

# Capacitação imersiva: relações entre inovação na capacitação por meios imersivos e a competitividade das organizações

## Immersive training: relations between innovation in training and organization's competitiveness

Hudson de Pinho Araújo

*Mestrando em Comunicação: Mestrado Profissional Inovação em Comunicação e Economia Criativa pela Universidade Católica de Brasília. Pós-Graduação com Especialização em Cinema e Linguagem Audiovisual, MBA em Direção de Arte para Propaganda, TV, Vídeo e MBA em História da Arte todas pela Universidade Estácio - Rio de Janeiro. Pós-Graduação com Especialização em Artes Visuais: Cultura e Criação pelo SENAC/DF - Brasília. Pós-Graduação no curso de Especialização em Marketing pela Universidade Cândido Mendes - Rio de Janeiro Graduação em Secretariado Executivo pelo Grupo Educacional UNINTER - Brasília. Graduação em Produção Gráfica Digital pelo Centro Universitário Planalto do Distrito Federal - UNIPLAN - Brasília. Email: hi@hudsonaraujo.com*

Alexandre Schirmer Kieling

*Pós Doutor em Comunicação pela UNB - Universidade de Brasília (2020), possui graduação em Comunicação Social pela Universidade Federal de Santa Maria (1985), especialização em cinema e TV (2000) mestrado (2004) e doutorado (2009) em Ciências da Comunicação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. É professor do Programa de Mestrado Profissional Inovação em Comunicação e Economia Criativa. e da Graduação em Comunicação da Universidade Católica de Brasília. Email: alexandre.s.kieling@gmail.com*

Alberto Marques

*Professor do Mestrado em Inovação em Comunicação e Economia Criativa da Universidade Católica de Brasília (UCB). Tem interesse em assuntos relacionados à cibercultura e inovação, com foco em comunicação organizacional, comunicação pública e jornalismo digital. É doutor em comunicação pelo Programa de Pós-graduação em Comunicação da Universidade de Brasília, com estágio de doutoramento no exterior (bolsa sanduíche Capes) no Departamento de comunicação da Universidade da Beira Interior (UBI - Portugal). Editor da Revista Comunicologia. Email: alberto.marques@gmail.com*

### Resumo

*Organizações contemporâneas, a cada dia são mais pressionados a tarefa de sobreviver e crescer em um contexto em que negócios e forças de mercado são caracterizadas pela constante mudança advindas do processo de digitalização. Ao mesmo tempo, estratégias e táticas convencionais honrados em outros tempos mostram-se menos eficiente em fornecer os meios ou os fins para o êxito na tarefa em questão. Este artigo busca desenhar e apresentar a relação que a inovação nos processos de capacitação por meio da adoção de meios imersivos - realidade virtual, aumentada e telepresença - pode ter na competitividade das organizações. Como metodologia de pesquisa, utilizamos a revisão de literatura. Entre as contribuições desta pesquisa, é destacado que os dados levantados podem auxiliar organizações e pesquisadores no estudo da temática com questões e apontamentos que se julga relevantes em torno de tais relações. Por último, discute-se os benefícios e desafios da adoção dos referidos meios.*

### Palavras-Chave

*Capacitação imersiva; Realidade Virtual; Realidade Aumentada; Inovação; Competitividade.*

### Abstract

*Contemporary organizations are increasingly pressured by the task of surviving and growing in a context in which business and market forces are characterized by constant change stemming from the digitization process. At the same time, conventional strategies and tactics honored in other times are*

*proving to be less efficient in producing the means or the ends to success in the task in question. This article seeks to outline and present the relation that the innovation in capacitation processes by means of adopting immersive methods — virtual reality, augmented reality, and telepresence—can have on an organization's competitiveness. We used a literature review as our research methodology. A key result of this study is that the collected data can help organizations and researchers on this topic with relevant questions and notes regarding said relations. Finally, we discuss the benefits and challenges of adopting said methods.*

## **Keywords**

*Immersive training; Virtual Reality; Augmented reality; Innovation; Competitiveness.*

## **Introdução**

O cenário competitivo emergente em que "não é possível mais pensar em mercados estáveis e com longos ciclos de vida de produto" (PORTO, 2014, p.119) promovido pela digitalização desencadeou o surgimento constante de inovações e novas tecnologias forçando a introdução de novos métodos e processos gerenciais na economia. Grandes inovações que se restringiam à centros técnicos, científicos e de pesquisa se tornaram acessíveis ao público e empresas.

Tudo que poderia e pode ser digitalizado, foi ou será digitalizado. Iniciada na indústria fonográfica, a digitalização passou pela fotografia, pelo comércio, pelos jornais e editoras e continua por todas as áreas. De produtos a serviços – em que cada vez mais contém sensores ou atuadores capazes de coletar dados sobre consumo e gerar estatísticas para potenciais de diferenciação – de processos a decisões – por meio da automação e seu aumento da eficiência – e em modelos de negócio – com produtos digitais, processos digitais e novas lógicas de faturamento. A digitalização é sinônimo de processos mais eficientes e redução de custos (DINIZ & ALVARENGA, 2018). As inovações advindas da digitalização tornaram-se cotidianas à sociedade na medida em que computadores, Internet e tecnologia celular conduziram uma transformação radical dos meios de comunicação social em um período de tempo muito curto.

Com essa transformação radical – e digital – meios e dispositivos mais tradicionais passaram por um ciclo de mudanças, como a televisão (especialmente a televisão de alta definição), o cinema (abrangendo a projeção digital e 3D) e os jogos de vídeo (com gráficos em alta definição e periféricos que controlam movimentos). Um ponto de convergência nessa digitalização e popularização foi o estreitamento dos usuários desses meios e dispositivos com experiências de imersão mental: aquele estado mental ou emocional de profundo engajamento, envolvimento e da suspensão da descrença, como descritos por Sherman & Craig (2019).

Agora, tecnologias imersivas estão transformando a forma como ascendemos ao processo de imersão mental e como interagimos com a informação digital. Ao contrário dos meios e dispositivos mais tradicionais, a realidade virtual permite que os participantes selecionem seu ponto de vista, posicionando seu corpo e afetando eventos no mundo virtual. Esses recursos ajudam a tornar a realidade mais dinâmica e atraente do que a estática experiências de mídia de terceira pessoa, pois agrega além da imersão mental, uma característica definidora da realidade virtual: a imersão física.

Observar ou relacionar-se com meios do tipo imersivo – de multissensorialidade resultante da entrada do corpo em um meio baseada em representações do real ou em 3-D de múltiplas perspectivas por meio da tecnologia com uma interface multimodal promotora de estímulos sintéticos dos sentidos visual, auditivo e tátil simultaneamente a qual permite tipos de interação não disponíveis no mundo real (DEDE, 1996, p.11) – cria um estado mental

propício à adesão de novos saberes. Cada dia mais avançadas tecnologicamente, os dispositivos desses meios vêm a servir nas mais diversas estratégias e aplicações, tais como nas inovações em contextos organizacionais de capacitação. O ambiente simulado digitalmente possibilita a exploração do espaço e pode proporcionar interação, visualização e movimento em tempo real em ambientes tridimensionais.

A capacitação compreende a formação e treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos (PINTEC, 2014). A capacitação é fruto das experiências cotidianas e ocorre em conexão com atividades rotineiras da produção, distribuição e consumo. A experiência cotidiana aumenta o conhecimento técnico e dá ideias sobre em que direção as soluções de problemas de gargalo devem ser buscadas. Tais atividades e experiência, segundo Lundvall (1988), envolvem "aprender fazendo - aumentar a eficiência das operações de produção; aprender usando - aumentar a eficiência da utilização de sistemas complexos e a aprendizagem através da interação - envolver utilizadores e produtores numa interação que resulte em inovações de produtos”.

No contexto das inovações em capacitação é relevante perceber quais tecnologias poderão ser adotadas pelas organizações para terem seus processos de aprendizagem e experiência mais eficientes e serem mais competitivas, visto desafios impostos à implementações desta natureza. Porém, e definitivamente, "as empresas têm de deslocar tempo e energia deste lado para o outro lado da inovação, do foco nas ideias, para o foco na execução." (GOVINDARAJAN E TRIBLE, 2014, p.173).

As interfaces mediadas por computador para mundos reais e virtuais, especialmente as mídias imersivas<sup>1</sup> (realidade virtual<sup>2</sup>, aumentada<sup>3</sup> e telepresença<sup>4</sup>), representam novos desafios para as organizações. Com o auxílio da realidade virtual, tem se buscado novas formas de

---

<sup>1</sup>Realidade Virtual - RV, Realidade Aumentada - RA e Telepresença, segundo Sherman & Craig (2019, p.19) podem ser considerados como três categorias da fisicalidade da mídia imersiva: “RV é um ambiente puramente sintético que o usuário interage. RA mistura o mundo físico com informação gerada por computador. Com telepresença, o usuário é capaz de ver, interagir e afetar um ambiente real e remoto pelas suas ações. Na RA, a realidade física está aqui (proximal). Na telepresença, a realidade física está lá (distal). Assim, a telepresença é real, mas remota. RA é uma mistura de sintética com a realidade local e RV é exclusivamente com (exceto talvez para medidas de segurança) um mundo sintético, gerado por computador, que pode ou pode não ter qualquer relação com o mundo real, aqui ou ali. [...] Alguns praticantes usam o termo "Realidade Mista" (RM) para descrever experiências imersivas que misturam RA e RV, embora, RA já inclua esse termo.”

<sup>2</sup>Realidade Virtual ou RV. Inerentes a realidade virtual imersiva, trata-se das interfaces em que o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais. Na prática, essas interfaces possibilitam que o utilizante interaja, ouça e veja, em tempo real, um mundo de três dimensões, com seis graus de liberdade (6GDL): para frente e para trás, acima e abaixo, esquerda e direita, inclinação para cima e para baixo, angulação à esquerda e à direita e rotação à esquerda e à direita. (VALERIO NETTO et al, p.105, 1998).

<sup>3</sup>Tori (2010, p.06) a realidade aumentada adere-se às possibilidades de combinação entre "real e virtual". Parte das idéias de Milgram et all (1994) quando da introdução do conceito de “*continuum realidade-virtualidade-realidade*” para descrever tais realidades mistas. Entre os ambientes puramente reais e virtuais, podemos assim também encontrar realidade aumentada (mundo real com informação virtual adicional) e virtualidade aumentada (mundo virtual com informação real adicional). Sob o pensamento de Tori, há, portanto, a necessidade de se restringir os requisitos ao que estabelece Azuma et all (2001), na forma de três condições para se aproximar a realidade aumentada, que hora é mencionada como realidade misturada, à caracterização dos dispositivos e interfaces capazes de gerar imersão. Assim os meios de realidade aumentada devem alinhar-se a: um ambiente tridimensional; uma interatividade em tempo-real; e um registro entre real e virtual (elementos virtuais colocados no espaço real de tal maneira como se fossem partes integrantes).

<sup>4</sup>Lombard & Jones (2015, p.30) dispõe que “Telepresença (doravante, presença) refere-se às percepções subjetivas de uma pessoa ao usar a tecnologia. Presença ocorre quando as percepções da pessoa sobre o papel da tecnologia em sua experiência são imprecisas de alguma forma; especificamente, estamos interessados em um tipo de presença espacial - o sentido ou sentimento da pessoa de que está no ambiente remoto apresentado pela tecnologia.”

obter eficiência e propiciar a modernização do sistema produtivo da empresa, da simulação de equipamentos, do treinamento de funcionários, da validação do planejamento da produção, da visualização de layouts de fábricas e protótipos de produtos. (VALERIO NETTO et al, 1998, p.105,).

Nesta ótica, capacitação por recursos imersivos poderá impactar ainda mais no futuro das organizações e sua competitividade. Ao se falar em estratégias inovadoras de capacitação - especificamente no campo da inovação da construção de experiência sob a perspectiva das competências transferíveis por interação em um mundo digital - os recursos propostos pelos meios imersivos devem ser avaliados.

Este artigo tem como objetivo desenhar e apresentar a relação que a inovação nos processos de capacitação por meio da adoção de meios imersivos - notadamente a realidade virtual, aumentada e telepresença - pode ter na competitividade das organizações com a finalidade de auxiliar organizações e pesquisadores no estudo da temática com questões e apontamentos que se julga relevantes em torno de tais relações. Por último, discute-se os benefícios e desafios da adoção dos referidos meios.

A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica, refletindo e discutindo conceitos de mídias imersivas, inovação em contextos organizacionais, competitividade e capacitação à luz de alguns autores dedicados aos temas. Procurou-se observar também informações, dados e notícias advindas de sites e relatórios de pesquisa envolvendo as temáticas.

Para este último adotou-se o monitoramento via alertas do Google Alertas e Google Acadêmico, ferramentas estas que em conjunto, monitoram assuntos, palavras chaves e estudos acadêmicos que são indexadas pelo Google afim de se obter informações relevantes de mercado pelo período de 20 de fevereiro a 20 de junho de 2019, totalizando 535 alertas.

Todos os estudos encontrados foram avaliados pelos seus títulos, introdução ou resumos, e as obras relevantes foram pré-selecionadas. Todos aqueles que abordavam tipos de inovação, de capacitação e de meios imersivos foram incluídos inicialmente, totalizando 192 fontes. Para a fundamentação teórica, foram selecionados, entre todas as fontes, obras que abordavam: a) tecnologias em meios imersivos; b) capacitação ou treinamento; e c) inovação em contextos organizacionais. Após leitura direcionada, foram selecionados 27 obras e artigos que abordam as temáticas direcionadas ao objetivo do debate que compõe este artigo.

## **1. Inovação e vantagem competitiva**

A inovação nos processos suportados por tecnologia é estratégica. O grande diferencial da capacidade da tecnologia não se encontra em fazer com que processos antigos sejam mais eficientes apenas, porém viabilizar com que as organizações quebrem antigas regras e promovam novas metodologias de trabalho as quais oportunizem o desenvolvimento da competitividade organizacional.

Tendo em vista que a estratégia "articula as relações preferenciais da firma com seu ambiente e o tipo de organização que ele está lutando para ser" (PORTO, 2014, p.104), não se deve ficar inerte aos fatores da sorte ou de oportunidades ao acaso. Govindarajan e Trible (2014, p.06) identificam que

Instintivamente, a maioria das pessoas acredita que o mundo precisa de mais atividades de vanguarda (mais imaginação, mais criatividade, mais pensamento inovador). Os estrategistas veem a inovação como o caminho para sustentar a concorrência. Cientistas e engenheiros associam a inovação aos avanços tecnológicos. Os românticos veem a inovação como avanços

dramáticos produzidos por encontros casuais e ocorrências fortuitas, por mágica e por acaso.

Embora existam invenções surgidas por acidentes, inovações necessitam ser buscadas pelas organizações de maneira explícita concorda-se que a "inovação necessita de estratégia" (Porto, 2014, p.103), visto que em mercados competitivos a organização que puder desenvolver processos e práticas suportados pela tecnologia que tornem mais eficientes o desempenho de suas atividades, estará à frente de seus concorrentes, estabelecendo certa vantagem competitiva. Esta vantagem, como observa Porter (1989, p.9) se estabelece pela empresa "executando atividades estrategicamente importantes de uma forma barata ou melhor do que a concorrência" e também alinhados ao pensamento de Maculan (2005), adotando processos caracterizados por inovação tecnológica, como a adoção pela empresa de um processo produtivo tecnologicamente novo ou significativamente aprimorado, não sendo, necessariamente, novo para o mercado/setor de atuação, "podendo ter sido desenvolvido pela empresa ou por outra empresa/instituição" os quais podem resultar de "novos desenvolvimentos tecnológicos, de novas combinações de tecnologias existentes ou da utilização de outros conhecimentos adquiridos."

Ao perceber que "de todas as coisas que podem modificar regras da concorrência, a transformação tecnológica figura entre as mais proeminentes" (Porter, 1989, p.153) é válido levantar questão de que a inovação tecnológica também poderá responder a favor das organizações nos processos de capacitação.

Em muitos mercados e setores produtivos, a capacitação é atividade geradora de valor, raros e difícil de imitar. Seja pelo modelo, processo, diferencial ou inovação tecnológica aplicada. "Uma escolha crucial que uma organização precisa fazer sobre a inovação tecnológica é se ela buscará ser a ponta de lança no processo de mudança ou se seguirá o líder" (PORTO, 2013, p.109).

Na estratégia da liderança, as empresas colherão as vantagens do pioneirismo, mesmo que não sejam inventoras do processo, porém a primeira a incorporar a novidade. Isso lhe dá vantagem em precificação (ganhos extraordinários), acúmulo de recursos, capacitações críticas pioneiramente e prestígio do inovador, para citar alguns. As desvantagens recaem em ter de arcar com custos gerais da introdução da nova tecnologia e nas informações que a empresa gera por sua atuação aos possíveis entrantes de concorrência, por exemplo.

Por outro lado, quem segue o líder ao optar pela estratégia de seguimento, "evita os sacrifícios associados à liderança" (PORTO, 2014, p.111). Os prós e contras espelham as do líder. Esta estratégia possui baixas perspectivas de retorno caso líder seja feliz em suas estratégias ou caso o seguidor não adquira capacitações suficientes para, mais tarde, trazer inovações de maior ânimo.

Esta definição de perfil estratégico será balizadora no comportamento e atuação da empresa durante busca pelas metodologias inovativas de capacitação intermediadas por tecnologias digitais. Caso opte por ser líder, necessita levar a cabo processos complexos e custosos, como os pontuados por Porto (2014, p.110):

Monitorar e, por vezes, transformar a fronteira científica e tecnológica; fazer investimentos exploratórios em P&D; testar pioneiramente designs de produtos ou processos; ter contatos com usuários-chave, que possuem conhecimento técnico e disponibilidade para teste; fazer acordos com empresas de produtos complementares; estabelecer/disputar padrões técnicos; Dar ênfase a mecanismos de apropriabilidade, como patentes e inovação continuada.

Já caso seja seguidora, deverá: a) fazer monitoramento do progresso evolutivo da tecnologia realizadas pelos líderes; b) procurar as competências e recursos do líder; c) observar quando for possível pular etapas; d) procurar ampliar a diferenciação do processo realizado pelo líder; e) supervisionar decepções dos usuários com design e custo; f) estar atento a fatias de público que não são acolhidos; e g) procurar e perceber dispositivos de apropriabilidade empregados pelo líder. (PORTO, 2014)

Neste horizonte, entende-se então que organizações que se posicionam como líder ou seguidor nas metodologias e estratégias inovativas da capacitação tecnológica traçam um caminho para a competitividade e crescimento de mercado:

Em um sistema econômico fortemente internacionalizado e competitivo, as empresas são levadas a melhorar permanentemente sua capacidade de inovação. Essa é uma estratégia inevitável para racionalizar custos, ganhar maior eficiência no processo produtivo, oferecer produtos novos - com melhor desempenho ou maior funcionalidade -, mantendo-se à frente dos concorrentes e ampliando a atuação no mercado. Portanto, a capacitação tecnológica é o caminho para se conseguir responder às pressões competitivas. (Maculan, 2005, p.02)

O crescimento e a competitividade de uma organização dependem fortemente de sua capacidade de gerar e empregar novos saberes. Esses saberes, dentro do cenário tecnológico atual de grandes inovações das tecnologias digitais, podem ser transmitidos e assimilados de modo mais eficiente por meio dos meios imersivos. Agora que a capacidade de computação aumentou para atender às demandas de processamento em tempo real, "a tecnologia de realidade virtual entrou em um período de atenção pública e amplo interesse industrial. Grandes corporações e empresas em todo o mundo estão explorando ativamente o uso desta tecnologia" (Bricken & Byrne, 1993, p.200). Neste horizonte, é importante observar as fronteiras entre processos e recursos de capacitação e meios imersivos.

## 2. Capacitação e meios imersivos

Para se obter inovação as organizações precisam processar informações e saberes advindas de suas estruturas externas e internas. Externamente se enquadram como transferência de *know-how* ou licenciamento de patentes, dos saberes obtidos através de empresas com as quais se relacionam comercialmente (fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou softwares, clientes ou consumidores, concorrentes) ou informações geradas pelas instituições de produção de conhecimento tecnológico (universidades ou centros de ensino superior, institutos de pesquisa ou centros tecnológicos, centros de capacitação profissional e assistência técnica, instituições de testes, ensaios e certificações) (PINTEC 2014), por exemplo.

Internamente o saber para desenvolver novos produtos e serviços podem ser gerados ou pelos setores de pesquisa e desenvolvimento (normalmente mais frequentes em grandes empresas) ou pela própria experiência produtiva, dando solução a problemas práticos ou de demanda. Os saberes originados da experiência, que quase sempre são tácitos, são absorvidos nas atividades operacionais ou nas rotinas da organização. Nessas condições, é tanto a capacidade cognitiva dos indivíduos quanto a estrutura organizacional que condiciona a possibilidade de memorizar e utilizar os saberes.

Nos dois casos, vindas de estruturas externas ou internas, a organização precisará ser capaz de adquirir competências para absorver esses saberes de várias origens, desenvolver

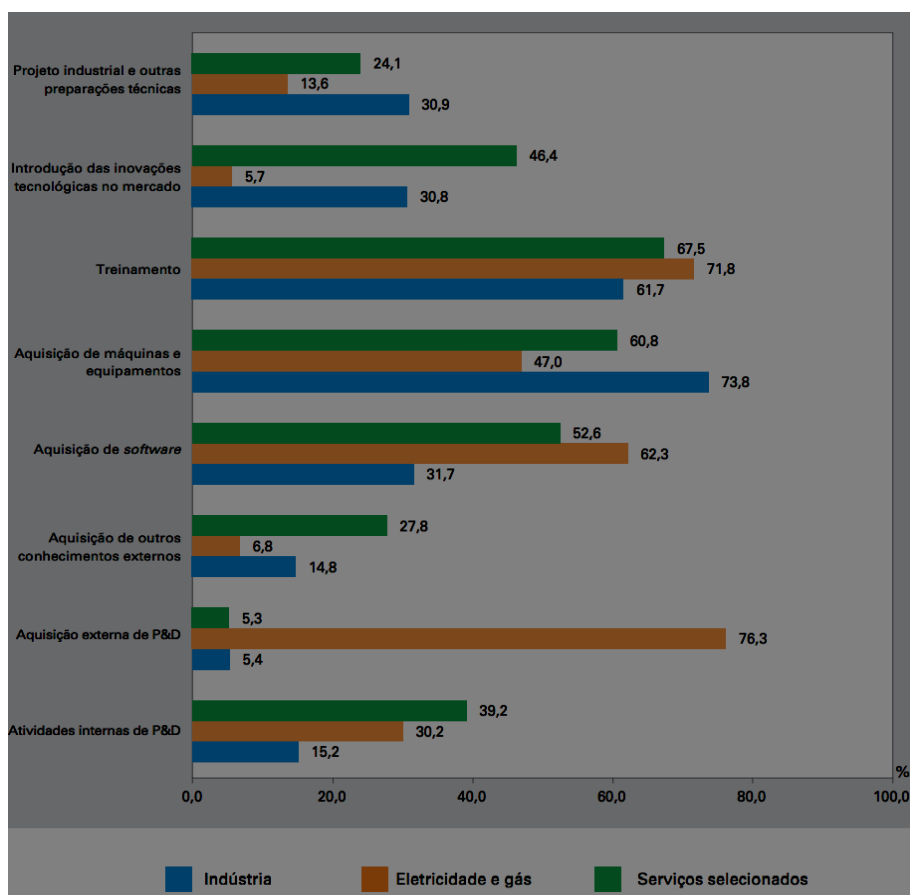
processos e tecnologias de forma a então sistematizá-los para então transferi-los em forma de capacitação entres todas as equipes, visto que sob o pensamento de Lundvall (1992, p.85), o recurso fundamental na economia moderna é o conhecimento "por conseguinte, o processo mais importante é o aprendizado o qual é predominantemente um processo interativo". Essa condição é primordial para se fazer presente em uma economia caracterizada pela mudança tecnológica rápida e permanente, como observa Maculan (2005, p.02) quando raciocina que "a capacidade de aprender e gerenciar esses conhecimentos para melhor competir no mercado, determina, em grande parte, a diferença de desempenho diante da concorrência."

No Brasil, muitas empresas desenvolvem metodologias e destinam grande parte de seus investimentos em aprendizagem formal, atividades as quais são de “iniciativa da organização de trabalho, que intencionalmente estrutura um contexto para que seus membros aprendam” (ABBAD & BORGES-ANDRADE, 2014, p.214) voltadas à melhoria do seu acervo tecnológico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento e implantação de produtos ou processos novos ou significativamente aperfeiçoados tais como a transferência de saberes e competências para seus trabalhadores por meio de treinamentos e capacitação.

Definida como atividade inovativa pela Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica do IBGE (PINTEC 2014), o treinamento corresponde a segunda maior atividade (62,3%) considerada de importância alta ou média pelas empresas inovadoras para acesso ao conhecimento tecnológico, ficando atrás apenas da incorporação de máquinas e

equipamentos, com 72,5%. Por outro lado, no setor de atividade "Serviços selecionados" (tabela 1), a atividade de treinamento foi apontada como a mais relevante para 67,5% das empresas no período 2012-2014, seguida da aquisição de máquinas e equipamentos (60,8%) e de software (52,6%).

Figura 01 - Importância atribuída às atividades inovativas, pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo, por setores de atividades Brasil - período 2012-2014



Fonte: IBGE - Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica - Pintec 2014, a partir do quadro 03

A nível mundial, pesquisas do Fórum Econômico Mundial estimam que, até 2020, quase 35% das principais habilidades necessárias em todas as naturezas de trabalho irão mudar<sup>5</sup>; portanto, há uma necessidade crescente de focar no treinamento e capacitação corporativo. De acordo com a Statista<sup>6</sup>, em 2017, as empresas estimaram gastar \$362,2 bilhões de dólares em iniciativas de treinamento corporativo em todo o mundo. No entanto, essas iniciativas são amplamente ministradas em formatos tradicionais, como seminários em sala de aula ou módulos de treinamento on-line. Embora a aprendizagem passiva e a memorização tenham sido o modelo do passado, a força de trabalho de hoje exige uma abordagem mais ativa e contínua ao treinamento, na qual os funcionários aprendem através da experiência prática: "Mãos na massa" ou experiência prática (algo que envolva física e emocionalmente alguém) em treinamento ou educação tem maior eficácia do que ler sobre ou ver outra pessoa fazer (KOLB, 1984). Há muito que a aprendizagem experiencial tem sido considerada a forma mais eficaz de aprender, e estudos têm demonstrado que a aprendizagem através da experiência aumenta a qualidade da aprendizagem e melhora a retenção: Pesquisas da Universidade de Stanford e da Universidade Técnica da Dinamarca<sup>7</sup> descobriram que os alunos se lembram mais quando usam métodos de ensino virtual do que com métodos tradicionais, resultando em um aumento de 76% na eficácia do aprendizado. As perspectivas de crescimento do sector imersivo refletem o seu potencial para remodelar a forma como comunicamos, trabalhamos e nos capacitamos. De acordo com a ABI Research<sup>8</sup>, o mercado de empresas de treinamento em Realidade Virtual (RV) crescerá US\$ 6,3 bilhões em 2022. A Goldman Sachs<sup>9</sup> prevê que o mercado imersivo poderá valer até US\$ 95 bilhões em 2025, enquanto a TechCrunch<sup>10</sup> estima que o mercado combinado de realidade virtual/aumentada atingirá US\$ 108 bilhões em 2021. Mais otimistas, o Citi Bank<sup>11</sup> prevê um mercado de US\$ 569 bilhões em 2025 e a Zion Market Research<sup>12</sup>, que avaliou o mercado em 2018 em US\$ 26.7 bilhões, prevê taxa de crescimento de 63.01% ao ano entre 2019 e 2025, podendo chegar a US\$ 814.7 bilhões. Essa expectativa resume bem as grandes aquisições bilionárias e registros de patentes feitos pelos FAMGA<sup>13</sup> (Facebook, Apple, Microsoft, Google, & Amazon) nos últimos anos. As apostas são claramente grandiosas.

Em uma perspectiva organizacional, 50%<sup>14</sup> dos líderes empresariais identificam a escassez de competências como um desafio fundamental para a força de trabalho. 85%<sup>15</sup> das pessoas acreditam que precisam de novas competências para se manterem relevantes no trabalho e 36%<sup>16</sup> dos executivos identificam a remoção de barreiras de distância entre pessoas e informações como um driver na adoção de soluções imersivas (com isso as empresas podem aproveitar a experiência em milhares de habilidades de qualquer lugar do mundo, por

---

<sup>5</sup>"Five Million Jobs by 2020: The Real Challenge of the 4th Industrial Revolution", World Economic Forum, 2016. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)

<sup>6</sup><https://www.statista.com/statistics/738399/size-of-the-global-workplace-training-market/>

<sup>7</sup>Reimagining Education –TEDxCERN - <https://www.youtube.com/watch?v=IYpovgka-9Q>

<sup>8</sup>Enterprise Virtual Reality Training Services in 2022: <https://tinyurl.com/TrainingServices6bi2022html>

<sup>9</sup> <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>

<sup>10</sup>The reality of VR / AR growth: <https://beta.techcrunch.com/2017/01/11/the-reality-of-vr-ar-growth/>

<sup>11</sup><https://www.citibank.com/commercialbank/insights/assets/docs/virtual-and-augmented-reality.pdf>

<sup>12</sup>Zion Market research: <https://www.zionmarketresearch.com/report/augmented-and-virtual-reality-market>

<sup>13</sup>CB Insights Research: <https://www.cbinsights.com/research/ar-vr-corporate-activity/>

<sup>14</sup>Accenture Reworking the Revolution Research - January 2018 - [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-69/Accenture-Reworking-the-Revolution-Jan-2018-POV.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-69/Accenture-Reworking-the-Revolution-Jan-2018-POV.pdf)

<sup>15</sup>Accenture Harnessing the Revolution Research, 2017. Pesquisa on-line com 10.527 trabalhadores em todos os níveis de habilidades e gerações na Austrália, Brasil, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, Turquia, Reino Unido e EUA. A pesquisa foi realizada entre 26 de novembro e 9 de dezembro de 2016.

[https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-40/Accenture-Strategy-Harnessing-Revolution-POV.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-40/Accenture-Strategy-Harnessing-Revolution-POV.pdf)

<sup>16</sup>Accenture Technology Vision 2018. [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/Accenture/next-gen-7/tech-vision-2018/pdf/Accenture-TechVision-2018-Tech-Trends-Report.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/next-gen-7/tech-vision-2018/pdf/Accenture-TechVision-2018-Tech-Trends-Report.pdf)



exemplo). 43%<sup>17</sup> dos executivos de negócios e TI relatam que mais de 60% por cento da sua força de trabalho irá mudar para novas funções dentro de três anos, exigindo uma requalificação substancial dentro das suas organizações devido ao impacto da tecnologia.

Esses dados demonstram que é imperativo encontrar formas mais eficazes, mais eficientes, mais seguras e menos dispendiosas de capacitar e treinar a força de trabalho. Muitas empresas desenvolvem a transferência de saberes e competências para seus trabalhadores por meio das "ferramentas e recursos tecnológicos diretamente relacionados com o provimento da percepção de interatividade em ambientes informatizados" (TORI, 2010, p.01). Destas tecnologias interativas, "os meios imersivos possuem grande potencial para aplicações na área da capacitação" (DEDE, 1996, p.03), dado seus recursos chave, como:

- Imersão: "estar imerso" geralmente se refere a um estado emocional ou mental que envolve um sentimento de estar envolvido em uma experiência, assim como à imersão física como a propriedade de um sistema de realidade virtual que substitui ou aumenta os estímulos aos sentidos. (Sherman & Craig 2019, p.10). O estado de imersão mental é muitas vezes referido como tendo "um sentido de presença" dentro de um ambiente, (TORI, 2010, p.06) e a medida que se aumenta a sensação de presença, maior a chance do usuário, no mundo virtual, envolver-se com a aprendizagem.

- Telepresença: presença simultânea em um ambiente virtual e separados geograficamente. "Esses sistemas especiais permitem que várias pessoas em locais remotos cooperem em uma tarefa específica." (WEXELBLAT, 1993, p.29). Exercícios de controle de recursos de "um robô teleguiado por um operador que enxerga, a quilômetros de distância, aquilo que veria se seus olhos fossem as câmeras instaladas no equipamento que opera remotamente" (TORI, 2009, p.124) viabilizaria de uma maneira mais eficiente processos de capacitação.

- Estimulação multissensorial e interatividade: Através de interfaces mediadas por computador para mundos reais e virtuais de alto nível, pode-se interpretar exibições visuais, auditivas e táteis para coletar informações enquanto usam seu sistema proprioceptivo para navegar e controlar objetos no ambiente sintético: Ao incluí-los nesses ambientes multissensoriais tridimensionais e ao associar estreitamente seus comportamentos naturais à funcionalidade do sistema, "os participantes sentem um forte senso de presença. Interagir em RV envolve movimento proposital que coordena os domínios cognitivo, psicomotor e afetivo." (Bricken & Byrne, 1993, p.201). Essa estimulação multissensorial pode ser valiosa para estimular o aprendizado e a memorização.

- Motivação: Os sistemas de treinamento usando interfaces VR são potencialmente mais motivadores do que as interfaces 2D tradicionais (vídeos, datashow etc). Por meio das interações a aprendizagem pode ser mais interessante e excitante já que segundo Valerio Netto (1998, p.106) "os operadores treinados com o sistema desempenharam suas funções melhor do que aqueles treinados no sistema real convencional". Com a capacidade de construir gamificação, o aprendizado imersivo pode ser divertido e propicia mais interesse, engajamento, gasto de tempo e concentração na execução de uma tarefa. (Regian, Shebilske, & Monk, 1992, p.1). Isso levaria a uma melhor retenção de conteúdos.

- Representações múltiplas e quadros tridimensionais de referência: Metáforas espaciais e visuais podem melhorar a significância dos dados e fornecer insights qualitativos: "as realidades artificiais podem permitir-nos lidar mais eficazmente com os dados [...]. são susceptíveis de ter um impacto imenso na nossa capacidade de lidar com a informação" (ERICKSON, 1993, p.04).

---

<sup>17</sup> Accenture Technology Vision 2019: [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-94/Accenture-TechVision-2019-Tech-Trends-Report.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-94/Accenture-TechVision-2019-Tech-Trends-Report.pdf#zoom=50)

- Estratégias de aprendizagem: promove e otimiza recursos para atividades de processamento de informações usadas pelos utilizadores no momento da codificação (com a finalidade de facilitar a aquisição), da armazenagem e da subsequente recuperação da informação aprendida. O meio imersivo alinha-se às diversas combinações entre as estratégias cognitivas (reflexão intrínseca e extrínseca das atividades do posto de trabalho ou de outras unidades), estratégias comportamentais (aplicação na prática/experiencial) e estratégias comportamentais autorregulatórias (de controle emocional, motivacional e de monitoramento de compreensão). (ABBAD & BORGES-ANDRADE, 2014, p.274)

- Educação recursiva: os utilizadores são envolvidos não só como usuários das aplicações de capacitação imersiva, mas também como definidores ou desenvolvedores (co-criadores) de subconjuntos de pacotes de requisitos e atualização da plataforma de aprendizagem. Esta combinação dos papéis de usuário e desenvolvedor tem potencial não só para promover atitudes positivas dos utilizadores como usuários de um ponto de vista sociopsicológico, mas também aumenta a taxa de reprodução e adequação dos processos de informação durante a capacitação (SONG, 1997, p.57).

Neste momento é possível perceber os benefícios para a aprendizagem através da prática em meio imersivo. Neste ponto, frente aos pensamentos de Regian, Shebilske, & Monk (1992, p.2), é necessário, então, entender como podem ser importantes como meio para os processos de aprendizagem, de tarefas à procedimentos frente a prática:

As tarefas procedurais requerem a aprendizagem de uma série de passos, muitas vezes contextualizados num ambiente espacial de pequena escala. A memória procedural é muitas vezes distinguida da memória declarativa, e explica como as habilidades são adquiridas e retidas. A memória procedural é provavelmente uma capacidade de áreas subcorticais do cérebro, e é evolutivamente antiga. Ela se desenvolve em bebês humanos e macacos antes da memória factual. Porque a prática é tão importante para a aquisição de habilidades procedurais, tem sido sugerido que a RV pode ser uma excelente interface para o treinamento de habilidades procedurais. Sistemas interativos modernos, como consoles de controle em plantas industriais ou sistemas de armas, aumentaram a necessidade de os operadores humanos aprenderem procedimentos. Em certas configurações, a sequência é aprendida por memorização de roteiro, como uma sequência relativamente sem sentido. Em outros ajustes, os operadores sabem a funcionalidade do equipamento e aprendem as etapas como uma sequência significativa de operações funcionais.

A realidade virtual elimina a tradicional separação entre usuário e máquina, proporcionando uma interação mais direta e intuitiva com as informações. Ao usar um visor montado na cabeça, sensores de posição e orientação e dispositivos de interface tátil, por exemplo, podemos habitar ativamente um ambiente imersivo gerado por computador. "Podemos criar mundos virtuais e entrar para vê-los, ouvi-los, tocá-los e modificá-los." (BRICKEN & BYRNE, 1993, p.200). Em um modelo desejável, um ambiente de realidade virtual precisaria disponibilizar três fontes de estímulos para a imersão: visual, auditivo e háptico/sinestésico. Propiciar esse composto de fontes leva a um sentimento de presença no mundo simulado, como os oferecidos nos exemplos clássicos de simuladores de voo, que permitem o treinamento de pilotos recorrendo a várias fontes de estímulos com "grande realismo (da visão da decolagem e do pouso, como se estivessem em um aeroporto real, aos solavancos e movimentos idênticos aos de uma verdadeira aeronave em pleno voo)" (TORI, 2009, p.124).

Meios imersivos são usadas a favor de processos de aprendizagem das atividades rotineiras e experiências cotidianas das organizações e até em simulações de processos

industriais extremamente arriscados e perigosos, como os de óleo, gás, energia, indústria, controle de tráfego aéreo, manufatura e construção. “As simulações podem funcionar porque nossas mentes simulam automaticamente lugares e outros seres em processo de percepção e modelagem do espaço.” (BIOCCA, 2015, p.02)

Em geral, muitos procedimentos de capacitação tradicional (uso de laboratórios ou treinamento no ambiente real da organização ou fábrica) podem ser caros como perigosos e alguns princípios de tecnologia simplesmente não podem ser demonstrados em testes ou ensaios. Há exemplos como exercícios de procedimentos cirúrgicos, como já feito pela Faculdade de Medicina da Universidade de Atlanta que utiliza RV para formar cirurgiões – com uma taxa 40%<sup>18</sup> menor de erros do que os cometidos por cirurgiões que são treinados convencionalmente. Ou menos perigosos como, por exemplo no treinamento do varejo em que o Walmart usa a RV para preparar os gerentes de loja para o Black Friday e planeja implantar a tecnologia em 200 centros de treinamento - empresas que implementam programas de treinamento baseados em RV experimentaram uma economia de tempo de até 80%<sup>19</sup>. Quando uma questão ambiental está envolvida, como quando alguns materiais e processos são contaminantes para o ambiente (WITTEMBERG, 1995), a simulação e a realidade virtual podem reduzir ou eliminar o uso de tais materiais ou processos com um impacto positivo direto sobre os problemas ambientais. (SONG, 1997, p.57)

Os principais impulsionadores por trás da adoção imersiva são identificados como aumento da percepção do negócio, redução de riscos, melhorias de produtividade, maior qualidade e economia de dinheiro (CATAPULT, 2018). A capacitação por meios imersivos viabiliza a sua execução a custos menores e mais flexíveis. Ou seja, segundo Valério Netto (1998, p.106) "o sistema simulador pode ser facilmente transportado e/ou modificado".

Além disso, resulta na redução também de despesas com viagens de funcionários e transporte de equipamentos para locais de treinamento e até mesmo de economia de espaço no setor imobiliário. Já as principais barreiras que se apontam para adoção das estratégias imersivas incluem cultura e liderança, falta das habilidades necessárias, de tempo e de conhecimento dos meios e dispositivos mais apropriados. No entanto, em primeiro lugar, a maior barreira encontra-se na identificação e justificação do investimento em relação ao retorno sobre o investimento.

O custo para desenvolver e implementar os sistemas imersivos de capacitação podem ser justificados e absorvidos no longo prazo visto a economia direta e indireta da implementação. Entre as vantagens convincentes da capacitação imersiva é que os utilizadores não precisam se preocupar em cometer erros os quais podem ser caros para a organização no mundo real, tanto em termos de equipamentos quanto de segurança. Ainda, não há custos adicionais para que os utilizadores pratiquem uma atividade ou tarefa ininterruptas vezes. Estes são fatores importantes visto que a falta de oportunidade de praticar repetidas vezes uma nova habilidade em diferentes situações, a baixa qualidade ou insuficiência de recursos materiais também são “fatores que dificultam ou obstaculizam a aprendizagem formal e informal, bem como a expressão de novas competências no trabalho.” (ABBAD & BORGES-ANDRADE, 2014, p.271)

Com uma aplicação de realidade virtual sofisticado, é possível fazer a modelagem de máquinas, veículos e equipamentos simulando suas operações e comportamentos reais. "Isto economiza dinheiro, ciclos de desenvolvimento e permite que se efetuem sessões de treinamento com o produto virtual" (VALERIO NETTO et al, p.112, 1998). Dessa forma, um profissional poderá não somente estabelecer interação com os componentes enquanto

---

<sup>18</sup><http://www.hrmagazine.co.uk/hr-most-influential/profile/does-ar-vr-better-ld>

<sup>19</sup> <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/enterprise-virtual-reality-training-services-to-generate-us-6-3-billion-in-2022-1008940801>

funcionam virtualmente, sobretudo, imergir dentro dos objetos o que possibilita uma exploração minuciosa desses mesmos componentes.

No que se refere a questões de adaptabilidade desses meios imersivos, a vantagem encontra-se no conhecimento intuitivo a respeito do mundo físico (não sintético) o qual possibilita a manipulação do ambiente virtual: entra-se no ambiente virtual das aplicações, e por meio dos sentidos e movimentos naturais tridimensionais do corpo pode-se ver, manipular e explorar os dados e informações da aplicação em tempo real. Isto pois, segundo Regian, Shebilske, & Monk, (1992, p.1): "1) A interface RV preserva as características visuo-espaciais do mundo simulado; e 2) a interface RV preserva a ligação entre as ações motoras do estudante e os efeitos resultantes no mundo simulado."

Do ponto de vista da gestão, a capacitação imersiva possibilita a captura de dados do comportamento dos utilizados de maneira muito rica. De rastreamento ocular a mapas de calor (heat maps) e rastreamento dos gestos. A organização pode rever os dados e relatórios automatizados das experiências de capacitação imersiva os quais ajudariam a testar novas possibilidades de aprendizado.

Porém é importante que as empresas escolham as áreas e oportunidades adequadas para a capacitação imersiva. Normalmente, sua aplicação é mais bem sucedida em casos de uso que requerem uma perspectiva na primeira pessoa e uma prática interativa e resposta de teste. Também é importante realizar uma análise preliminar do valor do custo-benefício nos casos de uso e determinar um produto mínimo viável necessário para a capacitação.

Propiciar o suporte necessário para todas as fontes de estímulos, contudo, exige recursos, dispositivos e aplicações (softwares) aprimorados, tais como estações de computadores, dispositivos mobile (celulares e tablets), dispositivos montados na cabeça (*head mounted display - HMDs*), luvas hápticas, sensores de movimentação, entre outros. Estes meios dão aos usuários a sensação de que a aplicação está sendo executada no ambiente tridimensional real, possibilitando sua exploração como por movimentação natural dos objetos com o uso das mãos (KIRNER & SISCOOTTO, 2007). Aplicados em conjunto ou não, o uso desses dispositivos aprimorados define o que é chamada de realidade virtual imersiva. A depender do uso em conjunto dos dispositivos, a realidade virtual imersiva situa-se entre os níveis "ambiente virtual" e "imagem virtual" (Ellis, 1991). Deste ponto de vista, situamos a Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) sob o enquadramento de Sherman & Craig (2019, p.23) em que "A RA pode ser considerada um tipo de RV. Ao invés de experimentar a realidade física, uma pessoa é colocada em outra realidade que inclui o físico junto com o virtual. Inversamente, a RV pode ser considerada um caso especial de RA em que o mundo real foi ocluído."

As decisões tecnológicas fundamentais concentram-se no tipo de meio imersivo que se melhor adequa ao caso de aplicação (Realidade Virtual - RV ou Realidade Aumentada ou Telepresença), na escolha dos dispositivos (HMDs), na utilização de controladores, nas condições de integração com outros sistemas e na capacidade de se gerenciar a plataforma. Para a capacitação direcionada a aprendizagem formal, àquelas que ocorra em "eventos instrucionais, treinamentos e em outras ações educacionais e de desenvolvimento, planejadas sistematicamente para essa finalidade (ABBAD & BORGES-ANDRADE, 2014, p.275) a Realidade Virtual (RV) na maioria das vezes é o mais indicado, dado o nível de imersão que se pode criar. É indicado também em casos em que o sentido de presença é primordial para se ter o impacto desejado, como em casos de aprendizagem comportamental e o treino de empatia.

Para uma capacitação simples, onde o envolvimento baseado em foco de atenção é suficiente, as empresas podem usar duas soluções de Realidade Virtual, de custo baixo e facilmente gerenciáveis: a primeira para visualizar vídeos ou ambientes e objetos em 3D em 360°, com normalmente três graus de liberdade (3DoFs), permitindo interatividade por

controladores limitadamente, baseada em dispositivos móveis (smartphones ou tablet) os quais são adaptados em dispositivos montados na cabeça (HDMs) como o Google Cardboard, Google Daydream, Samsung's Gear VR e Merge VR/AR Goggles. A segunda solução encontra-se em dispositivos móveis autônomos (*standalones*) de Realidade Virtual, como Oculus Go, HTC Vive Focus Plus e Lenovo Mirage Solo.

A capacitação que requer total interatividade, alto nível de qualidade de fidelidade visual de baixa latência, liberdade de movimentos (com até seis graus de liberdade - 6DoF), entrada e feedback háptico e rastreamento ocular para se obter o efeito de controle e imersão desejado (como no caso, por exemplo, da manutenção em máquinas complexas) por Realidade Virtual (RV) ou Telepresença, são requeridos dispositivos de computador, consoles e/ou dispositivos autônomos de alto desempenho, como o HTV Vive, Oculus Rift, Playstation VR, Oculus Quest, StarVR, Varjo VR-1, HaptX Gloves e controladores/rastreadores de movimento (leap motion controllers).

A Realidade Aumentada é mais adequada para a capacitação em situações em que se requer o rastreo e a intervenção de objetos digitais somada a interações com pessoas ou objetos no mundo real que nos rodeia. Requer normalmente o uso de um display visual móvel, especialmente se o usuário deve se mover no mundo aumentado. Atualmente, esta tela é na maioria das vezes um smartphone ou tablet, embora utilizam-se também HMDs como dispositivos vestíveis (óculos inteligentes) já que estão se tornando mais leves, menos intrusivos e mais amplamente disponíveis, como o capacete inteligente Daqri e o Microsoft HoloLens (Sherman & Craig, 2019, p.24). Nos próximos anos, os óculos inteligentes de RA possibilitarão grande oportunidades de aprendizagem imersiva. Alguns dispositivos a serem acompanhados são o Magic Leap e Varjo XR-1.

A possibilidade de incorporação com outras tecnologias, como a inteligência artificial e a Internet das coisas, assim como integração de plataformas e aplicações de gestão corporativas, como ERPs e sistemas de gestão de aprendizagem, dependerá dos casos de utilização e objetivos frente a relação de custo/benefício.

Conforme as organizações ampliam os ações e programas de uso de capacitação imersiva, será necessário avaliar novas decisões tecnológicas e gerenciais tais como infraestruturas de renderização baseadas em nuvem, soluções de gerenciamento de dispositivos e rede (como largura de banda e velocidade de rede em casos de programas que envolvam multiparticipantes ou objetivando escalabilidade), gerenciamento de segurança e design das aplicações. Tomada de decisões estas que a organização deve alinhar com profissionais experientes em meios imersivos para os devidos respaldos estratégicos e técnicos.

Estes indícios até aqui mencionados, sugerem as seguintes tendências: As iniciativas de capacitação imersiva tendem a ser sucedidas se forem orientadas por uma gestão do processo e dos programas de implementação e acompanhamento de resultados. As características desta gestão devem estar alinhadas a: identificação e estabelecimento de técnicas de medição e análise de métricas de sucesso; identificação e priorização de módulos de aprendizagem adicionais assim como estratégias para escalar módulos de sucesso em toda a organização; estabelecimento de panorama geral da arquitetura tecnológica durante todo o processo, incorporando novas tecnologias caso necessário; assegurar as entregas de conteúdo vindas de terceiros; viabilizar e promover a disponibilidade e reutilização dos ativos e aplicativos 3D; estabelecer configurações mínimas do ambiente físico para o uso dos dispositivos durante a atividade de capacitação; definir e aplicar padrões éticos em torno do desenvolvimento e uso dos meios imersivos na capacitação; medir a eficácia dos utilizadores e capacitados no trabalho e identificar áreas de melhorias da capacitação.

Afim de contribuir com futuras discussões, delinheio quadro de indicação inicial dos benefícios e desafios envolvendo a implementação de meios imersivos para capacitação:

Tabela 01 - Benefícios e desafios da implementação de meios imersivos para capacitação

Benefícios	Desafios
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suporte a um aprendizado realmente baseado em experiências.</li> <li>- Inovação, modernização, transformação digital e diferenciação das ações e processos de treinamento por meio de um ambiente imersivo para a capacitação.</li> <li>- Diversas aplicações como no campo médico (cirurgias e procedimentos), da engenharia (cálculos e operações), da visualização, da simulação, dos recursos humanos/comportamento/liderança (testes de empatia e aptidão), do comportamento, da produção (processos, montagens), da manutenção (infraestrutura, operações, restauração), comercial (técnicas de negociação e regras de atendimento), logística e expedição (manuseio de embalagens e pacotes) da segurança (de áreas de risco, de equipamentos de proteção individual, de prevenção, de regras de trabalho) e etc.</li> <li>- Aprendizagem da modelagem de complexos processos, maquinários, veículos e dispositivos, simulando o comportamento real de equipamento com precisão possibilitando efetuar sessões de capacitação com o produto virtual.</li> <li>- Colaboração e co-criação das ferramentas e processos de capacitação.</li> <li>- Acompanhar e regular os procedimentos ergonômicos para aumentar a segurança e eficiência.</li> <li>- O trabalho é melhor executado quando capacitado no ambiente virtual do que aqueles que foram treinados no ambiente real.</li> <li>- Gerenciamento de riscos por meio de ambiente virtual seguro e controlado.</li> <li>- Sustentabilidade e economia de dinheiro e de ciclos de desenvolvimento. É uma alternativa muito rentável e evita a necessidade de treinamento no ambiente real da fábrica ou desperdícios de matérias primas ou geração de resíduos.</li> <li>- Incentivo a participação, interação e o engajamento com o treinamento pela natureza gamificada do meio.</li> <li>- Transformar e traduzir conceitos e práticas difíceis e complexas em uma experiência de fácil compreensão e assimilação por meio de simulações verossímeis ou lúdicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barreiras intrínsecas à tecnologia dos dispositivos ainda podem bloquear o processo de interação e imersão, como o eventual desconforto provocados pelas limitações do design físico e da óptica dos visores montados na cabeça, de cabos, de controles e a localização de sons em 3D. Em alguns casos e dispositivos ainda é preciso trabalhar para melhorar o conforto e a interface do usuário.</li> <li>- Os dispositivos de entrada e feedback háptico ainda pode ser caro ou limitados: Ainda é limitado dispositivos vestíveis que oferecem, em uma única solução, diversos recursos sensoriais como, por exemplo, temperatura (frio e calor) e pressão de forma acessível. Além disso, o uso de roupas para rastreamento de sinais sensoriais de entrada e feedback podem interferir na precisão nos movimentos dos utilizadores.</li> <li>- Em ambientes imersivos, os estímulos multissensoriais podem resultar em sensações não intencionais (náuseas) e percepções não antecipadas (perceber movimento, mas sentindo-se estar parado).</li> <li>- Frequentemente, utilizadores se sentem desorientados em ambientes de realidade virtual. Fazer perceber com precisão a localização do utilizador no ambiente é crucial para a experiência de imersão.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilidade: Um conjunto mínimo de equipamentos podem ser transportados para qualquer lugar (apenas um dispositivo montado na cabeça e controles podem ser suficientes para executar a capacitação, por exemplo).</li> <li>- Relatórios de desempenho: Monitorar em tempo real o progresso da capacitação e definir o nível adaptado de desafio intelectual e velocidade de aprendizagem assim como recolher os dados tais como índice de desempenho, mapas de calor, tempo de execução de tarefas e tantos outros dados segmentados (por usuários, por datas, por grupos, por filiais, por região e etc).</li> <li>- Transmissão de vídeos de capacitações ao vivo para colaboradores de outras regiões ou que não estão presentes fisicamente durante o treinamento imersivo;</li> <li>- Multi-plataforma: as aplicações de capacitação podem ser acessíveis entre várias plataformas e dispositivos.</li> <li>- Integrada com sistemas de gestão e ERPs.</li> <li>- Capacitação individual e em grupos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionamento adequado e oportuno das estratégias de capacitação para que o uso das tecnologias não sejam apenas para a experimentação da mais recente tecnologia.</li> <li>- A inércia de gestores e possíveis resistências por partes dos capacitadores e formadores: Estruturar novas estratégias é correr riscos visto a necessidade de aprender novas habilidades e explorar um mundo ao qual não se tem familiaridade. Para se obter os benefícios oferecidos pelos meios imersivos, é necessário mudanças de cultura e disposição para se pensar no uso mais produtivo das tecnologias.</li> </ul>
---	--

Fonte: Os autores (2019)

## Considerações finais

A expansão da competitividade exige das organizações inovações para geração de resultados relevantes, seja nos custos de desenvolvimento de novos produtos, seja na eficiência das operações, como nos processos de capacitação de recursos humanos.

Ao mesmo tempo, à medida que há um amplo domínio da automação e digitalização nos processos de todos os setores da economia, o número de trabalhadores envolvidos diminui visivelmente e aqueles que permanecem nas organizações precisam ser mais altamente qualificados. Capacitar novos participantes e requalificar aqueles cujas atividades precisam mudar com as mudanças de mercado e da tecnologia torna-se cada vez mais importante, mais elaborado e mais abrangente. E os meios imersivos se colocam neste cenário.

De uma maneira drasticamente imersiva, esses meios transformam a capacitação de modo envolvente, capturando a atenção de forma claramente única: o foco é executar as tarefas, atividades e tomar decisões e a realidade virtual transforma a maneira de se capacitar em uma experiência prática factível, agregando muita relevância ao conteúdo e ao aprendizado.

As capacitações por meios imersivos estão se tornando e sendo reconhecidos como uma valiosa estratégia visto a efetividade na capacitação por meio da experiência da realização de tarefas por simulações, o que, por consequência disso, reduz custos e despesas. E conforme as tecnologias dos meios imersivos evoluem, muitos dos desafios tecnológicos de hoje diminuirão ainda mais.

No entanto, atualmente, inovar para alcançar o potencial de mundos sintéticos imersivos na capacitação requer transpor barreiras de resistência à sua implementação dentro das próprias organizações. É preciso se mover. Antes que essas barreiras se tornem sólidas de

mais para impedir a sua implementação – ou que seja tarde demais –, é preciso pensar que, dentro de uma estratégia organizacional, de mercados de forte concorrência, a capacitação alinhada com as tecnologias de meios imersivos ampliam e aceleram o desenvolvimento das pessoas em suas organizações, tornando-as mais eficientes.

Ao fazer investimentos bem planejados em capacitação imersiva, as organizações inovadoras podem melhorar significativamente a sua competitividade e as suas competências enquanto encurtam as distâncias entre a aprendizagem experiencial, entre informação e pessoas resultando em maiores taxas de retenção de suas atuais e futuras forças de trabalho ao mesmo tempo que reduzem os custos. Podem, sobretudo, melhorar significativamente a posição em que se encontram no mercado e onde se posicionaram no futuro.

A partir do exposto, novos desdobramentos a respeito desta temática podem ser desenvolvidos. Sugere-se neste campo, pesquisa de análise e estudos de caso, com usuários e empresas com o intuito de se entender dinâmicas específicas em setores econômicos distintos, afim de observar características particulares de cada mercado na implementação da capacitação por meios imersivos.

## Referências

ABBAD, Gardenia da Silva & BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo. **Aprendizagem humana em organizações de trabalho**. In: ZANELLI, José Carlos, BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo & BASTOS, Antonio Virgílio Bittencourt. (Ed.). Psicologia, organizações e trabalho no Brasil. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., & MACINTYRE, B. **Recent advances in augmented reality**. IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 21, p.34–47, 2001.

BIOCCA, F. **Lighting a Path While Immersed in Presence: A Wayward Introduction**. In: LOMBARD M., BIOCCA F., FREEMAN J., IJSSELSTEIJN W., SCHAEVITZ R. (eds) Immersed in Media. Springer, Cham, 2015.

BRICKEN, Meredith & BYRNE, Chris M. **Summer Students in Virtual Reality A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology**. WEXELBLAT, Alan. (ed) Virtual Reality Applications. Academic Press, 1993.

CATAPULT, Digital. **Immersive Technologies in Manufacturing Report**. 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/VisualisationVRForumPDF>. Acesso em: 02 de junho 2019.

DEDE, C.J., SALZMAN, M., LOFTIN, R.B. **The development of a virtual world for learning newtonian mechanics**. In: BRUSILOVSKY, P., KOMMERS, P., STREITZ, N. (eds). Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality Models, Systems, and Applications. MHVR 1996. Lecture Notes in Computer Science, vol 1077. Springer, Berlin, Heidelberg, 1996.

DINIZ, Felipe E ALVARENGA, Renato de (org.). **Digital disruption: como preparar sua empresa para a era digital**. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2018.

ELLIS, S.R. **Nature and origin of virtual environments: a bibliographic essay**. In Computing system in engineering, Volume 2, Issue 4, 1991

ERICKSON, Thomas. **Artificial Reality and the Visualization of Data**. In WEXELBLAT, Alan. (ed) Virtual Reality Applications. Academic Press, 1993.

GOVINDARAJAN, Vijay; TRIMBLE, Chris. **O desafio da inovação**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2014.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica - Pintec 2014**. Rio de Janeiro, 2016.

KIRNER, Claudio. & SISCOOTTO, Robson (ed). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. In “Livro do pré-simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality”. Petrópolis, Rio de Janeiro. Porto Alegre, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2007.

KOLB, David A. **Experimental Learning: experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

LOMBARD M., JONES M.T. **Defining Presence**. In: LOMBARD M., BIOCCA F., FREEMAN J., IJSSELSTEIJN W., SCHAEVITZ R. (eds) *Immersed in Media*. Springer, Cham, 2015.

LUNDEVALL, Bengt-Åke. **Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation**. In: DOSI, G. et al. (Ed.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1988.

LUNDEVALL, Bengt-Åke. (Ed.). **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

MACULAN, Anne-Marie. **Capacitação tecnológica e inovação nas empresas brasileiras: balanço e perspectivas**. Cad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 3, n. spe, p.01-18, 2005.

MILGRAM, Paul. TAKEMURA, Haruo. UTSUMI, Akira. KISHINO, Fumio. **Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum**. In *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, V.2351, p.282-292, 1994.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTO, Geciane Silveira. **Gestão da Inovação e Empreendedorismo**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

REGIAN, J. W., SHEBILSKA, W., & MONK, J. **A preliminary empirical evaluation of virtual reality as a training tool for visual-spatial tasks**. *Journal of Communication*, 42, 136-149, 1992.

SHERMAN, William R. & CRAIG, Alan B. **Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design**. 2 ed. San Francisco, CA: Elsevier, 2019.

SONG, Xueshu. **Computer Simulation and Virtual Reality Applications in Technology Studies**. *The Journal of Technology Studies*, vol. 23, n. 2, p.55–58, 1997.

TORI, Romero. **Cursos híbridos ou blended learning**. In: Fredric M. Litto; Marcos Formiga. (Org.). *Educação a distância: O Estado da Arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

TORI, Romero. **A presença das tecnologias interativas na educação**. *ReCeT: Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP*, v. 2, p.1-13, 2010.

VALERIO NETTO, Antonio; TAHARA, Creusa Sayuri; PORTO, Arthur José Vieira; GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila. **Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto**. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 5, n. 2, p.104-116, 1998.

WEXELBLAT, Alan. **The Reality of Cooperation: Virtual Reality and CSCW**. In WEXELBLAT, Alan. (ed) *Virtual Reality Applications*. Academic Press, 1993.

WITTEMBERG, G. **Training with virtual reality**. In *Assembly Automation*, p.12-14, v. 15, n. 3, 1995.