XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8438

Realidade Virtual como Ferramenta Didática na Capacitação de Técnicos em Edificações: um estudo exploratório com simulação da NR-35

Virtual Reality as a Teaching Tool in the Training of Building Technicians: an exploratory study with simulation of NR-35

Brian Carvalho dos S. Sousa
IFBA | Salvador | Brasil | mdbrian10@gmail.com
Daniel Calazans Teles
IFBA | Salvador | Brasil | dct9754@gmail.com
João Gabriel Costa do Amor
IFBA | Salvador | Brasil | joaogabrielcostadoamor@gmail.com
Regina Maria Cunha Leite
IFBA | Salvador | Brasil | regina.leite@ifba.edu.br
Luis Claudio Alves Borja
IFBA | Salvador | Brasil | luisborja@ifba.edu.br
Rui Pereira Santana
IFBA | Salvador | Brasil | rui@ifba.edu.br
Ingrid Winkler
SENAI | Salvador | Brasil | ingrid.winkler@fieb.org.br
Lucas Gregory Gomes de Almeida
UFPR | Salvador | Brasil | lucas.gregory@ufpr.br

Resumo

Este artigo investiga o uso da Realidade Virtual (RV) como ferramenta didático-pedagógica para a capacitação de técnicos em edificações, buscando superar a "crise de abstração" presente no ensino tradicional. A pesquisa combina revisão de literatura e um experimento realizado com alunos e docentes do IFBA – campus Salvador, utilizando o headset Meta Quest 3 em uma simulação baseada na NR-35, visando verificar se esta ferramenta é capaz de servir de auxílio na superação da crise de abstração no ensino técnico em edificações. Os resultados mostram que todos os participantes assimilaram melhor o conteúdo após a experiência imersiva, indicando que a RV potencializa a visualização espacial, o engajamento e a compreensão prática dos processos construtivos. Conclui-se que a tecnologia é promissora para integrar teoria e prática, ampliar a formação técnica e preparar de forma mais completa os futuros profissionais da construção civil.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Ensino. Técnico em Edificações. Capacitação.

SOUSA, B. C. S.; TELES, D. C.; AMOR, J. G. C.; LEITE, R. M. C.; BORJA, L. C. A.; SANTANA, R. P.; WINKLER, I.; ALMEIDA, L. G. G. Realidade Virtual como Ferramenta Didática na Capacitação de Técnicos em Edificações: um estudo exploratório com simulação da NR-35. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8438

Abstract

This article investigates the use of Virtual Reality (VR) as a didactic-pedagogical tool for training building technicians, seeking to overcome the "abstraction crisis" present in traditional teaching. The research combines a literature review and an experiment conducted with students and teachers from IFBA – Salvador campus, using Meta Quest 3 headsets in a simulation based on NR 35, aiming to verify if this tool can help to overcome the abstraction crisis in technical building education. The results show that all participants assimilated the content better after the immersive experience, indicating that VR enhances spatial visualization, engagement, and practical understanding of construction processes. It concludes that technology is highly promising for integrating theory and practice, expanding technical training, and more comprehensively preparing future civil construction professionals.

Keywords: Virtual Reality. Education. Building Technician. Training.

INTRODUÇÃO

O ensino técnico em edificações enfrenta limitações históricas relacionadas ao predomínio de metodologias tradicionais, pouco eficazes para desenvolver a visualização espacial e a compreensão prática exigidas pela construção civil. No IFBA, campus Salvador, esse cenário é agravado pela escassez de atividades práticas e pela dificuldade dos estudantes em relacionar teoria e aplicação profissional. Assim, o modelo de educação técnica tradicional revela-se obsoleto e ultrapassado diante das demandas cognitivas de um mundo tridimensional e tecnológico.

A literatura recente aponta que o ensino técnico brasileiro enfrenta um atraso estrutural na incorporação de tecnologias digitais emergentes. Castells [1] destaca que a sociedade contemporânea exige novas formas de interação com representações complexas, enquanto Eastman et al. [2] reforçam que o domínio de ferramentas tridimensionais se tornou competência essencial na construção civil. Entretanto, muitos cursos técnicos permanecem presos a práticas bidimensionais, ampliando a lacuna entre formação e prática profissional.

Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) é uma alternativa capaz de integrar conteúdos teóricos com experiências imersivas, favorecendo atenção, memória, engajamento e compreensão tridimensional. A neuroeducação reforça que ambientes sensoriais ricos potencializam a aprendizagem, especialmente entre nativos digitais, que respondem melhor a estímulos interativos [3].

Dewey [4] defende que a aprendizagem profissional exige vivências concretas que permitam reflexão e reconstrução conceitual. No ensino de edificações, essa necessidade é ainda mais evidente, pois competências como percepção de risco e leitura de ambientes dependem de experiências situadas. Assim, metodologias imersivas tornam-se fundamentais para ampliar a transferência de aprendizagem para o contexto real.

Denomina-se ‘crise de abstração’ a situação em que os conceitos, categorias ou modelos teóricos que se usa para compreender o mundo deixam de acompanhar a complexidade da realidade [5]. Morin [6] afirma que a complexidade contemporânea exige modelos cognitivos capazes de integrar múltiplas dimensões da realidade, sob risco de produzir “cegueiras do conhecimento”. Para Lévy [7] tecnologias interativas

podem reduzir essa distância ao criar espaços de conhecimento sensíveis. Assim, a RV emerge como ferramenta estratégica para reconstruir a ponte cognitiva entre teoria e prática, mitigando a crise de abstração no ensino técnico.

Este estudo investiga o potencial da RV como ferramenta pedagógica para superar a crise de abstração no ensino técnico em edificações, analisando percepções de docentes e discentes e avaliando um experimento imersivo baseado na NR-35. O objetivo é investigar como tecnologias imersivas podem apoiar a formação técnico-profissional mais segura, experiencial e centrada no ser humano no contexto da construção civil.

NEUROEDUCAÇÃO E REALIDADE VIRTUAL

Para justificar o uso da Realidade Virtual (RV) no ensino técnico em edificações, articulou-se os conceitos de neurociência, pedagogia e tecnologias imersivas. Parte-se da premissa de que compreender como o cérebro processa ambientes tridimensionais é essencial para desenvolver metodologias eficazes, sobretudo em áreas que dependem de cognição espacial. Destaca-se que compreender esses mecanismos permite “elaborar propostas e ferramentas mais eficazes no cumprimento de seu objetivo didático” [8].

A neuroeducação é apresentada como campo transdisciplinar que integra evidências científicas ao planejamento pedagógico. Tokuhama-Espinosa [9] afirma que a educação contemporânea exige uma “reconfiguração epistemológica”, incorporando avanços da neurociência ao currículo e à formação docente. Essa necessidade é reforçada pelas características cognitivas da Geração Z, que respondem melhor a experiências sensoriais e interativas.

A Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner [10] fundamenta a importância da inteligência espacial para o ensino de edificações. O autor afirma que “a inteligência não é uma única capacidade, mas um conjunto de habilidades que podem ser cultivadas em ambientes apropriados”, o que legitima o estudo da RV como ambiente neuro compatível capaz de estimular visualização tridimensional, atenção e engajamento emocional.

Jensen [3] complementa essa perspectiva ao demonstrar que ambientes ricos em estímulos sensoriais aumentam a liberação de neurotransmissores associados à motivação e à memória, reforçando que o cérebro “é moldado pela intensidade emocional e sensorial do ambiente”. Assim, a RV se destaca como ferramenta capaz de potencializar aprendizagem ativa e retenção de conteúdo.

Pesquisas neurocientíficas, como as de Kandel et al. [11], demonstram que a cognição espacial envolve redes neurais específicas ativadas por ambientes tridimensionais. Johnson-Glenberg [12] reforça que tecnologias imersivas ampliam essa ativação ao envolver o corpo e a percepção espacial, justificando seu uso no ensino de edificações.

Kolb [13] e Gee [14] destacam que simulações digitais permitem vivências que reorganizam o processo cognitivo, transformando conteúdos abstratos em

experiências concretas. A RV, ao alinhar-se ao ciclo da aprendizagem experiencial, favorece compreensão profunda e aplicação prática.

A literatura brasileira tem demonstrado crescente interesse no uso da Realidade Virtual (RV) como recurso pedagógico para o ensino técnico e superior, especialmente em áreas que exigem visualização espacial e compreensão prática de processos construtivos. Pesquisas nacionais apontam que a RV favorece a aprendizagem significativa ao permitir que o estudante interaja com ambientes tridimensionais de forma segura e contextualizada. A RV possibilita a criação de ambientes imersivos que ampliam a percepção e a compreensão de fenômenos complexos, tornando-se um recurso valioso para cursos de engenharia e edificações [15].

Estudos aplicados em instituições brasileiras, como os de Leite et al. [16], demonstram que simulações imersivas aumentam o engajamento, reduzem a abstração e aproximam o aluno de práticas profissionais que muitas vezes não podem ser vivenciadas presencialmente por limitações de infraestrutura ou segurança. Além disso, pesquisas realizadas no SENAI e em Institutos Federais reforçam que a RV contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e procedimentais, especialmente em treinamentos de segurança do trabalho, consolidando-se como ferramenta inovadora e eficaz no contexto educacional brasileiro.

Por fim, os conceitos de imersão e presença. Lanier [8] define RV como a experiência de “estar dentro de um mundo, em vez de apenas observá-lo”. Murray [17] argumenta que a imersão depende tanto da tecnologia quanto da coerência narrativa do ambiente virtual. Slater [18] diferencia a imersão de presença, definindo esta como a sensação psicológica de estar fisicamente em um ambiente virtual, mesmo sabendo que se trata de uma simulação.

Slater [18] e Damásio [19] demonstram que presença e emoção modulam atenção, motivação e memória, tornando a RV especialmente eficaz para conteúdo que envolvem risco e tomada de decisão, como a NR-35.

METODOLOGIA

Esta pesquisa investiga o uso da Realidade Virtual (RV) como ferramenta de apoio ao ensino técnico em edificações, especialmente no enfrentamento da crise de abstração e no desenvolvimento da cognição espacial. Foi realizada no Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Salvador, com estudantes do curso técnico em Edificações.

Caracteriza-se como pesquisa aplicada, com abordagem mista (qualitativa e quantitativa) e delineamento quase-experimental, envolvendo diagnóstico inicial, intervenção com tecnologia imersiva e avaliação pós-experimento. Esse delineamento permite observar mudanças cognitivas e perceptivas decorrentes da experiência com RV. E foi organizada em quatro etapas principais:

a) Revisão de literatura

Realizou-se uma revisão exploratória em Google Acadêmico, *Publish or Perish*, SciELO e Periódicos CAPES, utilizando os descritores: realidade virtual, neuroeducação,

cognição espacial, educação profissional e simulação imersiva. Essa etapa fundamentou teoricamente o estudo e orientou a construção dos instrumentos de coleta de dados.

b) Diagnóstico inicial

Foram elaborados três questionários:

Questionário 1: estudantes do 2º ano (n = 20);

Questionário 2: estudantes do 3º ano (n = 17);

Questionário 3: docentes das áreas de Construção Civil, Arquitetura e Engenharia Sanitária (n = 4).

Os instrumentos continham questões fechadas em escala Likert e perguntas abertas, buscando identificar dificuldades de visualização espacial, percepção sobre práticas pedagógicas, preparo para atuação profissional e expectativas quanto ao uso da RV.

c) Seleção dos participantes

Com base nos resultados diagnósticos, foram selecionados 20 estudantes que apresentaram maior dificuldade de abstração espacial, menor contato com atividades práticas e interesse declarado em tecnologias imersivas.

A seleção seguiu o critério de amostragem intencional, adequado para estudos exploratórios.

d) Intervenção com Realidade Virtual

A intervenção foi realizada utilizando o headset Meta Quest 3 (Figura 1), com uma simulação tridimensional baseada na NR-35 – Trabalho em Altura (Figuras 2 e 3). O procedimento ocorreu em três etapas:

a) Orientação inicial com explicação da norma e instruções de uso do equipamento.
b) Simulação imersiva de duração média de 12 minutos, com execução de tarefas relacionadas à NR-35.
c) Questionário pós-experimento, composto por 35 itens, sendo 9 sobre compreensão do conteúdo e 26 sobre imersão, presença e usabilidade.

Os instrumentos utilizados foram questionários diagnósticos (pré-intervenção), questionário pós-experimento e observação direta durante a simulação.

As escalas utilizadas foram 1 a 5 - compreensão, utilidade da RV, eficácia dos materiais tradicionais, nível de imersão; e 1 a 3 - dificuldade de adaptação ao equipamento.

O Tratamento e Análise dos Dados foi realizado da seguinte forma:

Análise quantitativa: Os dados numéricos foram analisados por estatística descritiva (frequência, média e predominância), permitindo comparar: desempenho pré e pós-intervenção, percepção entre estudantes de diferentes anos e diferenças entre estudantes e docentes.

Análise qualitativa: As respostas abertas foram examinadas por análise de conteúdo temática, identificando padrões relacionados a crise de abstração, engajamento, sensação de presença e aplicabilidade profissional.

A pesquisa levou em conta as considerações éticas e todos os participantes foram informados sobre os objetivos e concordaram voluntariamente em participar. Os dados foram tratados de forma anônima e não houve riscos físicos significativos associados ao uso da RV.

Como limitações da pesquisa tem-se que a amostra foi reduzida (n = 20 na intervenção), ausência de grupo controle, intervenção única e uso de apenas uma simulação (NR-35).

Figura 1 - Headset de Realidade Virtual Meta Quest 3



Fonte: https://www.meta.com/br

Figura 2 - Ambiente imersivo utilizado na experiência com o uso do Meta Quest 3



Fonte: Acervo do HIIVE Lab- SENAI CIMATEC

Figura 3 - Plataforma elevatória utilizada no ambiente imersivo

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8438

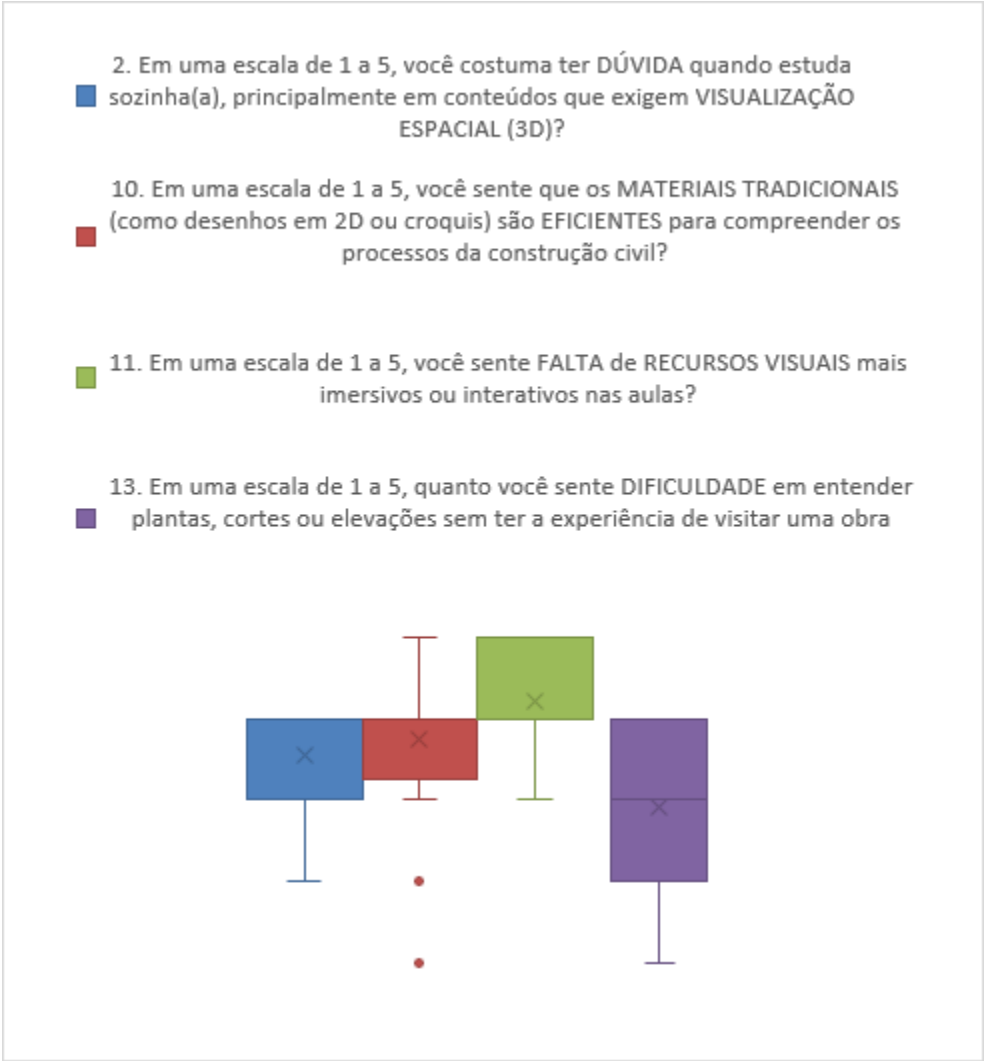


Fonte: Acervo do HIIVE Lab- SENAI CIMATEC

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos questionários aplicados aos estudantes do 2º e 3º ano do Curso Técnico em Edificações do IFBA revelou um conjunto consistente de dificuldades relacionadas à visualização espacial, à compreensão prática dos conteúdos técnicos e à insuficiência de experiências reais ou simuladas de obra. Os resultados apontam para um cenário em que a ausência de vivências práticas impacta diretamente a aprendizagem, a segurança técnica e a autonomia dos estudantes (Figuras 4 e 5).

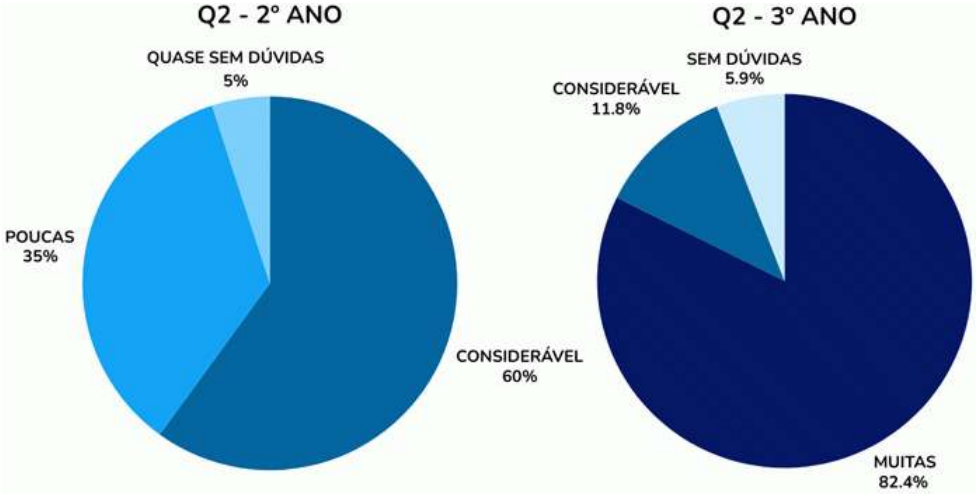
Figura 4: Diagnóstico 2º ano



No 2º ano, 90% dos estudantes do 2º ano relataram não ter tido acesso a ambientes de obra ou situações simuladas. Um aluno descreve essa sensação como estar "voando", indicando total desconexão entre teoria e prática. Já no 3º ano, embora 53% deles tenha afirmado participar de visitas técnicas, a percepção predominante é de que o acesso foi insuficiente. Como afirma uma aluna: "Já tive, porém não considero suficiente". Esses dados sugerem que, mesmo em etapas mais avançadas do curso, a vivência prática permanece limitada, o que compromete a consolidação dos conteúdos.

Figura 5: DÚVIDA quando estuda sozinha(a), principalmente em conteúdos que exigem VISUALIZAÇÃO ESPACIAL (3D)

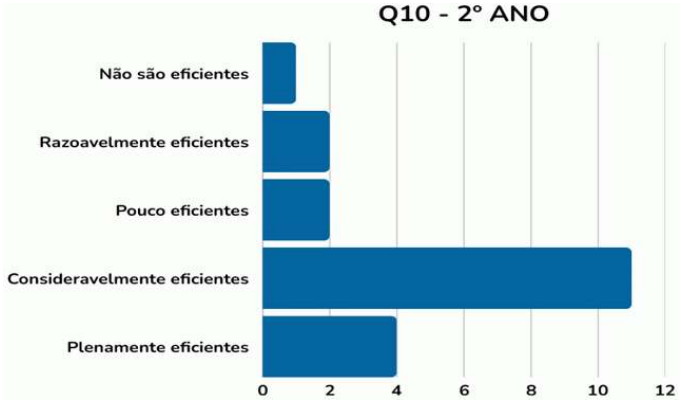
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8438



60 % dos alunos do 2º ano e 83 % do 3º ano atribuíram notas 3 ou 4 ao nível de dúvidas ao estudar conteúdos que exigem visualização espacial. As respostas abertas reforçam essa dificuldade: “Dificuldade em entender objetos, pois nunca vi eles.”; “É muito confuso.”; “Perdemos muito tempo tentando explicar objetos simples pela ausência de uma realidade 3D.” Esses relatos evidenciam que a visualização espacial é um dos principais obstáculos, especialmente em Desenho Técnico, Leitura de Projetos e Técnicas Construtivas. Os conteúdos mais citados como difíceis foram Técnicas Construtivas, Leitura de Projetos, Produção de Desenho Técnico, Instalações Hidráulicas e Elétricas e Sistemas Estruturais (especialmente no 3º ano).

As justificativas reforçam a necessidade de recursos visuais e experiências práticas. Uma estudante afirma: “Me parecem coisas legais que não dá para imaginar como funciona.” Outro destaca a dificuldade em compreender a lógica estrutural: “Por que uma viga tem que ser de tal forma? Como funciona na prática a resistência do concreto?”

Figura 6: MATERIAIS TRADICIONAIS (como desenhos em 2D ou croquis) são EFICIENTES para compreender os processos da construção civil?



A Figura 6 mostra que 70% dos estudantes consideram que materiais tradicionais, plantas, cortes e croquis, são apenas razoavelmente eficientes, com notas entre 2 e 4.

As dificuldades incluem: “Não consigo imaginar a situação.”; “É muito abstrato.”; “Me perder enquanto tentava entender e visualizar.” Esses dados reforçam a limitação do ensino baseado exclusivamente em representações bidimensionais.

Quando questionados sobre a falta de recursos visuais mais interativos, a 85% marcou 4 ou 5, indicando forte demanda por tecnologias que ampliem a visualização dos processos construtivos. Um aluno sintetiza: “Sinto bastante falta.” As respostas revelam limitações recorrentes: excesso de teoria, pouca prática imediata, falta de contextualização, dificuldade de visualizar processos, domínio insuficiente de ferramentas e infraestrutura inadequada. Um estudante descreve o ensino tradicional como “bem distópico do que realmente é”, enquanto outro afirma sentir-se “um falso técnico” por não vivenciar a prática.

Apesar de apenas 10% do 2º ano e 30% do 3 º ano terem utilizado realidade virtual, houve alta aceitação da tecnologia como ferramenta pedagógica. A 60% atribuiu nota 5, 40% nota 4 ao potencial da RV para melhorar o aprendizado técnico, e 100 % demonstraram interesse em participar da pesquisa, indicando abertura para novas metodologias.

Os resultados evidenciam fragilidades estruturais no ensino técnico quanto à visualização espacial, prática profissional e acesso a ambientes de obra: 75% dos estudantes nunca tiveram contato com canteiros, e muitos relataram sentir-se “perdidos” "voando" ou lidando com conteúdo "muito abstrato" diante da ausência de vivências práticas, cenário já apontado pela literatura como obstáculo à transposição da teoria para a prática [20, 21]. Essas evidências reforçam o potencial da RV para suprir tais lacunas históricas.

Os docentes reforçaram essa percepção ao apontar falta de recursos, carga horária prática insuficiente e infraestrutura inadequada, fatores que dificultam metodologias ativas. Todos reconheceram o potencial da RV para suprir essas lacunas, aproximando o aluno de contextos reais sem custos ou riscos de visitas técnicas.

A visualização espacial é habilidade crítica na construção civil, e sua ausência compromete a aprendizagem significativa [22]. A RV, ao permitir manipulação de objetos tridimensionais e imersão em ambientes simulados, atua diretamente nesse ponto. Estudos mostram que ambientes imersivos aumentam a compreensão espacial e reduzem a carga cognitiva associada à interpretação de representações 2D [9, 23]. Os relatos reforçam essa evidência: “A experiência me fez compreender plenamente a NR, pois a prática complementa a teoria.”

A predominância de notas 4 e 5 após a simulação indicam potencial pedagógico promissor. A literatura aponta que ambientes imersivos favorecem a transferência de aprendizagem, aplicando o aprendizado em situações reais. Uma participante afirma: “O visual era muito real, o que me ajudou a ter noção dos perigos propostos pela NR-35.” Esse tipo de percepção é consistente com estudos que mostram que simulações de segurança em RV aumentam a percepção de risco e melhoram o desempenho em tarefas reais.

A sensação de presença, percepção psicológica de “estar lá”, é um dos fatores que tornam a RV eficaz [24]. Os participantes relataram forte imersão: “sensação muito forte”, “tempo passa que nem dá para perceber”, “me senti realmente no local”. A literatura demonstra que a presença aumenta foco atencional, motivação intrínseca, retenção de conteúdo e envolvimento emocional.

Mesmo entre participantes sem experiência prévia, a maioria relatou nenhuma ou moderada dificuldade, alinhando-se a estudos que mostram que interfaces modernas de RV têm curva de aprendizagem baixa. Casos pontuais de desconforto, como pressão sobre óculos de grau, são comuns e mitigáveis com ajustes ergonômicos.

A NR-35 envolve riscos reais, e a literatura destaca que simulações em RV são eficazes para treinar trabalhadores sem exposição ao perigo [23]. Os estudantes relataram melhor compreensão do uso de EPIs, identificação de riscos, procedimentos de segurança e tomada de decisão em altura. Esse resultado confirma que a RV atendeu à demanda diagnosticada inicialmente por recursos mais visuais e práticos, alinhando-se a estudos que a defendem como metodologia ativa capaz de aumentar engajamento e aprendizagem significativa [9, 22].

A Realidade Virtual mostrou-se adequada porque o conteúdo trabalhado combina exigências cognitivas e operacionais que dificilmente atendidas por recursos bidimensionais ou por explicações expositivas. A NR-35 exige compreensão situada de risco, leitura espacial do ambiente, identificação de perigos, antecipação de consequências e associação entre procedimento, contexto e tomada de decisão. Nesse tipo de aprendizagem, a dificuldade não está somente em “entender a regra”, mas em construir uma representação mental concreta para reconhecer sua aplicação em situações próximas da prática profissional. Ao inserir o estudante em um ambiente tridimensional, a RV favoreceu essa visualização das relações espaciais, antes fragmentadas. Sua contribuição deveu-se, portanto, menos à novidade tecnológica e mais de uma aderência entre as características da imersão e o conteúdo ensinado, marcado por forte componente espacial, procedural e preventivo.

As sugestões dos participantes, ampliar cenários, melhorar efeitos climáticos e ajustar iluminação, são coerentes com recomendações da literatura sobre design instrucional em RV. A necessidade de maior acessibilidade para usuários com óculos de grau também é amplamente discutida em pesquisas sobre ergonomia em ambientes imersivos.

Além dos resultados já apresentados, observou-se que a experiência imersiva impactou também a autoconfiança dos estudantes em relação à atuação profissional. Diversos participantes relataram que, após vivenciar a simulação, sentiram-se mais preparados para identificar riscos, interpretar procedimentos e tomar decisões técnicas em situações reais de obra. Esse efeito foi especialmente evidente entre estudantes do 2º ano, que afirmaram ter compreendido pela primeira vez a lógica operacional da NR35.

Outro achado relevante foi a mudança na percepção dos docentes sobre o potencial da RV. Embora inicialmente alguns professores demonstrassem dúvidas quanto à aplicabilidade da tecnologia, após acompanharem a simulação e analisarem os

resultados, todos reconheceram que a RV pode suprir lacunas estruturais do curso, especialmente a falta de laboratórios, visitas técnicas e ambientes controlados de prática. Um docente destacou que a RV "permite ensinar o que não é possível vivenciar presencialmente por questões de segurança".

Também foi possível identificar que a RV favoreceu a aprendizagem colaborativa. Durante a intervenção, os estudantes trocaram informações, discutiram procedimentos e compararam suas experiências, demonstrando maior engajamento coletivo. Esse comportamento não havia sido observado nas atividades tradicionais, indicando que a imersão pode estimular interação social e construção conjunta do conhecimento.

Por fim, os dados revelam que a RV contribuiu para reduzir a ansiedade dos estudantes diante de conteúdos complexos. Participantes que antes relatavam medo ou insegurança ao estudar normas de segurança afirmaram que a simulação tornou o conteúdo "mais claro", "menos assustador" e "mais próximo da realidade". Esse efeito emocional positivo é coerente com estudos que apontam que ambientes imersivos podem diminuir barreiras afetivas e aumentar a motivação intrínseca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Os resultados da pesquisa evidenciam que a Realidade Virtual (RV) possui forte potencial para transformar o ensino técnico em Edificações, especialmente no enfrentamento da crise de abstração que compromete a aprendizagem prática. A experiência imersiva com o headset Meta Quest 3 permitiu aos participantes compreender com maior clareza procedimentos de segurança, etapas construtivas e situações reais de obra, confirmando que a imersão digital favorece retenção, engajamento e visualização espacial.

A análise dos questionários mostrou que discentes e docentes reconhecem limitações das metodologias tradicionais e apontam a RV como recurso promissor para integrar teoria e prática. O experimento reforçou essa percepção: os participantes relataram melhora percebida na compreensão, indicando que ambientes virtuais podem suprir lacunas estruturais e pedagógicas do ensino técnico.

De forma mais ampla, os achados demonstram que a RV não apenas complementa o ensino tradicional, mas reconfigura a forma como o estudante interage com o conhecimento técnico. Ao reduzir a carga cognitiva associada à interpretação de representações bidimensionais e ao proporcionar vivências seguras e contextualizadas, a tecnologia contribui para a construção de modelos mentais mais sólidos, favorecendo a aprendizagem significativa e a transferência para situações reais de obra.

Conclui-se que a RV amplia a aprendizagem significativa e contribui para formar profissionais mais preparados e alinhados às demandas contemporâneas da construção civil. Recomenda-se sua incorporação sistemática como ferramenta complementar, pois simulações imersivas podem reduzir a crise de abstração e aprimorar a compreensão de processos construtivos, normas de segurança e leitura de projetos. Sugere-se que as instituições criem laboratórios permanentes de RV,

capacitem docentes e desenvolvam cenários imersivos integrados às disciplinas do curso.

Apesar dos resultados positivos, o estudo apresenta limitações: amostra reduzida, tempo curto de exposição e uso de apenas um cenário (NR-35), o que restringe a generalização dos achados. Tais limitações, contudo, não comprometem a relevância dos resultados, mas indicam a necessidade de estudos mais amplos, com diferentes perfis de estudantes, múltiplos cenários imersivos e acompanhamento longitudinal.

A partir dos resultados, abrem-se novas possibilidades de pesquisa, como avaliar o impacto da RV em diferentes disciplinas, comparar metodologias (RV, ensino tradicional, maquetes, vídeos 3D) e investigar efeitos do uso prolongado ao longo do semestre. Também se recomenda investigar indicadores de desempenho profissional após a formação, verificando se estudantes expostos à RV apresentam maior autonomia, precisão técnica e percepção de risco em ambientes reais.

Sob a perspectiva da Indústria 5.0, a RV também atua como tecnologia democratizadora: ao superar barreiras de custo, infraestrutura e risco que limitam o acesso a canteiros de obra e experiências reais, permite que todos os estudantes desenvolvam, de forma segura, competências de interpretação espacial, percepção de risco e tomada de decisão, contribuindo para reduzir desigualdades formativas e elevando a qualidade da capacitação técnica.

Assim, os resultados deste estudo reforçam que a RV vai além de apenas um recurso tecnológico, atuando como ferramenta estruturante capaz de elevar o padrão da formação técnica brasileira, alinhando-a às demandas de um setor cada vez mais digitalizado, complexo e orientado à segurança.

Declaração

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta Copilot para melhorar a fundamentação teórica na fase de revisão do artigo. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1]. CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

[2]. EASTMAN, Charles; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

[3]. JENSEN, E. Brain-Based Learning. 2. ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2000.

[4]. DEWEY, John. Experience and Education. New York: Macmillan, 1938.

[5]. CARON, J.-P. *A abstração real e o dado*. Revista Crise e Crítica, n. 14, p. 253–316, 2023. Disponível em: https://criseecritica.com/wp-content/uploads/2023/06/08.2023.CRISE-E-CRITICA-A-ABSTRACAO-REAL-E-O-DADO.pdf

[6]. MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

[7]. LÉVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999.
[8]. LANIER, J. Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality. New York: Henry Holt, 2017.
[9]. TOKUHAMA-ESPINOSA, T. The New Science of Teaching and Learning: Using the Best of Mind, Brain, and Education Science in the Classroom. New York: Teachers College Press, 2010.
[10]. GARDNER, H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 1983.
[11]. KANDEL, Eric; SCHWARTZ, James; JESSELL, Thomas. Principles of Neural Science. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2014.
[12]. JOHNSON-GLENBERG, Mina. Embodied education: creating new paths to learning. Frontiers in Psychology, v. 9, p. 1–11, 2018.
[13]. KOLB, David. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.
[14]. GEE, James Paul. What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
[15]. MAYER, Richard E. Multimedia Learning. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.
[16]. LEITE, Regina Maria Cunha et al. Avaliação de realidade virtual para treinamento de profissionais da construção civil que trabalham em altura. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, v. 14, 2025. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/6576.
[17]. MURRAY, Janet. Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace. Cambridge: MIT Press, 1997. Disponível em: https://muse.jhu.edu/pub/1/article/21385/summary
[18]. SLATER, Mel. A note on presence terminology. Presence Connect, 2003.
[19]. DAMÁSIO, António. O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.
[20]. RADIANTI, J. et al. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. Computers & Education, v. 147, p. 103–119, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303276.
[21]. RAMOS, R. C.; BORGES JUNIOR, W. L. Educação Imersiva em 2025: Como a Realidade Virtual Está Redefinindo Metodologias e Resultados Acadêmicos. Revista Tópicos, Rio de Janeiro, v. 3, n. 18, p. 1-19, 2025. ISSN: 2965-6672. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/artigos/educacao-imersiva-em-2025-como-a-realidade-virtual-esta-redefinindo-metodologias-e-resultados-academicos .
[22]. SORBY, S. Developing 3D spatial skills for engineering students. Australasian Journal of Engineering Education, 2009. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/22054952.2007.11463998.
[23]. BORSCI, S. et al. The effectiveness of virtual reality in safety training. Applied Ergonomics, v. 49, p. 242–254, 2015.
[24]. PEINADO, H. S.; FERNANDES, L. L. A. Uso de realidade virtual para apoio ao ensino de planejamento de canteiro de obras. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, v. 14, 2025. DOI: https://doi.org/10.46421/sibragec.v14i.6656.