

SOFTWARE · UECE · 22 DE JUNHO DE 2026

Requisitos de Software no Contexto de Metaversos Educacionais: Uma Abordagem Centrada em Requisitos Não Funcionais

Por Ricardo Normando Ferreira De Paula, Paulo Henrique M. Maia e Heitor Barros Chrisóstomo

Fonte: OpenAlex · UECE · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO	APLICABILIDADE	POTENCIAL ECONÔMICO	MATURIDADE
7/10	8/10	7/10	Média

Pesquisa da UECE apresenta um mapeamento sistemático sobre requisitos de software para metaversos educacionais, focando na lacuna de requisitos não funcionais. O estudo analisa 22 artigos sob quatro dimensões (Pedagógica, Técnica, Social e Ético-Legal), revelando que as atuais soluções subutilizam o potencial do metaverso ao se limitarem à virtualização de processos, carecendo de sistematização em segurança, interatividade e privacidade.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

Criação de uma startup SaaS B2B que oferece uma plataforma de 'Compliance e Design para Metaversos Educacionais', auxiliando escolas e empresas a estruturar, validar e auditar seus ambientes virtuais com base nas dimensões de segurança, pedagogia e ética identificadas no estudo.

Aplicações práticas

Desenvolvimento de frameworks de engenharia de requisitos específicos para EdTech imersiva; criação de checklists de conformidade legal e ética para VR/AR educacional; e prototipagem de ambientes que priorizem a interatividade e a segurança desde a concepção.

Potencial de mercado

Alto. O mercado de EdTech está em expansão e a integração com realidade virtual/aumentada é o próximo passo. A demanda por padronização e qualidade de software em ambientes imersivos crescerá à medida que escolas e universidades adotarem essas tecnologias.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

A ausência de uma sistematização robusta dos requisitos não funcionais (especialmente segurança, ética e interação social) no desenvolvimento de metaversos educacionais, resultando em soluções que pouco inovam além da simples reprodução de ambientes físicos ou videoaulas em 3D.

Metodologia

Mapeamento sistemático da literatura realizado nas bases ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e Engineering Village. De 1.013 estudos identificados, 22 foram selecionados (2019-2024) e analisados qualitativamente sob a ótica de quatro dimensões: Pedagógica, Técnica, Social e Ético-Legal.

Principais descobertas

Identificou-se que requisitos não funcionais são críticos mas negligenciados. Existem lacunas significativas nas dimensões Social e Ético-Legal. Há baixa participação de professores e alunos no design das soluções e uma tendência de uso superficial da tecnologia (mera virtualização) em vez de customização massiva e interação imersiva verdadeira.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Utilização do estudo como base técnica para a criação de regulamentações estaduais ou nacionais (via SECITECE/MEC) que definam padrões mínimos de segurança de dados, acessibilidade e qualidade pedagógica para a adoção de tecnologias imersivas na rede pública de ensino.

PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

Parceria entre a UECE e empresas de tecnologia educacional (locais ou globais) para a validação prática da taxonomia de requisitos proposta. A universidade pode atuar como centro de excelência em QA (Quality Assurance) para projetos de metaverso corporativo.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

4 direções estratégicas identificadas

STARTUP · IMPACTO MÉDIO · EDTECH

ImmersiveEd Requirements

Startup de consultoria e software focada em engenharia de requisitos para EdTechs, garantindo que produtos de realidade virtual atendam a padrões pedagógicos e de segurança.

POLÍTICA PÚBLICA · IMPACTO ALTO · GOVTECH

Normas de Segurança para Metaverso Escolar

Desenvolvimento de diretrizes governamentais baseadas na dimensão Ético-Legal do estudo para proteger menores em ambientes de ensino imersivos.

Hub de Inovação em VR Educacional

Consórcio entre UECE e empresas de tecnologia do Ceará para desenvolver pilotos de metaversos que aplicam corretamente os requisitos funcionais e não funcionais mapeados.

Framework de Arquitetura Segura para Treinamento Corporativo

Produto corporativo que utiliza a estrutura de requisitos do estudo para criar ambientes de treinamento imersivo (T&D) seguros e escaláveis.

ABSTRACT ORIGINAL

A customização de produtos e serviços tornou-se uma demanda crescente no século XXI, porém ainda é pouco explorada no contexto educacional. O metaverso surge como alternativa para viabilizar customização em massa no ensino e aprendizagem, exigindo, contudo, uma análise sistematizada dos requisitos de software, especialmente os não funcionais. Este trabalho apresenta os resultados de um mapeamento sistemático da literatura com o objetivo de identificar e analisar requisitos aplicados ao desenvolvimento de metaversos educacionais. As buscas foram realizadas nas bases ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e Engineering Village, resultando em 1.013 estudos identificados, dos quais 22 artigos publicados entre 2019 e 2024 foram selecionados após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A análise foi organizada em quatro dimensões — Pedagógica, Técnica, Social e Ético-Legal — definidas a partir de documentos norteadores e da experiência dos pesquisadores. Os resultados evidenciam que os requisitos não funcionais são fundamentais para a qualidade de software em ambientes educacionais imersivos, embora ainda sejam pouco sistematizados nesse contexto. Também foram identificadas lacunas nas dimensões social e ético-legal, especialmente relacionadas à interatividade e segurança. Observou-se, ainda, a baixa participação de professores e alunos na estruturação desses ambientes e a limitação de muitas soluções à mera virtualização de processos existentes, subutilizando o potencial de interação e customização do metaverso. As dimensões propostas contribuíram para uma análise criteriosa dos requisitos, indicando oportunidades para o avanço da Engenharia de Requisitos em soluções educacionais imersivas e para o desenvolvimento futuro de uma taxonomia voltada a metaversos educacionais.

MATÉRIA PARA LEIGOS

Para leigos: O que falta para o metaverso revolucionar a educação?

O cenário atual

A customização de produtos e serviços é uma demanda crescente no século XXI, mas ainda é pouco explorada no contexto educacional. O metaverso surge como uma alternativa para viabilizar a customização em massa no ensino e aprendizagem. No entanto, para que isso funcione bem, é necessário uma análise sistematizada dos requisitos de software, com foco especial nos requisitos não funcionais.

O que os pesquisadores fizeram

Os pesquisadores realizaram um mapeamento sistemático da literatura. O objetivo foi identificar e analisar os requisitos aplicados ao desenvolvimento de metaversos educacionais. Eles buscaram entender o que já foi estudado sobre o tema para fundamentar a criação desses ambientes virtuais.

Como funciona na prática

As buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas renomadas: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e Engineering Village. O processo inicial identificou 1.013 estudos. Após aplicar critérios rigorosos de inclusão e exclusão, 22 artigos publicados entre 2019 e 2024 foram selecionados para a análise detalhada. O

estudo organizou as informações em quatro dimensões: Pedagógica, Técnica, Social e Ético-Legal.

Resultados e evidência

Os resultados mostram que os requisitos não funcionais são fundamentais para a qualidade do software em ambientes educacionais imersivos, mas ainda são pouco sistematizados nesse contexto. O mapeamento identificou lacunas nas dimensões social e ético-legal, especialmente relacionadas à interatividade e segurança. Também foi observada uma baixa participação de professores e alunos na estruturação desses ambientes.

Implicações práticas

O estudo aponta que muitas soluções atuais se limitam à mera virtualização de processos que já existem, subutilizando o potencial de interação e customização do metaverso. Compreender os requisitos não funcionais é essencial para criar ambientes de ensino imersivos que sejam seguros, interativos e efetivamente personalizados.

Limitações e próximos passos

O paper não detalha as limitações metodológicas do próprio mapeamento além dos critérios de seleção aplicados. Como próximos passos, as dimensões propostas contribuem para uma análise mais criteriosa e indicam oportunidades para o avanço da Engenharia de Requisitos em soluções educacionais imersivas. Os pesquisadores sugerem o desenvolvimento futuro de uma taxonomia voltada especificamente para metaversos educacionais.

QUEM SÃO OS PESQUISADORES

Quem são os pesquisadores

O estudo foi conduzido por Ricardo Normando Ferreira De Paula, Paulo Henrique M. Maia e Heitor Barros Chrisóstomo. O paper indica a afiliação dos autores à UECE (Universidade Estadual do Ceará). O material não fornece informações sobre a formação acadêmica específica, títulos ou trajetória profissional prévia dos pesquisadores.

PALAVRAS-CHAVE

Context (archaeology) · Software · Function (biology)