

TREINAMENTO IMERSIVO EM REALIDADE VIRTUAL: A PERCEPÇÃO DE EXPERIÊNCIA DOS COLABORADORES NUMA INDÚSTRIA CALÇADISTA

IMMERSIVE TRAINING IN VIRTUAL REALITY:
EMPLOYEES PERCEPTION OF EXPERIENCE IN A FOOTWEAR INDUSTRY

Eduardo Zilles Borba

Pós-Doutor em Engenharia Eletrônica e Sistemas Digitais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PPGEE/USP) (São Paulo/Brasil). Professor do Departamento de Comunicação na Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação e do Curso de Publicidade e Propaganda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Fabico/UFRGS) (Porto Alegre/Brasil).
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5755-2509>
E-mail: ezillesborba@ufrgs.br

Dilani Bassan

Doutora em Desenvolvimento Regional pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Santa Cruz do Sul/Brasil). Professora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional das Faculdades Integradas de Taquara (Taquara/Brasil).
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2223-9827>
E-mail: dilanib@faccat.br

Fabiane Luiz Oliveira

Mestre em Desenvolvimento Regional nas Faculdades Integradas de Taquara (Taquara/Brasil).
Presidente do Conselho Municipal de Políticas Culturais de Taquara e Gerente do SESC (Taquara/Brasil).
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3026-714X>
E-mail: fabianeoliveira@sou.faccat.br

Recebido em: 28 de março de 2023
Aprovado em: 12 de junho de 2023
Sistema de Avaliação: Double Blind Review
RGD | v. 20 | n. 2 | p. 250-272 | jul./dez. 2023
DOI: <https://doi.org/10.25112/rgd.v20i2.3329>

RESUMO

O artigo aborda o uso da Realidade Virtual (RV) como plataforma de treinamento imersivo para operadores de máquinas na indústria calçadista. O objetivo é compreender a percepção de experiência dos colaboradores acerca desse processo inovador de treinamento, no sentido de refletir acerca dos possíveis impactos na eficácia de produção, na segurança do ambiente de trabalho e na motivação para o trabalho da equipe através do uso da RV. Para tal, além de apresentar um referencial teórico sobre a temática, a pesquisa avança com uma metodologia transversal, de cunho quantitativo e qualitativo, pois, além de entrevistar um gestor de indústria calçadista localizada no interior do Rio Grande do Sul (RS) e vivenciar o treinamento imersivo com dispositivos tecnológicos em laboratório, se aplica um experimento com 55 colaboradores numa indústria calçadista brasileira de expressão nacional. Em suma, resultados indicam que os benefícios do uso da RV estiveram mais relacionados à qualificação do treinamento (evitar o desperdício, garantir a segurança, melhorar o acabamento dos produtos, motivar a equipe) do que ao aumento da produtividade na indústria.

Palavras-chave: Realidade virtual. Tecnologias digitais. Treinamento imersivo. Metaverso. Indústria calçadista.

ABSTRACT

The article discusses the use of Virtual Reality (VR) as an immersive training platform for machine operators in the footwear industry. The objective is to understand the perception of experience of the collaborators about this innovative training process, in the sense of reflecting impacts in the production efficiency, the safety in the work environment and the motivation through of the use of VR. A cross-sectional, quantitative and qualitative methodology is conducted, since, in addition to interviewing a footwear industry manager located in the interior of Rio Grande do Sul (RS) and experiencing the immersive training with technological devices in lab, it is applied experiment with 55 employees in a Brazilian footwear industry with national expression. In short, results indicate that benefits of VR were more related to training qualification (reducing waste, ensuring safety, improving product, motivating teams) than to increasing productivity in the factory.

Keywords: Virtual reality. Digital technologies. Immersive training. Metaverse. Footwear industry.

1 INTRODUÇÃO

Ao falar em indústria 4.0, uma série de movimentos sociotécnicos relacionados à transformação digital do setor industrial vêm à mente. Tais movimentos podem envolver mudanças em processos operacionais, dinâmicas da produção, cultura organizacional e, até mesmo, nos modelos de gestão do negócio, tendo como objetivo agregar valor à organização (Schwab, 2016).

Schwab (2016) explica que, ao se apropriar de ferramentas tecnológicas que estimulam a configuração de sistemas ciberfísicos, as organizações se tornam cada vez mais conectadas. Sobre isso, é importante destacar que tal conexão não indica somente uma possível aproximação entre empresa e seus consumidores por meio de plataformas *online* (mídias sociais, *sites*, aplicativos, etc.), mas, também, aponta para uma oportunidade em otimizar diálogos entre agentes humanos e não-humanos envolvidos nos processos da fábrica (colaboradores, fornecedores, *softwares*, *hardwares*).

Hermann *et al.* (2016) corroboram com essa ideia ao afirmar que a integração entre coisas físicas e digitais oportuniza novas configurações de realidade na atuação da indústria, consequentemente tornando as fábricas mais inteligentes – as *smart factories*. Eles acrescentam que essa busca pela inovação através da tecnologia digital pode refletir em diferentes aspectos da organização como, por exemplo: aumento na produtividade, eficiência nos processos de comunicação, reforço na segurança do trabalho, otimização da experiência com o cliente, entre outros. Entretanto, também sublinham que é preciso compreender detalhadamente o que cada tecnologia proporciona de inovação, a fim de alcançar resultados que verdadeiramente justifiquem os investimentos.

Romero *et al.* (2016) sugerem que tudo que pode ser conectado será conectado, no sentido de potencializar o fluxo de dados e informações que se comunicam dentro de uma fábrica. Isto significa que, por exemplo, os dados gerados pelas máquinas industriais podem ser consultados e gerenciados pelos humanos a partir de dispositivos móveis a distância (celulares, *tablets*), desde que conectados aos servidores *online* da empresa – *Internet of Things* (IoT) ou, até mesmo, aos sistemas informáticos inteligentes – Inteligência Artificial (IA). Porém, Schwab (2016) sublinha que os movimentos de inovação na indústria do século 21 vão além da criação de sistemas ciberfísicos sustentados por IoT ou IA. Ele explica que todas as tecnologias emergentes podem ser utilizadas na indústria com finalidade de alavancar os mais variados processos e operações que nela existem como, por exemplo: impressão 3D de protótipos, integração da IoT com robôs, projeção de hologramas na averiguação de peças ou, até mesmo, treinamento de operações complexas através de simulações imersivas em Realidade Virtual (RV).

Diante desta lista de possibilidades de apropriação dos recursos tecnológicos para estimular a inovação e os caminhos que tornam uma indústria 4.0, este trabalho tem seu foco de discussão no último

exemplo citado no parágrafo anterior: treinamentos imersivos em RV. O artigo apresenta discussão baseada em referências teóricas e dados empíricos sobre o uso da RV como plataforma de treinamento de operadores de máquinas na indústria calçadista, tendo como experimento a prática de usuários (55 colaboradores) com um ambiente imersivo que simula a etapa de apontar o bico de calçados dentro da unidade industrial. O objetivo da pesquisa é compreender a percepção de experiência dos colaboradores em relação a esse processo de treinamento em RV (eficácia, segurança, motivação, etc.).

É importante destacar que a origem do setor calçadista no Vale do Paranhana ocorre a partir da chegada dos imigrantes alemães, em 1824. Seu desenvolvimento acontece nas décadas de 1960 e 1970, em decorrência da expansão do setor no Vale do Rio dos Sinos, necessitado de mão de obra, atraindo assim, um grande número de empresas do complexo coureiro-calçadista (Calandro; Campos, 2013). Os vales do Paranhana e do Rio dos Sinos formam um dos maiores e mais importantes núcleos de produção de calçados no Rio Grande do Sul. O Vale do Paranhana, por exemplo, abriga um grande número de estabelecimentos e possui o maior contingente de trabalhadores ocupados nas diferentes atividades ligadas ao setor coureiro-calçadista. Atualmente, o forte da produção de calçados está voltado para as exportações de calçados femininos (Calandro; Campos, 2013).

Em suma, além dessa introdução, o artigo apresenta uma seção com discussões teóricas sobre a tecnologia da RV e os treinamentos imersivos, buscando compreender características do meio, metodologias previamente aplicadas e resultados alcançados em demais setores. Em seguida é apresentada uma seção acerca dos procedimentos metodológicos que guiaram a pesquisa aplicada, bem como a apresentação e análise dos dados. Por fim, as considerações finais encerram o artigo.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE REALIDADE VIRTUAL

Kirner e Tori (2006) explicam que a RV surge como interface avançada de interação usuário-computador, permitindo à pessoa visualizar e interagir com objetos virtuais à semelhança do que faria no contexto físico. Diferente das interações com conteúdos digitais nas telas planas de computadores, em que usamos *mouses* e teclados para clicar no conteúdo, numa RV existe a liberdade para mover mãos, braços e pernas, a fim de manipular objetos virtuais com maior naturalidade. Slater e Wilbur (1997) acrescentam que a técnica da estereoscopia na visualização de imagens também permite ao indivíduo ver objetos com escalas, proporções e formas naturais, gerando um entendimento de simulação da realidade física.

Zilles Borba (2018) enfatiza que a relação entre usuário, dispositivo e ambiente de RV é compreendida numa tecnoexperiência, pois mais do que visualizar o vídeo em 360°, o corpo inteiro do

sujeito é estimulado a participar da cena, num processo de mediação multissensorial (ver, ouvir, tocar, pegar, correr) (Figura 1). Por exemplo, ao vestir os óculos de RV, o usuário compreende os cenários digitais através de representações imagéticas e sonoras à semelhança do que presenciaria no mundo físico.

Figura 1 – A relação usuário, dispositivos e ambiente/conteúdo na RV



Fonte: Zilles Borba (2018, p. 4)

Shin (2018) e Kataoka *et al.* (2019) destacam que, além da visão, dispositivos em RV estimulam outros sentidos. Por exemplo: fones de ouvidos com áudio binaural projetam sonoridades mapeadas no espaço (audição), sensores de movimentos rastreiam gestos do corpo do usuário (tato, propriocepção), máscaras eletrônicas olfativas borrifam aromas relacionados aos objetos no contexto virtual (olfato) ou, ainda, roupas com *feedback* háptico e térmico vibram, esquentam ou arrefecem o corpo orgânico de acordo com as situações vivenciadas pelo seu avatar (sinestesia, termossensibilidade).

Sobre a sensação de presença e a imersão no contexto virtual, Slater e Wilbur (1997) e Thom (2008) sugerem a existência de uma dinâmica em três pilares: realismo, interatividade e envolvimento. Para eles, 'realismo' condiz à recepção do conteúdo audiovisual na RV (vídeo 360°, imagem 3D, áudios no cenário). Ou seja, quando imagens e sonoridades mimetizam a percepção visual e sonora do ser humano, o grau de imersão da pessoa aumenta. Por sua vez, 'interatividade' indica a manipulação ou a navegação no contexto virtual. Neste caso, entende-se que gestos e movimentos de exploração do usuário estão num pilar de imersão separado do realismo audiovisual. Por fim, diferente de realismo e interatividade, que dependem da mediação de dispositivos, 'envolvimento' é uma propriedade intrínseca ao enredo da experiência, pois condiz ao roteiro das missões, *storytelling* e trama e, por isso, é fator que colabora para a captação da atenção do usuário (psicológico), tornando seu engajamento mais ou menos intenso (Slater; Wilbur, 1997).

3 TREINAMENTOS IMERSIVOS COM REALIDADE VIRTUAL

Ciente das amplas possibilidades de uso das tecnologias digitais e suas contribuições para alavancar processos de inovação, Ostrowski (2018) conduziu pesquisa com 700 empresas norte-americanas, justamente, para identificar quais práticas já eram aplicadas no mercado. No caso da RV, 70% das empresas indicaram utilizá-la em algum procedimento, sendo estes os mais citados: treinamento imersivo de novos colaboradores (62% das empresas participantes), relacionamento com cliente (50%) e reuniões com gestores em simulações da fábrica (47%).

De fato, o uso da RV no treinamento de operações complexas não é novidade. No que se refere às operações de alto risco e periculosidade, ela já é utilizada para tornar aprendizes em *experts* nas mais variadas situações que possam ocorrer durante um procedimento operacional. O projeto de Borba *et al.* (2016), da Universidade de São Paulo (USP), em parceria com uma empresa de comercialização e distribuição de eletricidade, é um exemplo que evidencia a importância em utilizar tal recurso no treino de operadores de cabos de alta tensão. Os aprendizes encaram situações de manutenção de postes de luz e, com isso, aprendem a tomar decisões e a realizar operações complexas. Um ponto forte desse treinamento foi a criação de uma simulação que combina recursos audiovisuais realísticos (realismo) com ações motoras do aprendiz (interatividade). Mas, é preciso enfatizar que, além de vestir o HMD e mover os braços como se na realidade física estivesse, o enredo da experiência convida o usuário a realizar tarefas que exigem tomadas de decisões rápidas (envolvimento) (Borba *et al.*, 2016).

Sobre pontos positivos do treinamento imersivo em RV, Xie *et al.* (2021, p.3) indicam a “redução drástica de custo quando se tratam de treinamentos de diferentes cenários e situações”, acrescentando que existe uma “garantia de que ele ocorre em ambiente seguro, sem exposição do aprendiz aos reais perigos das tarefas”. Ainda, destacam o benefício da imersão no aprendizado: “o usuário altera sua percepção quando inserido no contexto gerado pelo computador (ver, ouvir, pegar)”; (Xie *et al.* 2021, p.3). Esses autores realizaram uma abordagem exploratória a 48 treinamentos em RV, levantando dados sobre o uso dessas aplicações na capacitação de colaboradores. Eles constataram que 83% dos programas eram simulações fidedignas de espaços do mundo físico, enquanto apenas 17% produziam cenários abstratos (Xie *et al.*, 2021).

Num estudo específico de treinamento em RV para a indústria, Mechlih (2016) identificou que essa tecnologia permitiu à organização manter suas máquinas trabalhando a todo gás na linha de produção, sem haver a necessidade de diminuir produtividade devido ao deslocamento de uma máquina para o treinamento de novos colaboradores. Além disso, nessa pesquisa empírica, se percebeu que o treinamento em RV foi reproduzido diversas vezes durante o ano, atingindo muitos colaboradores e suprimindo uma

lacuna de contratação de instrutores altamente qualificados. Além desse escalonamento no número de aprendizes sem haver aumento no custo da atividade, Mechlih (2016) destacou que, pelo fato de imitar espaços e tarefas do trabalhador no ambiente verdadeiro, a pesquisa aplicada trouxe importante resultado para a indústria: ela permitiu ao aprendiz desenvolver-se com seus erros, evitando momentos de decepções ou de perda de material.

Atentos à crescente tendência de projetar treinamentos em RV para processos de manufatura e linhas de montagem na indústria, Abidi *et al.* (2019) realizaram estudo sobre a eficácia e a taxa de aprendizado dessas atividades. Como condução metodológica, eles aplicaram questionários com colaboradores de uma indústria de brinquedos de plástico, logo após terem montado um produto no cenário virtual. Os resultados sugeriram que o treinamento em RV alargou o tempo de montagem do produto (perdeu-se eficácia). Por outro lado, houve uma redução na taxa de erros na montagem do produto (aumentou-se a eficiência). Ou seja, o estudo revelou que o aumento no tempo condizia ao maior detalhamento, atenção e cuidado que o colaborador treinado em RV passou a dar para todo o processo de manufatura, agregando qualidade, acabamento e reduzindo o desperdício de materiais na produção dos brinquedos.

Semelhante resultado foi alcançado por Davis *et al.* (2017) quando aplicaram um treinamento em RV para entender a percepção dos usuários que exploraram sítios arqueológicos. Além de conduzir testes com usuários seguidos de um questionário – algo que se pretende fazer com essa pesquisa sobre a percepção de experiência dos colaboradores de uma indústria calçadista na RV – a pesquisa apontou como resultado uma maior eficiência de aprendizado dos participantes devido possibilidades de alterar variáveis do cenário (chuva, noite, dia, etc.) e a necessidade de executar tarefas solicitadas no decorrer da experiência, numa espécie de gamificação do *storytelling* na simulação.

Por fim, a pesquisa sobre o uso da RV para condução de treinamentos práticos com alunos de engenharia civil, realizada por Eiris *et al.* (2020), traz interessantes pontos sobre metodologia e resultados alcançados num projeto que utiliza somente o recurso do vídeo 360°. Isto é, nenhum objeto 3D manipulável é inserido no cenário. Nesse caso, como metodologia, os pesquisadores optaram por criar um experimento prático, seguido de um questionário aplicado a dois grupos: aprendizes e treinadores. Segundo eles, essa abordagem revelou-se importante, pois nos resultados foi possível identificar questões de usabilidade da experiência do usuário (aprendizes), bem como reconfigurar determinados procedimentos interacionais que não estavam atendendo as expectativas de ensino dos treinadores e, até mesmo, a reformulação do enredo da experiência (Eiris *et al.*, 2020).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a condução da pesquisa foi aplicada uma metodologia transversal, na qual dados quantitativos e qualitativos foram coletados a partir de três técnicas: análise documental, entrevista em profundidade e experimento com usuários seguido de questionário.

A abordagem inicial consistiu num conjunto de análises de documentos do Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE), do IBGE e da própria indústria que serviu como estudo de caso. Com base em dados sobre a produtividade da empresa foram selecionadas duas unidades industriais localizadas nos municípios de Sapiranga e Igrejinha, respectivamente, inseridas no Vale do Rio dos Sinos e no Vale do Paranhana, ambas no interior do Rio Grande do Sul (RS), pois indicaram ser as fábricas em que a demanda pela capacitação de operadores da máquina de apontar o bico de calçados era maior¹. Para compreender aspectos do desenvolvimento econômico, laboral e cultural das regiões, consultaram-se relatórios do COREDE (Atlas, 2022) e IBGE (2022).

A segunda etapa consistiu em entrevista com o gestor responsável pelos projetos de inovação da empresa. Por questões éticas, propriedade intelectual e mercadológicas, o nome da empresa e do gestor foram ocultados. No decorrer das análises, o entrevistado foi codificado como 'Entrevistado 1'. A entrevista durou 50 minutos, sendo uma oportunidade para compreender detalhes de processos na criação, funcionamento e dinâmicas do treinamento em RV, bem como entender qual era o objetivo esperado com a sua implantação. Na entrevista, foram realizadas anotações descritivas que, após, serviram como recurso para analisar a fala do 'Entrevistado 1'. Ou seja, a entrevista foi transcrita por completo e os principais *insights* sobre o treinamento imersivo em RV foram rotulados pelos pesquisadores. Também, com a finalidade de entender o instrumento de inovação de forma prática, a indústria calçadista enviou o arquivo digital para os pesquisadores testarem a experiência com equipamentos de RV da universidade. Essa prática foi importante para vivenciar as ações do aprendiz.

A terceira etapa da pesquisa envolveu um experimento com 55 colaboradores das duas unidades industriais. Foram conduzidas sessões individuais de exploração ao treinamento imersivo em RV e, em seguida, os participantes preencheram questionário com perguntas abertas e fechadas, nas quais identificaram seu perfil (idade, escolaridade, gênero, função na indústria, etc.) e suas percepções da experiência enquanto usuários da RV (Eiris *et al.* 2020). Isto é, eles vivenciaram a tecnoexperiência para, em

¹ É importante contextualizar que o procedimento de apontar o bico de sapatos femininos foi a etapa de produção de calçados que a organização definiu como prioritária para ganhar uma versão de treinamento em realidade virtual. Destaca-se que essa escolha foi da própria organização, ao considerar que essa etapa seria a mais complexa no processo de manufatura do calçado e, por isso, seria interessante iniciar o projeto de treinamento imersivo nesse posto de trabalho.

seguida, refletir sobre prós e contras, conforme sua subjetividade, sensibilidade e entendimento (Abidi *et al.*, 2019). Essa etapa foi estendida a uma variedade de pessoas da indústria calçadista, independentemente do setor de atuação (produção, RH, design, gestão, etc.), sendo uma decisão justificada na afirmativa de que o próprio treinamento foi pensado para ser aplicado aos novos colaboradores, que desconhecem os funcionamentos da máquina de apontar o bico do calçado e, por isso, essa intencionalidade em usar sujeitos que não dominam as rotinas desse posto de trabalho. Contudo, a opinião dos profissionais que atuam com essa máquina não foi descartada, pois são indivíduos que lançam olhar crítico ao processo simulado. Todos os questionários individuais foram posteriormente organizados em fichas de avaliação, nas quais sintetizaram-se os principais pontos debatidos pelos colaboradores da indústria (Apêndice 1).

Os 55 participantes da etapa empírica foram mantidos em anonimato, sendo apresentados na seguinte codificação: cargo, n° de respondente e unidade de produção (Apontador de bico 1 – Sapiranga). Também, a pensar na sua segurança, cada participante recebeu orientações sobre como utilizar o equipamento. A existência de possível mal-estar também foi alertada (enjoos, tonturas), estando todos cientes de que poderiam parar o experimento quando desejassem. Ainda, aos participantes foi orientado que, apesar do treinamento durar 4 minutos, eles poderiam pedir ao instrutor, que estava sempre ao seu lado, para pausar as cenas e dar explicações pontuais, sem se preocupar com o tempo. Destaca-se que ao pausar a cena, o instrutor acompanhava o cenário noutra tela (de computador), com a finalidade de sanar dúvidas do aprendiz no ato (Eiris *et al.*, 2020). Por causa disso, cada participante realizou o treinamento em tempos diferentes, mas nenhum deles fez em menos do que 4 minutos ou mais do que 7 minutos.

Apesar da limitação técnica relacionada a ausência de sensores de rastreamento dos gestos dos usuários, foi solicitado que imitassem os movimentos do ator que lhes representa no ambiente virtual, pois além do entendimento audiovisual havia a intenção de familiarizar-se com ações motoras da performance em frente à máquina. Mesmo que essa limitação técnica foi previamente reconhecida, procurou-se contornar tal constrangimento ao adotar uma postura de usar o corpo inteiro (Shin, 2018; Kataoka *et al.*, 2019), mesmo que numa imitação e não numa livre interação, pois isso estimularia o aprendizado psicomotor (o que fazer e como fazer, com total grau de liberdade dos movimentos da cabeça, tronco, braços, mãos e pernas) (Borba, *et al.*, 2016).

Por fim, para a análise dos dados coletados na etapa empírica optou-se por tabular as informações dos questionários nos *softwares* Excel e SPSS, pois os mesmos auxiliaram a visualizar e cruzar informações de perfil dos respondentes (perguntas fechadas). Por sua vez, a partir dos dados qualitativos da experiência (pergunta aberta) foi possível aprofundar a reflexão, no sentido de compreender percepções acerca da experiência (motivação para aprender, envolvimento pela gamificação, eficiência no processo, etc.).

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A seguir são apresentadas análises e reflexões de cada uma das três etapas dessa pesquisa transversal sobre a percepção do usuário ao vivenciar o treinamento em RV.

5.1 CONTEXTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NAS UNIDADES FABRIS

Os municípios em que estão sediadas as unidades da indústria calçadista objeto deste estudo são Igrejinha, pertencente ao COREDE Vale do Paranhana (COREDE, 2022a), e Sapiranga, ao COREDE Vale do Rio dos Sinos (COREDE, 2022b). Ambos COREDES têm como base econômica a indústria calçadista (ATLAS, 2022).

Igrejinha, conforme dados do IBGE (2022), tem uma população estimada, em 2021, de 37,7 mil habitantes, sendo um município de colonização alemã, no qual predomina economicamente o setor industrial, em especial o calçadista. Em 2019, o salário médio mensal no município era de 2,1 salários-mínimos e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 38%. Também, como representantes econômicos do setor primário, estão presentes a agropecuária e a produção de hortifrutigranjeiros.

Por sua vez, o município de Sapiranga, localizado no Vale do Rio dos Sinos, tem uma população estimada, em 2021, de 80,5 mil habitantes (IBGE, 2022). A economia tem sua força na produção industrial e nos serviços. Os principais produtos do setor primário são acácia negra, batata inglesa, arroz, aipim e hortifruticultura. O setor secundário conta com calçados, metalurgia e componentes. No setor terciário surgem os gêneros alimentícios, vestuário e eletrodomésticos. Segundo levantamento do IBGE (2022) existe mais de 4 mil empresas na indústria, comércio e serviços de Sapiranga. Em 2019, o salário médio mensal era de 2 salários-mínimos, sendo que a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 34.2%.

5.2 O TREINAMENTO IMERSIVO NA INDÚSTRIA CALÇADISTA

Ao conversar com o 'Entrevistado 1' ficou claro que o objetivo desse projeto de inovação em RV era qualificar o processo de aprendizagem no treinamento de novos colaboradores, especificamente no posto de apontador de bico de calçados. Conforme ele, após reuniões com gerentes e coordenadores da área de produção da fábrica chegou-se à conclusão de que o uso da RV poderia "tornar o treinamento mais imersivo e multissensorial, agregando valor no processo de capacitação, que antes era conduzido apenas com um vídeo-tutorial para diversas pessoas numa sala" (Entrevistado 1).

Utilizando maior participação e envolvimento do aprendiz geramos uma experiência individual, imersiva, participativa e com elementos de gamificação compreendidos a partir da perspectiva da primeira pessoa, numa simulação do posto de trabalho. A missão foi qualificar o treinamento nos seguintes aspectos: a) compreender de forma prática o funcionamento e operações numa máquina de produção de calçados; b) qualificar o aprendiz, a fim de melhorar o produto final; c) identificar os EPIs necessários para iniciar uma operação na máquina; d) reduzir erros e gastos de materiais dos aprendizes, bem como a sua segurança no posto de trabalho. (Entrevistado 1)

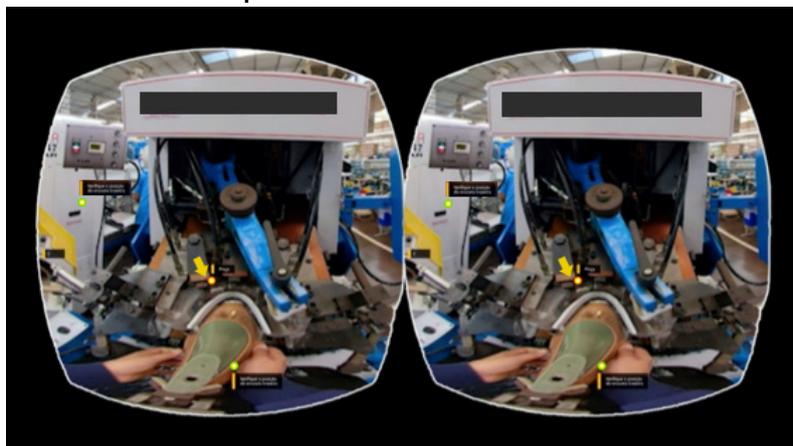
É importante destacar que, devido à grande rotatividade de operadores de máquinas na área de produção de calçados – em especial no posto de apontador de bico – a empresa inseriu há cerca de oito anos um recurso didático através de vídeos-tutoriais. Assim, quando um novo apontador de bico entrava na organização, antes de iniciar suas práticas com a máquina, passava por um treinamento em que deveria assistir ao vídeo com instruções básicas de funcionamento. De fato, o vídeo-tutorial era o primeiro contato da pessoa com a máquina, sendo um momento de estímulo audiovisual (cognitivo), mas sem qualquer tipo de envolvimento ou percepção de estar realmente manuseando a máquina (psicomotor, espacial, etc.).

Nesse ponto, o 'Entrevistado 1' enfatizou que o primeiro contato com a máquina de apontar bico era totalmente distante, sem qualquer imersão, justamente porque a visualização de conteúdo audiovisual era suportada na perspectiva de uma terceira pessoa (um espectador, e não um protagonista). Somente no momento em que o aprendiz estava na frente da máquina física é que passava a ter compreensão do posto de trabalho, a partir da perspectiva da primeira pessoa, com visão frontal do equipamento, uma movimentação da cabeça em 180° para visualizar os cabedais que passavam na esteira ao seu lado, uma captação das sonoridades ao seu redor e demais sensibilidades motoras.

O 'Entrevistado 1' destacou que, ao tornar o treinamento mais envolvente e realístico via RV, houve a expectativa por parte dos gestores em melhorar esse processo. Reforça-se que esse entendimento de melhoria estava vinculado à busca pela qualificação no trabalho de colaboradores e sua segurança nas máquinas. Segundo o entrevistado, entendeu-se que aspectos de qualificação no trabalho poderiam estar vinculados tanto a melhoria do acabamento na fabricação do produto final quanto numa redução de erros e, conseqüentemente, de gastos com desperdício de materiais ou tempo de retrabalho. Por sua vez, sobre a segurança ao lidar com a máquina, entendeu-se a diminuição ou anulação de acidentes, seja devido ao uso do EPI correto ou porque os operadores passariam a fiscalizar os procedimentos de segurança.

Quando questionado sobre as etapas de criação do treinamento em RV, o 'Entrevistado 1' destacou que foi desenvolvida uma simulação digital da fábrica. Para tal, foram captadas fotografias, vídeos e sonoridades 360°. Além disso, foram criadas animações 2D e 3D que se integram às imagens, no sentido de ampliar explicações dos processos e lançar perguntas aos usuários. Por exemplo, através de um *quizz* surgem momentos de verificação do aprendizado com questões optativas relacionadas ao manuseio da máquina e ao uso de EPIs; ou, ainda, em momentos críticos do procedimento de apontar o bico do calçado, uma série de caixa de diálogos, ícones e setas surgem para indicar detalhes que devem ser observados pelo operador (Figura 2).

Figura 2 – Visão estereoscópica do colaborador durante o treinamento imersivo em RV



Fonte: captura de tela dos pesquisadores.

Segundo o 'Entrevistado 1', esse instrumento digital se revelou como uma ferramenta didática e personalizada para explicar os procedimentos de operação da máquina, sendo mais envolvente do que o simples vídeo na televisão que antes era visto por diversas pessoas ao mesmo tempo.

Os colaboradores passaram a aprender de uma forma mais profunda, motora e cognitiva os processos de produção de calçado naquela máquina específica. Isso fez com que a velocidade da etapa de treinamento fosse mais rápida do que aquela que tínhamos apenas com a visualização de um vídeo. Também, notaram-se uma maior economia de materiais e uma redução no número de acidentes. Além disso, quase a totalidade dos colaboradores que participaram desse treinamento reconheceram que a indústria estava em busca de inovações e demonstraram um olhar aguçado e preocupado com a qualificação e segurança dos seus colaboradores. (Entrevistado 1)

Olhando especificamente para a *gameplay* da experiência, algo que os pesquisadores puderam vivenciar ao vestir os dispositivos de RV na universidade (HMD Samsung GearVR e *smartphone* Samsung S10), foram identificadas seis etapas (Tabela 1).

Tabela 1 – Etapas vivenciadas pelo usuário no treinamento imersivo em RV

N°	Cena	Descrição da experiência
1	Introdução	Num cenário virtual vemos a tela de início da experiência. Recebemos boas-vindas na fala do narrador e de um texto flutuante. O texto dura cerca de 15 segundos e dá lugar a um menu de seleção com as seguintes opções: iniciar o treinamento, tutorial e créditos.
2	Fábrica	Ao clicar no botão 'Iniciar o treinamento', através de um cursor que acompanha os movimentos da cabeça, somos levados a um ambiente em 360° que revela a área da fábrica. Temos a noção de espaço, movimentos, barulhos e fluxo de pessoas. Inclusive, em nossa frente, aparece a máquina de apontar o bico do calçado. Ainda enquanto espectadores, vemos o coordenador técnico da unidade industrial realizar os procedimentos para ligar a máquina. Apesar de não sermos protagonistas, temos apoio explicativo do narrador e das animações gráficas que evidenciam o passo-a-passo sobre como ligar a máquina.
3	EPIs no trabalho	Já com a máquina ligada, somos convidados a participar de um <i>quizz</i> , no qual selecionamos EPIs para iniciar o treinamento enquanto protagonistas. Além de imagens 3D dos EPIs, o narrador faz breve explicação sobre eles a segurança. Após o tutorial, uma técnica de gamificação surge na tela, através de interfaces flutuantes com uma pergunta e três opções de respostas. Só podemos avançar com o treinamento se selecionarmos a opção correta acerca do uso de EPIs.
4	Máquina (pernas e pés)	No <i>take 4</i> somos levados para frente da máquina e recebemos as primeiras instruções, do narrador e dos gráficos animados, sobre como usar os pedais e botões (estes na altura dos joelhos), pois eles param ou iniciam o procedimento de apontar o bico do calçado. Ícones, setas e textos surgem por cima do vídeo 360° com nomenclaturas das partes da máquina.
5	Máquina (mãos e braços)	No <i>take 5</i> trabalhamos com um cabedal de calçado na máquina. Como na etapa anterior, a narrativa nos conduz oralmente (narrador) e visualmente (vídeo 360° com animação gráfica) explicando que devemos olhar à esquerda e "pegar" cabedais numa esteira. Em seguida, somos orientados a levar o cabedal para uma estufa, que está entre a máquina e a esteira. Nesse momento, o vídeo pausa automaticamente e um novo <i>quizz</i> surge, questionando o tempo que devemos deixar o cabedal na estufa e para onde devemos levá-lo em seguida. Ao responder à questão correta, o vídeo 360° destrava e o cabedal pode ser levado até à pinça de afixação para concluir o processo de apontar o bico do calçado.
6	Verificação do aprendizado	Ao final do treinamento temos que responder cinco questões sobre o que aprendemos.

Fonte: elaborado pelos pesquisadores.

Conforme o 'Entrevistado 1', ao visualizar o cenário em 360° na RV, o "usuário tem uma percepção precisa do espaço da fábrica, com escalas e proporções naturais, o que não é possível de ter no vídeo numa tela de televisão". Tal afirmação vai ao encontro do que Kirner e Tori (2006) ensinam sobre as interfaces de RV criarem conexões entre ambiente e usuário, pois espaços e objetos são percebidos em escalas, proporções e profundidades naturais, como se o teletransporte do sujeito à fábrica houvesse ocorrido (Slater; Wilburn, 1997).

Sobre as dinâmicas da experiência, também é pertinente destacar que desde o momento em que o usuário veste o equipamento de RV, além das imagens realísticas, a voz do narrador lhe guia nos procedimentos operacionais e de segurança, sendo elemento narrativo importante para quem está vivenciando a capacitação pela primeira vez e, de certa forma, pode se deslumbrar com uma experiência em RV. O uso de gráficos animados (setas, ícones, textos) também é elemento narrativo que auxilia a pessoa a focar nos procedimentos de cada etapa. Isto é, por mais que se trate de uma comunicação muito mais orientada pelos vídeos 360° do que pela interação do corpo do sujeito, essa convergência midiática cria uma narrativa imersiva, em estilo de videogames, pois o sujeito vê, ouve e interage (mesmo que de forma limitada) com o processo necessário para usar a máquina, sem realmente estar em frente à máquina de verdade.

5.3 A PERSPECTIVA DOS USUÁRIOS SOBRE O TREINAMENTO IMERSIVO

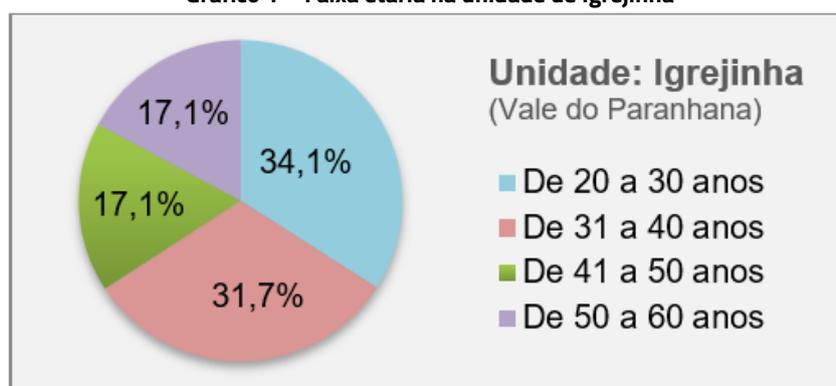
Para entender a percepção dos usuários sobre o treinamento imersivo em RV foram convidados 55 colaboradores para explorar o instrumento de inovação e apontar sua visão e entendimento sobre a experiência. Registra-se que 43 atuam na unidade industrial de Igrejinha (Vale do Paranhana) e 12 em Saporanga (Vale do Rio dos Sinos), ambas em pólos calçadistas no interior do Rio Grande do Sul.

As funções desses colaboradores variaram entre técnicos da produção, responsáveis de treinamentos, gestores, designers, segurança no trabalho e recursos humanos. Conhecer o perfil das pessoas fez-se necessário, possibilitando o entendimento de aspectos perceptivos vinculados à faixa etária, grau de escolaridade ou área de atuação na fábrica. Por ser uma tecnologia avançada, e não propriamente popular como uma televisão, a RV revelou-se mídia complexa para a maioria dos participantes (KIRNER; TORI, 2006).

Os participantes na unidade de Igrejinha declaram-se 85,7% do gênero masculino e 14,3%, feminino. Também, 34,1% tinham de 20 a 30 anos; 31,7%, de 31 a 40 anos; 17,1%, de 41 a 50 anos; e 17,1%, de 50 a 60 anos (Gráfico 1). O resultado mostra que a maioria dos colaboradores são jovens e, possivelmente, têm conhecimento das tecnologias digitais disponíveis no mercado e/ou possuem familiaridade com narrativas e linguagens dos meios digitais (mídias sociais, *apps* de celulares, videogames). Essa ideia foi

sustentada pela maioria das respostas, ilustrando-se na seguinte fala: *"esta pode ser uma forma de atrair os jovens a virem trabalhar conosco, pois estamos usando ferramentas e linguagens que eles compreendem e se identificam"*, (Supervisor administrativo 1 – Igrejinha).

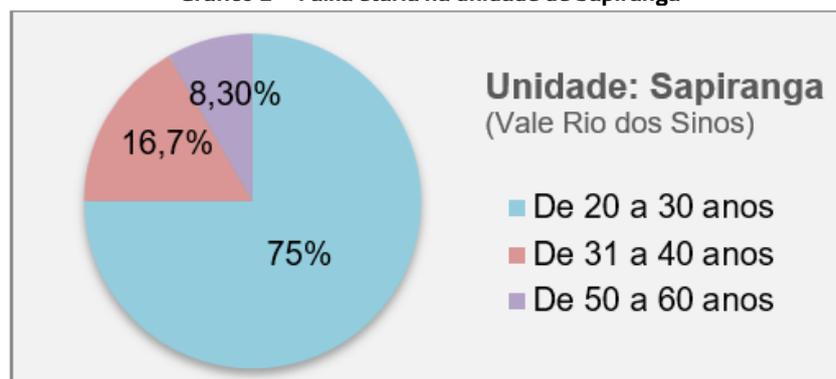
Gráfico 1 – Faixa etária na unidade de Igrejinha



Fonte: dados da pesquisa

Na unidade de Saporanga, 100% dos participantes eram do gênero masculino. Em relação à idade, 75% tinham de 20 a 30 anos; 16,7%, de 31 a 40 anos; e 8,3%, de 50 a 60 anos. Não participaram indivíduos de 41 a 50 anos (Gráfico 2).

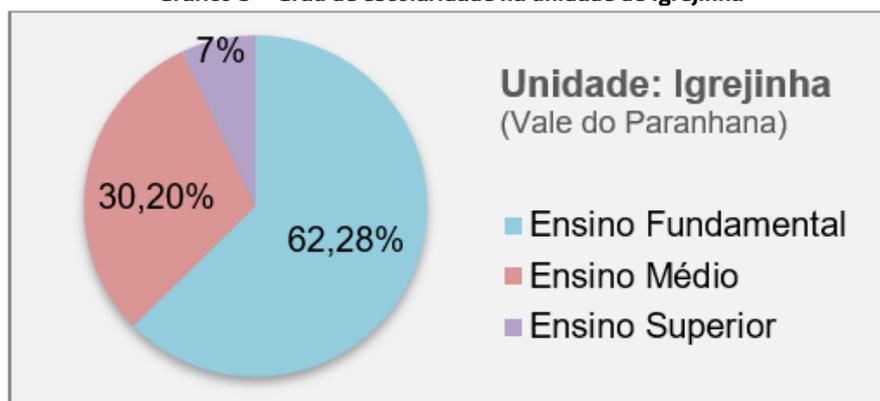
Gráfico 2 – Faixa etária na unidade de Saporanga



Fonte: dados da pesquisa

Como o treinamento foi realizado com uma tecnologia não-familiar aos sujeitos, para além da idade, considerou-se verificar se o nível de escolaridade seria fator adverso na aquisição do conhecimento sobre o uso da máquina e/ou no manuseio dos dispositivos. Na unidade de Igrejinha, 62,8% dos participantes completaram apenas o Ensino Fundamental; enquanto 30,2%, o Ensino Médio; e 7%, o Ensino Superior (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Grau de escolaridade na unidade de Igrejinha



Fonte: dados da pesquisa

Diferente cenário acerca da escolaridade foi diagnosticado na unidade de Sapiranga. Nesse caso, apenas 8,3% completaram o Ensino Médio, sendo que 91,7% apenas frequentaram o Ensino Fundamental (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Grau de escolaridade na unidade de Sapiranga



Fonte: dados da pesquisa

Apesar de não termos absoluta certeza sobre a relação da escolaridade dos participantes com o seu aproveitamento do treinamento em RV, cogitam-se dois aspectos relacionados aos dados. Primeiro, a escolaridade não deve ser compreendida como problema para o aprendiz lidar com dispositivos de RV, corroborando a afirmativa diagnosticada anteriormente sobre a faixa etária (20 a 30 anos) ser indicativo de suficiente familiaridade para lidar com computadores, videogames e ambientes digitais. Porém, o segundo aspecto levantado convida-nos a refletir que a baixa escolaridade possa interferir no processo de aprendizado do uso da máquina, especialmente devido às dinâmicas sustentadas pelas narrativas digitais. Anota-se isso porque os participantes na unidade de Sapiranga tiveram mais dificuldades em

aprender as operações básicas da máquina do que os participantes de Igrejinha. Entre os que tiveram dificuldades, verificou-se a necessidade de realizar mais pausas durante o treinamento, a fim de sanar dúvidas. Expressões levantadas no questionário por pessoas formadas somente no Ensino Básico fazem acreditar que, sim, a ausência de escolaridade Superior ou Técnica pode ser entrave para o aprendizado cognitivo como, por exemplo: *"o narrador deveria falar mais devagar, pois as peças têm nomes estranhos"* (Coringa 3 – Sapiranga), *"errei algumas perguntas no quizz porque estava atento às coisas ao meu redor, não prestei atenção no narrador"* (Auxiliar técnico 1 – Sapiranga).

Conforme Xie *et al.* (2021) e Abidi *et al.* (2019), o uso da RV em processos de treinamento visa promover a integração do operador com a máquina, bem como permitir um alto envolvimento com a situação de aprendizagem. Ainda, vimos em Slater e Wilbur (1997) e Thom (2008), que o envolvimento na RV estaria ligado à trama, missões e tarefas a serem executadas no contexto virtual, independente do grau de realismo ou interatividade. Para entender de forma crítica como esses fatores atuaram na experiência dos usuários, a seguir aprofundam-se dados qualitativos coletados nas respostas abertas do questionário (a percepção do treino).

De partida, verificou-se que, apesar das dificuldades em assimilar o treinamento em RV, os colaboradores de Sapiranga entenderam sua importância. *"É um aparelho com utilidade diferenciada, pois demonstra a real situação para o aprendiz, dando maior certeza de que está presente e envolvido na produção"*, (Auxiliar técnico 1 – Sapiranga). Na visão do 'Supervisor de produção 5 – Sapiranga', a utilização da RV vai além da questão operacional (saber mexer), pois o treinamento lhe incentivou a evitar erros. Ele destacou que as técnicas de gamificação criadas com o *quizz* ajudaram a manter foco na situação apresentada e memorizar o que precisava ser feito (Davis *et al.*, 2017).

Me senti operando a máquina em meio à produção [...] vejo nessa tecnologia muitas vantagens: redução de gastos com os treinamentos, pois é possível montar cenários em vários lugares; eliminar riscos de acidente, devido aos jogos de perguntas e respostas durante a experiência; e proporcionar maior atenção ao aprendiz, pois ele não se distrai com fatores externos durante o treino (Supervisor de produção 5 – Sapiranga).

Para o 'Técnico em segurança 1 – Sapiranga', o treino em RV foi importante para conhecer cuidados de segurança no trabalho. *"Antes de iniciar os procedimentos na máquina, o enredo me exigiu demonstrar conhecimentos de segurança ao solicitar os equipamentos de proteção individual"*, destacou.

Na visão da 'Encarregada de recursos humanos 1 – Sapiranga', a inovação no processo de treinamento trouxe entendimento sobre os desafios de quem atua nesse posto de trabalho. Ela destacou que a complexidade em operar tais máquinas foi bem retratada na simulação, pois os vídeos em 360°

permitiram ver de perto a realidade do apontador de bico. Na sua fala ficou evidente a capacidade da RV estimular a sensação de estar num lugar e não, propriamente, numa simulação de lugar. Caso para sugerir que ela, assim como outros, sentiu-se presente num lugar de treinamento ao invés de ter usado uma mídia para acessar o treinamento. Essa nova percepção de realidade vai ao encontro das ideias de Thom (2008) ao explicar que a RV estimula o mergulho virtual, tanto pela sensação de presença alavancada em fatores psicológicos quanto pela imersão gerada em fatores fisiológicos.

No geral, os colaboradores da unidade de Sapiranga entenderam como positivo o treinamento em RV, apontando as seguintes questões de subjetividade e sensibilidade: a) aprendizado do colaborador (eficácia); b) atualização frente a um mercado competitivo (pioneirismo); c) qualidade na produção (inovação); d) contato real com a técnica num contexto virtual (imersão); e) percepção do ambiente real (realismo); f) memorização através do *quizz* (envolvimento). Por outro lado, como ponto negativo, diversas pessoas indicaram a falta de uma interação em tempo real, que realmente permitisse a integração dos seus gestos com a cena virtual.

Na unidade de Igrejinha, ao contrário do que foi verificado em Sapiranga, os participantes assimilaram melhor os procedimentos de operação na máquina. Porém, não deram a mesma importância para esse tipo de treinamento. Conforme relato do 'Encarregado de treinamento 1 – Igrejinha', o realismo da peça em RV foi bom, pois trouxe entendimento do espaço da fábrica e do posto de trabalho como nenhuma outra mídia seria capaz: "*dá para se sentir no local de trabalho, olhado tudo a partir dos olhos do operador em frente à máquina*". Porém, na sua fala foi identificada desaprovação quanto aos aspectos de interatividade e envolvimento: "*faltam muitas orientações. Achei tudo muito rápido e complicado de ficar pausando o treinamento para explicar detalhes no meio das cenas virtuais para o aprendiz*", justificou.

O 'Encarregado de treinamento 2 – Igrejinha' reforçou que o aprendiz deveria ter maior liberdade para usar o corpo, e não apenas imitar movimentos do ator. Ele sugeriu misturar as mídias, pois "*o treinamento imersivo vai ser útil para complementar o treinamento do vídeo na televisão*". Compreendendo que essas percepções vêm de responsáveis por treinar novos colaboradores fazem-se duas leituras. Primeiro, a fala indica que o treinamento em RV precisa de melhorias para deixar uma pessoa apta a manusear a máquina no mundo físico, mostrando-se hoje muito mais um recurso didático digital que complementa o que já vinha sendo aplicado em termos de metodologia de treinamento do que uma verdadeira substituição do processo. Uma segunda leitura sugere que a novidade nem sempre é absorvida, especialmente quando a mudança afeta seu trabalho. Por exemplo, ao indicar que "*meu ponto de vista é que o método com vídeos na televisão é mais eficiente, pois treinamos mais pessoas de uma vez só*", diagnostica-se uma ausência de sintonia na fala do 'Encarregado de treinamento 2 – Igrejinha', com

os objetivos propostos pelo 'Entrevistado 1', pois o segundo explicou que a inovação estaria ligada ao aumento da qualidade e segurança do trabalho, e não à velocidade do treinamento (Schwab, 2016).

Curiosamente, lançando olhar contrário ao dos responsáveis pelos treinamentos, os profissionais que atuam como apontadores de bico indicaram muitos pontos positivos, especialmente aspectos do realismo e do estímulo à imersão no espaço (Eiris *et al.*, 2020). Por outro lado, a ausência de liberdade nas interações com braços e pernas foi considerado ponto fraco da capacitação. Isto é, apesar de ter sido solicitado às pessoas que imitassem movimentos do ator visto no cenário virtual, a não existência de uma simbiose entre usuário e avatar é ponto crítico a ser revisto numa atualização do instrumento.

[...] explica as funções e procedimentos de forma bem clara, bem inovador e dá uma noção real do processo. Gostei que têm perguntas no meio do treinamento, pois isso faz com que a pessoa se mantenha atenta ao que está sendo ensinado (o narrador, imagens e animações). Afinal, ninguém vai querer errar os desafios do *quizz*. Por outro lado, para uma pessoa sem experiência na função, achei que faltou permitir uma verdadeira interação, em que pudesse apertar botões, mexer nas pinças e pegar os cabedais quando bem entendesse, e não apenas quando o ator faz os procedimentos (Apontador de bico 1 – Igrejinha).

Ainda, na percepção dos respondentes que atuam no posto de apontador de bico, seria interessante que os instrutores tivessem participação mais ativa durante o treinamento imersivo em RV. Conforme o 'Apontador de bico 2 – Igrejinha', mesmo que o enredo (envolvimento) e as interações (interatividade) possam ser melhorados no futuro, os comentários e ensinamentos dos treinadores poderiam ter sido mais ativos, a fim de auxiliar as pessoas a lidarem com os dispositivos e, conseqüentemente, compreenderem melhor o enredo do treinamento.

Por sua vez, diversas foram as pessoas que atuam como apontador de bico que destacaram positivamente a preocupação da empresa em fornecer um treinamento de vanguarda para os colaboradores, valorizando a qualidade do seu aprendizado e a atualização num mercado altamente competitivo (Eiris *et al.*, 2020). Ainda, o 'Apontador de bico 3 – Sapiroanga' destacou as especificidades de segurança trabalhadas no enredo do exercício, sendo um ponto alto da sua experiência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou compreender como um treinamento imersivo em RV pode colaborar nos processos/resultados numa indústria calçadista brasileira. Além de apresentar conceitos sobre a tecnologia da RV e trabalhos anteriores de implantação do treinamento imersivo em variados campos, a

partir de uma metodologia transversal foram coletados dados a partir de análise documental, entrevista com gestor da indústria e experimento com 55 colaboradores que vivenciaram o treinamento imersivo e expressaram suas percepções num questionário (eficácia, qualidade, segurança, motivação).

Neste estudo específico, junto às unidades industriais pesquisadas, nas regiões do Vale do Rio dos Sinos e do Vale do Paranhana, concluiu-se que o instrumento digital colaborou para otimizar aspectos relacionados ao aprendizado de colaboradores. Mesmo que se trate de uma percepção dos usuários (e não de um dado comparativo), verificou-se entre os participantes da pesquisa que, diferente do vídeo-tutorial que era utilizado, o treinamento em RV estimulou uma percepção de maior envolvimento e realismo no entendimento de como manusear a máquina, pois, segundo as pessoas que vivenciaram a experiência, a atenção se voltava para detalhes de acabamentos do produto, para redução de erros ou desperdício de materiais e para sua própria segurança. Porém, a pesquisa revelou que, mesmo proporcionando um treinamento a partir da perspectiva da primeira pessoa, em que a noção de estar em frente à máquina foi valorizada, essa noção de imersão no contexto virtual foi melhor compreendida pelas pessoas com maior escolaridade e/ou faixa etária dos 20 aos 30 anos, especialmente no que se refere ao aprendizado do uso da máquina a partir de narrativas gamificadas.

Outro ponto importante está relacionado ao uso individual do dispositivo. Mesmo os treinadores alegando que o treinamento imersivo tornasse mais lento o processo de aprendizado, os apontadores de bico indicaram que o fato de vivenciar a experiência solo é benéfico para consolidar esse aprendizado. Neste caso, a ideia de usar mais tempo para treinar parece indicar melhores resultados no futuro: qualidade na confecção do produto, redução no desperdício de materiais e menos acidentes pessoais. Ainda sobre a experiência individual, as perguntas (*quizz*) foram estratégias que incentivaram a transferência de atenção, consolidando o aprendizado.

Sobre a produtividade, é imperativo destacar que o estudo não traz dados do possível aumento na quantidade e velocidade de produção de calçados. Entretanto, na fala do 'Entrevistado 1', fica claro que isso nunca foi o objetivo do treinamento. Pelo contrário, o fato de o aprendiz vivenciar uma experiência solo indica um tempo de treinamento maior, pois não se trata de uma produção de conhecimento em massa, mas sim da qualificação da capacitação. Neste ponto, considera-se que os resultados alcançados com essa pesquisa possam encorajar as indústrias calçadistas das regiões do Paranhana e do Rio dos Sinos a desenvolver treinamentos imersivos nos seus processos, bem como desencadear uma conexão entre a indústria dessas regiões e as universidades locais para o incentivo a pesquisa acadêmica sobre treinamentos imersivos em ambientes de RV (simuladores, metaversos, jogos digitais, etc.).

Como futuro trabalho deseja-se fazer um levantamento das contribuições que o treinamento imersivo em RV gerou a longo e médio prazo podendo, assim, comparar resultados com aqueles

apresentados neste artigo. Também, com base nos indicativos dos colaboradores, deseja-se propor uma versão atualizada do treinamento, a fim de aumentar o grau de interatividade via integração de sensores de movimentos no corpo do usuário.

REFERÊNCIAS

ABIDI, M.; AL-AHMAR, A.; AHMAD, A.; AMEEN, W.; ALKHALEFAH, K. Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [S.l.], v.105, n.1, 2019, p. 3743-3759.

ATLAS. CONSELHOS REGIONAIS DE DESENVOLVIMENTO - COREDEs. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/conselhos-regionais-de-desenvolvimento-coredes>. Acesso em: 25 jan. 2023

BORBA, E.Z.; CABRAL, M. MONTES, A.; BELLOC, O.; ZUFFO, M. Immersive and Interactive Procedure Training Simulator for High Risk Power Line Maintenance. **ACM SIGGRAPH 2016 VR Village**. Anaheim, California, July, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1145/2929490.2929497>

CALANDRO, M.L.; CAMPOS, S. **Arranjo Produtivo Local calçadista Sinos-Paranhana**. Porto Alegre: Ed. FEE, 2013.

COREDE. Perfil Socioeconômico COREDE: Paranhana Encosta da Serra. Porto Alegre, 2022a. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134135-20151117103226perfis-regionais-2015-paranhana-encosta-da-serra.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

COREDE. Perfil Socioeconômico COREDE: Vale do Sinos. Porto Alegre, 2022b. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/04105221-perfis-regionais-2015-vale-do-rio-dos-sinos.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

DAVIS, A.; BELTON, D.; HELMHOLZ, P.; BOURKE, P.; MCDONALD, J. Pilbara rock art: laser scanning, photogrammetry and 3D photographic reconstruction as heritage management tools. **Heritage Science**, [S.l.], v.5, n. 25, 2017, p.1-16. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40494-017-0140-7>

EIRIS, R.; GHEISARI, M.; ESMAELI, B. Desktop-based safety training using 360-degree panorama and static virtual reality techniques: a comparative experimental study. **Automation in Construction**, [S.l.], v.109, n.1, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102969>

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)**. Kaloa, Hawaii, IEEE Computer Society, 2016. p. 3928-3937.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama do Rio Grande do Sul. Brasília, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>. Acesso em: 25 jan. 2023.

KATAOKA, K.; YAMAMOTO, T.; OTSUKI, M.; SHIBATA, F.; KIMURA, A. A new interactive haptic device for getting physical contact feeling of virtual objects. In: **IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces**. Osaka, Japan, ACM IEEE, 2019, p.1323-1324.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SICOUTTO, S. (Eds.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006, p.2-21.

MECHLICH, H. New employee education using 3D virtual manufacturing. In: **13th Learning and Technology Conference**, Jeddah, Saudi Arabia, IEEE, 2016, p. 1-3.

OSTROWSKI, S. Growing impact of emerging technologies examined in Comptia research briefs. **PR Newswire**. Chicago, Illinois, 2018. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/growing-impact-of-emerging-technologies-examined-in-comptia-research-briefs-300583096.html>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ROMERO, D.; STAHR, J.; WUEST, T.; NORAN, O.; BERNUS, P.; FASTH-BERGLUND, A.; GORECKY, D. Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In: **International Conference on Computers & Industrial Engineering**. Tianjian, China, IEENG, 2016, p. 1-11.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: EDIPRIO, 2016.

SHIN, D. Empathy and embodied experience in virtual environment: to what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? **Computers in Human Behavior**, [S.l.], v.78, n1., 2018, p. 64-73. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>

SLATER, M.; WILBUR, S. A framework for immersive virtual environments (five): speculations on the role of presence in virtual environments. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, Cambridge, v.6, n.6, 1999, p. 1-20. Doi: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>

THOM, J. Immersion revisited. On the value of a contested concept. In: FERNANDEZ, A.; LEINO, O.; WIRMAN, H. (Org.). **Extending experiences: structure, analysis and design of computer game player experience**. Rovaniemi: Lapland University Press, 2008, p.29-43.

XIE, B.; LIU, H.; ALGHOFAILI, R.; ZHANG, Y.; JIANG, Y.; LOBO, F.; LI, C.; HUANG, H.; AKDERE, M.; MOUSAS, C.; YU, L. A review on virtual reality skill training applications. **Frontiers in Virtual Reality**, [S.l.], v.2, 2021, p. 1-19. Doi: <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.645153>

ZILLES BORBA, E. Entre Lugares e Imagens: o uso de dispositivos de realidade virtual e a percepção espacial. **E-Compôs**, [S.l.], v.21, n.1, p.1-22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30962/ec.1362>