

Arquiteturas Pedagógicas e Modelagem 3D na aprendizagem de Levantamento Arquitetônico

Rafaela de Araujo Sampaio Lima^{1,2}, Crediné Silva de Menezes², Rosane Aragón^{2,3}

¹IFAM - Campus Manaus Zona Leste - Manaus, AM - Brasil

²PPGIE - UFRGS - Porto Alegre, RS - Brasil

³PPGEDU - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Porto Alegre, RS - Brasil

{rafaela.lima@ifam.edu.br; credine@gmail.com; rosane.aragon@gmail.com}

Abstract. *In our experience as a teacher, we identified that high school have difficulties carrying out architectural surveys, due to the unusual nature of the activity. Therefore, we structured a Pedagogical Architecture (PA) to support learning this topic using 3D modeling. The AP aims to develop students' ability to observe, analyze, and synthesize an architectural element through sketch drawing supported by 3D modeling. The results of this experiment indicate that students improved their perception of the building's shape, which contributed to both the development of spatial vision and the recognition of architectural elements.*

Resumo. *Em nossa vivência enquanto docente, identificamos que estudantes de Ensino Médio apresentam dificuldades em realizar o levantamento arquitetônico, devido à natureza inabitual da atividade. Assim, estruturamos uma Arquitetura Pedagógica (AP) para apoiar a aprendizagem desta temática utilizando a modelagem 3D. A AP visa desenvolver nos estudantes a habilidade de observação, análise e síntese de um elemento arquitetônico por meio do desenho de croqui apoiado pela modelagem 3D. Os resultados desta experiência indicam que os estudantes melhoraram a percepção da forma da edificação, o que contribuiu tanto para o desenvolvimento da visão espacial como para o reconhecimento dos elementos arquitetônicos.*

1. Introdução

O projeto arquitetônico consiste na materialização da ideia de um Arquiteto, Engenheiro ou *Designer*, por meio da junção de diferentes componentes de projeto como a implantação, planta de cobertura, planta baixa, cortes, elevações e detalhamentos. Entretanto, antes da sua elaboração, o profissional realiza o levantamento arquitetônico, etapa na qual, por meio do uso de diferentes técnicas e instrumentos, coleta o máximo de informações acerca do local de implantação e usuários do projeto, indispensáveis à etapa posterior (Lira Filho, 2012). De acordo com o mesmo autor, é nessa etapa que são levantados todos os dados fundamentais para a elaboração do projeto e, portanto, é uma fase de muita observação, na qual o profissional realiza uma leitura das características da área para apontar soluções melhores e mais viáveis.

No contexto educacional, a etapa do levantamento arquitetônico é, muitas vezes, suprimida em virtude do alto custo e pouca disponibilidade de tempo para deslocamento dos estudantes e professores para áreas externas à instituição escolar. Wu *et al.* (2021) sugerem que as visitas *in loco* são importantes, pois enfatizam, ainda na formação dos

estudantes, a familiarização destes com o local, permitindo que vivenciem situações nas quais podem aprimorar sua capacidade de caracterizar uma área de estudo e criar melhores propostas projetuais.

Ademais, em nossa vivência como docente de disciplinas que envolvem a elaboração de projetos paisagísticos em Cursos Técnicos de Nível Médio, identificamos que os estudantes apresentam dificuldades em realizar o levantamento arquitetônico devido à natureza inabitual da atividade, principalmente. Assim, mesmo sendo orientados e recebendo roteiros e formulários para a realização do levantamento, os dados coletados ainda são insuficientes para a elaboração do projeto.

Diante deste cenário, apresentamos o relato de uma experiência na qual estruturamos uma Arquitetura Pedagógica (AP) para apoiar a aprendizagem de estudantes de um Curso Técnico de Nível Médio Integrado sobre levantamento arquitetônico utilizando a modelagem 3D, com vistas a: (i) permitir que os estudantes pratiquem conceitos teóricos em um contexto real; (ii) desenvolver nos estudantes a habilidade de observação, análise e síntese de um elemento arquitetônico por meio do desenho de croqui e da interpretação pessoal de uma edificação; e (iii) promover a reflexão crítica do espaço construído e suas características funcionais e estéticas para posterior desenho técnico e proposta paisagística.

Além desta seção introdutória, descrevemos na Seção 2 a fundamentação teórica que embasou essa experiência de aprendizagem; na Seção 3 apresentamos os trabalhos correlatos; nas Seções 4 e 5 delineamos a AP para aprendizagem de levantamento arquitetônico, incluindo sua organização, aplicação e resultados; na Seção 6, relatamos um estudo de caso que destaca o percurso de aprendizagem de um estudante; e na Seção 7 expomos nossas considerações finais.

2. Fundamentação teórica

Nesta seção apresentamos a fundamentação teórica que embasou essa experiência de aprendizagem, descrevendo os aspectos de um levantamento arquitetônico e as AP enquanto metodologia sistematizada para práticas educacionais.

2.1. Levantamento arquitetônico

O levantamento arquitetônico pode ser considerado o ponto de partida para qualquer projeto, pois é a partir dele que o profissional compreende o espaço para o qual vai projetar, assim como os usuários deste espaço. Segundo Bertoldi e Silva (2023, p. 1), “o método mais convencional de levantamento ainda é a retirada de medidas com trena métrica, prancheta e rascunhos à mão”, apesar da sua complexidade e subjetividade. Atualmente, instrumentos de medição automatizados como trenas e níveis eletrônicos, aumentam a precisão do levantamento realizado por medição direta e reduzem o tempo da visita *in loco*.

Com o avanço da tecnologia, é possível utilizar técnicas cuja acurácia métrica e fidelidade geométrica geram documentos fidedignos, como a fotogrametria (Amorim e Casado, 2018). Nessa técnica, é possível extrair a geometria das edificações ou objetos com alto grau de precisão por meio de fotografias utilizando *softwares* específicos. Ainda destacamos a técnica do *laser scanning* que consiste na utilização de *scanners a laser* que capturam a geometria tridimensional de objetos e edificações e, por meio do

processamento em *softwares* especializados, constroem um modelo geométrico detalhado, criando representações em 3D com alto nível de realismo e precisão.

Além de fornecer uma variedade de produtos gráficos como as formas, medidas e posições dos objetos essenciais para qualquer intervenção, o levantamento arquitetônico proporciona um contato íntimo do profissional com a edificação, o que permite a visualização de diversos detalhes construtivos e facilita o planejamento das alterações a serem realizadas (Groetelaars, 2004). No que se refere ao contexto educacional, a mesma autora (2004, p. 17-18) salienta que o uso desse tipo de levantamento no ensino:

“É uma atividade interessante, não somente por permitir a prática em [levantamento], mas também por colocar o estudante em contato próximo com diversas edificações, possibilitando a visualização e o estudo da construção, dos sistemas estruturais, dos detalhes construtivos, além da noção de espaço e dimensões de diversos elementos construtivos”.

Nesse sentido, o levantamento arquitetônico no cenário educacional constitui uma atividade prática que enriquece a compreensão dos estudantes acerca dos aspectos estruturais e espaciais de uma edificação, e apoia o desenvolvimento de habilidades técnicas, favorecendo uma aprendizagem mais aproximada do exercício profissional.

2.2. Arquiteturas Pedagógicas

Por viabilizar práticas educacionais “a partir da confluência de diferentes componentes [como]: abordagem pedagógica, software, internet, inteligência artificial, educação a distância, concepção de tempo e espaço” (Carvalho; Nevado; Menezes, 2005, p. 354), as AP são estruturas adequadas para usar as tecnologias digitais na aprendizagem sem limitar o trabalho de professores e estudantes (Silveira; Menezes; Cury, 2019).

Nesse sentido, as arquiteturas não seguem os modelos de ensino tradicionais baseados na transmissão de conhecimento e em exercícios repetitivos, mas promovem pesquisa, atividades interativas e autorais, fomentando atitudes ativas e reflexivas nos estudantes e possibilitando ao professor o uso de abordagens problematizadoras (Nevado; Menezes; Vieira Júnior, 2011).

As concepções de AP devem considerar os seguintes elementos essenciais propostos por Menezes, Castro Júnior e Aragón (2021): (i) *Domínio de conhecimento*: Cerne da investigação, pode ser proposto pelo professor e/ou estudantes, mediado pelas especificidades do currículo escolar, interesses do grupo e objetivos educacionais da arquitetura; (ii) *Objetivos educacionais*: Podem ser definidos a partir das propostas curriculares, mas não se restringem à seleção de conteúdos, pois consideram o uso de pedagogias abertas que admitem didáticas flexíveis, maleáveis e adaptáveis; (iii) *Conhecimento prévio dos estudantes acerca do domínio de conhecimento*: Conhecimento direto ou indireto que os estudantes possuem sobre a temática, que é valorizado por meio de oportunidades de aprendizagem nas quais pode ser ampliado, aprofundado ou refutado; (iv) *Dinâmicas interacionista-problematizadoras*: Ações que apoiam as explorações e reflexões sobre o domínio do conhecimento investigado, a partir de produções individuais e cooperativas de artefatos tangíveis e/ou simbólicos; (v) *Mediações pedagógicas distribuídas*: Oportunidades em que, além do professor, os estudantes podem agir como mediadores ao revisar as produções uns dos outros e refletir sobre esse processo, concebendo mais um cenário para as (re)construções de conhecimento; (vi) *Avaliação processual e cooperativa das aprendizagens*: Suporte para os momentos de construção do conhecimento materializados em artefatos (tangíveis ou simbólicos) que são

registrados e colecionados durante o processo, gerando novos produtos resultantes da avaliação feita tanto pelo professor como, necessariamente, pelos estudantes; (vii) *Suporte da tecnologia digital*: Ambiente para o registro e coleção das produções do professor e estudantes, acessível em qualquer tempo e lugar, para facilitar as mediações pedagógicas.

A combinação desses elementos é o que estrutura as AP e rompe com as formas de ensino tradicionais, uma vez que, além da associação desses diferentes elementos em práticas com o uso das tecnologias digitais, agregam, ainda, uma teoria explicitada e uma metodologia sistematizada (Carvalho; Nevado; Menezes, 2007).

3. Trabalhos correlatos

Por entender que as visitas de campo para levantamento arquitetônico são essenciais para que os estudantes conheçam os sistemas biofísicos e socioculturais das áreas de estudo, Wu *et al.* (2021) desenvolveram um sistema de visitas de campo virtuais para um estúdio de graduação e pós-graduação em arquitetura paisagística durante a pandemia de COVID-19. Por meio de uma plataforma de transmissão ao vivo foi possível proporcionar aos estudantes uma experiência de observação e caracterização de uma área de estudo de 7.300 hectares. A eficácia das visitas foi avaliada por meio de análise qualitativa dos *feedbacks* dos estudantes em um questionário *online* e os resultados indicam que as visitas virtuais são uma alternativa às visitas de campo tradicionais, especialmente em termos de economia de tempo de deslocamento.

O levantamento arquitetônico também foi utilizado na experiência educacional descrita por Assunção e Lima (2020), na qual uma turma do curso de Arquitetura e Urbanismo de uma instituição de ensino superior privada realizou visitas de campo para reconhecimento da área e mapeamento dos danos de prédios históricos. A partir da análise das edificações patrimoniais, os estudantes apresentaram, em forma de maquete física, o conceito e o partido arquitetônico que adotariam na síntese entre uma edificação antiga e uma nova. Ainda geraram soluções em modelo digital, utilizando elementos contemporâneos para permitir a distinção entre a intervenção proposta e a edificação histórica. As autoras acreditam que o objetivo da experiência foi atingido, uma vez que as propostas apresentadas pelos estudantes foram criativas e ancoradas na literatura sobre o patrimônio, possibilitando a reflexão crítica sobre o que preservar.

Apesar das experiências educacionais relatarem diferentes abordagens de visitas de campo - virtuais e presenciais - para o levantamento arquitetônico, ambas mostram como tais visitas oportunizam um cenário de aprendizagem mais rico e uma experiência dinâmica, melhorando a percepção dos estudantes sobre a área em estudo e desenvolvendo suas habilidades de análise e intervenção arquitetônica. Nossa experiência se aproxima das demais por compreender a importância da introdução do levantamento arquitetônico no contexto educacional como meio de apoiar a aprendizagem dos estudantes nessa área de conhecimento ainda durante sua formação acadêmica.

4. Arquitetura Pedagógica para aprendizagem de levantamento arquitetônico

A experiência aqui delineada consiste no recorte de uma das AP aplicadas durante o curso de Representação de Projetos de Paisagismo (RPP), cujo objetivo foi o de apoiar a aprendizagem de Representação Gráfica aplicada ao paisagismo. Para a participação no curso, tanto os pais ou responsáveis como os próprios estudantes, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Autorização de Uso de Imagem e Som.

Após seleção, participaram do curso 14 estudantes da 2ª Série do Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Paisagismo, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, sendo 12 do sexo feminino e dois, do masculino, com idade entre 15 e 16 anos.

4.1. Organização da Arquitetura Pedagógica

Estruturamos a AP com base nos seus elementos, conforme propostos por Menezes, Castro Júnior e Aragón (2021) e definimos como domínio de conhecimento o levantamento arquitetônico e desenho do croqui de uma edificação. A arquitetura tem como objetivos educacionais: (i) permitir que os estudantes pratiquem conceitos teóricos em um contexto real; (ii) desenvolver nos estudantes a habilidade de observação, análise e síntese de um elemento arquitetônico por meio do desenho de croqui e da interpretação pessoal de uma edificação; e (iii) promover a reflexão crítica do espaço construído e suas características funcionais e estéticas para posterior desenho técnico e proposta paisagística.

Na arquitetura, buscamos valorizar o conhecimento prévio que os estudantes adquiriram em vivências anteriores no Curso Técnico de Nível Médio, suas habilidades em medir e compreender as proporções reais das edificações e capacidade de utilizar ferramentas de medição e desenho para representar graficamente elementos arquitetônicos. A dinâmica interacionista-problematizadora está dividida em duas etapas, conforme Figura 1:

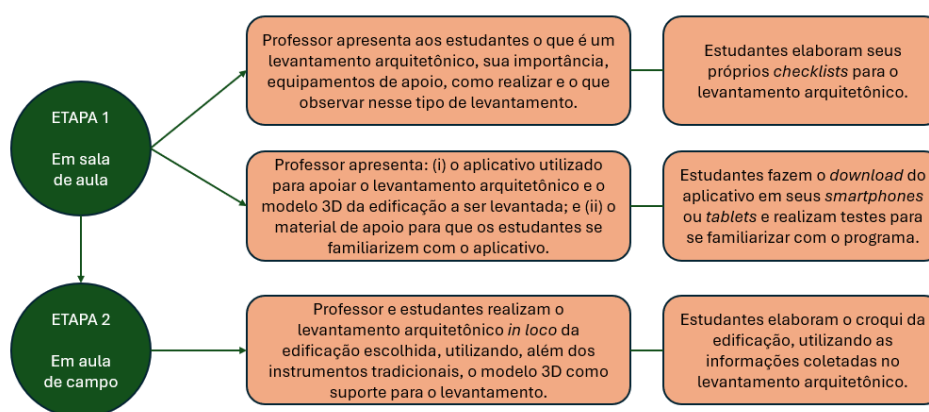


Figura 1. Estrutura da AP para aprendizagem de levantamento arquitetônico

Fonte: Elaboração dos autores (2024).

A avaliação processual e cooperativa das aprendizagens acontece nas oportunidades de *feedback* contínuo, nas quais os estudantes podem destacar pontos fortes e áreas de melhoria, e nas diferentes formas de interação proporcionadas durante a aplicação da AP. Como produto da atividade, os estudantes elaboram o croqui da edificação levantada e anexam esse desenho no ambiente virtual. Para incentivar a reflexão, os estudantes descrevem, individualmente, no mesmo ambiente as estratégias (passo a passo) que utilizaram para realizar o levantamento arquitetônico e como percebem a relevância dessa atividade para a elaboração de projetos de paisagismo.

As mediações pedagógicas são distribuídas entre professor e estudantes, tanto nas oportunidades formais de ensino e aprendizagem, como nas informais, quando os estudantes podem fazer interações durante a elaboração dos *checklists* e do desenho de

croqui, refletindo acerca das suas produções ao mesmo tempo em que contribuem com as produções dos seus pares.

Para apoiar os estudantes na realização do levantamento arquitetônico, utilizamos a modelagem 3D como suporte. Assim, selecionamos, previamente, uma edificação dentro da instituição, realizamos um levantamento arquitetônico, preparamos um modelo virtual em 3D no *software SketchUp* e importamos esse modelo para o *SketchUp Viewer*. Escolhemos estes aplicativos, pois possibilitam o trabalho qualquer lugar e tempo (SketchUp, 2023).

Ainda sistematizamos as dinâmicas interacionistas-problematizadoras do curso no ambiente virtual do *Moodle*, por se tratar de um sistema com interface simples e fácil de aprender e usar, com fornecimento gratuito que pode ser adaptado sem taxas de licenciamento. Possui uma gama de recursos embutidos, incluindo ferramentas como fóruns, *wikis*, *chats* e *blogs*, e pode ser acessado em qualquer hora, lugar ou dispositivo, pois é consistente com diferentes navegadores e dispositivos (Moodle, 2021).

Acreditamos que, com essa organização, a AP pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos essenciais na formação profissional dos estudantes, além de permitir que estes aprimorem sua capacidade de reconhecimento do ambiente construído, de modo que façam as sínteses necessárias para a elaboração do desenho técnico e proposta paisagística a partir de um contexto real.

5. Aplicação e resultados da AP para aprendizagem de levantamento arquitetônico

A AP para aprendizagem de levantamento arquitetônico foi aplicada em duas etapas. Na primeira, realizada em sala de aula, apresentamos aos estudantes os aspectos importantes de um levantamento, sua importância para a elaboração de projetos arquitetônicos e os equipamentos de apoio necessários. Destacamos os elementos a serem observados para que a análise do ambiente contenha as variáveis importantes para a elaboração do desenho técnico. Durante esse momento, os estudantes elaboraram seus próprios *checklists* para o levantamento arquitetônico, elencando elementos que seriam observados em campo.

Ainda apresentamos o aplicativo que seria utilizado para apoiar o levantamento, o modelo 3D da edificação na qual seria realizada a aula de campo e o material de apoio contendo vídeos e reportagem para os estudantes se familiarizarem com a interface e comandos do aplicativo. Alguns estudantes fizeram o *download* do aplicativo em seus *smartphones* ou *tablets* e realizamos testes com o modelo 3D disponibilizado para a ambientação com o programa.

Em campo, explicamos o modo de utilização da trena manual para a medição, bem como os cuidados necessários no seu manuseio, a fim de evitar machucados. Os estudantes foram deixados à vontade para fazer o levantamento arquitetônico e se reuniram em pequenos grupos nos quais uns mediam e outros faziam anotações e desenhos. Após o levantamento, os estudantes se reuniram nos mesmos grupos ou em grupos maiores para consolidar as informações coletadas e esboçar seus croquis.

Percebemos, nesse momento, que os croquis elaborados pelos estudantes ainda não continham informações precisas das dimensões dos cômodos, localização de portas e janelas, desníveis e projeção da cobertura. Além disso, observamos que a maioria não utilizou o modelo 3D para apoiar o levantamento. Questionamos se os estudantes acreditavam que, com as informações coletadas até então, seria possível fazer o desenho

técnico da edificação, ao que relataram que os dados ainda eram insuficientes, pois havia muitos detalhes que não foram considerados como importantes. Assim, gostariam de retornar à edificação para concluir o levantamento, já que ainda não tinham realizado atividade semelhante a essa antes e seus croquis ficaram, portanto, incompletos.

Ao final do primeiro levantamento arquitetônico, 11 estudantes acessaram o ambiente virtual e participaram do fórum anexando imagens dos croquis e descrevendo as estratégias (passo a passo) que utilizaram para realizar o levantamento. Suas respostas indicam que eles: (i) demonstraram uma boa compreensão e planejamento na execução da tarefa, seja pela observação direta da edificação (E1, E3, E7, E9, E10, E11), seja pelo uso do aplicativo (E1, E7, E9); (ii) destacaram as interações com outros estudantes (E3, E6, E10); e (iii) reconheceram dificuldades na execução do levantamento (E8). Os excertos a seguir, apresentam relatos dos estudantes como registrado:

E1: “eu fui ao local, olhei bem todos os lados e fiz um esboço. dps que cheguei em casa desenhei vendo a realidade virtual do local.”

E3: “Primeiramente andei pelo local para dar uma olhada como era ao redor da estrutura, depois disso acompanhei dois colegas de classe, [nomes omitidos], para fazer a medição do prédio usando uma trena métrica falhada, algumas vezes tínhamos que voltar no mesmo lugar pra medirmos de novo.”

E6: “ajuda de uma pessoa e a trena”.

E7: “utilizei o aplicativo observando detalhe por detalhe como é o prédio para conseguir elaborar o desenho, como se fosse meu suporte para desenhar sem precisar gastar a mente lembrando do local. Desenhei na folha A3 com régua de medidas s/e com bastante cuidado colocando também medidas que tiramos na primeira fase.”

E8: “Eu primeiro desenhei os quadrados de cada cômodo e fui ajustando para ficar o mais parecido o possível mas não deu muito certo por que ficou tufo torto”.

E9: “Eu utilizei ao meu favor o aplicativo [...], depois de medi tudo com uma trena no local [...] e so escrevi nos devidos lugares no papel, preferi medir primeiro os espaços consideráveis maiores, em seguida a parte da frente, laterais e a parte de tras [...]”.

E10: “Primeiramente eu fiz um esboço do terreno depois eu e meus colegas fomos medindo cada parte do terreno aí eu fui colocando as medidas.”

E11: “o primeiro passo foi usar uma fita metrica para medir os locais, e ir anotando em uma agenda da espaço da construção, e posteriormente fazer o esboço do projeto em uma escala grande para possa rabiscar os detalhes”.

Como os estudantes relataram a necessidade de um levantamento complementar, realizamos em sala de aula uma atividade a fim de que eles aprimorassem os próprios *checklists* dos elementos a serem levantados. Para isso, os instigamos a elencar os itens que haviam observado no levantamento anterior e os que acreditavam estar faltando. À medida que os elementos iam sendo citados, anotamos no quadro, caracterizando-os como elementos de piso, parede, colunas, esquadrias, jardins, cobertura, teto e geral. Ao fim dessa atividade, solicitamos que os estudantes comparassem suas anotações com o elencado no quadro e fizessem as complementações necessárias.

Novamente em campo, solicitamos que, antes de começar a medir, os estudantes imaginassem aquela edificação vista de cima e fizessem o desenho do croqui a partir do alto, ou seja, em planta baixa. Ainda reforçamos o uso do modelo 3D para apoiar o levantamento. Os estudantes começaram a fazer o croqui, tanto observando a edificação como utilizando o modelo 3D disponibilizado. Durante esse momento, um dos estudantes perguntou se não havia como retirar a cobertura para olhar a edificação por dentro. Um outro estudante explicou para os demais que isso poderia ser feito congelando a camada

da cobertura e, assim, os que estavam utilizando o aplicativo, realizaram o comando. À medida que os estudantes faziam seus desenhos, solicitamos que voltassem ao *checklist* e observassem o que ainda precisava ser incluído, de modo que eles iam inserindo nos seus desenhos elementos como portas, janelas, colunas, desníveis, etc.

Com o formato da edificação mais consolidado, os estudantes se dividiram em duplas ou pequenos grupos para começar a medir edificação ao mesmo tempo em que fomos instruindo cada grupo para que o levantamento fosse realizado com mais precisão. Ao final, mais uma vez, se reuniram para comparar as informações coletadas no levantamento anterior e consolidar seus desenhos e medidas, finalizando seus croquis. Após a realização do segundo levantamento arquitetônico, os estudantes descreveram no ambiente virtual o que fizeram de diferente nessa etapa. Os excertos a seguir mostram que os estudantes buscaram correção de erros anteriores (E1); adicionaram mais detalhes referentes à dimensão dos ambientes e esquadrias (E2, E3, E6, E7); e melhoraram a proporção e a organização do croqui (E8, E9):

E1: “As portas que estavam erradas eu acertei e o espaço da área”.

E2: “eu coloquei as bordas, e a questão dos detalhes também.”

E3: “No segundo levantamento coloquei com mais detalhes as medidas da sala e dos dois banheiros.”

E6: “bom tentei pegar as medidas de dentro do prédio porém tive dificuldade”.

E7: “Representação das portas e janelas, informações separadas sobre cada medida das salas como peitoril, espaçamento da porta, altura da janela e etc”.

E8: “Eu tentei deixar as coisas mais proporcionais e menos bagunçadas.”

E9: “Eu refiz todo meu croqui, pois sou uma pessoa espaçosa e não tinha levado a folha maior para a escola, então fiz o possível para que tudo coubesse na folha A4 e tentei deixar todas as medidas mais organizadas;”

Ao final desta atividade, percebemos que os estudantes conseguiram realizar o levantamento arquitetônico mais completo, mesmo aqueles que sentiram necessidade de refazer a atividade do início, sem retomar dados coletados anteriormente. Suas descrições no ambiente virtual sobre o que fizeram de diferente no segundo levantamento remontam ao aperfeiçoamento do croqui por meio da correção de erros, adição de informações ou apresentação do desenho. Acreditamos que isso foi possível devido à maior adesão ao uso do modelo 3D por parte dos estudantes, o que permitiu a visualização geral da edificação e seus elementos, favorecendo a percepção da sua forma e, conseqüentemente, o desenho mais preciso do croqui.

Ainda destacamos que as diferentes interações que os estudantes realizaram com o objeto de conhecimento – edificação física e modelada em 3D – e as trocas de informações e conhecimentos entre si – mediações pedagógicas distribuídas – foram essenciais para que os estudantes construíssem novas lógicas de pensamento (Camargo e Becker, 2012) alcançando, portanto, a aprendizagem em levantamento arquitetônico.

6. Estudo de caso sobre o percurso da aprendizagem do sujeito E9

Com vistas a ressaltar a importância do uso da modelagem 3D para o levantamento arquitetônico, apresentamos nesta Seção, o percurso das produções do sujeito E9, um dos estudantes cujos desenhos mostram mais diferenças entre os dois levantamentos.

No primeiro levantamento arquitetônico, o estudante apresentou as informações coletadas da edificação em quatro folhas separadas de papel A4, com desenhos indefinidos, sem identificação da parte da edificação a que correspondiam, poucos dados referentes às dimensões e ausência da forma (Figura 2). É possível que, apenas com tais

anotações, o desenho da planta baixa – etapa seguinte do curso de RPP – ficasse inviabilizado pela escassez de informações.

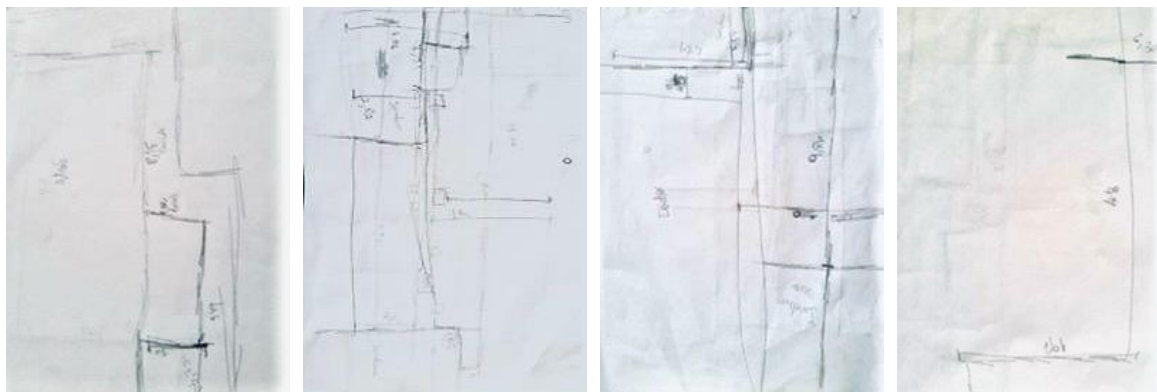


Figura 2. Conjunto de anotações apresentado pelo E9 no primeiro levantamento arquitetônico

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Apesar do estudante relatar que utilizou o modelo 3D disponibilizado para fazer seu croqui e adotar uma estratégia de levantamento condizente com o que se faz na prática, conforme suas palavras: “*Eu utilizei ao meu favor o aplicativo [...], depois de medi tudo com uma trena no local [...] e so escrevi nos devidos lugares no papel, preferi medir primeiro os espaços consideraveis maiores, em seguida a parte da frente, laterais e a parte de tras [...]*”, notamos a ausência da síntese do desenho e coleta de poucas informações no primeiro levantamento. Acreditamos que isso aconteceu devido a uma combinação de fatores, como: (i) inabilidade de observação para análise do elemento arquitetônico e inexperiência com a técnica; (ii) uso da escala e proporção inadequadas para o tamanho das folhas disponíveis; e/ou (iii) falta de organização prévia para distribuir os elementos da edificação no papel.

O relato do estudante acerca do segundo levantamento arquitetônico, de acordo com suas palavras: “*Eu refiz todo meu croqui, [...], então fiz o possível para que tudo coubesse na folha A4 e tentei deixar todas as medidas mais organizadas*”, evidencia uma melhor organização para a execução da atividade. No croqui apresentado, identificamos que o estudante conseguiu acrescentar mais informações e fazer a síntese do desenho em uma única folha A4, com a forma da edificação mais precisa e a leitura das informações mais clara, estruturando melhor seu apoio para o desenho técnico da planta baixa da edificação (Figura 3).

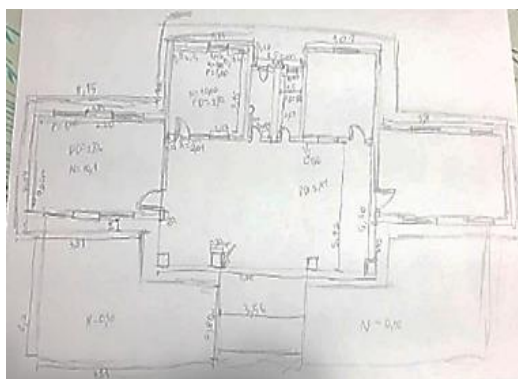


Figura 3. Croqui do E9 após o segundo levantamento arquitetônico

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Tal aperfeiçoamento foi possível devido: (i) a experiência prévia no primeiro levantamento; (ii) uso eficiente dos instrumentos de levantamento e do modelo 3D disponibilizado; (iii) melhoria do planejamento para coletar as informações necessárias e organizá-las; e (iv) *feedback* dos pares e professor e as reflexões sobre as estratégias que utilizou para realizar o primeiro levantamento.

As diferenças entre os desenhos apresentados nos dos levantamentos são significativas no que concerne ao aperfeiçoamento da percepção espacial deste estudante que saiu de um desordenamento de desenhos e informações inicial para a síntese de dados coletados em um único desenho ao fim do segundo levantamento. O relato do estudante nos permite inferir que, apesar da estratégia de medição adotada no primeiro levantamento, foi apenas no segundo levantamento que compreendeu a forma da edificação, quando fez o possível para que o desenho coubesse em uma única folha de papel contendo as informações mais organizadas, no intuito de facilitar a sua leitura.

A percepção espacial alcançada pelo estudante com o exercício e o apoio da modelagem 3D sugere um processo de aprendizagem consistente ao longo da AP. Assim, por meio da participação ativa nas diferentes interações, consciência das limitações técnicas e habilidade de adaptação às ferramentas digitais, o estudante aprendeu a realizar o levantamento, além de desenvolver habilidades e competências para a Representação Gráfica.

7. Considerações finais

A prática do levantamento arquitetônico no contexto educacional permite que os estudantes aprimorem sua capacidade de observar uma área de estudo e propor soluções projetuais baseadas em um elemento real. A AP proposta nessa experiência de aprendizagem combinou a observação direta com o uso da modelagem 3D e revelou-se um exercício importante para a compreensão da forma, proporções, detalhes e características arquitetônicas de uma edificação.

Ao longo do processo, observamos que os estudantes necessitaram de mais tempo para se adaptar ao uso da modelagem 3D e dos instrumentos de medição disponíveis, pois, inicialmente, alguns enfrentaram dificuldades e resistência em utilizar o modelo 3D disponibilizado e em sintetizar as informações coletadas em forma de croqui. Entretanto, com a prática e o *feedback* contínuos, foram capazes de superar esses desafios, aperfeiçoando seus levantamentos na precisão das medidas, organização das informações e clareza dos desenhos.

Ao interagir com um elemento concreto – a edificação onde foi realizado o levantamento arquitetônico – e com o modelo 3D, os estudantes perceberam melhor a forma da edificação e identificaram os elementos arquitetônicos necessários para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Essa experiência proporcionou a combinação de métodos tradicionais e tecnologias digitais, favoreceu a assimilação do conteúdo e aprimorou as habilidades dos estudantes em Representação Gráfica.

Ressaltamos que essa abordagem deve ser mais explorada e aprimorada, com vistas a criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, onde os estudantes podem participar ativamente na construção do conhecimento e na resolução de problemas de forma cooperativa.

Referências

- Amorim, M. P., Casado, T. C. (2018). “A aplicação da fotogrametria em patrimônio capixaba: a fachada da igreja de São Gonçalo, Vitória, ES”. *Anais do V Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação Belo Horizonte-ee*, 24.
- Assunção, G., Lima, W. (2020). “Reuso, criatividade e projeto para o Centro Histórico de Natal – RN: uma discussão metodológica sobre a prática de ateliê integrado”. In *VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo*.
- Bertoldi, N. D., Silva, A. C. S. B. D. (2023). “Lidar no Iphone 13 Pro para levantamento arquitetônico”. In *XXV ENPÓS – Encontro de Pós-Graduação*.
- Camargo, L. S., Becker, M. L. R. (2012). “O percurso do conceito de cooperação na epistemologia genética”. *Educação & Realidade*, v. 37, p. 527-549.
- Carvalho, M. J. S.; Nevado, R. A. de; Menezes, C. S. de (2005). “Arquiteturas pedagógicas para educação à distância: concepções e suporte telemático”. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (SBIE)* (Vol. 1, No. 1, pp. 351-360).
- Carvalho, M. J. S.; Nevado, R. A. de; Menezes, C. S. de. (2007). “Arquiteturas pedagógicas para educação a distância”. *Aprendizagem em rede na educação a distância: estudos e recursos para formação de professores*. Porto Alegre: Ricardo Lenz, v. 1, p. 36-52.
- Groetelaars, N. (2004). “Um Estudo da Fotogrametria Digital na Documentação de Formas Arquitetônicas e Urbanas”. Dissertação (mestrado), Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura.
- Lira Filho, J. A. de. (2012). “Paisagismo: elaboração de projetos de jardins”. Viçosa, MG: Aprenda Fácil.
- Menezes, C. S., Castro Junior, A. N.; Aragón, R. (2021). “Arquiteturas pedagógicas para aprendizagem em rede”. In *Série de livros-texto da CEIE-SBC*. 1 ed. Porto Alegre: Editora da SBC, p. 1-27, 2021.
- Moodle (2021). Disponível em: https://docs.moodle.org/all/pt_br/Sobre_o_Moodle. Acesso em: 09 out. 2023.
- Nevado, R. A., Menezes, C. S., Vieira Júnior, R. R. (2011). “Debate de teses—uma arquitetura pedagógica”. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 1, No. 1).
- SketchUp (2023). Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR/products/sketchup-viewer>. Acesso em: 09 out. 2023.
- Silveira, P. N., de Menezes, C., & Cury, D. (2019). “Uma Experiência de Construção Cooperativa de Conhecimento na Cultura Digital”. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 8, No. 1, p. 891).
- Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., Chen, J. J. (2021). “A spherical video-based immersive virtual reality learning system to support landscape architecture students’ learning performance during the COVID-19 era”. *Land*, 10(6), 561.