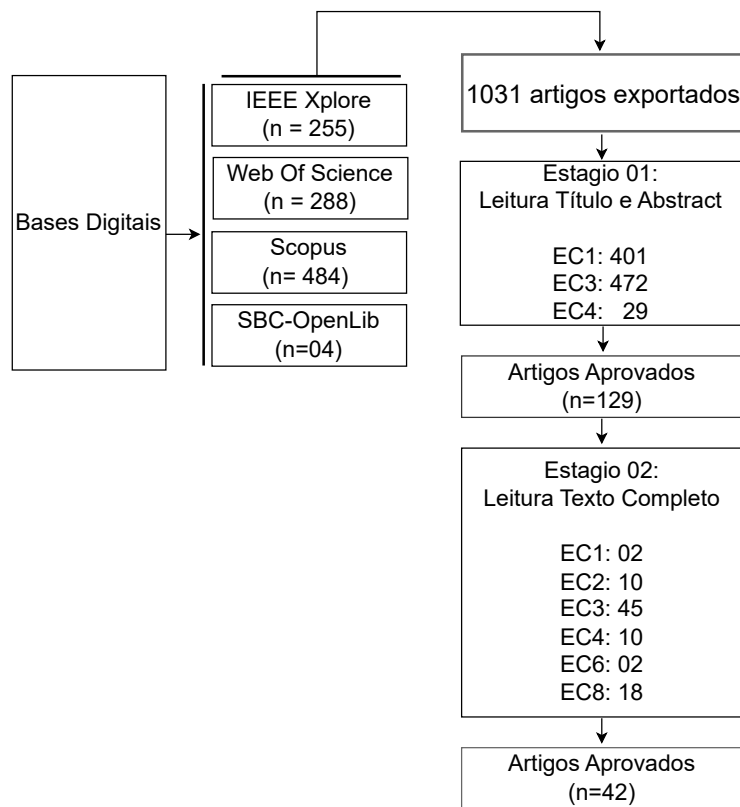


Figura 2. Processo de seleção e filtragem dos artigos primários

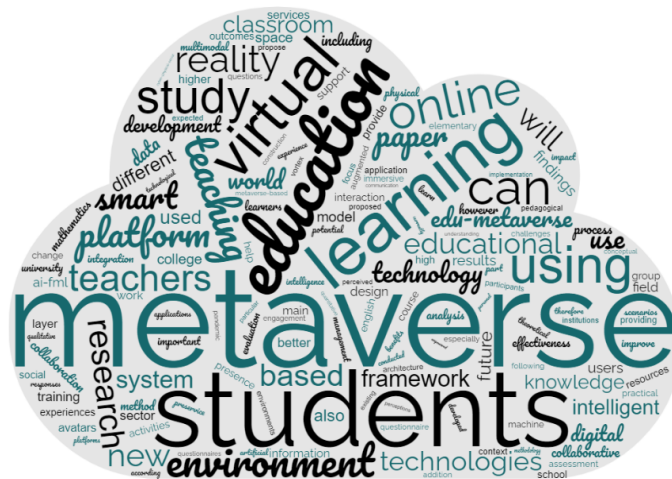


Figura 3. Nuvem de palavras

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.

Na análise dos 42 (quarenta e dois) estudos selecionados, observou-se a preferência por publicações em jornais como meio de divulgação, conforme apresentado na Tabela 3. Isto reforça o aspecto da qualidade na escolha das bases digitais relevantes empregadas neste mapeamento.

**Tabela 3. Meios de divulgação científica identificados**

Fontes	Quant. Estudos	Referências
J	31	[Zheng et al. 2022, Wu and Hao 2023, Ktoridou et al. 2023, Zhang et al. 2022, Marini et al. 2022, Zhao et al. 2022, Lee and Hwang 2022, Rahman et al. 2023, Díaz et al. 2020, Hwang and Chien 2022, Wu et al. 2023, Al-Adwan et al. 2023, Sánchez-López et al. 2022, Lee and Jang 2023, Said 2023, Dreamson and Park 2023, Al-Kfairy et al. 2022b, Kim and Kim 2023, Salloum et al. 2023, Kshetri et al. 2022, Suh and Ahn 2022, Nagao 2023, Jovanović and Milosavljević 2022, Kung and Wong 2022], Sghaier et al. 2022, Lee et al. 2022a, Chen et al. 2023, Onecha et al. 2023, Hedrick et al. 2022, Yilmaz and Simsek 2023, Lee et al. 2022b]
C	11	[Han et al. 2023, Shu and Gu 2023, Hao and Lailin 2022, Liu et al. 2022a, Zhou 2022, Ge 2022, Liu et al. 2022b, Dutta et al. 2022, Lee et al. 2022c, Areepong et al. 2022, Raj et al. 2023]

C = Conferências, J = Jornais.

Em relação aos meios de publicação dos artigos avaliados, a Tabela 4 apresenta a listagem 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 4. Principais fontes de publicação**

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

C = Conferência, J = Jornal.

## 4.3. QP2: Quais as principais tecnologias que compõem o ecossistema?

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 A. A seguir, detalha-se cada uma das categorias empregadas.



### 4.3.1. Imersão e Interação

A Tabela 5 apresenta uma síntese das tecnologias de Imersão e Interação identificadas nos estudos selecionados. Foram categorizadas quatro tipos de tecnologias: Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA), Realidade Mista (RM) e Realidade Estendida (RE), aplicadas em dispositivos como óculos de RV, óculos inteligentes, headsets com sensores e smartphones.

**Tabela 5. Imersão e Interação**

Tec.	Dispositivos	Quant. Estudos	Referências
RV	Óculos de RV	22	[Shu and Gu 2023, Zhou 2022, Dutta et al. 2022, Zheng et al. 2022, Wu and Hao 2023, Hao and Lailin 2022, Ktoridou et al. 2023, Zhang et al. 2022, Lee and Jang 2023, Said 2023, Ge 2022, Salloum et al. 2023, Hedrick et al. 2022, Lee and Hwang 2022, Kshetri et al. 2022, Yilmaz and Simsek 2023, Rahman et al. 2023, Suh and Ahn 2022, Nagao 2023, Lee et al. 2022b, Díaz et al. 2020, Jovanović and Milosavljević 2022]
RA	S, Óculos de RA	03	[Wu et al. 2023, Marini et al. 2022, Onecha et al. 2023]
RM	ÓI, Headsets	06	[Hao and Lailin 2022, Al-Adwan et al. 2023, Chen et al. 2023, Dreamson and Park 2023, Ge 2022, Zhao et al. 2022]
RE	ÓI, HS	06	[Al-Adwan et al. 2023, Sánchez-López et al. 2022, Dreamson and Park 2023, Al-Kfairy et al. 2022b, Zhao et al. 2022, Lee et al. 2022c]

RV = Realidade virtual, RA = Realidade Aumentada, RM = Realidade Mista, RE = Realidade Estendida, S = Smartphones, ÓI = Óculos inteligentes, HS = Headsets com sensores.

Observou-se que, de forma majoritária, os estudos concentraram-se no uso de Realidade Virtual (RV) para criação de ambientes digitais imersivos e tridimensionais. Estes estudos foram apoiados por dispositivos especializados, como óculos de realidade virtual.

De forma similar, os estudos [Wu et al. 2023, Al-Adwan et al. 2023, Marini et al. 2022, Onecha et al. 2023] empregaram Realidade Aumentada (RA) como facilitador. Nesta parcela de trabalhos o ambiente físico foi modificado com sobreposições digitais, integrando informações virtuais ao mundo real. Os principais dispositivos que viabilizaram o uso de RA foram smartphones e óculos de RA.

Na mesma esfera, observou-se ainda, entre os artigos avaliados o uso da Realidade Mista (RM), a qual integra de forma fluida o mundo real e virtual [Hao and Lailin 2022, Al-Adwan et al. 2023]. Seu uso se deu como facilitador em visitas a bibliotecas, museus [Díaz et al. 2020] e treinamento para manutenção de aeronaves [Lee et al. 2022b] com a utilização de óculos inteligentes e headsets.

Identificou-se ainda, nos estudos analisados, o emprego de Realidade Estendida (XR). A XR representa uma convergência de tecnologias, englobando Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM) [Al-Kfairy et al. 2022b, Zhao et al. 2022, Lee et al. 2022c]. 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

A Tabela 6 apresenta o agrupamento dos artigos analisados categorizados de acordo com as plataformas de educação virtual identificadas.

**Tabela 6. Plataformas de Educação Virtual**

Plataformas	Tec. Complementares	Aplicações	Referências
LMS	GBDT	Gerenciar cursos online, com integração de técnicas de AP.	[Areepong et al. 2022, Liu et al. 2022a]
Spatial, C3	Portais interoperáveis, Avatares	Aprendizagem liderada por professores com modos cooperativos e competitivos online.	[Kung and Wong 2022]
OpenSimulator, Moodle, Sloodle	Plataformas de código aberto	Gerenciar alunos com diferentes habilidades, acompanhamento de atividades e armazenamento de conteúdo.	[Sghaier et al. 2022]
Gather Town	Elementos de ambientes virtuais e videoconferência	Interação social e colaboração em ambientes dinâmicos e imersivos.	[Kim and Kim 2023]
Rain Classroom, Xuetang, WeChat	Recursos colaborativos	Cursos online e interação virtual entre alunos e instrutores.	[Liu et al. 2022b]

LMS = Learning Management System, GBDT = Gradient Boosting Decision Trees, AP = Aprendizado de Máquina.

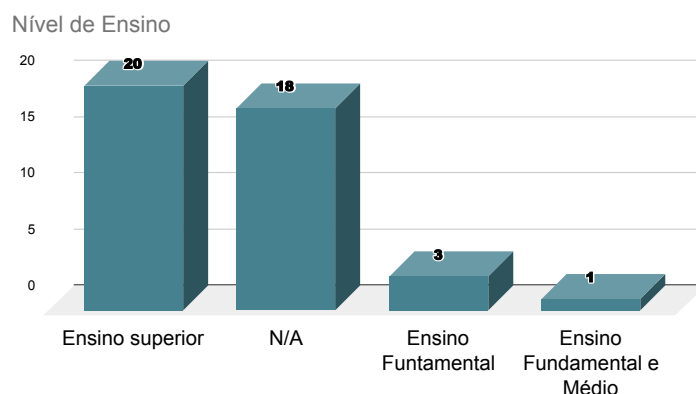
As plataformas identificadas nos estudos incluem: Learning Management System (LMS), Spatial, C3, OpenSimulator, Moodle, Sloodle, Gather Town, Rain Classroom, Xuetang e WeChat. A seguir, apresenta-se uma descrição da aplicação destas plataformas:

- **Learning Management System (LMS):** É uma plataforma de software utilizada para gerenciar cursos online, facilitando desde a distribuição de materiais até o monitoramento do progresso dos alunos [Areepong et al. 2022]. Além disso, foi identificada a integração do LMS com técnicas de aprendizado de máquina, como o Gradient Boosting Decision Trees (GBDT), o que amplia suas funcionalidades e otimiza o processo de aprendizagem [Liu et al. 2022a].
- **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 and Wong 2022].
- **OpenSimulator, Moodle, Sloodle:** Plataformas de código aberto, como Moodle e OpenSimulator, permitiram o gerenciamento de alunos, principalmente para aqueles com diferentes habilidades, além de possibilitar o acompanhamento de suas atividades, avaliações e exames. Esse ambiente também oferece a vantagem de armazenar conteúdo educacional [Sghaier et al. 2022].

- **Gather Town:** A plataforma Gather Town combina elementos de ambientes virtuais com videoconferências e cria uma experiência mais imersiva de interação social e colaboração, promovendo um ambiente dinâmico e adaptável [Kim and Kim 2023].
- **Rain Classroom, Xuetaang, WeChat:** Plataformas como Rain Classroom e Xuetaang Online abordadas por Liua *et al.* [Liu et al. 2022b] 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, adaptada 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**

A Tabela 7 apresenta a distribuição quantitativa dos níveis de ensino, bem como as ênfases observadas nos estudos analisados. Notou-se que, de forma majoritária, 20 (vinte) trabalhos abordaram soluções voltadas ao ensino superior. Nestes artigos, identificou-se a ênfase para educação STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), abrangendo áreas como tecnologia da informação [Liu et al. 2022b], disciplinas curriculares de estrutura de dados [Liu et al. 2022a] e matemática [Yilmaz and Simsek 2023]. Além disso, ainda no contexto do ensino superior, observou-se artigos direcionados para cursos de inglês [Shu and Gu 2023, Lee and Hwang 2022] e biologia [Yilmaz and Simsek 2023]. No que se refere a conteúdos específicos de graduação, identificou-se trabalhos voltados à manutenção de aeronaves [Lee et al. 2022b], bem como à arquitetura ou construção civil [Onecha et al. 2023].

Adicionalmente, percebe-se que 3 (três) artigos são direcionados ao nível de ensino fundamental. 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 ainda, a presença de 1 (um) estudo voltado ao nível de ensino híbrido, abrangendo conjuntamente o ensino médio e fundamental no contexto do aprendizado da língua inglesa [Lee et al. 2022a].

**Tabela 7. Distribuição dos estudos em relação ao nível educacional**

Nível de Ensino	Total. Estudos	Ênfase(Quant.)	Referências
EF	03	Ciências(01)	[Marini et al. 2022]
		N/A(02)	[Dreamson and Park 2023, Suh and Ahn 2022]
EM/EF	01	Inglês(01)	[Lee et al. 2022a]
ES	20	STEM(04)	[Liu et al. 2022a, Liu et al. 2022b, Dutta et al. 2022, Yilmaz and Simsek 2023]
		Inglês(02)	[Shu and Gu 2023, Lee and Hwang 2022]
		Biologia(01)	[Yilmaz and Simsek 2023]
		MA(01)	[Lee et al. 2022b]
		AC(01)	[Onecha et al. 2023]
		N/A(12)	[Sghaier et al. 2022, Wu and Hao 2023, Wu et al. 2023, Al-Adwan et al. 2023, Lee and Jang 2023, Al-Kfairy et al. 2022b, Ge 2022, Zhao et al. 2022, Salloum et al. 2023, Lee et al. 2022c, Rahman et al. 2023, Díaz et al. 2020]
N/A	18	N/A(18)	[Han et al. 2023, Areepong et al. 2022, Zheng et al. 2022, Hwang and Chien 2022, Raj et al. 2023, Hao and Lailin 2022, Ktoridou et al. 2023, Sánchez-López et al. 2022, Chen et al. 2023, Zhang et al. 2022, Said 2023, Kim and Kim 2023, Hedrick et al. 2022, Kshetri et al. 2022, Nagao 2023, Jovanović and Milosavljević 2022, Kung and Wong 2022]

EF = Ensino Fundamental, N/A = Não identificado, STEM = *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, ES = Ensino Superior, M/F = Ensino Médio/Ensino Fundamental, MA = Manutenção de Aeronaves, AC = Arquitetura/Construção Civil.

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) estudos, não foi possível identificar o nível de ensino empregado ou recomendado pelos autores, conforme ilustrado na Tabela 7. Esta lacuna pode indicar uma ameaça à validação destes trabalhos, uma vez que esta informação pode ser útil para fins de replicação ou ampliação destas 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 and Chien 2022], Díaz *et al.* [Díaz et al. 2020], Raj *et al.* [Raj et al. 2023], Hao e Lailin [Hao and Lailin 2022], Yilmaz e Simsek [Yilmaz and 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 para a adoção.

Estes autores afirmam ainda que, a falta de suportes tecnológicos relevantes emerge como um problema crítico.

Lee *et al.* [Lee et al. 2022c] defendem que, a necessidade de hardware especializado pode acarretar em elevação dos custos, tanto no âmbito empresarial quanto doméstico, no que se refere a custeios operacionais. Isso inclui despesas relacionadas à manutenção, atualização e suporte técnico, que são necessário para garantir o funcionamento eficiente do ambiente virtual.

A falta de acesso a infraestruturas representa outro obstáculo, especialmente em áreas rurais [Kshetri et al. 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 and Lailin 2022, Al-Adwan et al. 2023, Said 2023, Al-Kfairy et al. 2022b, Kshetri et al. 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 o 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-os 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 devidos à 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 educacio-

nais.

#### 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 disso, 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.* [Mozumder et al. 2023a], 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. Foram identificados 1031 (mil e trinta e um) artigos candidatos e, após processo de filtragem e seleção, foram aprovados 42 (quarenta e dois) artigos primários 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, analisar o Metaverso em diferentes níveis de ensino, por meio de estudo de caso, mapeando os desafios de seu uso, particularidades e benefícios.

## Referências

- Abraham, A., Suseelan, B., Mathew, J., Sabarinath, P., and K, A. (2023). A study on metaverse in education. In *2023 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, pages 1570–1573.
- Al-Adwan, A. S., Li, N., Al-Adwan, A., Abbasi, G. A., Albelbisi, N. A., and Habibi, A. (2023). Extending the technology acceptance model (tam) to predict university students' intentions to use metaverse-based learning platforms. *Education and Information Technologies*, pages 1–33.
- Al-Kfairy, M., Al-Fandi, O., Alema, M., and Altaee, M. (2022a). Motivation and hurdles for the student adoption of metaverse-based classroom: A qualitative study. In *2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA)*, pages 1–5.
- Al-Kfairy, M., Al-Fandi, O., Alema, M., and Altaee, M. (2022b). Motivation and hurdles for the student adoption of metaverse-based classroom: A qualitative study. In *2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA)*, pages 1–5.
- Areepong, T., Nilsook, P., and Wannapiroon, P. (2022). A study of a metaverse interdisciplinary learning community. In *2022 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovative Electricals and Electronics (RI2C)*, pages 290–296.
- Bansal, G., Rajgopal, K., Chamola, V., Xiong, Z., and Niyato, D. (2022). Healthcare in metaverse: A survey on current metaverse applications in healthcare. *IEEE Access*, 10:119914–119946.
- Chen, X., Zhong, Z., and Wu, D. (2023). Metaverse for education: Technical framework and design criteria. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.

- Díaz, J., Saldaña, C., and Avila, C. (2020). Virtual world as a resource for hybrid education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(15):94–109.
- Dreamson, N. and Park, G. (2023). Metaverse-based learning through children's school space design. *International Journal of Art & Design Education*, 42(1):125–138.
- Dutta, P., Bose, M., Sinha, A., Bhardwaj, R., Ray, S., Roy, S., and Prakash, K. B. (2022). Challenges in metaverse in problem-based learning as a game-changing virtual-physical environment for personalized content development.
- Fernandes, F. and Werner, C. (2022). Accessibility in the metaverse: Are we prepared? In *Anais do XIII Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para a Web Social*, pages 9–15.
- Ge, J. (2022). Multiple influences of intelligent technology on network behavior of college students in the metaverse age. *Journal of Environmental and Public Health*, 2022.
- Han, Z., Tu, Y., and Huang, C. (2023). A framework for constructing a technology-enhanced education metaverse: Learner engagement with human-machine collaboration. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Hao, T. and Lailin, H. (2022). Educational metaverse dilemmas and solutions: a stakeholder-based perspective. In *2022 12th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME) v*, pages 714–718.
- Hedrick, E., Harper, M., Oliver, E., and Hatch, D. (2022). Teaching & learning in virtual reality: Metaverse classroom exploration. In *2022 Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC)*, pages 1–5.
- Hwang, G.-J. and Chien, S.-Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3:100082.
- Jovanović, A. and Milosavljević, A. (2022). Vortex metaverse platform for gamified collaborative learning. *Electronics*, 11(3):317.
- Kim, H. and Kim, M. (2023). Presence and effectiveness of online learning using a metaverse platform: Gather. town. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(4).
- Kim, K., Yang, E., and Ryu, J. (2022). Work-in-progress—the effect of students' perceptions on intention to use metaverse learning environment in higher education. In *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, volume 8, pages 1–3.
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Keele University and Durham University Joint Report, Technical Report RT - EBSE-2007-01.
- Kshetri, N., Rojas-Torres, D., and Grambo, M. (2022). The metaverse and higher education institutions. *IT Professional*, 24(6):69–73.
- Ktoridou, D., Epaminonda, E., and Efthymiou, L. (2023). Is education ready to embrace metaverse? In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1–5.



- Kung, M. K. and Wong, J. C. F. (2022). When calculus learning collides with the metaverse. *30th International Conference on Computers in Education Conference, ICCE 2022 - Proceedings*, 2:445 – 452.
- Lee, C.-S., Wang, M.-H., Huang, S.-H., Yang, F.-J., Tsai, C.-H., and Wang, L.-Q. (2022a). Fuzzy ontology-based intelligent agent for high-school student learning in ai-fml metaverse. In *2022 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–8.
- Lee, H. and Hwang, Y. (2022). Technology-enhanced education through vr-making and metaverse-linking to foster teacher readiness and sustainable learning. *sustainability* 2022, 14, 4786.
- Lee, H., Woo, D., and Yu, S. (2022b). Virtual reality metaverse system supplementing remote education methods: Based on aircraft maintenance simulation. *Applied Sciences*, 12(5):2667.
- Lee, I., Sung, Y., and Kim, T. (2022c). the expanding role of metaverse platform in college education. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, pages 1037–1044.
- Lee, J. and Jang, S. (2023). Metaverse-based education service adoption and preference study using conjoint analysis. In *2023 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, pages 273–277.
- Lee, J., Yeo, I., and Lee, H. (2022d). Metaverse current status and prospects: Focusing on metaverse field cases. In *2022 IEEE/ACIS 7th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD)*, pages 332–336.
- Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., and Chao, H.-C. (2022). Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2211.14951*.
- Liu, F., Zhang, Y., Zhao, L., Dai, Q., Liu, X., and Shi, X. (2022a). A metaverse-based student’s spatiotemporal digital profile for representing learning situation. In *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, pages 1–8.
- Liu, X., Fan, Z., Peng, S., Gu, S., and Wang, S. (2022b). 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*, 358:300–306.
- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y., Sudrajat, A., Iskandar, R., et al. (2022). Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(7).
- Mozumder, M. A. I., Athar, A., Armand, T. P. T., Sheeraz, M. M., Uddin, S. M. I., and Kim, H.-C. (2023a). Technological roadmap of the future trend of metaverse based on iot, blockchain, and ai techniques in metaverse education. In *2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pages 1414–1423.
- Mozumder, M. A. I., Theodore, A. T. P., Athar, A., and Kim, H.-C. (2023b). The metaverse applications for the finance industry, its challenges, and an approach for the metaverse finance industry. In *2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pages 407–410.

- Nagao, K. (2023). Virtual reality campuses as new educational metaverses. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 106(2):93–100.
- Onecha, B., Cornadó, C., Morros, J., and Pons, O. (2023). New approach to design and assess metaverse environments for improving learning processes in higher education: The case of architectural construction and rehabilitation. *Buildings*, 13(5):1340.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1 – 18.
- Petri, G. and Losekann, V. (2022). 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*, pages 368–377.
- Rahman, K. R., Shitol, S. K., Islam, M. S., Iftekhhar, K. T., and Saha, P. (2023). Use of metaverse technology in education domain. *Journal of Metaverse*, 3(1):79–86.
- Raj, A., Sharma, V., Rani, S., Singh, T., Shanu, A. K., and Alkhayyat, A. (2023). Demystifying and analysing metaverse towards education 4.0. In *2023 3rd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, pages 1–6.
- Said, G. R. E. (2023). Metaverse-based learning opportunities and challenges: A phenomenological metaverse human–computer interaction study. *Electronics*, 12(6):1379.
- Salloum, S., Al Marzouqi, A., Alderbashi, K. Y., Shwede, F., Aburayya, A., Al Saidat, M. R., and Al-Marouf, R. S. (2023). Sustainability model for the continuous intention to use metaverse technology in higher education: A case study from oman. *Sustainability*, 15(6):5257.
- Sánchez-López, I., Roig-Vila, R., Pérez-Rodríguez, A., et al. (2022). Metaverse and education: the pioneering case of minecraft in immersive digital learning.
- Sghaier, S., Elfakki, A. O., and Alotaibi, A. A. (2022). Development of an intelligent system based on metaverse learning for students with disabilities. *Frontiers in Robotics and AI*, 9:1006921.
- Shu, X. and Gu, X. (2023). An empirical study of a smart education model enabled by the edu-metaverse to enhance better learning outcomes for students. *Systems*, 11(2):75.
- Silva Neto, M., Gomes, D., and Soares, J. (2019). Credibility on crowdsensing data acquisition. *Journal of Communication and Information Systems*, 34(1):248–269.
- Soares, K. d. N., de Sousa Ribeiro, P. V., and Silva Neto, M. G. d. (2024). Iniciativas brasileiras para ingresso e permanência de mulheres na área de computação: um mapeamento sistemático da literatura. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 16(2):60–74.
- Suh, W. and Ahn, S. (2022). Utilizing the metaverse for learner-centered constructivist education in the post-pandemic era: An analysis of elementary school students. *Journal of Intelligence*, 10(1):17.
- Wang, Y., Lee, L.-H., Braud, T., and Hui, P. (2022). 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)*, pages 241–247.

- Wohlin, C. (2014). 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, EASE '14*, pages 38:1–38:10, New York, NY, USA. ACM.
- Wu, T. and Hao, F. (2023). Edu-metaverse: concept, architecture, and applications. *Interactive Learning Environments*, pages 1–28.
- Wu, X., Chen, Y., and Wu, Y. (2023). Exploration of mathematics education by metaverse technology. In *2023 IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, pages 173–178.
- Xu, M., Ng, W. C., Lim, W. Y. B., Kang, J., Xiong, Z., Niyato, D., Yang, Q., Shen, X., and Miao, C. (2023). A full dive into realizing the edge-enabled metaverse: Visions, enabling technologies, and challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(1):656–700.
- Yilmaz, M. and Simsek, M. C. (2023). 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*, pages 64–80.
- Zhang, Y., Yang, S., Hu, X., and He, P. (2022). Metaverse teaching overview. In *2022 12th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME) v*, pages 104–109.
- Zhao, Z., Zhao, B., Ji, Z., and Liang, Z. (2022). On the personalized learning space in educational metaverse based on heart rate signal. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 18(2):1–12.
- Zheng, W., Yan, L., Zhang, W., Ouyang, L., and Wen, D. (2022). D→k→i: Data-knowledge-driven group intelligence framework for smart service in education metaverse. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 53(4):2056–2061.
- Zhou, B. (2022). Building a smart education ecosystem from a metaverse perspective. *Mobile Information Systems*, 2022:1–10.
- Zonaphan, L., Northus, K., Wijaya, J., Achmad, S., and Sutoyo, R. (2022). Metaverse as a future of education: A systematic review. In *2022 8th International HCI and UX Conference in Indonesia (CHuXiD)*, volume 1, pages 77–81.

## A. Apêndice

**Tabela A.1. 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
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

*continued on next page*

Tabela A.1 – *continued*

P.id/Ref.	QP1 Evento	QP2 Tecnologia(s)	QP3 Nivel Ed.
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