

Metaverso, A corrida para uma nova terra prometida

Pablo Sáez Núñez

**FUTURE
AT HEART**

índice

1. Metaverso, a jornada para a conquista da nova terra prometida

1.1 O que é o metaverso?

1.2 O que é não é o metaverso?

2. Desafios

3. Desafios Tecnológicos

3.1 Realidade Estendida

3.2 Experiência do Usuário

3.3 IOT | Robótica

3.4 Inteligência Artificial

3.5 Blockchain

3.6 Visão Computacional

3.7 Edge Computing

3.8 Cloud

3.9 Network

4. Impactos Sociais, Econômicos e Éticos

4.1 Avatares

4.2 Criação de Conteúdo

4.3 Economia virtual

4.4 Aceitação Social

4.5 Confiança e Responsabilidade

5. Final

6. Referências

1.

Metaverso, a jornada para a conquista da nova terra prometida

**FUTURE
AT HEART**

1. Metaverso, a jornada para a conquista da nova terra prometida



O que (e o que não) é o Metaverso; por que o Facebook aposta o seu futuro nele; e quais os desafios tecnológicos e sociais este novo mundo apresenta para a sociedade e os negócios.

No dia 22 de abril de 1889, ao meio-dia, 50 mil pessoas correram para disputar lotes de 8 mil quilômetros quadrados de terra virgem recém “retiradas” dos índios na área onde atualmente fica Oklahoma, nos Estados Unidos. O episódio entrou para a história como Land Rush e foi muito retratado nas telas (como o filme *Um Sonho Distante* <https://www.youtube.com/watch?v=jFrVoG-edFc>).

Pode-se dizer que a corrida iniciada no dia 28 de outubro de 2021 tem alguma semelhança com a Land Rush, embora de uma forma muito mais discreta. Nesse dia, Mark Zuckerberg, fundador do Facebook, anunciou que a rede social que criou foi como Meta e que irá conectar as pessoas no Metaverso.

Ainda que o conceito de Metaverso não seja novo nem tenha sido criado por Zuckerberg,

provavelmente nos lembraremos de 28 de outubro como o início formal de uma nova corrida para a conquista de uma nova terra prometida que, como explicaremos ao longo deste texto, é o que afinal está por trás do conceito Metaverso.

1.1 O que é um Metaverso?

METAVERSO

vem do prefixo "meta" que significa transcendente, e da palavra "universo", descrevendo um mundo virtual.

Metaverso vem da junção do prefixo "meta", que significa transcendente, com a palavra "universo", e descreve um mundo virtual e sintético interconectado ao mundo físico. O termo apareceu pela primeira vez no livro Snowcrash, de Neal Stephenson. Mas o fato é que a existência de mundos virtuais "habitáveis" existe há muito tempo na cultura e nos nossos sonhos. Começando com o filme Tron, de 1982, até o mais atual Real Player One, passando pelo clássico Matrix. Essa ideia também foi representada em inúmeros games, como PKXD, Roblox e Fortnite, em que, representados por avatares, passeamos, trabalhamos e combatemos em mundos virtuais.

Desde a largada do dia 28, diversas empresas têm lançado produtos como se eles já estivessem inseridos no Metaverso. Por exemplo, avatares 3D para aplicativos de videoconferências.

Mas avatares 3D, mundos virtuais, realidade virtual etc. não são algo novo para nós. Então, por que tanto barulho midiático e este foco no mundo dos negócios? Que há de novo por trás deste conceito?

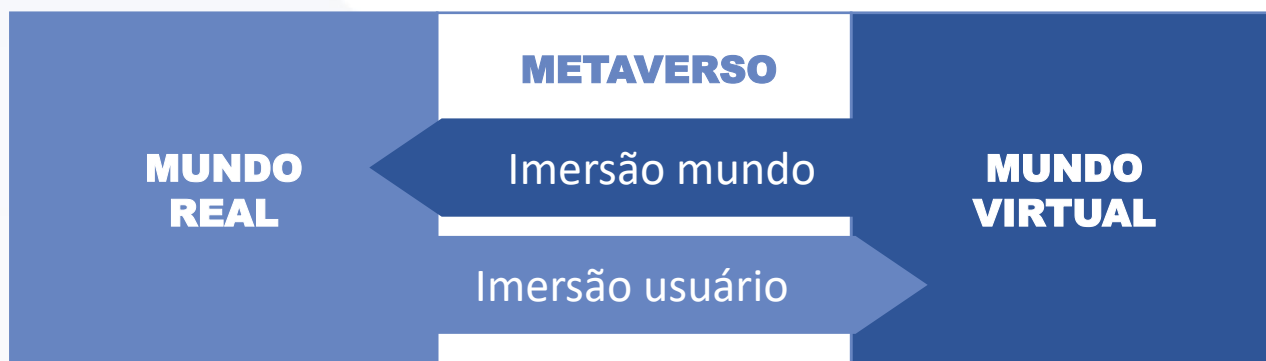
A chave está na palavra interconexão.

O Metaverso é a nova internet, a internet interativa 3D. No princípio, as páginas web eram basicamente para leitura de textos e visualização de imagens. Não havia outra forma de interação. Posteriormente, surgiram sites onde o usuário podia escrever e colaborar, aumentando um nível o grau de interação – assim como aumentaram as capacidades multimídia. Foi a denominada web 2.0. A chamada Web 3.0 inclui a personalização na interação. Os sites se adaptam ao usuário, apresentando versões específicas de interesse.

A próxima versão da internet terá um nível de interação superior; deixará de ser um mundo 2D para criar um mundo 3D. É a Spatial Web, que se conectará e integrará com nosso mundo físico de forma natural e contínua (os ingleses usam o termo seamless), permitindo a interação com entidades virtuais "trazidas" para o nosso mundo real, da mesma forma que poderemos "entrar" no mundo virtual e interagir nele com "objetos" virtuais.

É como se nós pudéssemos atravessar a tela dos nossos computadores em e interagir com o outro lado, a interação nesta nova internet é totalmente imersiva. E, da mesma forma, o virtual atravessando a fronteira para o nosso real.

1.1 O que é um Metaverso?



Alguém pode pensar, com razão, que já existem experiências de realidade virtual, com capacetes, fones etc. que permitem maior imersão. Mas o Metaverso vai além. Primeiro, porque, como dissemos, permitirá uma imersão do real no virtual e do virtual no real. E, segundo, porque essa imersão ocorrerá num nível que ainda só vemos na ficção.

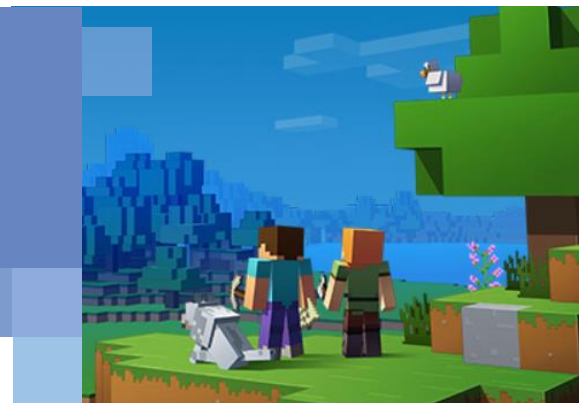
Para que isso se torne realidade, é preciso capacidades – mais tecnologia e mais experiências – que, hoje, estamos longe de ter. Para conseguir essa interação bidirecional entre os dois mundos, e para que possamos navegar e interagir através deles, serão necessários:

- **Digital Model:** Réplicas fiéis de objetos e pessoas reais no mundo virtual, porém desconectadas.
- **Digital Shadow:** Um digital model **conectado** mediante dados com sua contraparte real, de forma que todas as mudanças no mundo real se refletem no virtual.
- **Digital Twins:** Uma espécie de gêmeo. É como um digital shadow (sombra digital) **bidirecional**, que permite mudanças em ambos os mundos, um influenciando o outro.
- **Digital Native:** São entidades digitais **originais**, criadas no ambiente digital.
- **Mundo Virtual:** Ambiente virtual onde todas estas quatro entidades convivem e interagem.
- **Metaverso:** Mundos virtuais persistentes **interconectados** entre si e interconectados de forma **natural** e **contínua** com a realidade **física**, habilitando novas experiências e jornadas digitais.

1.2 O que não é o Metaverso?



Teremos alcançado o Metaverso quando tivermos um avatar num ambiente como o Minecraft, onde possamos entrar com fones 3D e criarmos um mundo usando luvas que afetam o virtual."



Muito tem se escutado sobre Second Life, PKXD, Minecraft ou Fortnite – aplicações onde **existem mundos virtuais**, que permitem a criação de objetivos digitais e possibilita a interação com eles. Porém, esses ambientes não têm **interoperabilidade**. Não permitem uma integração natural e imersiva, e não têm a capacidade do *digital twin* de impactar um no outro (pessoal real e avatar virtual).

Pode-se afirmar que teremos alcançado o Metaverso quando tivermos uma réplica, um avatar, num ambiente como o Minecraft, onde possamos entrar com fones 3D e criarmos um mundo usando luvas (e não um teclado) que afetem o virtual. Esse mundo poderá ser usado numa partida do Fortnite, onde as pessoas ganharão uma skin ou novo modo de dança. Será possível levar e usar esse modo de dança para o PKXD, onde um avatar trabalhará para comprar um animal de estimação. Iremos para a rua onde **passearemos** com nosso pet em formato holograma até um parque, onde, **fisicamente**, jogaremos uma **partida** tipo **Fortnite** para acabar comprando uma nova **roupa** para nosso avatar numa loja de Second Life.

Quem não é familiar com esses jogos pode visualizar o Metaverso no videoclipe da música Take on Me, da banda dinamarquesa A-Ha, de 1985. No vídeo, o mundo virtual dos quadrinhos se integra de forma natural e contínua à realidade em ambas as direções (<https://www.youtube.com/watch?v=djV11Xbc914>). Talvez essa representação, tão “antiga”, seja a melhor maneira de entender o que será o Metaverso.

Como podemos ver, esse mundo ainda não existe. Mas considerando o **volume** de horas conectados à internet na atualidade, potencializado pela **pandemia**, podemos afirmar que uma internet com esse nível de interatividade será onde **brincaremos**, nos **divertiremos**, **trabalharemos**, e até nos **reuniremos**. Para as empresas, esse mundo tem um **potencial de negócios inimaginável**. Quem chegar **primeiro** nesta corrida terá, de alguma forma, o controle sobre este novo mundo, ou, no mínimo, uma grande capacidade de influência social e econômica.

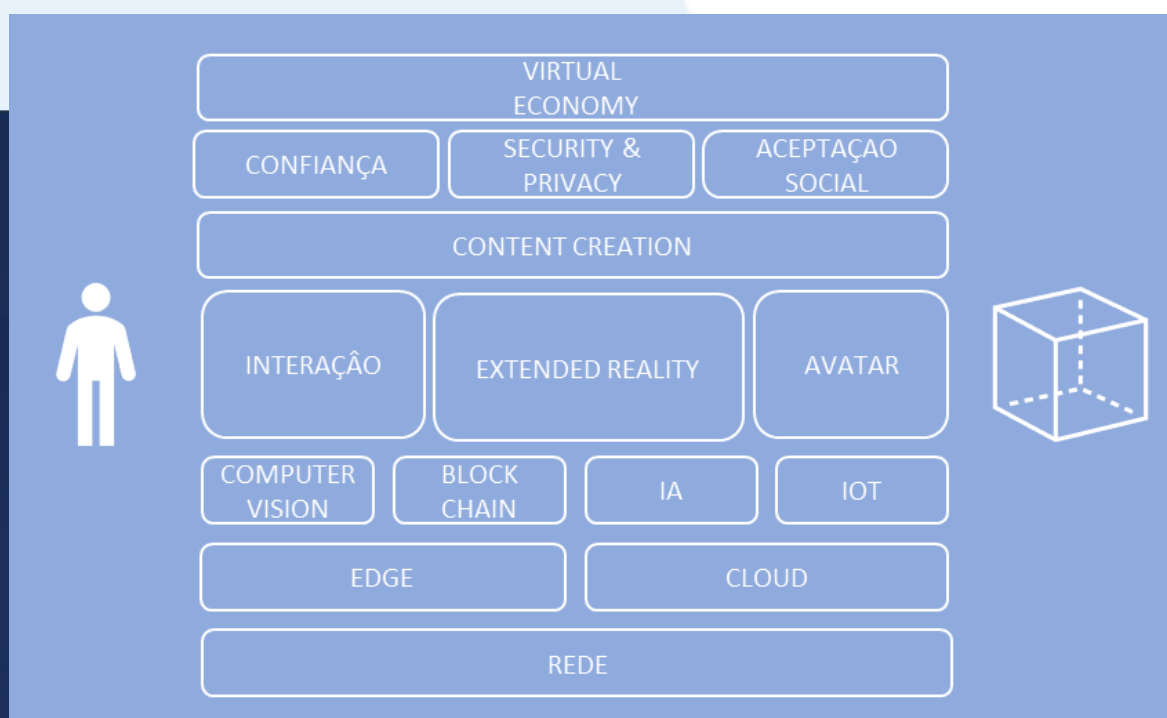
Desafios

2. Desafios

Para o Metaverso completo se tornar uma realidade, precisamos superar diversas limitações tecnológicas atuais.

Entrando um pouco mais no detalhe, veremos agora quais são os **componentes tecnológicos necessários** para a construção do Metaverso, seu **nível atual** e os **desafios**.

E, posteriormente, outros componentes **não tecnológicos**, mas **sociais, econômicos, políticos e humanos** que nascem pela própria construção de um novo mundo, e que devem ser **pensados, debatidos e definidos**, já que todos eles são necessários para o sucesso do Metaverso.



Desafios Tecnológicos

3.1 Realidade Estendida

A principal característica do Metaverso é a capacidade de **interação natural e contínua** entre entidades de diversos “mundos”.

O ambiente no qual essas interações acontecem é na realidade estendida (XR, sigla em inglês de extended reality) ..

Existe a realidade mista [...], a definição mais prática seria uma versão mais poderosa da realidade aumentada.



Dentro da XR temos a **realidade virtual**, a mais conhecida de todas. Muitas pessoas já viram ou experimentaram capacetes, óculos ou fones de realidade virtual que transportam para o mundo virtual. Eles são um avanço, mas **estão longe de possibilitar a integração natural que o Metaverso convida**.

Existem limitações com a visão periférica, o **desvio** de atenção no mundo real, latência, **sincronização** entre entidades de forma simultânea e o desafio do **controle humano**, geralmente baseado em controles que desabilitam as mãos para outras tarefas. Veremos mais sobre essas limitações nos pontos seguintes.

Também há a disciplina de **realidade aumentada** (AR, de augmented reality), que visa trazer **experiências digitais para o ambiente físico** por meio da criação de hologramas visuais diante da realidade. Nesse âmbito, tem-se usado **smartfones** para sobrepor visualizações do mundo real. No futuro, poderemos usar **óculos ou lentes de contato** que permitirão essa visualização sobreposta e integrada com o mundo real.

No meio caminho entre os dois extremos, existe a chamada **realidade mista** (MR, de mixed reality). Embora não exista uma concordância sobre o termo, a definição mais prática seria uma **versão mais poderosa da realidade aumentada** ou uma mistura entre aumentada e mista, como no clássico filme Minority Report. Imagine poder usar um par de óculos de AR e ser capaz de **apertar um parafuso digital** com uma **chave de fenda real**. Trata-se de uma interoperabilidade adicional que a AR “pura” não tem.

O último campo de estudo da XR são os **hologramas** ou **pico-projetores**. Ainda existe uma **barreira para uma potencial aceitação social** de forma massiva do uso de óculos de AR em áreas públicas. Mas até que isso se torne realidade – e um dia será – tem-se testado métodos alternativos.

Por exemplo, uso de **mini projetores** em telefones celulares ou **grandes telas holográficas** – ambos os casos com ótimos resultados. No entanto, eles ainda sofrem com a **limitação** de resolução, tamanho e, claro, mobilidade.

3.2 Experiência do Usuário



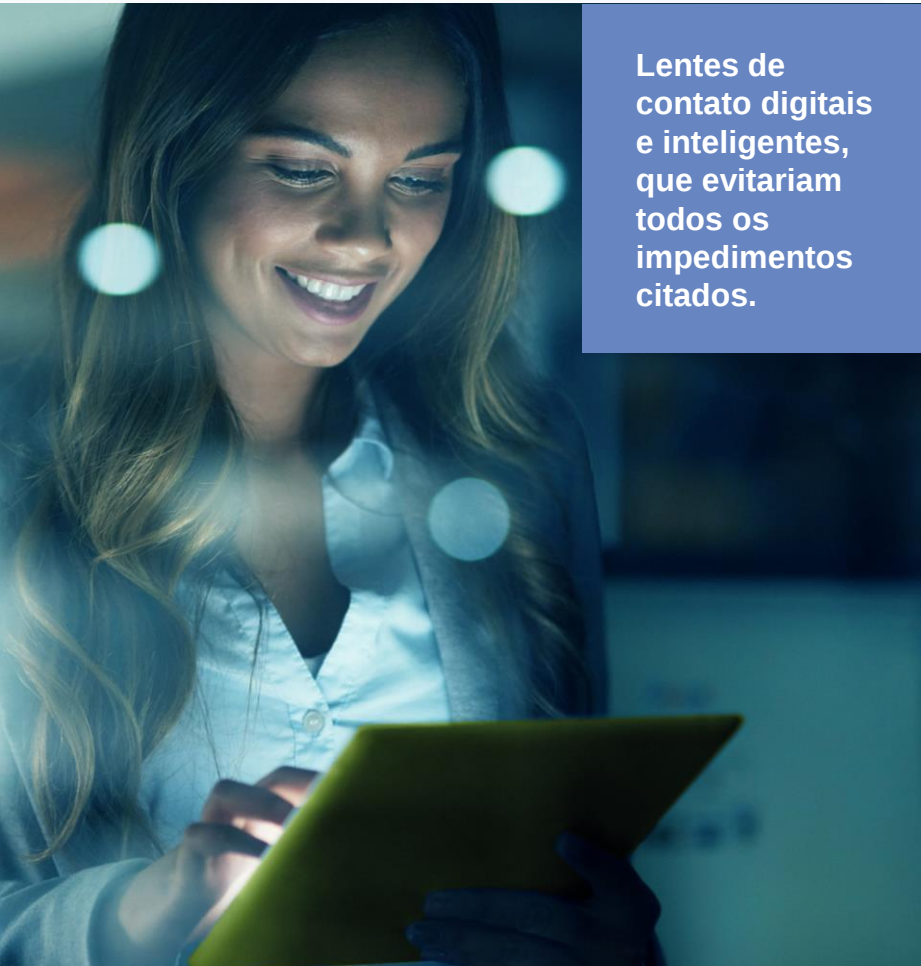
O sucesso do Metaverso dependerá de inúmeros fatores. O mais óbvio deles é conseguir criar interações que ofereçam uma **excelente experiência ao usuário**. As **interações** entre os dois mundos (real e virtual) serão **constantes**; portanto, uma **experiência ruim condenaria** qualquer tentativa de integração.

Um dos fatores que condicionará enormemente as interações são os **mecanismos de controle**, que, por definição, devem ser **portáteis**. Atualmente, a internet é controlada por dispositivos como **teclados** e **mouses**, mas as interações **imersivas** precisam de muito mais. O controle pelos **movimentos das mãos** parece a solução mais intuitiva e na qual existem vários avanços. Porém, este tipo de controle é baseado na **visão por computador** (ponto no qual entraremos em profundidade posteriormente), técnica que ainda não é **perfeita** e requer alta capacidade de processamento. Outros métodos de controle já estão sendo estudados, como **macacões** (como no Real Player 1) e até **panos** e **tecidos** digitais que possibilitam determinadas ações de controle.

Outro campo de estudo são os **óculos de MR/AR**. Os avanços nesta área estão orientados a habilitar **interações digitais imersivas** sem **impedir** a visualização da **realidade**, assim como em aumentar o campo de visão, ou FOV (field of view, em inglês), tentando imitar a **visão periférica** humana, que é limitada com os aparelhos atuais. Esse é um fator **crítico** para que nos **adaptemos** ao seu uso de forma contínua. Pensando num futuro mais distante, parece óbvio que o ideal seria o uso de **lentes de contato digitais** e inteligentes, que evitariam todos os **impedimentos** citados de visibilidade da realidade e visão periférica. Além disso, os dispositivos procuram impactar não apenas o sentido **visual**, mas também o **sonoro**, o **olfativo** e, como veremos no próximo ponto, o **tátil**.

3.2 Experiência do Usuário

Um problema que passa despercebido pelos usuários, mas que é extremamente importante para uma experiência de sucesso, são os **sinais de feedback**. Quando usamos um **teclado**, recebemos dois estímulos de feedback, o **som** e o **toque**. Pense que um teclado virtual no ar, inicialmente, não teria esses sinais de feedback. Existe todo um campo de estudo relacionado aos sinais visuais e táteis (**Haptic em inglês, Háptico em português**) para que a experiência digital seja a mais próxima possível da real. Lembre-se da **chave de fenda real** que aperta um **parafuso digital**. O objetivo seria sentir que, o aumento da resistência a **cada giro**, como ocorre numa situação real.



Lentes de contato digitais e inteligentes, que evitariam todos os impedimentos citados.

Por último, abordaremos os desafios das interações na **telepresença**. De alguma forma, o Metaverso deve nos dar a sensação de presença nos **mundos digitais**. O desafio é o **JND** (just noticeable difference, diferença apenas perceptível), que representa o **tempo** necessário para que uma **ação** nossa se **reflita** do outro lado. O feedback **háptico** é útil, mas o tempo de latência entre nossa ação e nossa percepção no mundo virtual da reação é crítica, sendo que **1 milissegundo** é considerado o **tempo máximo** para percebermos o resultado de nossa ação. O desafio aqui é múltiplo, mas é diretamente condicionado pela **latência da rede** e **tempo de processamento**, desafios que serão abordados mais adiante.

“ nos dar a sensação de presença nos mundos digitais. ”

3.3 IOT | Robótica



Para que os mundos virtual e físico estejam conectados, os digital twins citados anteriormente precisam trocar constantemente dados e informações sobre seu estado e movimentos. Assim como nos pontos anteriores tratamos dessa troca de dados referentes a humanos, a disciplina de IOT o faz referente a máquinas e dispositivos. Segundo Statista (<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>), em 2025 haverá 31 bilhões de dispositivos conectados à internet pela IOT, o que possibilitará muitas novas experiências e jornadas mistas até agora inimagináveis.

Uma área de trabalho relacionada à IOT são os trabalhos relacionados às **interfaces homem-máquina**. A **dificuldade** de alguns desses dispositivos é simplesmente ter um modo de **interface** num tamanho adequado. Uma **geladeira** tem um tamanho que permite a instalação de uma **tela**. Mas existem muitos aparelhos pequenos que não têm o tamanho necessário para suportar uma tela legível. Nesse caso, estão sendo trabalhadas **interfaces XR** que aparecem sobre os dispositivos para interagir com eles.

Outro campo de estudo interessante é o de **veículos interligados**. A experiência e os benefícios que o Metaverso pode trazer para o **deslocamento** de veículos e a **direção** autônoma são enormes, mas requerem tecnologia específica. Estão sendo desenvolvidos estudos nos quais as técnicas de RA/MR **auxiliem** no **entendimento** dos próximos **movimentos** do **veículo**, bem como possam melhorar a **segurança** ao dirigir e outras ações relacionadas à **navegação** e à **experiência** do motorista. O Metaverso pode ajudar os motoristas a visualizar e **prever perigos invisíveis**, além de engarrafamentos, estacionamentos, condições climáticas e o estado do próprio veículo. Finalmente, **digital twins** de **veículos**, **ruas** e **pessoas** podem ajudar na análise de design urbano, bem como mudar o **turismo guiado** para sempre.

Um último campo de estudo nesse âmbito é a **interação** de **robôs** com o ambiente, aprimorando a **colaboração robô-humano**. O **MR/AR** pode servir como uma interface de **comunicação** para **humanoides** no **ambiente**, aumentando a **colaboração** entre os robôs, permitindo que uma infinidade de robôs apoie ou auxilie os humanos).

3.4 Inteligência Artificial

Extrair conhecimento e experiência de uma **grande** quantidade de **dados** será uma técnica **crítica** no Metaverso, onde um **volume gigante** de dados será gerado – tão grande que ainda nem pode ser **estimado**. Veremos mais adiante, quando abordarmos os desafios não tecnológicos, **propostas** para o uso de IA para fins **regulatórios** ou de **auditoria**. Mas, no âmbito da **tecnologia**, existem também várias aplicações e desafios relevantes.

A primeira aplicação é o uso de IA para automatizar o processo de **criação e aprendizagem dos digital twins**. Nossas réplicas digitais podem ser usadas para uma infinidade de **tarefas**, mas para isso precisam de um aprendizado. Se nossos gêmeos estiverem **conectados** conosco, podemos começar a realizar as **atividades** nós mesmos. Com isso, e geramos uma grande quantidade de dados para que, por meio da IA, serão a base do aprendizado das réplicas digitais.. Um gêmeo digital de um **médico** poderia **aprender** a realizar **cirurgias** e replicá-las por meio de um **braço robótico**. Esta técnica pode ser aplicada em **planejamento urbano** e **fabricação de componentes industriais**, ou mesmo em tarefas artísticas ou de entretenimento. Se cada entidade ou objetivo/entidade na realidade tiver uma **réplica**, teremos os dados brutos necessários para fazer uma **infinidade** de coisas.

Há duas funcionalidades adicionais derivadas desta aplicação de IA. A primeira é a criação de agentes (NPC, non player character, personagens de jogos não controlados por jogadores reais) que permitem o comportamento inteligente de entidades não humanas. Historicamente, a técnica de **máquinas de estados** tem sido aplicada, mas ela tem **grandes limitações**. O uso de DeepLearning e/ou Reinforced Learning pode nos trazer um aprendizado para esses agentes simularem o comportamento humano. A segunda são os avatares autônomos. Podemos usar técnicas **GAN** (Generative Adversarial Network) para criar deepfakes ou até mesmo deixar nosso **Avatar** continuar **jogando** corridas de **carros** num mundo virtual, emulando nosso estilo de direção.



3.5 Blockchain

É quase uma certeza que, quando escutamos falar em blockchain, o que primeiro vêm à mente é o **Bitcoin**. Mas o universo de aplicações do blockchain é muito mais amplo – e o Metaverso, para se desenvolver, irá depender dessa tecnologia. A grande quantidade de dados gerados no Metaverso pode representar problemas se for adotada uma estratégia de armazenamento centralizado. As técnicas de **blockchain** podem ajudar a criar um Metaverso **descentralizado** e **seguro**.



Além das criptomoedas, o blockchain permite o **armazenamento distribuído** de **dados**, em que as informações pessoais não estão localizadas de forma descentralizada. Cada **usuário** oferece seu **armazenamento** para a rede e consome o armazenamento alheio de forma **segura**, permitindo mecanismos de **interoperabilidade** ao possibilitar o **acesso** aos dados de forma **personalizada**, caso de uso estendido em saúde para prontuários.

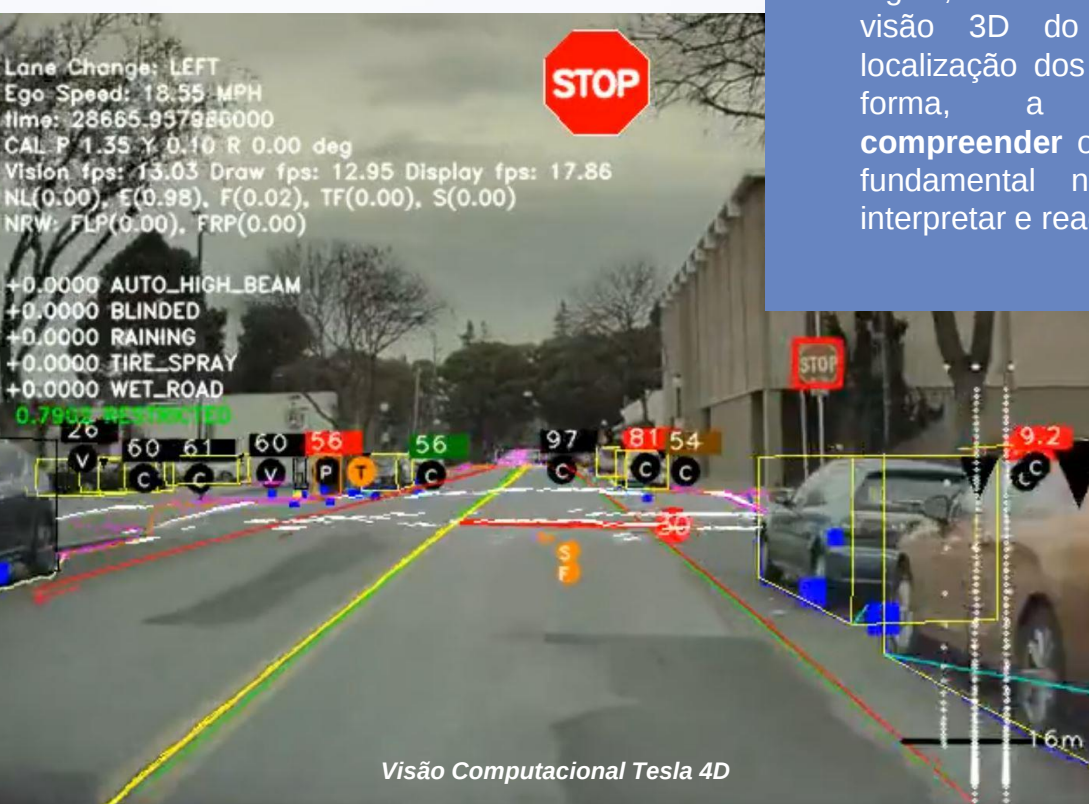
Os desafios nesta área são principalmente o **desempenho** na hora de **escrever** e **ler**, a **autenticação** em um mundo virtual para fazer uso da rede, bem como a **auditoria** se for um **requisito** do caso de uso.

Outro desafio que pode ser superado com a utilização do blockchain é a **interoperabilidade** entre metaversos. O número de plataformas que farão uso dos espaços físicos é ilimitado, mas local e fisicamente, as pessoas e as suas experiências não podem colidir umas com as outras. É neste ponto que surge a necessidade de controlar o digital ancorado no físico, inclusive juridicamente, replicando as regras de propriedade dos lugares físicos em metaversos. Isto se aplica de diversas formas: desde ao permitir que uma arte digital em sua casa seja apreciada pelos visitantes e até em mesmo em praças públicas, tais como centros comerciais, estádios, ruas e até mesmo controlar a publicidade em grandes objetos como edifícios, construções ou ruas.

3.6 Visão Computacional

A visão por computador consiste no uso de técnicas de inteligência artificial para **interpretar** os **movimentos** e **objetos** que aparecem em uma **imagem** ou **vídeo**. Essa técnica é fundamental para os casos de RM, nos quais é necessário sermos capazes de "entender" o ambiente e nossos movimentos.

No Metaverso, os usuários humanos e suas réplicas digitais irão se conectar e coexistir na interseção entre os mundos digital e físico. Para que essa conexão exista, ou seja, para que o seu gêmeo digital reproduza as ações, é necessário um **profundo conhecimento** das **atividades humanas**. No mundo digital, nossos olhos montam uma visão 3D do ambiente com a localização dos objetos. Da mesma forma, a capacidade de **compreender o espaço** ao redor é fundamental no Metaverso para interpretar e reagir com o ambiente.



Visão Computacional Tesla 4D

3.6 Visão Computacional

Este campo de estudo denomina-se SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) e tem como objetivo obter uma **visão 3D** do **ambiente** e captar movimentos. São múltiplos **desafios**, como espaços desconhecidos previamente, câmeras com movimento livre e imprevisível, necessidade de execução em tempo real e modelos confiáveis e constantes (conhecido como Drifting Problem) que sejam os menos sensíveis possíveis a diferenças na imagem por ângulos, sombras etc. Além Também é importante destacar que a IA, a principal solução para estes desafios, demanda uma alta capacidade de processamento de dados..

Superado o desafio **espacial**, temos o desafio "**semântico**". O Metaverso deve ser capaz de responder quatro perguntas-chave o tempo todo. Qual é a minha **função**? O que eu tenho ao meu **redor**? A que **distância** estou desses objetos/entidades? O que esse objeto/entidade está **fazendo**? Temos visto demonstrações sobre como o desafio da segmentação semântica é avançado para reconhecer objetivos.

No entanto, a resposta a essas quatro questões vai **muito além**, e vai até mesmo na interpretação de rostos, ou objetos muito pequenos.

Outra área de aplicação é no reconhecimento da **postura** e dos **movimentos** humanos, seja para controlar o gêmeo digital, seja como uma interface, seja para **interpretar** movimentos de outras entidades. O chamado **rastreamento ocular** também é fundamental – uma habilidade necessária para que os dispositivos XR saibam para onde estamos olhando. É uma técnica que traz benefícios lógicos na experiência do usuário, mas também no desempenho, porque permite que nem todos ao redor do mundo sejam **renderizados**, mas apenas aqueles que estão no campo de visão.

Finalmente, às vezes também é necessário melhorar ou **inferir** uma imagem. Nem sempre teremos condições de visão perfeitas, haverá "ruído", neblina, movimentos, objetos que se cruzam. Nosso cérebro é excelente em fazer inferências de partes que não consegue ver. Quando se trata de uma máquina, essa habilidade não é trivial. Mas o Metaverso vai precisar dessa habilidade visual.



3.7 Edge Computing

A grande **promessa** do Metaverso, a **experiência** entre o mundo real e virtual, requer **interfaces de dados contínuas, ubíquas e universais** entre os dois mundos. Atualmente, as interfaces mais difundidas e amplamente aceitas são **óculos** de realidade aumentada, **capacetes** e **smartphones**, que permitem a **mobilidade** necessária. No entanto, como vimos nos pontos anteriores, o **volume** de dados, a necessidade de **processamento** e a sensibilidade à **latência** são **críticos** no Metaverso, que é **incompatível** com as **conexões sem fio** móveis hoje.

As técnicas denominadas **offloading** são necessárias para garantir o **tempo de resposta** e a **experiência** do usuário. As **nuvens** atuais são teoricamente projetadas para trabalhar com **latências** de rede **inferiores a 100ms**. Estudos revelam que apenas **10%** dos **países** garantem essa métrica via **cabo** e apenas a **China** o faz sem **fio**. Portanto, a **computação em nuvem** não pode ser a solução para alguns desafios de processamento necessários.

No outro extremo, o **processamento no dispositivo** elimina a **latência**; no entanto, os **processadores** nesses dispositivos nem sempre são **capazes** de processar a quantidade necessária de dados em tempo real. Portanto, um **equilíbrio** deve ser encontrado entre **latência** e **processamento**, e é aqui que a computação aparece no **Edge**. O objetivo aqui é processar, armazenar e transmitir os **dados** para um **local próximo** aos dispositivos dos usuários, reduzindo assim os tempos de resposta. A técnica **cloudlet** busca armazenar e processar os dados em um único “salto” de rede do dispositivo do usuário.

Mesmo nesse cenário, a latência da última milha ainda pode ser um problema. A despeito das promessas de redes **5G** com tempo de latência de menos de 1milissegundo na última milha, existe a possibilidade de **problemas de experiência** do usuário. Nesta área estão sendo desenvolvidos **trabalhos** sobre o MEC (Multi Access Edge Computing), uma **arquitetura de processo** que permite a **integração direta** entre **antenas** e **dispositivos**, e que facilita o processamento ao nível da aplicação, melhorando os tempos de resposta.

Outra área de estudo tecnológico é a privacidade do Edge Computing. Com o aumento das informações sobre o comportamento humano no Metaverso, o impacto de uma violação de privacidade é exponencialmente maior. O processo no Edge auxilia nesse desafio, já que os dados não são armazenados de forma centralizada e, portanto, a possibilidade de vazamento de informações é muito menor. Esta propriedade começa a ser explorada até mesmo em técnicas de IA, com a implementação de federated learning, em que os modelos de IA são criados de forma distribuída nos dispositivos sem a necessidade de centralizar os dados, portanto com menor custo de rede, armazenamento e processamento



3.8 Cloud

Quando o **workload** é em **grande escala** de **volume** e **processamento**, e se busca **eficiência econômica**, a **nuvem** é a melhor opção. A concentração de servidores em um datacenter permite o **armazenamento massivo** de dados com muito mais **confiabilidade** e a um **custo** muito menor. Quando o Metaverso atingir o **tamanho estimado** em 20 anos de **1.000** vezes o **tamanho** da Terra, essa característica será **crucial**.



Conhecendo os benefícios de cada um dos tipos de processamento, edge e cloud devem ser **combinados** utilizando a melhor característica de cada um, sendo que, no atual momento, o desafio é a **orquestração** entre esses tipos de cargas de trabalho para que o **usuário** perceba uma **experiência contínua** e o local onde o processamento está ocorrendo ou onde as informações estão sendo armazenadas seja transparente.

Existe aqui um novo paradigma de processamento: os atuais dispositivos XR tendem a enfrentar um grande desafio em termos de duração da bateria. É um novo cenário que combina recursos de computação em nuvem e de borda (FOG Computing) que devem ser disponibilizados para a renderização remota de experiências. Em outras palavras, os dispositivos pessoais não precisarão de tanto poder de processamento gráfico, pois as experiências serão processadas na nuvem e transmitidas a alta velocidade para dispositivos conectados.

E, finalmente, serão feitas em nuvem as plataformas que suportarão o controle da dualidade entre o mundo físico e o virtual, controlando espaços, camadas, permissões e dispositivos IOT conectados. Estas plataformas serão instrumentos essenciais para a construção de metaversos públicos e privados.

3.9 Network

Por definição, o Metaverso precisa de um **acesso de rede onipresente** para trocar e processar dados que tornam as experiências entre o mundo físico e digital uma realidade. Como vimos anteriormente, muitas dessas experiências precisarão ser **móveis**; portanto, serão baseadas em grande parte nas **futuras** tecnologias de rede móvel. Fazendo uma análise inicial, já se estima que os requisitos do Metaverso **excedem** as **capacidades** da rede 5G, dessa forma, a latência do Motion-To-Photon seria alta e as experiências seriam impactadas **negativamente**.

A nova rede 5G permitirá uma série de casos de uso de **multimídia** que agora não são possíveis com o 4G. Mas, mesmo assim, as **experiências de RX** e a troca massiva de dados de usuários e IOT vão representar um **grande desafio** para as **futuras gerações** de redes. Nesta área, estão sendo realizados estudos para o desenvolvimento de **redes** com diferentes **desenhos** ou paradigmas.

O Metaverso está sendo projetado colocando o **usuário** no **centro** por definição de **design**. Logo, todos os **componentes** necessários para implementá-lo com sucesso devem colocar o **usuário** no **centro**. Os atuais paradigmas de desenho de **redes** **não** têm o usuário no centro do seu desenho.

A **gestão** interna do **tráfego** é feita procurando a **eficiência** e **eficácia** da rede. As **decisões** sobre **tráfego** não são tomadas no nível de **aplicação**, onde pode ser **percebido** se o que está sendo priorizado tem um **impacto** direto, ou maior ou menor, na **experiência** do **usuário**. Com esse objetivo nascem as métricas de **QoE** (quality of experience, ou qualidade da experiência), que surgem para medir como as **redes** **impactam** a **percepção** da **experiência**, e **tomar decisões** para **melhorá-la**. Projetos de rede **centrados no ser humano** estão sendo analisados, mesmo considerando o ajuste do projeto de camada tradicional em que todas as redes atuais são construídas.

Outra área de estudo serão as redes **application-aware**, onde a **prioridade** da rede pode ser tratada em relação aos **dados** que estão sendo enviados e recebidos na **aplicação**. Essa abordagem também **quebra** vários **paradigmas** atuais, mas faz todo o sentido, já que o indicador a melhorar é o QoE, e é o **aplicativo** que **entrega** a **percepção** da experiência ao usuário. Portanto, ninguém melhor do que o **próprio aplicativo** para ajudar a **priorizar** e **direcionar** o **tráfego** da rede.

O nível de **experiência** contínua que se procura com o Metaverso exigirá um nível de **processamento** e **troca** de **dados** até agora **impensável**. Por isso, diversos estudos estão sendo realizados em **todos** os **níveis** – nuvem, Edge, rede – para que todas as etapas da **cadeia** de **valor** dos dados necessários sejam tão **eficientes** quanto possível.

Impactos sociais, econômicos e éticos

4. Impactos Sociais, econômicos e éticos

Os desafios tecnológicos para atingir o Metaverso são tão apaixonantes como grandes. Porém, não são as únicas fronteiras que precisam ser ampliadas.

A “construção” de um novo mundo vai requerer de uma série de definições que devem ser debatidas pela sociedade. É preciso tratar os conflitos nas relações dentro do Metaverso que vão se somar aos conflitos não solucionados nas sociedades atuais.

Temos uma oportunidade, como sociedade, de criar um novo mundo partindo de uma folha em branco e sem as limitações do mundo físico.



4.1 Avatares

No mundo virtual, avatar é uma representação digital do usuário real. Nesta seção vamos abordar as implicações, desafios e debates que surgem a respeito de uma representação digital que pode ter movimentos e comportamentos próprios.

Atualmente, temos avatares tão simples quanto uma foto de perfil (como na Netflix). Mas o objetivo do Metaverso é ser capaz de representar o usuário com altíssima **fidelidade** e, embora exista um **desafio tecnológico** relacionado à computação visual para identificar, refletir e interpretar emoções, o desafio é lidar com implicações humanas – e esses desafios podem ser maiores que as barreiras tecnológicas.

No futuro, o Metaverso se tornará um espaço virtual independente para diversas atividades. Um desafio será prever o comportamento do avatar (quando potencialmente não seja controlado diretamente por um humano) num ambiente livre fora do laboratório. Será interessante estudar as ações e reações dos avatares em dinâmicas de grupo. Num ambiente de trabalho, o avatar terá que se comportar profissionalmente para ganhar a confiança dos demais. E poderá surgir conceitos como o efeito Proteo, pelos quais o comportamento de usuários perante um avatar está condicionado pela sua aparência.



Também deve haver uma variedade de avatares grandes o suficiente para representar todas as pessoas, com todas as diversidades possíveis de etnia, gênero, características físicas etc.

**FUTURE
AT HEART**

4.2 Criação de Conteúdo

No começo, o Metaverso é um mundo vazio de conteúdo. Portanto, um aspecto social importante é a criação de conteúdo. Como isso será feito? Quais ferramentas mecanismos de colaboração serão utilizados? Como evoluirá a cultura dos criadores? E questões como direito de expressão e censura? O que será permitido ou vetado?

Lidar com essas questões demanda a consideração de dois aspectos: o incentivo à criação de conteúdo; e, ao mesmo tempo guiar ou controlar minimamente o processo para que o processo não saia do controle.

É claro que as ferramentas de RM permitirão a criação de conteúdos digitais de forma interativa e preferencialmente não técnica. O próprio ambiente Metaverso pode ser o cenário ideal para criar ferramentas que geram conteúdo para o próprio ecossistema, e que permitem a colaboração entre desenvolvedores em diferentes locais. Até mesmo a IA pode até servir como um acelerador na criação/cópia de conteúdo.

No entanto, existem alguns gargalos para a criação de conteúdo em escala num mundo virtual. Pode parecer pouco relevante, mas a forma como o conteúdo será organizado, disponibilizado e publicado são fatores-chave. Precisamos organizar os conteúdos de forma lógica, interativa e narrativa mediante um storytelling, e facilitar a criação de conteúdo colaborativo entre vários desenvolvedores. Um aspecto que pode dar muito trabalho e impedir a criação de conteúdo em grande escala é a necessidade de desenvolver todas as potenciais interações da entidade, o próprio comportamento dessas entidades entre elas e com os dispositivos. A criação de experiências e jornadas de sucesso vai precisar de um alto volume de interações bem programadas.

Será necessário desenvolver “bibliotecas” reutilizáveis de conteúdos (como comportamentos) que possam ser acessadas por outros desenvolvedores. Por exemplo, a gravidade não deve ser algo que deve ser desenvolvido toda vez que um conteúdo é criado.

4.2 Criação de Conteúdo



Outra questão a ser definida diz respeito à censura. Este é um desafio da nossa sociedade que reflete no mundo digital. Atualmente, autoridades censuram conteúdos por vários motivos (como idade, religião e política, por exemplo). Na criação do Metaverso, essa questão deve ser abordada. Pelo menos em alguma medida é desejável criar alguma forma de restringir a exibição informações, locais ou ações de outro usuários. O mero estabelecimento de uma autoridade responsável por definir a censura é um desafio em si mesmo.

Outro aspecto interessante está relacionado à cultura em torno dos criadores e da própria criação. O uso de plataformas menos tecnológicas (tipo low code), junto com AI e MR, deve impedir que a criação de conteúdo seja limitada a um número restrito de usuários. O desejável é que seja criada uma cultura massiva de criação. Esse já é o caso, por exemplo, do Minecraft, jogo em que os usuários podem criar seus próprios mundos. Aliás, a própria filosofia do jogo gira em torno das amplas possibilidades e dos horizontes de criação. Outros ambientes, como Alien Worlds, fomentam e incentivam a criação, expandindo, e muito, o número de criadores que alcançam o reino amador.

Outro efeito colateral menos direto, porém, tão interessante é que a criação massiva de entidades potencialmente se exceda à capacidade do Metaverso. E como gerenciar as diferentes versões de entidades digitais? Será necessário a criação de “museus” de entidades “obsoletas” ou versões antigas? Por exemplo, você não gostaria de poder passear pelo bairro onde você nasceu, com as mesmas casas e comércios daquela época?

4.3 Economia Virtual

É evidente que os objetivos do envolvimento das grandes empresas no desenvolvimento da Metaverso são econômicos. Um novo mundo com infinitas possibilidades de criação de experiências e jornadas é um grande mercado. A criação de uma economia virtual paralela, que suporte todos os processos comerciais do novo mundo e com um nível de complexidade ainda maior do que o atual mercado econômico global, será, portanto, inevitável.

Um primeiro ponto diz respeito à **governança** da economia. Hoje existem sistemas econômicos dentro dos jogos, como o EVE, em que os próprios usuários distribuem os papéis necessários ao funcionamento da economia. Mas podemos abrir um debate sobre a responsabilidade de um modelo **econômico sustentável** e global: ele pode ser **atribuído** aos **usuários**, ou se será necessário criar uma espécie de "**banco central**" com **instrumentos** econômicos para regular e controlar a economia no Metaverso. Quem seria o responsável ou dono desse banco? Teríamos que criar uma organização multilateral como Fundo Monetário Internacional?

Parece certo que o mercado funcionará com criptomoedas, mas a própria essência da criptomoeda não permite a "**impressão**" massiva de dinheiro. Então, podemos até chegar a um ponto irônico onde **não há dinheiro** para apoiar o crescimento das transações econômicas que potencialmente podem ocorrer dentro do Metaverso. De imediato surgem os desafios da **inflação**, da **confiança** sobre a moeda, da **especulação** e variação das taxas de **câmbio** com as moedas dos países – desafios potencialmente maiores do que os da economia atual.

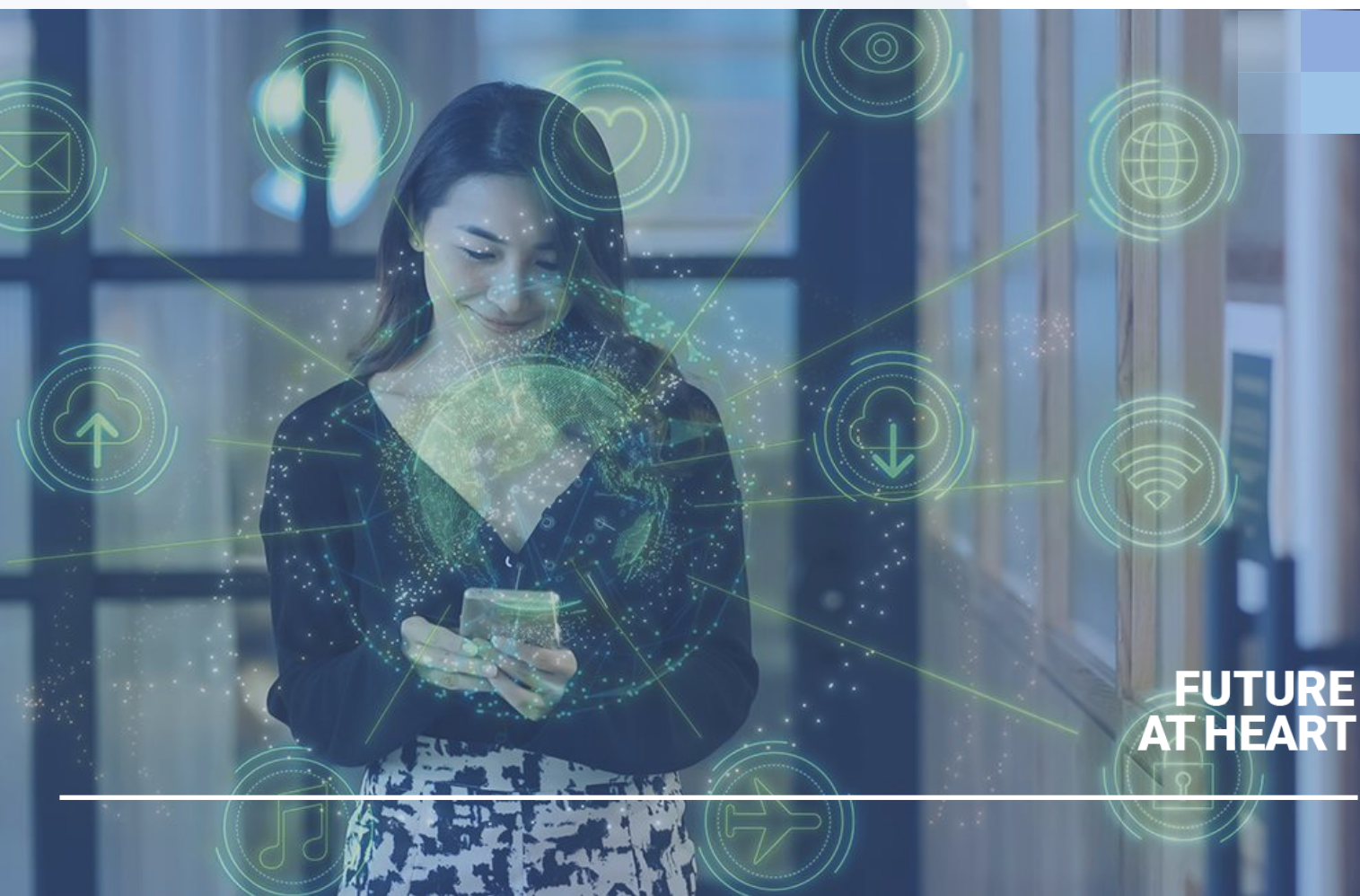
Outro desafio são os **monopólios**. Já existe um grande controle de **mercado de tecnologia** – exercido pelas **Big Techs**. Por outro lado, é verdade que vários atores estão promovendo a criação de um "metaverso aberto". Mas a realidade pode ser muito diferente. Como vimos nos pontos anteriores, os primeiros passos do Metaverso foram dados. Mas ainda há diversos desafios tecnológicos a ser superados. E superá-los exigirá grandes investimentos, o que representa uma barreira de entrada para empresas menores.

O **potencial econômico** do Metaverso não pode ser negado e é algo que devemos levar em consideração desde o **início**. No entanto, a incerteza do momento atual e os altos custos também podem ser um impedimento para uma **única empresa** dominar o **Metaverso sozinha**. Provavelmente, cada empresa iniciará sua **jornada** nas **áreas** do **conhecimento** em que é mais poderosa, traçando múltiplos caminhos paralelos que de alguma forma devem convergir.

4.3 Economia Virtual

Finalmente, outro aspecto a ser discutido é o **comércio** e o **trading** dentro do Metaverso. A venda de produtos pode aproveitar todo o mercado de **comércio eletrônico** que já existe. Mas existem aspectos muito diferentes. Por um lado, não haverá problemas na **cadeia distribuição** nem no estoque dos produtos virtuais, o que facilita o processo. Por outro lado, o produto à venda é uma **entidade digital**, que, além de ser inovadora, deve ser **interoperável**. O valor do Metaverso não está em criar um único mundo virtual, mas **muitos mundos** interconectados. Portanto, os **produtos** digitais à venda devem poder ser **usados** em mundos **diferentes**. No Minecraft, as skins ou objetivos de um "servidor" podem ser **transferidos** para outro "servidor" (um outro mundo na verdade), mas não podem ser carregados para outros jogos.

Além disso, deve-se pensar em um mecanismo de **troca** de **objetos virtuais** entre **usuários**. A troca é uma **atividade humana** natural e, portanto, deve haver um **processo** e um conteúdo definidos no Metaverso. Já existem muitos exemplos de **troca NFT** em tempo real. Os **desenvolvedores** do Metaverso podem implementar essas estruturas e criar um mercado de usuários do tipo **Mercado Livre** ou até mesmo mecanismos de **leilão**. Os desafios relacionados à **fraude** não podem ser esquecidos; é preciso haver mecanismos que garantam a "**apropriação**" dos objetivos, a **transferência** e a correta **movimentação** do valor econômico associado.



4.4 Aceitação Social

Como discutimos anteriormente, o Metaverso tem o design **centrado** no **usuário**. Portanto, um fator muito importante é que ele seja aceito pelas pessoas que serão esses usuários. Não podemos cair no **erro** de pensar que, por ser algo novo, tecnológico e com novas experiências, o sucesso é automático. Pode haver **rejeição** por parte dos usuários por diversos fatores, como veremos.



Existem vários **riscos** e **fatores** a ser considerados. O primeiro está relacionado à **privacidade**. As quantidade de informações que o Metaverso terá sobre nós será grande e com **potencial comprometedor**. Um **vazamento** de dados teria um **impacto** negativo amplo e difícil de ser superado. O Metaverso deve ser construído tendo a **privacidade como premissa de design**. O caso dos **cookies** de **terceiros** e sua eliminação pelo Google em 2022, um artefato no qual grande parte do **negócio** de **publicidade** online é construído, deve servir de **lição**. A realidade tem mostrado o **paradoxo** da **privacidade**, em que os usuários **compartilham** dados de forma voluntária e massiva com total **normalidade**. Mas quando se **descobre** o uso **real** dos **dados**, grandes **crises** de confiança são provocadas.

4.4 Aceitação Social

Uma solução seria impedir que o **Metaverso armazene** informações dos usuários. Seria um Metaverso sem **memória**. Mas isso acarretaria outros problemas. Por exemplo, **impediria** a criação de muitas das novas jornadas e experiências.

Outro mecanismo para aumentar a privacidade seria a **monetização** pelos usuários, ou seja, um modelo no qual os **usuários** possam "**vender**" os **dados** para uso **comercial**.

Outro aspecto seria a **diversidade**. O Metaverso precisa permitir que todos os grupos se conectem e estejam representados nos diversos aspectos da diversidade – gênero, etnia, idade etc.

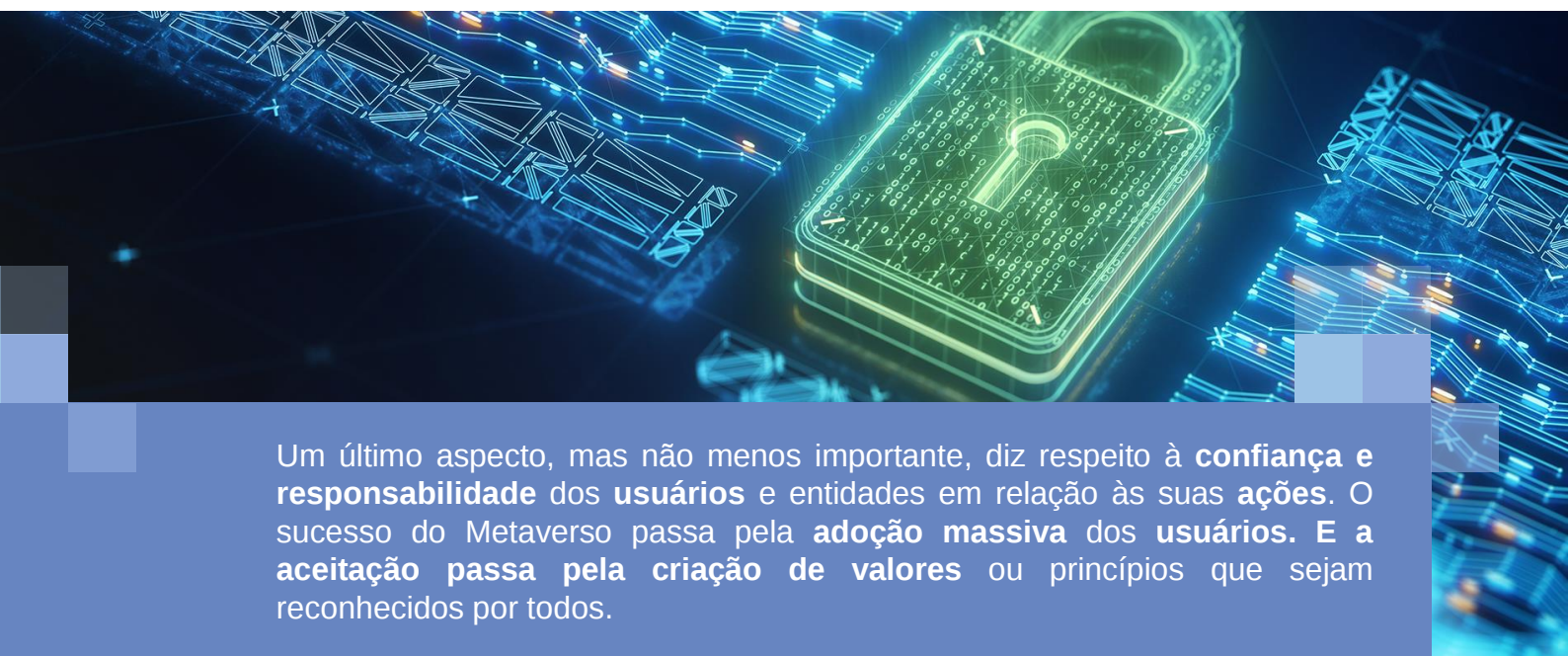
Devemos também considerar o senso de "**justiça**". Cada um dos mundos virtuais do Metaverso terá suas **próprias regras**. Conduzir um **governo** será altamente **complexo**. Nesse sentido, modelos de **IA** também poderiam ser implementados para **detectar irregularidades** de avatares, sejam eles **humanos** ou **agentes**. A proposta é incluir a **justiça** como parte desses modelos e apresentar um **grau de transparência maior do que nas sociedades atuais**. Mas, como no aspecto econômico, a questão surge: quem seria o governante ou governantes do Metaverso?

Outros aspectos sociais a ser considerados são o **vício cibernético**, que já é um **problema** na **sociedade** e deve ser controlado. O **Metaverso** pode oferecer experiências com potencial **viciante** muito maior.

Devemos também considerar a ocorrência de **Cyberbullying** e evitar comportamentos **ofensivos** ou prejudiciais de grupos contra usuários, **segurança** de dispositivos de RA, **aceitação** de avatares, entre outros.

Por fim, um debate interessante que acaba emergindo neste **modelo é o futuro da humanidade digital**. Avatares antigos ou de pessoas mortas podem continuar no metaverso e, portanto, coexistir com novos usuários, o que abre o debate sobre o futuro da humanidade digital. Para um bom entendimento desse ponto, é recomendável o episódio **San Junipero**, da **série Black Mirror**.

4.5 Confiança e Responsabilidade



Um último aspecto, mas não menos importante, diz respeito à **confiança e responsabilidade** dos **usuários** e entidades em relação às suas **ações**. O sucesso do Metaverso passa pela **adoção massiva dos usuários**. E a **aceitação passa pela criação de valores** ou princípios que sejam reconhecidos por todos.

Dizem que o filósofo grego **Sócrates** não quis **escrever** seus pensamentos pois temia que fossem **mal interpretados**. **Por isso, preferia explicar pessoalmente** seus pensamentos às pessoas enquanto caminhava por Atenas. No mundo digital, como poderemos separar realidade, notícias, rumores ou ficção? As fake news são um problema antigo e foram ampliadas pelas redes sociais. Com o Metaverso, esse problema aumenta. Se hoje a tecnologia permite a criação de fotos, vídeos, textos e falas falsas atribuídas a pessoas reais, no Metaverso poderemos deparar com cenas ou situações que sejam fruto da criatividade de uma pessoa ou de alguma máquina (algo como o que acontece no filme A origem https://pt.wikipedia.org/wiki/A_Origem).

Outro aspecto é a "**presença**". Como um usuário saberá, no mundo digital, que ninguém **o observa** entrando em uma loja ou farmácia? Se alguém permitir que o avatar **mude** de forma, também criará um **problema de confiança** em outras **interações** sociais.

Tecnicamente, alguém poderia criar **ambientes "isolados"** nessas áreas, onde se pode interagir, e então realizar uma "**fusão**" com o Metaverso global.

Por fim, temos o conceito de responsabilidade, "**accountability**" em inglês. No Metaverso, os usuários poderão **interagir** com outros por meio de **avatares**, o que, de alguma forma, **esconde a identidade** do usuário. Será necessário **implementar** um **mecanismo** mínimo de **moderação**, que permita saber pelo menos se um **avatar** tem um **humano** atrás, ou é simplesmente um **troll** (agente). Precisaremos criar um mecanismo de **auditoria** e **rastreabilidade** que permita descobrir quem fez o quê. Da mesma forma, deve ser **possível concretizar o direito ao esquecimento** assim como na internet atual.

5.

Final

**FUTURE
AT HEART**

5. Final

Os especialistas chamam o estágio de integração total do Metaverso **de Big Bang Digital**. O mais certo, porém, é que não haja um momento específico. Mas é possível acreditar que essa corrida tenha se iniciado com a comunicação do Facebook. Aos poucos, o Metaverso avança, até que, um dia, sem percebermos, estaremos completamente lá.



Anos atrás, quando o jogo **Second Life** foi criado, parecia que tudo **mudaria** para sempre. A verdade é a expectativa foi frustrada. A sociedade e a tecnologia **não estavam preparadas**. Além disso, foi um erro pensar que o que as pessoas queriam era transportar o modelo do real – ambientes, lojas e interações – para o mundo virtual.

Com a **tecnologia** e o **amadurecimento** da **sociedade** no ambiente **tecnológico**, o grande potencial do Metaverso é a **criação** de **experiências** e **jornadas** completamente novas e completamente **digitais**, aproveitando as novas capacidades e o ambiente **ilimitado** de um mundo virtual bidirecional. Com o Metaverso, a **jornada** humana para o ambiente digital terá mais um grande **passo**. Começamos em um mundo **analógico** e físico; depois **digitalizamos** algumas **interações** e os **processos** (de negócios) na **internet** de hoje, mas continuamos de alguma forma copiando o ambiente **analógico**. Nesta nova **etapa**, o número de **interações digitais** **aumentará exponencialmente** à medida que elas ocorram no mundo digital.

Estamos diante de uma tela em branco. Mas uma tela que pode definir a própria evolução da humanidade e da sociedade. As oportunidades são incríveis. Estamos no começo de uma jornada fascinante. Mas devemos agir com cautela e responsabilidade, para que aproveitemos o melhor da tecnologia e não nos percamos em eventos não previstos.

**FUTURE
AT HEART**

6. Referências

All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda

Lik-Hang Lee, Tristan Braud, Pengyuan Zhou, Lin Wang, Dianlei Xu, Zijun Lin, Abhishek Kumar, Carlos Bermejo, Pan Hui

Department of Computer Science Doctoral Programme in Computer Science □ □

<https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/all-one-needs-to-know-about-metaverse-a-complete-survey-on-techno>

Phygital: The Definitive Guide for 2021+ Mind blowing Examples

<https://peertopeermarketing.co/phygital/>

Phygital Marketing: 10 Great Examples of Future-Forward Content Experiences

<https://www.clearvoice.com/blog/phygital-marketing/>

IoT Technology Overview

<https://www.sam-solutions.com/blog/top-iot-platforms/>

What is the digital euro and how does it work?

<https://n26.com/en-it/blog/digital-euro-what-is-it-how-does-it-work>

Banco Central pretende lançar o 'real digital'; entenda como funciona

https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/04/25/internas_economia,1260363/banco-central-pretende-lancar-o-real-digital-entenda-como-funciona.shtml

China Creates Its Own Digital Currency, a First for Major Economy

<https://www.wsj.com/articles/china-creates-its-own-digital-currency-a-first-for-major-economy-11617634118>

Banco governamental deveria ser o único a custodiar cripto nos EUA, afirmam reguladores

<https://www.moneytimes.com.br/banco-governamental-deveria-ser-o-unico-a-custodiar-cripto-nos-eua-afirmam-reguladores/>

The importance of personas for better digital experience

<https://www.sitecore.com/knowledge-center/blog/2020/11/the-importance-of-personas-for-digital-experience>

Apple Augmented Reality

<https://www.apple.com/br/augmented-reality/>

Apple's mixed reality headset debut expected in mid-2021

<https://appleinsider.com/articles/21/03/31/apples-mixed-reality-headset-debut-expected-in-mid-2021-claims-report>

Virtual Spaces That Bring Us Together

<https://spatial.io>

6. Referências

How Augmented Reality Based NFTs Have The Potential To Revolutionise Arts And Culture

<https://www.vrfocus.com/2021/05/how-augmented-reality-based-nfts-have-the-potential-to-revolutionise-arts-and-culture/>

An Introduction to The Spatial Web

<https://medium.com/swlh/an-introduction-to-the-spatial-web-bb8127f9ac45>

What is spatial computing?

<https://www.ultraleap.com/company/news/blog/what-is-spatial-computing/>

Blockchain Services Global Market Report 2021: COVID 19 Growth And Change to 2030

<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/07/2225447/0/en/Blockchain-Services-Global-Market-Report-2021-COVID-19-Growth-And-Change-to-2030.html>

EXTENDED REALITY (XR) MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2021 - 2026)

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/extended-reality-xr-market>

Internet of Things (IoT) Market Worth USD 1463.19 Billion by 2027 Backed by Rising Awareness Regarding Precision Farming to Aid Market Growth, says Fortune Business Insights™

<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/05/11/2227081/0/en/Internet-of-Things-IoT-Market-Worth-USD-1463-19-Billion-by-2027-Backed-by-Rising-Awareness-Regarding-Precision-Farming-to-Aid-Market-Growth-says-Fortune-Business-Insights.html>

Artificial Intelligence Market to Reach USD 266.92 Billion by 2027

<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/07/2225220/0/en/Artificial-Intelligence-Market-to-Reach-USD-266-92-Billion-by-2027-Increasing-AI-Technology-Users-to-Spur-Market-Growth-Fortune-Business-Insights.html>

Tesla Autopilot's 4D upgrade could lead to more FSD features

<https://www.teslarati.com/tesla-autopilot-4d-upgrade-improvements/>

Em leilão do 5G, Claro, Vivo e Tim arrematam frequência principal

<https://www.redebrasilatual.com.br/tecnologia/2021/11/em-leilao-do-5g-claro-vivo-e-tim-arrematam-frequencia-principal/>

VRChat

<https://pt.moyens.net/linux/como-jogar-vrchat-no-linux/>

AltspaceVR

<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/mixed-reality/altspace-vr/overview>

**FUTURE
AT HEART**