



AMBIENTE COLABORATIVO BIM COMO APOIO À ATIVIDADE PROJETUAL NO CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

BIM COLLABORATIVE ENVIRONMENT AS SUPPORT FOR PROJECT ACTIVITY IN THE TECHNICAL COURSE IN BUILDINGS

ROCHA, Luciana Sandrini¹,
VIANA, Taís Feijó²,
NOGUEIRA, Tatiane Brisolara³,
NOTARE, Márcia Rodrigues⁴

Resumo

A formação técnica em edificações deve capacitar os profissionais para projetar edificações de até 80 m². Nesse contexto, discute-se como o uso de software que associa a tecnologia BIM a recursos de realidade virtual (RV) colaborativa pode influenciar a concepção e o desenvolvimento de projetos arquitetônicos. A experimentação, na qual os estudantes atuaram como projetistas e clientes, foi realizada em dois grupos: o primeiro em reunião virtual e o segundo em sala de aula, com passeios virtuais individuais. A partir de observações, entrevistas e análises, os resultados indicam que os estudantes percebem os ambientes virtuais como uma extensão da realidade concreta, facilitando a compreensão de aspectos formais e construtivos e, assim, apoiando a atividade projetual.

Palavras-chave: projeto arquitetônico; realidade virtual; BIM; ambientes colaborativos; Augin.

Abstract

The technical training in building construction should equip professionals to design buildings up to 80 m². In this context, the discussion revolves around how the use of software that combines BIM technology with collaborative virtual reality (VR) resources can influence the conception and development of architectural projects. The experimentation, in which students acted as designers and clients, was conducted in two groups: the first through virtual meetings and the second in a classroom with individual virtual tours. Based on observations, interviews, and analyses, the results indicate that students perceive virtual environments as an extension of concrete reality, facilitating the understanding of formal and constructive aspects and, thus, supporting the design activity.

Keywords: architectural design; virtual reality; BIM; collaborative environments; Augin.

¹ Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), 0000-0003-0944-0849, lucianarocha@ifsul.edu.br.

² Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), (incluindo orcid), taisviana@ifsul.edu.br.

³ Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), (incluindo orcid), tatianenogueira@ifsul.edu.br.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 0000-0002-2897-8348, marcia.notare@ufrgs.br.

1 Introdução

O desenvolvimento das competências necessárias aos técnicos em edificações para criar projetos arquitetônicos de até 80 m² constitui um desafio tanto para docentes quanto para estudantes. Tratando-se de um processo complexo e subjetivo, aos docentes cabe a tarefa de conceber atividades capazes de oportunizar meios que apoiem os processos cognitivos próprios da atividade projetual. Aos estudantes, compreender a complexidade que envolve a elaboração de projetos arquitetônicos de qualquer natureza e, neste processo, conceber uma forma construível a partir de um determinado conjunto de circunstâncias.

A este panorama acrescenta-se o fato de que o BIM vem paulatinamente substituindo o sistema CAD, sendo adotado em variadas etapas do processo construtivo. Ao romper a hegemonia do CAD, que predominou pelo menos nas últimas duas décadas no Brasil, o BIM também rompe com práticas tradicionalmente estabelecidas no meio acadêmico, e a exploração deste novo potencial pedagógico representa ao mesmo tempo oportunidades e desafios aos docentes envolvidos.

Possibilita-se, com isso, a aproximação do aluno com os processos de projeto, processos usados no canteiro de obras, processos de operação e manutenção, o que passa a ser um conhecimento fundamental para a elaboração do modelo do edifício, no BIM. Nesse contexto, é inegável o salto na compreensão de todo o processo, fazendo com que se repense mais intensivamente na integração entre as disciplinas, abrindo-se novas possibilidades de atuação profissional [...] (Ruschel *et al.*, 2013, p. 152).

O BIM representa o processo de virtualização no campo da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Contudo, ainda que ele facilite a visualização e compreensão de aspectos formais e construtivos, para que a inserção curricular ocorra de forma adequada os docentes precisam passar por processos de capacitação, sem os quais não conseguem compreender ou explorar as possibilidades de aplicação dessas novas tecnologias em suas áreas de atuação. Neste contexto emerge a necessidade de adoção de um modelo pedagógico integrado ao rápido avanço do BIM e das tecnologias digitais de informação (TDICs), no qual a construção de conhecimentos é concebida a partir de situações reais e da ação reflexiva e protagonista do educando, na qual o professor atua como mediador (Behar, 2009).

O presente trabalho, que constituiu etapa da pesquisa de doutoramento de uma das autoras, apresenta a experiência de inserção de ambientes virtuais e colaborativos BIM na disciplina de Projeto Arquitetônico 2 (PA2), no âmbito do curso técnico em edificações. Teve como objetivo avaliar de que modo a realização, pelos estudantes, de passeio virtual em ambiente BIM nos projetos residenciais unifamiliares de autoria própria e dos colegas,

foi capaz de auxiliá-los na compreensão de aspectos formais e construtivos das propostas, apoiando a atividade projetual.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 apresenta-se o referencial teórico, que trata do processo atual de virtualização, seus impactos sobre os modos de construir conhecimento e, por fim, como o BIM se enquadra neste contexto. A seção 3 descreve a experimentação e seus resultados e a seção 4 apresenta as considerações finais.

2 O BIM e a virtualização do campo AECO

2.1 A sociedade da virtualização

Pierre Lévy é um filósofo e sociólogo francês que se destacou por suas contribuições à compreensão dos processos de virtualização na sociedade contemporânea. Usando a metáfora do hipertexto, Lévy (2010) explora as relações entre a história das tecnologias intelectuais (oralidade, escrita e impressão) e a história do pensamento, destacando o papel dos indivíduos, instituições e técnicas em uma visão ecológica da cognição.

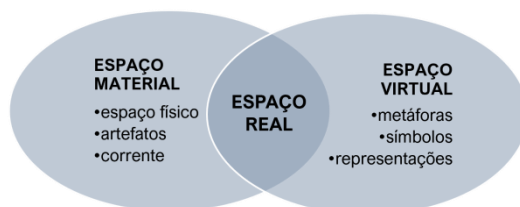
Na sociedade da informação (SI), mais do que em qualquer época anterior, a construção de sentido, ou de conhecimentos, não é um processo linear, mas hipertextual e coletivo. O advento da informática impulsionou a construção de conhecimento por simulação, constituindo um novo gênero de saber pela possibilidade de interação em espaços digitais. “Contrariamente à maioria das descrições funcionais sobre papel ou aos modelos reduzidos analógicos, o modelo informático é essencialmente plástico, dinâmico, dotado de uma certa autonomia de ação e reação” (Lévy, 2010, p. 122).

A virtualização é caracterizada pela interação e potencializada pela evolução das interfaces e mecanismos de processamento de informação, resultando em representações fidedignas da realidade material. Segundo Lévy (2010), a manipulação de parâmetros permite ao usuário obter uma intuição sobre causa e efeito no modelo, auxiliando na compreensão de domínios cognitivos complexos. No âmbito do BIM, os recursos de RV são importantes por possibilitarem a exploração dinâmica em simulações de situações reais.

Mas, seria a virtualização o oposto do real? Para Pierre Lévy (1996, p. 20), “a imaginação, a memória, o conhecimento, a religião são vetores de virtualização que nos fizeram abandonar a presença muito antes da informatização e das redes digitais”. O que presenciamos hoje, pelas redes digitais, é uma aceleração do fenômeno de virtualização, que impacta sobretudo as relações espaço-temporais. Neste sentido, “é virtual toda entidade “desterritorializada”, capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem, contudo, estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular” (Lévy, 1999, p. 47).

O virtual sempre fez parte da cultura humana. Giorda (2000, p. 22) afirma que não se pode distinguir o espaço real do virtual, pois “a produção da realidade está ligada à dialética contínua entre o real e o virtual”. O espaço real é composto pela associação entre o espaço material (espaço físico, artefatos humanos, realidade atômica e energética) e o espaço virtual, da criação de sentidos: metáforas, símbolos, representações e mapas (Figura 1).

Figura 1 - Definição do espaço real.



Fonte: adaptado de Giorda, 2000, p. 22.

Neste cenário emerge o conceito de ciberespaço, “o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores” (Lévy, 1999, p. 92), sendo que o desenvolvimento das TDICs possibilita sua exploração, organização e percepção de maneiras inéditas. Se a virtualização é a dinâmica que distingue o espaço produzido por diferentes culturas, o ciberespaço caracteriza a virtualização da comunicação na sociedade da informação. Assim, o grande potencial das novas tecnologias reside na sua capacidade de virtualizar o aqui e agora em outro ou outros lugares ao mesmo tempo, criando uma espécie de contiguidade espaço/tempo entre lugares fisicamente distantes. Longe de serem entidades separadas, o real e o virtual cruzam-se cada vez mais, tornando-se formas de criar e recriar a realidade (Giorda, 2000, p. 19).

A RV abrange a simulação de ambientes tridimensionais e a experiência do usuário, existindo em várias formas no ciberespaço. Não é apenas um objeto dos sentidos, mas também um objeto de pensamento puro, e entre esses estão tipos que não podem se tornar realidade no mundo físico. A RV não se limita a sistemas de hardware ou software, mas enfatiza o desenvolvimento de uma nova experiência humana (Yoh, 2001, p. 3).

Em síntese, a RV não pode ser definida como material, nem como um estado mental, um pensamento ou um sonho, nem como uma ficção que duplica a realidade. Ela tem características específicas, como a abstração do material e a objetificação da mente por meio da tecnologia digital; uma mídia coincidente com sua própria mensagem e um novo modo emergente de realidade que constrói um mundo estendido de experiência humana junto da realidade tangível. No âmbito do ciberespaço, a RV é uma realidade pública que pode ser compartilhada através de redes de comunicação. Os participantes aparecem como uma representação digitalizada de sua personalidade, seja como um ID ou um avatar (Yoh, 2001). Tori et al. (2020) salientam que não há uma dicotomia entre ambientes

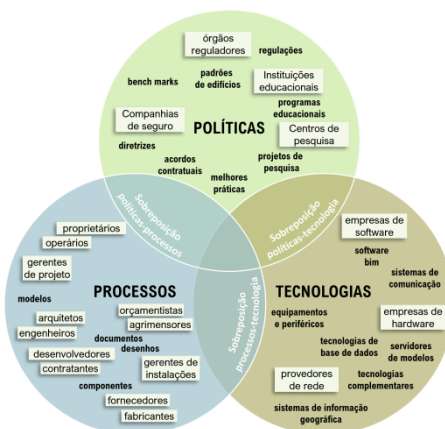
virtuais e reais, salientando que a até a tangibilidade já faz parte dos ambientes virtuais. “São realidades diferentes, alternativas, criadas artificialmente, mas são percebidas pelos nossos sistemas sensórios da mesma forma que o mundo físico à nossa volta [...] sem que precisem existir de forma tangível (tocável) (Tori et al., 2020, p. 11).

Os conceitos aqui apresentados são importantes para delinear o panorama que se configura a partir do desenvolvimento das tecnologias cognitivas. Tendo o ciberespaço como lócus, estas ferramentas estão baseadas, entre outros aspectos, na virtualização, na interatividade e no conhecimento por simulação. “Se a nossa noção de mundo se forma através da experiência, então a introdução da realidade virtual implica a expansão do mundo e o aparecimento de uma nova realidade” (Yoh, 2001, p. 4). No âmbito acadêmico, a rápida expansão tecnológica apresenta implicações diretas sobre os processos de desenvolvimento cognitivo, desafiando práticas didáticas tradicionais, especialmente entre os mais jovens.

2.2 O BIM como produto de uma sociedade virtualizada

O BIM foi definido por Charles Eastman em 1975 como uma tecnologia de modelagem e processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção, mas foram necessárias cerca de três décadas para que as condições técnicas necessárias fossem desenvolvidas. Recentemente, o BIM Dictionary (2023) apresenta o BIM como sendo “um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem aos múltiplos interessados de um empreendimento a colaborativamente projetar, construir e operar uma Facility no espaço virtual”, alinhando-se às pesquisas de Bilal Succar (2009), que destacam a importância dessas três dimensões fundamentais, suas interações e sobreposições (Figura 2).

Figura 2 - Três campos interligados de atividade BIM — diagrama de Venn.



Fonte: adaptado de Succar (2009, p. 361).

De modo geral, as definições de BIM envolvem modelagem tridimensional, processos, comunicação e compartilhamento de informações como atividades que se processam de uma forma hipertextual no ciberespaço. Assim, o BIM se configura como uma tecnologia

cognitiva, desenvolvida e atualizada nas ações dos múltiplos atores envolvidos na produção de conhecimentos intercambiáveis e viabilizados graças à evolução das TDICs. Por essas razões, entende-se o BIM como expressão da virtualização de nossa sociedade, caracterizando-se como uma inovação disruptiva para as equipes interdisciplinares que atuam na elaboração, execução, manutenção e operação de edificações. Este movimento tem impacto no domínio acadêmico, conforme salientou Succar (2009), principalmente no âmbito da realização de pesquisas e capacitação profissional.

3 Ambiente virtual colaborativo na disciplina de projeto arquitetônico

A experiência aqui relatada, de inserção da tecnologia de ambientes virtuais e colaborativos BIM na disciplina de PA2, fazem parte da arquitetura pedagógica (AP) EdificaBIM que foi planejada, implementada e avaliada em pesquisa de tese de doutorado. A AP foi concebida a partir do diálogo estabelecido entre o objeto de estudo da referida tese, que abordou o desenvolvimento cognitivo espacial, a teoria piagetiana relacionada a este tema e os conceitos relacionados à virtualização e apropriação tecnológica de nossa sociedade. Seu objetivo geral foi oportunizar atividades que apoiassem o desenvolvimento cognitivo espacial voltado para a modelagem e representação gráfica arquitetônica.

Dentre os objetivos específicos, destaca-se, primeiramente, compreender o projeto como um meio de comunicação em todas as etapas de uma obra (planejamento, projeto e execução). Para tal, os estudantes receberam diferentes atribuições atreladas a distintas funções que desempenharam ao longo das atividades, simulando situações reais do mundo do trabalho. Essa estratégia pedagógica visa que os estudantes avaliem os projetos sob diferentes enfoques, afastando-se de um ponto de vista único, com o objetivo de promover processos de cooperação. Também é importante que, por meio das atividades, os docentes sejam capazes de acompanhar e avaliar o desenvolvimento cognitivo espacial dos estudantes, de modo a dar suporte pedagógico àqueles que necessitarem de auxílio.

Um projeto arquitetônico pode ser definido como “uma proposta de solução para um particular problema de organização do entorno humano através de uma determinada forma construível, bem como a descrição dessa forma e as prescrições para sua execução” (Silva, 1998, p. 39). Portanto, ele também é, por definição, uma expressão do processo de virtualização elucidado por Lévy (1996; 2010). Os recursos tecnológicos adotados atuam como ferramentas cognitivas na sua produção e comunicação, e o desafio no âmbito deste trabalho foi entender se a atividade das reuniões em ambientes virtuais e colaborativos BIM oportunizaram aos estudantes processos de desenvolvimento cognitivo.

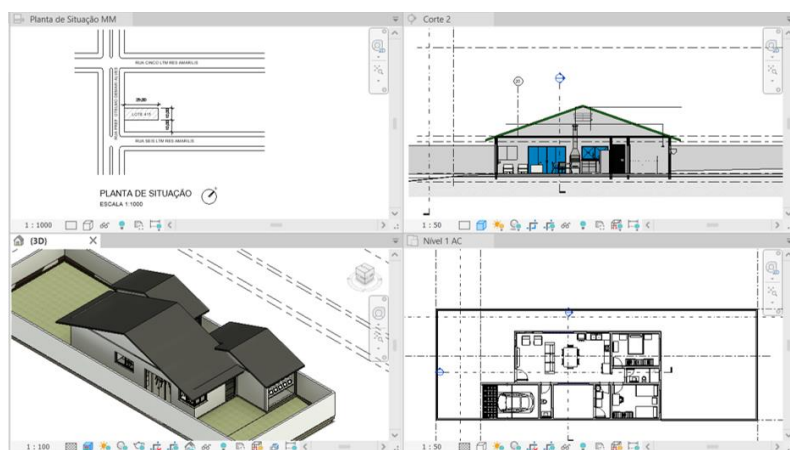
A disciplina PA2 tem como objetivos fornecer subsídios para que os alunos possam desenvolver projetos arquitetônicos residenciais de diferentes complexidades e elaborar projetos de até 80 m² atendendo às variáveis projetuais (programa de necessidades,

legislação pertinente, técnica construtiva, estética do objeto arquitetônico etc.). Salienta-se que a formação do técnico em edificações não enfatiza a elaboração de projetos arquitetônicos devido à falta de disciplinas de apoio à atividade projetual e à restrição pelo limite de área máxima neste nível de ensino, o que limita sua atuação nessa atividade. Assim, para se especializar em projetos arquitetônicos, é recomendado cursar a faculdade de arquitetura e urbanismo.

Para contextualizar a experiência aqui relatada, a primeira etapa da disciplina tratou, por meio de aula expositiva dialogada, de aspectos teóricos referentes à atividade projetual, tais como condicionantes (programa de necessidades, recuos, orientação solar, ventilação), possibilidades de implantação, estratégias de concepção formal, soluções de cobertura, zoneamento e pré-dimensionamento de ambientes. A seguir os estudantes, em duplas, fizeram a análise e apresentação de projetos referenciais, na qual eles deveriam identificar as estratégias adotadas em projetos previamente selecionados pelas professoras.

Na fase seguinte os estudantes elaboraram um estudo preliminar no Revit a partir de um terreno real, localizado na cidade de Pelotas, RS, e de programa de necessidades recebido, no qual constavam a definição do perfil de clientes, área total a ser construída e características desejáveis dos ambientes, materiais e acabamentos a serem utilizados nos projetos das edificações (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo de desenvolvimento de estudo preliminar.



Fonte: elaborado por uma dupla de estudantes.

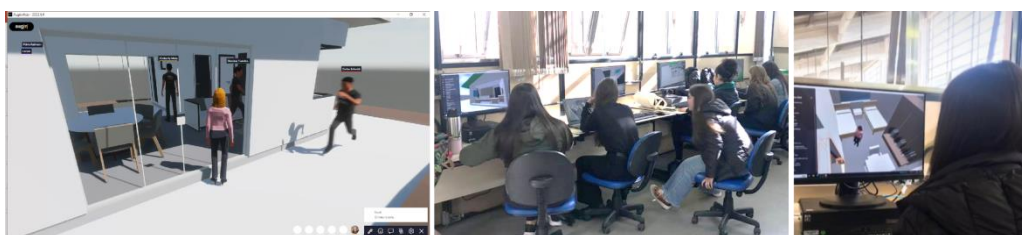
Concluída esta etapa, foram feitas as reuniões virtuais com o objetivo de que os projetistas apresentassem suas propostas para os clientes/colegas. Os “clientes”, por sua vez, deveriam avaliar se os projetos atendiam às solicitações do programa de necessidades, aprovando, sugerindo ou solicitando alterações. Os demais colegas também participaram dos passeios virtuais e foram convidados a se manifestar por meio de críticas e sugestões.

3.1 As reuniões

As propostas de estudo preliminar, devidamente mobiliadas, foram apresentadas aos colegas em uma reunião virtual mediada pelo Augin Hub¹, e avaliadas por eles como se fossem os usuários finais, simulando uma apresentação de proposta aos clientes. As professoras responsáveis também fizeram considerações a respeito dos estudos apresentados, apontando potencialidades e fragilidades que necessitariam de revisão.

Na experiência aqui relatada participaram um total 15 estudantes com idade média igual a 19,5 anos, divididos em dois grupos. O G1 realizou a atividade em reunião virtual com cinco participantes, sendo quatro mulheres e um homem, conforme se observa na Figura 4 (à esquerda). O G2, por sua vez, teve dez participantes, sendo nove mulheres e um homem, e realizou a atividade em sala de aula (Figura 4, no centro e à direita).

Figura 4 - Reuniões mediadas pelo Augin Hub.



Fonte: acervo das autoras.

O G1 reuniu-se no dia 4 de maio de 2023, em turno inverso ao da aula. Participaram do encontro cinco estudantes de um total de oito, sendo que, por problemas de instabilidade na rede, a comunicação foi complementada pelo grupo de WhatsApp e Google Meet.

Os estudantes, no papel de projetistas, explicaram seus projetos e argumentaram tecnicamente sobre suas escolhas, demonstrando que foram deliberadas. No entanto, tiveram dificuldades em interpretar diferentes atribuições, como foi o caso da estudante Olívia ², que fez sua apresentação explicando objetivamente os critérios adotados na solução do problema, mas falou como se tivesse sido pensado para outras pessoas, e não para seus “clientes” ali presentes. Assim como ela, Karen teve dificuldade em desempenhar o papel de projetista e de reconhecer os colegas como clientes.

Em outros momentos, os projetistas salientaram problemas ou pontos que consideravam não estarem bem solucionados nos projetos. Ainda que o sentimento de insegurança seja comum, as professoras orientaram que, numa situação semelhante, deveriam dedicar mais tempo no desenvolvimento da proposta.

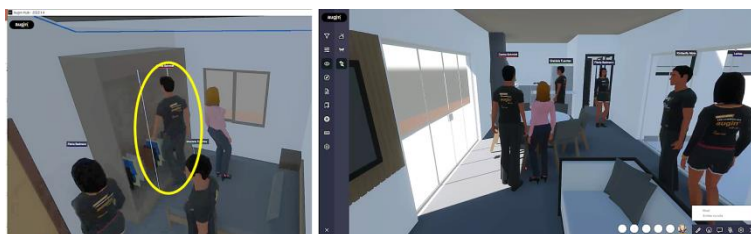
Ainda que os estudantes tenham sido pouco críticos como clientes, a exploração do ambiente digital pelo passeio virtual foi muito apreciada por eles. Por seus comentários é possível inferir que a ferramenta proporcionou experiências sensoriais próximas da

¹ Disponível em: <https://augin.app>. Acesso em: 21 de agosto de 2022.

² Os nomes dos estudantes foram alterados para evitar identificação.

realidade material. Por exemplo, Íris comentou que o projeto de Otto e Jade tinha uma sala ampla em comparação com os outros projetos e Olívia achou que os ambientes pareciam maiores do que no Revit. Em outro momento, Íris e Otto perceberam que seus avatares não conseguiam passar pela circulação entre o guarda-roupas e a cama no dormitório de hóspedes de um projeto que avaliavam como clientes (Figura 5, à esquerda), o que ocorre quando a dimensão da passagem é inferior a 60 cm, o mínimo recomendado. O mais interessante é que as professoras já tinham apontado isso em orientação do estudo preliminar, mas as estudantes não haviam corrigido. Somente quando o avatar foi impedido de passar por ali elas se convenceram de que uma circulação inferior a 60 cm não é adequada. O Augin Hub proporcionou uma experimentação sensorial por meio do avatar que foi mais efetiva do que a orientação docente para a compreensão do conceito de circulação mínima, auxiliando-os na compreensão relativa ao dimensionamento dos espaços.

Figura 5 - Reunião virtual com Augin Hub.



Fonte: imagens da reunião virtual com G1. Acervo das autoras.

A experimentação com o G2, ocorrida em 2 de junho de 2023, teve uma dinâmica um pouco diferente. Na impossibilidade de viabilização de um horário extra satisfatório para todos, resolveu-se fazer no horário da aula, compartilhando-se o mesmo ambiente físico. Isso teve duas repercussões: a primeira foi não haver problemas de comunicação, como na anterior, e a segunda foi que, em virtude da conexão de rede do câmpus estar fraca, a entrada coletiva no mesmo ambiente virtual não foi possível, assim o grupo estava junto fisicamente, mas a visitação foi individual (Figura 4, à direita).

Esta experiência, devido ao perfil da turma ou à proximidade física, pode ser considerada mais rica em termos de trocas. Os estudantes desempenharam seus papéis, discutiram os projetos e fizeram sugestões pertinentes de alterações. Comparando-se com outras edições da disciplina, esta foi a experiência com maior interação entre os alunos na discussão de projetos, o que é um dado muito positivo considerando a importância da cooperação entre os estudantes como apoio aos processos de aprendizagem. Além disso, o fato de a atividade ter sido executada por meio de um passeio virtual, e não apenas pela análise de plantas técnicas ou modelos tridimensionais sem esse recurso, permitiu avaliações sobre critérios espaciais que de outra forma não seriam possíveis.

O passeio com a personificação de um avatar foi elogiado durante as entrevistas. Bruna avaliou que a experiência de caminhar “*como se estivesse nos olhos do avatar*” foi muito boa. Yara também achou útil a experiência com o avatar e percebeu que o espaço na

sala de jantar estava pequeno. O avatar auxiliou-as na compreensão da escala humana. Yara declarou ainda que a experiência com os colegas comentando como clientes a fez ver coisas que, discutindo com sua dupla, não tinham sido percebidas. Maya disse que, *“com o Augin a gente teve a ideia de colocar esta porta janela para dar acesso ao pátio”*. Diana declarou que olhar os projetos dos outros foi bom para comparar soluções que poderiam ser utilizadas em seu próprio projeto e Rute percebeu que a circulação na sala de jantar estava insuficiente pelo fato de o avatar não conseguir passar por ali, o mesmo tipo de experiência ocorrido no G1. Ainda em relação a isto, Laís comentou: *“Em alguns lugares a gente tinha colocado mobília, e a gente tinha colocado tipo 30 cm, entre o armário e a cama [...] e a Professora falou e a gente achou que dava para deixar assim. E aí depois [quando o avatar travou] a gente viu que realmente não dava para deixar assim”*.

A opinião de Alícia ratifica este entendimento. Ela acredita que a possibilidade de se apoiar no modelo tridimensional melhora muito a experiência, e poder caminhar na casa (referindo-se ao Augin Hub) é muito importante para melhorar a compreensão do espaço. *“No CAD a gente não tinha noção de uma pessoa caminhando. Deixava a distância ‘da norma’, mas não tinha a percepção do espaço”*.

Observou-se que a possibilidade de explorar ativamente os projetos, tanto durante a modelagem no Revit quanto na experimentação dos modelos no Augin, auxiliou-os na compreensão dimensional dos espaços, no conceito de escala humana e no entendimento a respeito dos sistemas construtivos, quesitos que certamente colaboram com o desenvolvimento cognitivo espacial e desempenham um importante papel no ato projetual. Por outro lado, nas reuniões as informações da construção não foram tão significativas para os estudantes quanto os passeios e a experimentação interna dos ambientes.

Neste sentido, notou-se que os estudantes exploraram pouco os ambientes externos e a volumetria das residências e, exceto pelos questionamentos das professoras, os comentários foram raros. Os motivos podem estar relacionados ao fato de que os recursos do Revit proporcionam uma boa visualização externa aos objetos modelados, enquanto o Augin ajudou a desenvolver a percepção interna dos ambientes. Outra questão refere-se ao fato de que o processo projetual ainda é bastante centrado na organização da planta baixa. O estudante Léo, por exemplo, comentou que o Augin Hub mudou sua percepção dos espaços internos da residência, pois o exterior ele já compreendia pela experimentação com o Revit. Entende-se que isso pode ter ocorrido pois o Revit apresenta recursos de visualização (como zoom in, out, pan, orbitar e caixa de corte) que permitem uma vasta gama de possibilidades de exploração do objeto como um observador externo. O passeio virtual no Revit, por sua vez, não é interativo e depende de um percurso fixo. Já o Augin proporciona um passeio dinâmico e interativo que despertou a curiosidade dos estudantes para explorar os espaços internos, sendo que a personificação de avatares

auxiliou na compreensão do sentido da escala humana nos projetos. Esta é uma contribuição importante da experimentação com o Augin para a percepção dos ambientes virtuais, pois proporciona um tipo de apropriação que o Revit não permite, enriquecendo a experiência sensorial. Conclui-se, portanto, que os recursos de visualização dos softwares Revit e Augin complementaram-se, proporcionando experiências diferentes, mas igualmente importantes para a compreensão de aspectos dos ambientes externos e internos do BIM e para o desenvolvimento cognitivo espacial dos estudantes.

O software Augin foi muito bem avaliado pelos estudantes, tendo apresentado um bom desempenho como suporte para as reuniões virtuais, apesar de problemas em função da disponibilidade de rede. Em termos de limitações do Augin, os estudantes apontaram questões relacionadas à aparência dos objetos e navegabilidade. Em relação à aparência, alguns elementos mudaram de aspecto ou perderam conexões durante a exportação para a extensão .ifc. Neste aspecto, Alícia e Laís afirmaram não terem gostado das alterações, pois acreditam que as cores influenciam na percepção dos espaços. Otto e Lara concordam com elas, e avaliaram que também seria interessante haver melhorias no controle do avatar.

Avalia-se, também, que faltam referências para que os estudantes analisem criticamente a qualidade dos projetos pois, para tal, além de visualizar e entender a proposta, é necessário ter referências para criticar. Exemplo disso foi um estudante que, ao avaliar uma residência com um volume desproporcional na platibanda, concentrou-se em comentar sobre a casinha de cachorro que estava na frente. Frequentemente as avaliações são guiadas pelo senso comum, enfocando o mobiliário e a aparência dos materiais. Isso confirma a importância de disciplinas de apoio à atividade projetual, auxiliares na construção de repertório formal e de um posicionamento mais crítico em relação à produção arquitetônica.

4 Considerações finais

A sociedade da informação vem experimentando um processo de virtualização que nos acompanha desde os primórdios da hominização. Ainda que não seja inédita, a revolução presenciada hoje em função do desenvolvimento dos computadores e das redes digitais ocorre em velocidade recorde, modificando nossa concepção de tempo e espaço.

Assim, o espaço real é constituído pelo espaço material, físico, e pelo espaço virtual, representativo. Portanto, o espaço virtual não é o oposto do espaço físico, mas seu complemento ou extensão. Neste contexto a RV expande o domínio da experiência natural e integra experiências sensoriais anteriormente limitadas por regras físicas, constituindo-se como elemento ativo que traz em seu cerne conhecimentos, representações e significados construídos socialmente. Estes ambientes responsivos possibilitam aprendizagens mediadas por símbolos, nos quais a interação assume um papel muito mais determinante

do que em tecnologias estáticas, como lápis e papel. Neste viés, é importante que os docentes compreendam o BIM como produto da virtualização da sociedade, incorporando o potencial pedagógico desta ferramenta em suas práticas.

A experiência aqui relatada evidenciou benefícios relacionados à inclusão do BIM e das TDICs no âmbito acadêmico. A ideia de que as atividades representassem as etapas de um processo de planejamento e construção ajudou os estudantes a entenderem o projeto arquitetônico como uma forma de comunicação e colaboração entre os envolvidos. Embora alguns tenham encontrado dificuldades em se distanciar do papel de estudante para atuarem como usuários e projetistas, a necessidade de interpretar e avaliar modelos criados por outros provocou a construção de conhecimentos por simulação. Os participantes estiveram motivados e comprometidos com as atividades, demonstrando interesse no uso das ferramentas digitais. Também revelou aos docentes relações entre os recursos de visualização dos softwares Revit e Augin Hub e os processos de desenvolvimento cognitivo espacial, em especial os que dizem respeito aos aspectos formais e construtivos, à compreensão dimensional e da escala humana pela personificação de avatares.

Referências

- BEHAR, P. A. Modelos pedagógicos em educação a distância. In: **Modelos pedagógicos para a educação a distância**. BEHAR, P.A. e colaboradores. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- BIM DICTIONARY. **Building Information Modeling**, 2023. Disponível em: <https://bimdictionary.com/pt/building-information-modelling/1>. Acesso em: 28 set. 2023.
- EASTMAN, Charles M. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.
- GIORDA, Cristiano. **Cybergeografia**. Estensione, rappresentazione e percezione dello spazio nell'epoca dell'informazione. Tirrenia Stampatori, 2000.
- LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Editora 34, 2010.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora, v. 34, p. 260, 1999.
- LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** Editora 34, 1996.
- RUSCHEL, Regina C.; ANDRADE, Max L. V. X; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.
- SUCCAR, Bilal. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.
- TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade virtual. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. [Internet]. Porto Alegre: Editora SBC, p. 11-29, 2020.
- YOH, Myeung-Sook. The reality of virtual reality. In: **Proceedings seventh international conference on virtual systems and multimedia**. IEEE, 2001. p. 666-674.