

Metaverso Educacional: a (R)Evolução na Educação a Distância

Educational Metaverse: the (R)Evolution in Distance Education

ISSN 2177-8310
DOI: 10.18264/eadf.v15i1.2357

Andréia dos Santos SACHETE^{1*}
Alba Valéria de Sant'Anna de Freitas LOIOLA²
Fábio Diniz ROSSI¹
Raquel Salcedo GOMES³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha. RS 377, Km 27 – Alegrete – RS – Brasil.

²Unigranrio Afya, José de Souza Herdy, 1160. Jardim Vinte e Cinco de Agosto, Duque de Caxias, RJ – Brasil.

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Paulo Gama, 110 – Porto Alegre – RS – Brasil.

*andrea.sachete@ifarroupilha.edu.br

Resumo

O Metaverso é um universo virtual imersivo e interconectado, em que pessoas podem interagir, trabalhar, jogar e socializar em ambientes digitais tridimensionais. O Metaverso emprega tecnologias avançadas para aprimorar a interação do usuário, promover personalização e fomentar conectividade. Esse paradigma representa um potencial para diversos setores, incluindo o educacional. No âmbito da educação, possibilita que alunos acessem salas de aula virtuais, engajem-se em simulações de aprendizado imersivas e colaborem globalmente, transcendendo barreiras geográficas e físicas, adaptando-se a uma diversidade de modalidades de aprendizagem para oferecer uma experiência educativa mais personalizada e flexível. No entanto, a infraestrutura de *internet* atual ainda não suporta totalmente o desenvolvimento completo do Metaverso. Portanto, este artigo explora as possibilidades do Metaverso como uma plataforma para o ensino a distância, fundamentando-se em uma revisão bibliográfica que destaca possíveis contribuições para a educação *online*, à medida que as tecnologias de comunicação de dados evoluam para fornecer qualidade de serviço adequada. De acordo com as discussões apresentadas neste trabalho, uma vez que os limites de infraestrutura sejam ultrapassados, o Metaverso, como ambiente de educação a distância, representa um avanço promissor, como experiência imersiva de aprendizagem.

Palavras-chave: Educação a distância. Internet 3.0. Metaverso.



Recebido 30/08/2024
Aceito 13/12/2024
Publicado 06/01/2025

Editores responsáveis:
Daniel Salvador
Carmelita Portela

COMO CITAR ESTE TRABALHO

ABNT: SACHETE, A. S. *et al.* Metaverso Educacional: a (R)Evolução na Educação a Distância. **EaD em Foco**, v. 15, n. 1, e2357, 2025. doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v15i1.2357>

Educational Metaverse: the (R)Evolution in Distance Education

Abstract

The metaverse is an immersive and interconnected virtual universe where people can interact, work, play, and socialize in three-dimensional digital environments. The metaverse employs advanced technologies to improve user interaction, promote customization, and foster connectivity. This paradigm represents potential for various sectors, including education. In the field of education, it enables students to access virtual classrooms, engage in immersive learning simulations, and collaborate globally, transcending geographical and physical barriers and adapting to a diversity of learning modalities to offer a more personalized educational experience. However, current internet infrastructure has not yet fully supported the complete development of the metaverse. Therefore, this article explores the possibilities of the metaverse as a platform for distance learning based on a bibliographic review that highlights possible contributions to online education as data communication technologies evolve to provide adequate quality of service. According to the discussions presented in this paper, since infrastructure limits are overcome, the metaverse as an environment of distance education will represent a promising advance, as an immersive learning experience.

Keywords: Distance education. Internet 3.0. Metaverse.

1. Introdução

Na dinâmica paisagem tecnológica, a *Internet 3.0* desponta no horizonte à medida que buscamos uma experiência digital mais interconectada, inteligente e focada no usuário. Essa nova era da *Internet* simboliza a próxima fase na evolução da *World Wide Web*, caracterizada por tecnologias avançadas e conceitos que ultrapassam as limitações da infraestrutura *web* atual (Gan *et al.*, 2023). A motivação por trás da *Internet 3.0* decorre das limitações encontradas em sua predecessora, a *Web 2.0*. Apesar da *Web 2.0* ter revolucionado o cenário digital com a introdução de conteúdos criados pelos usuários, redes sociais e interatividade ampliada, ainda se mostrava deficiente na integração de inteligência artificial, sistemas descentralizados e experiências aprimoradas do usuário (Cena; Farzan; Lops, 2009). Assim, a *Internet 3.0* visa superar essas lacunas, incorporando avanços tecnológicos como inteligência artificial, aprendizado de máquina, *blockchain* e *Internet das Coisas* (Mendki, 2019). Um aspecto significativo que se entrelaça ao conceito de *Internet 3.0* é o surgimento do Metaverso (Chen *et al.*, 2023). O termo ganhou força a partir do ano de 2022, mas foi utilizado pela primeira vez por Neal Stephenson em 1992, relacionado a um espaço tridimensional de realidade virtual (RV) compartilhado por milhões de pessoas, simultaneamente, que poderiam interagir umas com as outras e com objetos virtuais. Assim, o Metaverso emerge como um espaço virtual compartilhado e coletivo, criado pela convergência entre as dimensões física e virtual, o qual imita e busca ampliar a realidade física pela adição de camadas digitais ficcionais-criativas.

Entretanto, deve-se ir além da percepção de que o metaverso é uma extensão da *internet* em um formato tridimensional, é necessário reconhecer suas implicações nas experiências culturais, na interação social, na educação, no trabalho e até mesmo na nossa própria identidade. Com a *internet*, pode-se interagir por meio de textos, vídeos e imagens, porém o metaverso eleva essa dinâmica para um nível em que a presença se torna palpável (Lim, 2024). A experiência de estar presente com outra pessoa em um ambien-

te virtual tridimensional é diferente da interação mediante uma tela plana. Esse avanço pode fortalecer conexões sociais e facilitar uma empatia digital. Ademais, imagine um aplicativo educacional de realidade virtual, como uma sala de aula digital, que tradicionalmente funciona na *internet* por meio de ferramentas de videoconferência (Wiyono *et al.*, 2023). Na *internet* tradicional, estudantes e instrutores interagem por meio de *feeds* de vídeo 2D e caixas de bate-papo, o que limita o envolvimento e a sensação de presença. Por outro lado, executar este aplicativo no metaverso o transforma em uma experiência 3D totalmente envolvente (Voštinár; Dobrota, 2022). Alunos e professores podem incorporar avatares em uma sala de aula virtual, interagindo como se estivessem fisicamente juntos no mesmo espaço. Este ambiente permite a manipulação direta de modelos 3D e simulações interativas, como dissecar um sapo virtual em uma aula de biologia ou explorar a física de uma montanha-russa em tempo real. Os recursos aprimorados do metaverso também incluem áudio espacial, que imita a acústica do mundo real, tornando as interações mais naturais (Zhu *et al.*, 2022). Estas habilidades promovem uma experiência de aprendizagem mais envolvente e interativa que a *Internet* tradicional não pode oferecer devido às suas limitações a espaços bidimensionais e à falta de *feedback* sensorial imersivo.

Dessa maneira, o Metaverso não é um mundo virtual singular, mas sim uma rede de domínios digitais interconectados, cada qual oferecendo características e experiências únicas (Xu *et al.*, 2022). O Metaverso aspira proporcionar aos usuários um ambiente digital imersivo e interativo que suavize as fronteiras entre os mundos físico e virtual. No contexto da *Internet* 3.0, assume uma posição de destaque, empregando tecnologias avançadas para aprimorar a interação do usuário, a personalização e a conectividade. A integração de inteligência artificial ao Metaverso permite a criação de ambientes virtuais que respondam dinamicamente às ações, preferências e comportamentos dos usuários.

Explorar o Metaverso seria semelhante a navegar por um amplo universo digital interconectado, em que os usuários poderiam interagir entre si em tempo real, participar de atividades e criar seus próprios espaços virtuais. Essa mudança de paradigma na interação digital é especialmente promissora para vários setores, destacando-se a educação e o ensino a distância (Yue, 2022). O Metaverso apresenta uma oportunidade para transformar o cenário da educação e em especial a educação a distância. Modelos tradicionais de educação, muitas vezes, são limitados por barreiras físicas, recursos escassos e desafios de acessibilidade. No entanto, com o advento do Metaverso, a educação poderia transcender essas limitações, proporcionando uma experiência de aprendizado mais inclusiva, interativa e envolvente (Weng *et al.*, 2023).

Portanto, em um ambiente educacional habilitado para o Metaverso, os estudantes podem frequentar salas de aula virtuais, participar de simulações imersivas de aprendizado e colaborar com colegas e educadores de todo o mundo. Essa inovação transcende as limitações das barreiras geográficas e se alinha à variedade de preferências de aprendizagem, tornando a educação mais personalizada e adaptável às necessidades individuais (Zhao, 2023). Além disso, o Metaverso viabiliza a criação de bibliotecas virtuais, laboratórios e espaços culturais virtuais, enriquecendo a experiência educacional para além das fronteiras convencionais. Os estudantes podem explorar eventos históricos, realizar experimentos virtuais e até visitar museus, tudo em ambientes preparados para uma melhor experiência digital. Assim, essa transição em direção a um cenário educacional de realidade virtual significaria uma mudança de paradigma que pode redefinir a maneira como adquirimos conhecimento e habilidades, abrindo caminho para uma sociedade mais interconectada (Dionisio *et al.*, 2013).

Este artigo discute o Metaverso como potencial Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para ensino a distância. Assim, em primeiro momento apresenta-se na Seção 2 a *Internet* 3.0, infraestrutura necessária para que o Metaverso possa ser implementado como AVA e se desenvolva. Após, na Seção 3, apresenta-se a definição de Metaverso e a sua relação com a *Internet* 3.0. Na Seção 4, discutem-se as implicações do Metaverso Educacional. Apresentam-se os desafios e as tendências dessa intersecção na Seção 5. Finaliza-se, na Seção 6, com as conclusões.

2. Internet 3.0

A trajetória da *internet* é marcada por etapas evolutivas distintas, cada uma definida por inovações tecnológicas, aprofundamento da interação dos usuários e transformações no ambiente digital. A era inicial, conhecida como *Internet 1.0* ou *Web 1.0*, também referida como “*web* estática” ou “*web* de leitura”, emergiu nos primeiros anos da década de 1990. Neste período, a *internet* era primordialmente um vasto depósito de informações, hospedando páginas *web* fixas que cooperavam para uma comunicação unidirecional. O foco estava em tornar o conhecimento amplamente acessível a usuários em todo o mundo, abrindo o caminho para uma distribuição de informações em escala global (Pignolet, 2023).

A transição para a *Internet 2.0*, conhecida como a “*web* dinâmica” ou “*leitura e escrita*” (ou *Web 2.0*), ocorreu por volta de meados dos anos 2000. Esta nova fase caracterizou-se pelo surgimento de conteúdos interativos, gerados pelos próprios usuários, fomentando um ambiente de colaboração e interação social. Plataformas de mídia social, *blogs* e *wikis* tornaram-se proeminentes, permitindo que os usuários criassem e compartilhassem conteúdo em tempo real. Assim, a *Internet 2.0* inaugurou uma era de engajamento digital, proporcionando uma experiência digital mais participativa e interconectada, na qual os usuários, não só consomem conteúdo, mas também contribuem ativamente para a elaboração de conteúdo online (Pignolet, 2023; Agarwal; Sastry, 2022).

À medida que a tecnologia continuou a avançar, emergiu o conceito de *Internet 3.0*, também conhecida como “*web* semântica” (ou *Web 3.0*). Como característica desta nova *web* está a capacidade de gerar sistemas mais inteligentes capazes de interpretar dados de maneira mais significativa (Pignolet, 2023; Cabage; Zhang, 2013). Essa fase é caracterizada por uma conectividade aprimorada, empregando inteligência artificial, aprendizado de máquina e a integração de diversas tecnologias emergentes. Esta evolução preconiza uma *web* onde as informações sejam não apenas acessíveis, mas também inteligíveis para máquinas, capacitando-as a oferecer suporte aos usuários de maneira mais eficiente, como apontado por Zapater (2014).

A Figura 1 ilustra o progresso da *Internet*, destacando suas principais características em cada fase de desenvolvimento. As tecnologias habilitadoras para a *Internet 3.0* incluem Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), que auxiliam em termos de visualização e interação dentro deste ambiente virtual. Adicionalmente, a *Internet* das Coisas (IoT), a Computação em Nuvem e a Computação em Borda, no que se refere ao gerenciamento do fluxo de dados entre os usuários e os centros de processamento. A *blockchain* é empregada para garantir a segurança das transações e a propriedade de ativos digitais, buscando estabelecer um ambiente de confiança no Metaverso. Simultaneamente, a inteligência artificial dinamiza as interações dos usuários e cria simulações que podem ser cada vez mais próximas da realidade ou idealizadas, tornando-se hiper ou hipo-realistas, conforme a imaginação humana e as capacidades técnicas de *design* visual (Mendki, 2019).

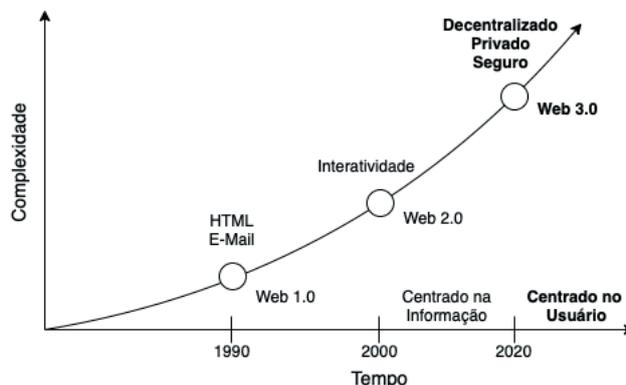


Figura 1 – Evolução da *Internet*.

Fonte: Imagem dos autores.

Contudo, a transição para a *Internet* 3.0 traz consigo alguns desafios. Questões relacionadas à privacidade de dados, segurança e uso ético de tecnologias avançadas representam preocupações de grande relevância. A questão da interoperabilidade, que diz respeito à capacidade de sistemas e padrões diversos trabalharem juntos, também representa um obstáculo, dificultando a integração fluida entre plataformas e dispositivos.

Olhando para o futuro, várias tendências estão influenciando a materialização da *Internet* 3.0. Por exemplo, a computação em borda, que propõe o processamento de dados próximo da fonte ao invés de depender exclusivamente de servidores em nuvem centralizados, ganha destaque para um processamento de dados mais ágil e eficiente. Paralelamente, a tecnologia 5G é importante para elevar os padrões da conectividade, facilitando a transferência de dados mais rápida e suportando o crescente número de dispositivos conectados.

A implementação da *Internet* 3.0 pode transformar setores, incluindo o que se compreende como ambiente virtual de aprendizagem no contexto do ensino à distância. A integração de sistemas inteligentes, algoritmos de aprendizado personalizado e tecnologias de realidade virtual podem redefinir a experiência educacional. Por meio da *Internet* 3.0 é possível desenvolver plataformas de aprendizado adaptativas, que se ajustam às necessidades e preferências de aprendizagem de cada estudante, oferecendo um conteúdo personalizado. Ambientes virtuais de sala de aula, simulações interativas e espaços colaborativos online podem proporcionar uma experiência de aprendizado mais engajadora e eficaz, superando os obstáculos encontrados nos métodos convencionais de ensino a distância.

Em conclusão, a evolução da *internet* de 1.0 para 3.0 representa uma progressão em direção a um ambiente digital mais sofisticado, interconectado e centrado no usuário. Embora a *Internet* 3.0 abra portas para inovações empolgantes, é importante abordar os desafios relacionados à privacidade, segurança e considerações éticas para sua implementação efetiva.

3. Metaverso

O conceito de Metaverso transformou-se substancialmente, evoluindo de uma simples ideia de ficção científica para um espaço digital tangível e transformador que redefine a forma como interagimos com o mundo virtual. Originalmente, cunhado por Neal Stephenson no seu romance de ficção científica de 1992, "*Snow Crash*", o termo Metaverso refere-se a um espaço virtual compartilhado coletivo e imersivo, resultante da convergência da realidade física e virtual (Almoqbel *et al.*, 2022). Este espaço compartilhado é acessado pelos usuários por meio da *internet* e abrange um leque amplo de tecnologia, incluindo realidade virtual, realidade aumentada e representações tridimensionais da *web*.

A história do Metaverso remonta às origens da *internet* e ao surgimento dos primeiros jogos *online multiplayer*, marcando o início de uma era de expansão tecnológica que enriqueceu as possibilidades dentro dos mundos virtuais. Essa evolução permitiu o desenvolvimento de espaços digitais envolventes, onde os indivíduos podem interagir, estabelecer relações sociais e realizar atividades comerciais. Um marco neste desenvolvimento foi o lançamento do *Second Life*, em 2003, uma das plataformas pioneiras a oferecer um ambiente virtual colaborativo, em que os usuários poderiam criar e interagir (Varvello; Voelker, 2010).

Apesar dos progressos tecnológicos acelerados, vários desafios ainda impedem a completa realização do Metaverso. Questões técnicas, como latência e restrições de largura de banda, comprometem a integração fluida de espaços virtuais e físicos (Lyu; Tripathi; Siviraman, 2023). A Latência diz respeito à diferença de tempo entre o início de uma comunicação e o tempo da resposta produzida, e a largura de banda, por sua vez, refere-se à capacidade de transmissão de um dado entre origem e destino. A questão da padronização de protocolos e a interoperabilidade entre diferentes plataformas virtuais são desafios a serem superados, dificultando a criação de um ecossistema coeso, em que a navegação entre endereços

virtuais distintos seja tão fluida quanto o deslocamento no espaço geográfico. Além disso, preocupações com a privacidade e a segurança também são relevantes, uma vez que o Metaverso envolve a troca de dados pessoais e ativos digitais (Lyu; Tripathi; Siviraman, 2023), pois, devido à sua natureza altamente interativa e imersiva, pode replicar e estender muitos aspectos da vida real dentro de um ambiente virtual, aumentando os riscos associados à proteção de informações.

No contexto da educação, o Metaverso revela-se como um terreno promissor de aplicações, especialmente no ensino à distância. As plataformas tradicionais de educação *online* estão evoluindo para salas de aula virtuais imersivas, propiciando um ambiente em que estudantes e professores podem colaborar em tempo real, participar de simulações e engajar-se em experiências de aprendizado práticas. Dessa maneira, o Metaverso pode elevar o padrão do ensino *online*, proporcionando um ambiente dinâmico e interativo que transcende as limitações do aprendizado *online* tradicional, oferecendo uma experiência educacional mais envolvente e personalizada.

As tendências na implementação do Metaverso na educação abrangem o desenvolvimento de *campi* virtuais, como na University of Maryland¹, que permitem aos estudantes navegarem por representações digitais de instituições físicas, assistir a palestras virtuais e interagir com colegas e professores de maneira mais dinâmica. Os laboratórios de realidade virtual permitem com que os alunos possam conduzir experimentos em um ambiente simulado, fomentando o aprendizado prático em campos como ciência e engenharia, conforme desenvolvido pela *Universidad de Navarra*², na Espanha, ou reduzindo riscos cirúrgicos, simulando cirurgias conforme desenvolvido pela Universidade de *Stanford*³. Ademais, a integração de *chatbots* impulsionados por IA e assistentes virtuais aprimora a experiência de aprendizado, fornecendo suporte e orientação customizados aos discentes.

Em uma perspectiva mais abrangente, o Metaverso se alinha ao conceito de *Internet 3.0*, que vislumbra uma *web* descentralizada e centrada no usuário, empregando a tecnologia *blockchain* para conferir aos indivíduos maior autonomia sobre seus dados e identidades digitais. O Metaverso, como componente integral da *Internet 3.0*, estende esse paradigma descentralizado a espaços virtuais, permitindo que os usuários possuam e negociem ativos digitais, incluindo propriedades virtuais e itens de jogos. A Tabela 1 delinea definições e propriedades de comparativos entre a *Internet 3.0* e o Metaverso, ilustrando suas propriedades distintas e complementares. Tais definições e propriedades mostram que existe uma dependência da maturidade da infraestrutura para que aplicações do Metaverso possam ser totalmente utilizadas nos processos de ensino e aprendizagem.

A interconexão entre a *Internet 3.0*, o Metaverso e o ensino à distância estabelecem uma relação simbiótica. A *Internet 3.0* proporciona a infraestrutura segura e descentralizada que sustenta o Metaverso, assegurando maior confiabilidade e transparência nas interações dentro desses espaços virtuais. Quando integrado ao Metaverso, o ensino à distância se beneficia dos recursos imersivos para superar a distância física entre estudantes e educadores, fomentando um cenário educacional mais inclusivo e acessível.

1 <https://www.umgc.edu/blog/umgc-jumps-into-the-metaverse>

2 <https://tecnun.unav.edu/noticias/-/contents/23/11/2022/tecnun-apuesta-por-una-ensenanza-en-realidad-virtual/content/Hy05yqXifLy0/42093356>

3 https://web.stanford.edu/group/salisbury_robotx/cgi-bin/salisbury_lab/?page_id=383

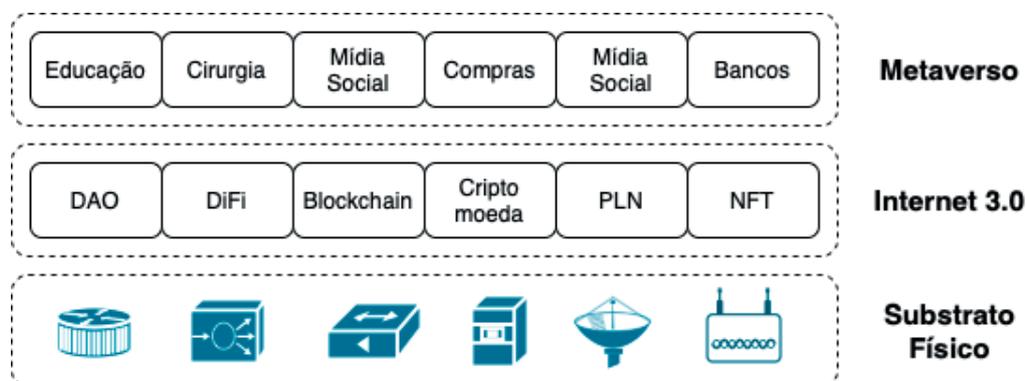
Tabela 1 – Comparação entre Internet 3.0 e Metaverso.

| Tópicos | Internet 3.0 | Metaverso |
|---------------------------|--|--|
| Definição | Interação via Internet com rede <i>online</i> descentralizada, em que os usuários controlam seu próprio material criado. | Ambiente digital que fortalece digitalmente a realidade física em ambientes virtuais persistentes. |
| Onde? | Aplicável sobre toda a <i>Internet</i> . | Ainda em desenvolvimento, com potenciais áreas de aplicação ainda em discussão. |
| Como? | Redes par-a-par gerenciadas por <i>blockchain</i> . | Realidade virtual, realidade aumentada, realidade estendida. |
| O quê? | Sistema democrático em rede sem controle de permissões. | Jogos virtuais, Cirurgia a distância, Eventos sociais, Educação a distância . |
| Tecnologias Habilitadoras | <i>Blockchain</i> e criptomoedas Token não-fungível (NFT) Organização Autônoma Descentralizada (DAO) Finanças Descentralizadas (DeFi) | Tecnologias de conectividade Interface humana Tecnologia de descentralização |

Fonte: Tabela dos autores.

A Figura 2 ilustra o ecossistema tecnológico que suporta as funcionalidades do Metaverso, incluindo a infraestrutura física de dispositivos responsáveis pelo processamento, armazenamento e transmissão de dados. Sustentadas por essa infraestrutura robusta, as aplicações do Metaverso podem oferecer uma ampla variedade de serviços, enriquecendo a Qualidade de Experiência (QoE) aos usuários.

Portanto, o Metaverso pode representar uma mudança na percepção acerca dos ambientes digitais, assim como nas formas de interação com esses espaços. Impulsionado por tecnologias avançadas e pela evolução contínua da *internet*, destaca-se pela sua capacidade de ressignificar a educação por meio de experiências imersivas e interativas.

**Figura 2 – Infraestrutura do Metaverso.**

Fonte: Imagem dos autores.

À medida que a jornada em direção à *Internet* 3.0 continua, a integração do Metaverso e do ensino a distância possivelmente irá remodelar o panorama educacional, superando barreiras geográficas e inaugurando uma nova era marcada por experiências de aprendizagem colaborativas e adaptadas às necessidades individuais.

4. Metaverso Educacional

O Metaverso Educacional emerge como uma inovação disruptiva no domínio do ensino a distância, tendo um mosaico de tecnologias avançadas para forjar experiências de aprendizado que são ao mesmo tempo imersivas e interativas. Este conceito deriva da fusão de realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA), inteligência artificial (IA) e outras tecnologias emergentes, visando transcender as limitações da educação online tradicional.

As raízes do Metaverso Educacional remontam ao início dos anos 2000, época em que mundos virtuais e plataformas de jogos *online* começaram a ganhar popularidade. À medida que a tecnologia amadureceu, a comunidade educacional e os especialistas em tecnologia reconheceram a potencialidade desses ambientes virtuais para fins educativos. Esse movimento foi impulsionado com a ascensão dos dispositivos de RV e RA, que propiciaram aos usuários interagir com conteúdos digitais em ambientes tridimensionais (Garcia *et al.*, 2023).

Uma das principais forças motrizes por trás do desenvolvimento do Metaverso Educacional decorre, principalmente, do desejo de criar uma experiência de aprendizado mais envolvente e dinâmica. A educação a distância, em sua forma convencional, enfrenta frequentemente desafios para manter o interesse dos alunos e promover interações significativas. Ao introduzir um cenário imersivo, o Metaverso pode superar tais obstáculos, possibilitando que os estudantes se engajem ativamente em ambientes virtuais que simulam salas de aula, laboratórios e projetos colaborativos.

Mais do que transpor as salas de aula físicas para o ambiente digital, o Metaverso Educacional representa uma mudança de paradigma na forma como o ensino é ministrado, permitindo que os discentes explorem simulações que mimetizam a realidade, conduzam experimentações complexas com riscos controlados e custos reduzidos, e colaborem com pares situados em diferentes partes do globo. A integração de IA aprimora essa experiência ao personalizar trajetórias de aprendizado, adaptar conteúdo às necessidades individuais e fornecer *feedback* em tempo real (Guillen-Yparrea; Ramirez-Montoya, 2023).

A ascensão do Metaverso Educacional também foi impulsionada pela transição global em direção ao ensino remoto, uma mudança precipitada pela circunstância sem precedentes da pandemia da COVID-19. Diante desse cenário, instituições educacionais em todo o mundo foram compelidas a explorar soluções inovadoras para garantir a continuidade do processo educativo, resultando em um aumento significativo de investimentos e de interesse no Metaverso Educacional.

À medida que esse conceito continua a evoluir, os profissionais da educação estão explorando estratégias para superar desafios relacionados à acessibilidade, à inclusão e à disparidade digital. Há um esforço contínuo para garantir que os benefícios do Metaverso Educacional sejam acessíveis a aprendizes de todas as origens, independentemente das barreiras geográficas ou socioeconômicas.

Entretanto, o Metaverso Educacional enfrenta seus próprios desafios, incluindo questões ligadas à privacidade, segurança e ao risco de a tecnologia vir a substituir aspectos fundamentais do ensino tradicional. Tais preocupações exigem uma abordagem cautelosa e deliberada. Apesar disso, se bem implementado, o Metaverso Educacional pode tornar a educação mais interativa, acessível e alinhada aos diferentes estilos de aprendizado.

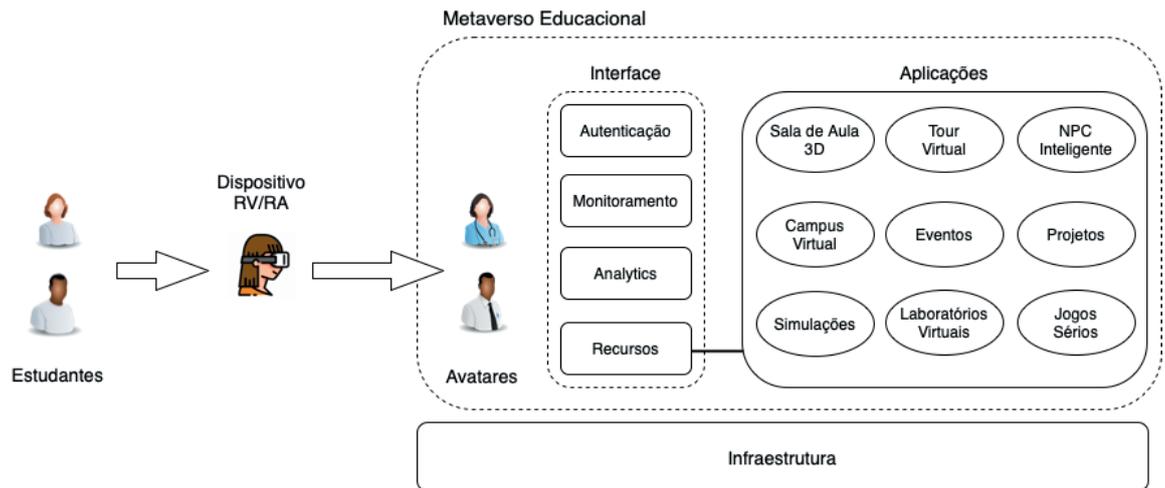


Figura 3 – Arquitetura do Metaverso Educacional.

Fonte: Imagem dos autores.

A Figura 3 apresenta uma arquitetura idealizada no Metaverso Educacional. Neste ambiente, os estudantes, por meio dos dispositivos (inclusive dispositivos vestíveis) que permitem imersão em ambientes virtuais, tornam-se avatares do Metaverso. Para viabilizar esta transformação, são necessárias interfaces que realizem autenticação do usuário por meio de sistemas de controle de acesso, bem como monitoramento das atividades educacionais para assegurar o acompanhamento das trajetórias formativas. Além disso, recursos *analytics*, apoiados por inteligência artificial, são empregados para recomendar aplicações e ajustar os itinerários de aprendizagem, complementando o acesso a um grande portfólio de recursos didáticos no Metaverso Educacional. Esses recursos são aplicações voltadas ao ensino, os quais permitem com que os avatares possam interagir dentro deste ambiente. Todo esse ecossistema é sustentado por uma infraestrutura robusta e escalável, como descrita na Figura 2, que permite acesso rápido às diversas aplicações.

Dessa forma, o Metaverso Educacional representa uma mudança transformadora no cenário do ensino a distância, oferecendo um vislumbre do futuro da educação. Com o contínuo avanço tecnológico e a adaptabilidade da sociedade a novas formas de interação, o Metaverso Educacional está posicionado para oferecer uma experiência de aprendizado imersiva, dinâmica e inclusiva para aprendizes em todo o mundo.

5. Desafios e Tendências do Metaverso Educacional

A interseção entre a educação a distância e o emergente Metaverso apresenta um cenário marcado por oportunidades e grandes desafios. À medida que exploramos essa nova fronteira digital, torna-se evidente que há um vasto caminho para enriquecer as experiências educacionais por meio de imersões virtuais. Contudo, alcançar uma harmonia entre essas tecnologias apresenta intrincadas complexidades.

Um dos desafios principais reside em garantir que o acesso seja universal e inclusivo. O Metaverso, com seu foco em realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA), pode inadvertidamente criar barreiras para pessoas com limitações. É importante desenvolver ambientes de aprendizado que sejam estimulantes e, simultaneamente, acessíveis a uma ampla gama de estilos e necessidades educacionais. Encontrar um equilíbrio entre inovação tecnológica e inclusão é uma tarefa delicada, exigindo a incorporação de princípios de *design* universal na estrutura da educação baseada no Metaverso (Mogavi *et al.*, 2023).

Ademais, a própria natureza do Metaverso levanta preocupações sobre equidade digital. A disparidade no acesso ao *hardware*, *software* e conexões à *internet* estáveis pode limitar a participação de alguns estudantes em experiências educativas imersivas.

Superar essa divisão digital torna-se fundamental para prevenir o agravamento das desigualdades educacionais existentes (Silva; Vaz; Freitas, 2023). O desafio não está apenas em fornecer acesso e permanência, mas também em garantir que sejam equitativos, promovendo um ambiente em que todos os alunos, independente de suas condições socioeconômicas, possam participar significativamente no panorama educacional impulsionado pelo Metaverso.

Preocupações com segurança e privacidade também são prementes no Metaverso, especialmente no contexto da educação a distância (Tariq; Abuadbba; Moore, 2023). A coleta e utilização de grandes volumes de dados para personalizar as experiências de aprendizado podem, sem intenção, comprometer inadvertidamente a privacidade dos alunos. Encontrar um equilíbrio entre personalização orientada por dados e proteção de informações sensíveis é um desafio contínuo. As instituições educacionais precisam estabelecer protocolos de segurança e diretrizes éticas sólidas para navegar nas intrincadas questões éticas da educação baseada no Metaverso (Tariq; Abuadbba; Moore, 2023).

Além disso, é desafiador replicar a profundidade das interações presenciais no Metaverso, fazendo com que os educadores busquem métodos inovadores para fomentar um senso de comunidade e colaboração entre os estudantes. Construir uma comunidade de aprendizagem engajada no ambiente digital requer esforços intencionais para transcender as barreiras das interações virtuais. Esses esforços para construir um ambiente socialmente adequado promovem discussões e estabelecem protocolos claros para a utilização dos recursos, além de prever punições em casos de *bullying* e outras condutas inadequadas⁴. Além disso, a formação contínua dos mediadores sobre como identificar e lidar com situações de *bullying* é fundamental para garantir que as ações sejam tomadas de forma rápida e eficaz.

Apesar desses obstáculos, o Metaverso apresenta tendências para a educação a distância. A natureza imersiva e interativa dos ambientes virtuais pode revolucionar abordagens pedagógicas tradicionais. Educadores têm a oportunidade de projetar simulações realísticas que promovam a aprendizagem experiencial, ultrapassando as limitações das salas de aula físicas. Elementos de gamificação e narrativas interativas podem ser integradas de forma natural, tornando a aprendizagem uma experiência dinâmica e envolvente.

O Metaverso, também, abre caminho para uma colaboração global e intercâmbio cultural. Estudantes de diferentes partes do mundo podem se reunir em um espaço virtual compartilhado, derrubando barreiras geográficas e promovendo um ambiente educacional diversificado e inclusivo. Este aspecto do Metaverso pode democratizar a educação, tornando acessíveis recursos pedagógicos de alta qualidade a estudantes de todos os cantos do planeta.

A integração da educação a distância com o Metaverso é uma jornada marcada por desafios e tendências que demandam uma análise cuidadosa. Superar as dificuldades relacionadas à inclusão, à equidade digital, à segurança e à formação de comunidade é essencial para o desenvolvimento bem-sucedido de um modelo educacional baseado no Metaverso. Aproveitar as oportunidades deste domínio, ao mesmo tempo em que se enfrentam esses obstáculos, podem moldar o futuro da educação a distância de maneiras que redefinam os limites dos paradigmas tradicionais de aprendizado.

6. Conclusão

A integração da educação a distância com o Metaverso deve ser considerada para inovações e mudanças no setor educacional. No entanto, também enfrenta desafios, como a necessidade de assegurar acessibilidade e inclusão para todos os alunos, indo além do visual para atender diversas necessidades

4 https://fsi9-prod.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2023-06/public_meta_community_forum_final_report_-_stanford_ddl_1.pdf

de aprendizagem. A equidade digital é uma preocupação importante, sendo fundamental garantir acesso justo às tecnologias, para prevenir o aumento das desigualdades na educação. Ademais, segurança e privacidade dos dados dos estudantes requerem um cuidado especial para equilibrar a personalização do ensino com a proteção de informações pessoais.

Apesar desses desafios, o Metaverso pode oferecer novas possibilidades para a educação, permitindo simulações imersivas e experiências de aprendizado além das salas de aula tradicionais. A inserção de gamificação e narrativas interativas pode enriquecer e dinamizar o ensino, enquanto a colaboração global e o intercâmbio cultural possibilitam ampliar fronteiras educacionais, promovendo um ambiente de aprendizado mais diverso e interativo.

Portanto, a combinação da educação a distância com o Metaverso representa um avanço promissor, trazendo tanto desafios quanto oportunidades para transformar a educação. Para aproveitar plenamente essas oportunidades, é necessário um comprometimento com a inclusão, equidade, segurança e formação de comunidades engajadas, estabelecendo um futuro otimista para a educação no ambiente digital.

Biodados e contatos dos autores



SACHETE, A. S. é professora da área de Letras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Alegrete. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) da UFRGS. Tem interesses de pesquisa em TICs na Educação e no Ensino. Atualmente, desenvolve pesquisa sobre a Aprendizagem Adaptativa em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Participa do Grupo de Pesquisa em Trajetórias de Aprendizagem em Hiperdocumentos Ubíquos (TRAPHU) do PPGIE.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2226-3322>

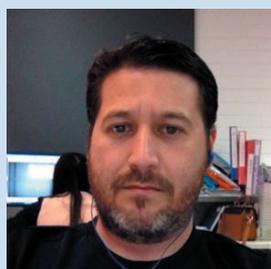
E-mail: andrea.sachete@iffarroupilha.edu.br



LOIOLA, A. V. S. F. é professora do Departamento de pedagogia e teologia na Universidade Unigranrio Afa. Doutora em Informática na Educação (PPGIE) da UFRGS. Seus interesses de pesquisa incluem formação de professores, letramento digital com ênfase para o uso de ferramentas digitais na aprendizagem, alfabetização científico-tecnológica na educação Básica. Participa do Grupo de pesquisa Trajetória de Aprendizagem em Hiperdocumentos Ubíquos (TRAPHU) do PPGIE.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2418-3393>

E-mail: alba.portugues@gmail.com



ROSSI, F. D. é professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Alegrete, Doutor em Ciência da Computação pela PUCRS (2016) com período sanduíche no Cloud Computing and Distributed Systems (CLOUDS) Lab da University of Melbourne, Austrália (2014 –2015). Bolsista de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq –Nível 2.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2450-1024>

E-mail: fabio.rossi@iffarroupilha.edu.br



GOMES, R. S. é professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, PPGIE/UFRGS. Doutora em Linguística Aplicada pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos e em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seus interesses de pesquisa incluem educação, tecnologias e cognição, com foco em EaD, E-learning, educação internacional, linguagem e comunicação digital, recursos educacionais digitais e avaliação da aprendizagem.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9497-513X>

E-mail: raquel.salcedo@ufrgs.br

Referências Bibliográficas

- AGARWAL, V.; SASTRY, N. 2022. **“Way back then”: A Data-driven View of 25+ years of Web Evolution.** In Proceedings of the ACM Web Conference 2022 (WWW '22). New York, NY, USA, 3471–3479.
- ALMOQBEL *et al.*. 2022. **The Metaverse: A Systematic Literature Review to Map Scholarly Definitions.** In Companion Publication of the 2022 Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing (CSCW'22 Companion). New York, NY, USA, 80–84.
- CABAGE, N; ZHANG, S. 2013. **Web 3.0 has begun.** *interactions* **20, 5** (September + October 2013), 26–31.
- CENA, F.; FARZAN, R.; LOPS, P. 2009. **Web 3.0: merging semantic web with social web.** In **Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia (HT '09).** New York, NY, USA, 385–386.
- CHEN *et al.*. 2023. **Web3 Metaverse: State-of-the-Art and Vision.** *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* **20, 4**, Article 101 (April 2024), 42 pages.
- DIONISIO *et al.*. 2013. **3D Virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities.** *ACM Comput. Surv.* **45, 3**, Article 34 (June 2013), 38 pages.
- GAN *et al.*. 2023. **Web 3.0: The Future of Internet.** In Companion Proceedings of the ACM Web Conference 2023 (WWW '23 Companion). New York, NY, USA, 1266–1275.
- GARCIA *et al.*. 2023. **Remodeling a Mobile Educational Metaverse Using a Co-Design Approach: Challenges, Issues, and Expected Features.** In Proceedings of the 7th International Conference on Education and Multimedia Technology (ICEMT '23). New York, NY, USA, 47–54.
- GUILLEN-YPARREA, N.; RAMIREZ-MONTOYA, M. 2023. **The Use of Metaverse for Intercultural Collaboration in Higher Education.** In Proceedings of the 22nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '23). New York, NY, USA, 580–582.
- LIM, C. T. 2024. **Transforming Healthcare with Smart Wearables and the Health Metaverse.** In Proceedings of the IEEE 37th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), Austin, TX, USA, 2024, p. 80-81.
- LYU, M.; TRIPATHI, R.D.; SIVIRAMAN, V.; 2023. **MetaVRadar: Measuring Metaverse Virtual Reality Network Activity.** *Proc. ACM Meas. Anal. Comput. Syst.* **7, 3**, Article 55 (December 2023), 29 pages.
- MENDKI, P. 2019. **Blockchain Enabled IoT Edge Computing.** In: Proceedings of the 2019 International Conference on Blockchain Technology (ICBCT 2019). New York, NY, USA, 66–69.
- MOGAVI *et al.* 2023. **Envisioning an Inclusive Metaverse: Student Perspectives on Accessible and Empowering Metaverse-Enabled Learning.** In Proceedings of the Tenth ACM Conference on Learning @ Scale (L@S '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 346–353.

- PIGNOLET, Y. 2023. **Internet Computer Protocol: democratic evolution of a web3 platform.** In Proceedings of the 17th ACM International Conference on Distributed and Event-based Systems (DEBS '23). New York, NY, USA, 4.
- SILVA, E.C.M.; VAZ, J.C.; FREITAS, A.R. 2023. **Metaverse as dispute: challenges for a state action agenda.** In Proceedings of the 16th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV '23). New York, NY, USA, 9–15.
- TARIQ, S.; ABUADBBA, A.; MOORE, K. 2023. **Deepfake in the Metaverse: Security Implications for Virtual Gaming, Meetings, and Offices.** In Proceedings of the 2nd Workshop on Security Implications of Deepfakes and Cheapfakes (WDC '23). New York, NY, USA, 16–19.
- VARVELLO, M.; VOELKER, G.M. 2010. **Second life: a social network of humans and bots.** In: Proceedings of the 20th international workshop on Network and operating systems support for digital audio and video (NOSSDAV '10). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–14.
- VOŠTINÁR, P., DOBROTA, R. 2022. **Minecraft as a Tool for Teaching Online Programming.** In: Proceedings of the 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia, pp. 648-653.
- XU *et al.* 2022. **Metaverse: The Vision for the Future.** In Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '22). New York, NY, USA, Article 167, 1–3.
- WENG *et al.* F.I. 2023. **Research on the innovative integration application of metaverse and education.** In Proceedings of the 9th International Conference on Education and Training Technologies (ICETT '23). New York, NY, USA, Article 18, 1–6.
- WIYONO *et al.* 2023. **The Influence of Using WhatsApp, Zoom, and Google Meet as Group-Based Online Communication Techniques on the Performance of School Administrative Staff.** In Proceedings of the 9th International Conference on Education and Technology (ICET), Malang, Indonesia, pp. 169-173.
- YUE, K. 2022. **Breaking down the Barrier between Teachers and Students by Using Metaverse Technology in Education: Based on A Survey and Analysis of Shenzhen City, China.** In: Proceedings of the 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning (IC4E '22). New York, NY, USA, 40–44.
- ZAPATER, J.J.S. 2014. **From web 1.0 to web 4.0: the evolution of the web.** In Proceedings of the 7th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS '14). New York, NY, USA, Article 2, 1.
- ZHAO, L. 2023. **Study on the Recent Development of Metaverse Application in College Teaching.** In Proceedings of the 2023 8th International Conference on Distance Education and Learning (ICDEL '23). New York, NY, USA, 30–35.
- ZHU *et al.* 2022. **Unified Audio-Visual Saliency Model for Omnidirectional Videos with Spatial Audio.** In Proceedings of the IEEE Transactions on Multimedia, vol. 26, pp. 764-775.