

ENSINO DO PROJETO E MODELAGEM ASSOCIADOS AOS SISTEMAS GEOMÉTRICOS DE REPRESENTAÇÃO

*Ivan Sílvio de Lima Xavier¹
Maíra Medeiros Carvalho Xavier²*

Resumo: Este trabalho apresenta um método de ensino de projeto de arquitetura, que se apoia em conhecimentos e técnicas oriundos dos sistemas geométricos de representação. O processo se desenvolve em três fases – contextualização, espacialização e materialização. Através da fundamentação teórica, o uso da comunicação e suas ferramentas, juntamente com a prática de construção de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical, os alunos desenvolvem a criatividade, ampliam seu repertório, trocam experiências respaldados pela comunicação e aprofundam conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais. Tornam-se assim capacitados para apresentar soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado. Dessa forma, os projetos dos estudantes adquirem construtibilidade e qualidade.

Palavras-chave: ensino de projeto, sistemas geométricos de representação, contextualização, espacialização, materialização.

Abstract: This work presents a method of teaching architectural design, which relies on knowledge and techniques derived from geometric representation systems. The process is developed in three phases - contextualization, spatialization and materialization. Through the theoretical basis, the use of communication and its tools, the practice of constructing reduced models, used both for the study of form and structure, and for the visualization of orthogonal representations in the horizontal and vertical planes, students develop creativity, expand their repertoire and deepen knowledge of the geometric and structural systems; are thus able to present more complex, grounded and well-articulated design solutions with the structural system adopted. Student projects acquire constructability and quality.

Keywords: project teaching; geometric representation systems; contextualization; spatialization; materialization.

¹ Departamento de Arquitetura da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, Niterói. E-mail: ivan_xavier@id.uff.br.

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mídia e Cotidiano – IACS - Universidade Federal Fluminense, Niterói. E-mail: maira_xavier@id.uff.br.

1 Introdução

Este trabalho apresenta um método de ensino desenvolvido no âmbito da disciplina Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF), que se apoia em conhecimentos e técnicas baseados nos sistemas geométricos de representação. Conteúdos das geometrias plana e descritiva são revistos para fomentar o desenvolvimento do raciocínio espacial dos alunos e a compreensão da organização tridimensional do espaço. Busca-se também nortear a prática de construção de volumes através de modelos reduzidos, utilizados tanto para o estudo da forma e da estrutura, como para a visualização das representações ortogonais nos planos horizontal e vertical.

O processo se desenvolve em três etapas. Na fase inicial - a contextualização - são realizados a análise do contexto, os estudos iniciais, considerando a fundamentação teórica, a ideia, o partido arquitetônico e experimentações, tanto em croquis como volumétricas. Na segunda etapa - a espacialização - procede-se à modelagem dos sistemas estruturais, com a aplicação de referências circulares e ações colaborativas integradas. O período da - materialização - consiste nas representações ao longo do processo de desenvolvimento do projeto, que, de modo geral, se inicia de forma analógica e é finalizado por meio digital; além dos desenhos, os alunos elaboram prancha sùmula e maquete física final cortada e aberta. Obtém-se, com esses procedimentos, soluções projetuais mais complexas, fundamentadas e com boa articulação com o sistema estrutural adotado.

O método tem como aporte teórico textos de Norberg-Schulz (2006) e Martin Heidegger, que contribuem para que os alunos compreendam o significado de pertencer a um lugar concreto (Genius Loci) e o sentido ampliado do habitar. Utiliza-se também o trabalho de autores como Heine Engel (2001), Hernández-Roz (2008) e Yopanan Rebello (2000), que tratam de sistemas estruturais de forma experimental e através de uma linguagem mais sintonizada com o campo da Arquitetura. Busca-se aproximar a concepção estrutural à projetual, de modo que o ato de projetar do aluno adquira simultaneamente forma pertinente e construtibilidade adequada, resultando em um projeto de excelência.

Durante o decorrer do desenvolvimento deste método de ensino, verificou-se que o uso da comunicação efetiva ajuda a quebrar as barreiras dos métodos formais de ensino. Com o auxílio de novas ferramentas tecnológicas e os próprios meios digitais de comunicação, a efetividade do ensino e seu processo se torna facilitado e mais proveitoso, evidenciando que a comunicação e a educação são indissociáveis.

As universidades têm aberto o que poderíamos chamar de “ilha tecnológica” com laboratórios de design diferenciado e aparelhos de última geração que compõem um ambiente criativo, oferecendo cursos na área do design, tecnologia e gestão. Esses laboratórios oferecem também criação gráfica, design de serviço, marketing de relacionamento e *design thinking*, com objetivo específico de aprender de forma prática e acessível as inovações tecnológicas, que é fundamental para a ampliação deste universo.

Tendo a consciência de que a comunicação, junto deste novo ferramental é capaz de influenciar e modificar a nossa capacidade projetual.

2 Revisão bibliográfica

Como conteúdo norteador da concepção projetual inicial e no desenvolvimento do estudo de massa, indica-se a leitura e a discussão do texto “Fenômeno do Lugar” de autoria de Norberg-Schulz (1988). Este trata da identificação do potencial fenomenológico na arquitetura como a capacidade de dar significado ao ambiente e reintroduz a antiga noção romana do *Genius Loci*, isto é, a ideia do espírito de um determinado lugar. O autor interpreta o conceito de habitar como o de estar em paz num lugar protegido; afirma ainda que isto acontece por meio de construções que reúnem as propriedades do lugar e as aproximam do homem. Logo o ato mais importante da arquitetura é compreender a *vocação do lugar*, dessa maneira, protegemos a terra e nos tornamos parte de uma totalidade compreensível (NORBERG-SCHULZ, 1988). Assim, pertencer a um lugar é ter uma base de apoio existencial em um sentido cotidiano concreto. Esta teoria contribui para que os alunos compreendam de forma mais eficaz os conceitos de *identificação* e de *caráter* com o ambiente como aspectos essenciais do estar-no-mundo do homem, ajudando-os a identificar o espírito do lugar, o *Genius Loci*, no sentido de conceber e criar o que mais se adequa ao lugar, e a começar a ter o entendimento do que significa pertencer a um lugar concreto.

O texto de Martin Heidegger (1951) “Construir, Habitar, Pensar” apresenta a questão do habitar como traço essencial do ser, onde o construir e o pensar são, cada um a seu modo, indispensáveis para o habitar. Desta maneira, como qualquer outra atividade verdadeira, habitar fundamenta o ser do homem. Destaca-se também que, habitar para Heidegger extrapola a ideia de moradia em si. Está em todo espaço, com o qual o ser humano estabelece uma relação de pertencimento; por este motivo, espaços livres, espaços de trabalho e circulação e outros devem ser estudados com a

mesma atenção e profundidade que os espaços de morar. Nesta linha de pensamento procura-se mostrar aos alunos a importância do habitar para o ser humano e, portanto, o quão responsável deve ser a atividade do arquiteto.

Outra referência importante neste trabalho está na obra de Heino Engel (2001), que apresenta os principais sistemas estruturais (forma ativa, vetor ativo, massa ativa, superfície ativa e sistemas estruturais verticais), por meio da apresentação da teoria, de imagens e gráficos representativos. O autor contribui para o entendimento do comportamento dos sistemas estruturais e da sua aplicabilidade com diversos exemplos relacionados aos cinco sistemas. Os sistemas híbridos combinados com os sistemas de acoplamento são apresentados de forma clara e concisa pelo autor; a geometria e a imagem de forças das superfícies dobradas e planas, as superfícies curvadas simples em cúpula ou em sela são sintetizadas na conclusão do livro. Na disciplina Modelagem dos Sistemas Estruturais (1º período na EAU-UFF) os alunos realizam modelos referenciados às imagens e gráficos de força do autor; com esta na prática os alunos verificam a teoria e comprovam seus efeitos. Segundo Engel, o entendimento e a definição da estrutura fazem com que o arquiteto outorgue existência e sustentação à forma de seu projeto, conferindo construtibilidade à sua obra.

Yopanan Rebello (2000) apresenta diversas possibilidades de concepção estrutural, de formas das seções e uma visão geral dos materiais estruturais (madeira, aço e concreto armado). O pré-dimensionamento dos diversos elementos estruturais, bem como o seu comportamento (arcos, vigas, treliças, pilar, laje, associação de cabo, viga vierendel e pilar, abóbada, cúpula, chapas dobradas, etc.) constitui contribuição relevante do livro. O autor define claramente os limites dos intervalos por meio de tabelas que ajudam o discente a entender os pontos de aplicação e de dimensionamentos máximos e mínimos. Para o aluno que está iniciando os estudos de concepção estrutural aplicada ao projeto de arquitetura, a obra de Rebello (2000) constitui referência fundamental.

A origem do tratamento científico em relação ao problema estrutural, os requisitos estruturais, a estrutura resistente e o desenho das formas estruturais das edificações e a sua complexidade são os temas tratados por Hernández-Roz (2008) que ampliam o debate sobre a intrínseca relação que deve haver entre estrutura e arquitetura. Segundo o autor “o desejo de desenhar estruturas com o menor volume possível de material conduz em geral a desenhos complexos”. O autor apresenta modelos geométricos denominados estruturas em vigas, estruturas em superfícies planas e

curvas, diferenciadas em função da sua curvatura (parabólicas, elípticas e hiperbólicas) e tridimensionais, estabelecendo as relações entre espaço e movimentos e as suas respectivas deformações. Finalmente, orienta o processo de análises, ou seja, como verificar se a estrutura e cada uma de suas partes está em equilíbrio. Esta etapa é fundamental pois instrumentaliza o sistema de modelagem como importante referencial para entendimento dos sistemas estruturais.

No âmbito das conexões realizadas entre o processo comunicacional e o ambiente de aprendizagem, recomenda-se a leitura do texto Educação e Comunicação: Interconexões e Convergências de Vani Moreira Kenski, doutora em educação, que trabalha as interfaces entre estes dois polos que são indissociáveis e que são cernes para a formação de cidadãos e profissionais.

Com a convergência dos meios também se realiza a convergência entre as pessoas, pois através das informações e a aprendizagem em conjunto, ocorre uma interconexão de áreas e conhecimentos, que favorecem o processo de aprendizagem e conseqüentemente, favorecem a comunicação.

3 Contextualização

No mundo contemporâneo cada vez mais se faz presente a necessidade de se pensar a edificação em seu contexto e não mais isoladamente. Como afirma Tschumi (2005), não há arquitetura sem contexto (exceto pela utopia). Um trabalho arquitetônico está sempre localizado em um sítio. O contexto pode ser histórico, geográfico, cultural, político ou econômico. Assim o procedimento de ensino do projeto de arquitetura aqui proposto inicia-se com a observação da paisagem e do meio imediato ao terreno trabalhado e o estudo das interferências climáticas, da incidência solar e dos ventos. Este conteúdo está contemplado na ementa da disciplina “Projeto de Arquitetura III da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU), da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Analisado o contexto, os alunos têm como primeira tarefa realizar e apresentar o estudo de referências projetuais e conceituais sobre o tema do projeto (atualmente edifício multifamiliar de uso misto) e promove-se um debate em sala com análises críticas em relação aos seus aspectos funcionais, construtivos e expressivos. Os aspectos funcionais são avaliados considerando a determinação dos acessos, dos fluxos horizontais e verticais, dos compartimentos e suas aberturas, da implantação do edifício no terreno, a caracterização dos cheios e dos vazios das fachadas, a definição dos níveis e das superfícies adotadas, entre outros. Em relação aos aspectos construtivos se verifica as características do sistema estrutural (pilares, vigas e lajes),

os elementos de instalações prediais em geral e os principais materiais componentes dos acabamentos. Os aspectos expressivos são observados buscando-se conhecer a intenção projetual do arquiteto e como se deu a sua materialização. Esse exercício permite uma experiência visual e, muitas vezes, sensorial, resultando na ampliação repertorial do aluno e no desenvolvimento da sua capacidade de encontrar boas respostas para problemas arquitetônicos.

A fundamentação teórica é pressuposto da disciplina; objetiva-se que os alunos desenvolvam a capacidade de referenciar o projeto de arquitetura apropriando-se de conceitos teóricos da arquitetura e do urbanismo. Dessa forma a elaboração da ideia, que norteará o projeto, é embasada de maneira consistente e é fundamental para que o aluno defina o seu partido arquitetônico e defenda o seu projeto, como aponta Maria Cristina Cabral (2018):

A ideia é a intenção ou entendimento do projetista. Não a chamamos de conceito. Conceitos aqui são entendidos como desenvolvimentos teóricos de profissionais ou pensadores. Nas etapas de trabalho, a ideia deve ser associada a conceitos dos autores escolhidos como fundamentação teórica. Pelas mãos e mentes de estudantes talentosos, ideias podem transmutar-se em novos conceitos, produzindo teoria (CABRAL, 2018, p. 116).

A partir de um programa básico de necessidades, oferecido pelos professores e aprimorado pelas atividades anteriores, o aluno realiza o aperfeiçoamento do programa, ampliando seu repertório. Resta ainda, como informação e fonte balizadora do projeto, conhecer os parâmetros da legislação.

Com os conhecimentos até aqui adquiridos o aluno é capaz então de esboçar diagramas contendo fluxograma e a setorização no terreno. Após esta etapa, o aluno inicia seus estudos volumétricos com modelos físicos e/ou digitais.

Os alunos são incentivados a desenvolver o seu processo criativo em relação ao tema proposto, ou seja, a pensar como um arquiteto, através de etapas sucessivas, que permitem idas e vindas, uma vez que o percurso não é linear. O processo é iniciado através do que denominamos de estudo de massa: o aluno elabora uma série de desenhos em forma de diagrama, que se transformarão posteriormente em arquitetura; nestes desenhos verifica-se a melhor orientação norte – sul, ou seja, a posição do sol da manhã e da tarde, onde serão posicionados os elementos principais do programa e em especial o *core*³ da edificação; considera-se ainda a influência da direção dos ventos, relacionados aos conceitos de Norberg-Schulz (2006) sobre

³ Termo técnico para designar a área agrupada de infraestrutura e circulações verticais de pessoas e serviços – escadas, elevadores e shafts - de edifícios comerciais em altura.

espírito do lugar⁴. Outros aspectos que os alunos são chamados a observar são a influência da luz no edifício e as várias possibilidades de transparências, que podem possibilitar volumes, formas e vistas extraordinárias.

Por meio de uma sequência de croquis as “manchas” adquirem traços fortes e a forma vai se delineando, caracterizando um exercício de criação que envolve a mão e a mente; este processo se constitui ao final em um único todo organizado, que foi se definindo através do desenho técnico à mão livre na fase de estudo preliminar e, na fase seguinte do anteprojeto, com a ajuda do computador para a definição de detalhes.

As oportunidades geradas pela orientação solar, a definição das melhores vistas, as possibilidades de transparências, são dados que vão gerando e construindo o projeto em relação à paisagem e ao lugar. O estudo de massa é o momento de diálogo do aluno consigo mesmo assistido pelo professor, quando o discente procura atender às demandas do cliente (professor) levando em consideração todos os dados estudados anteriormente. Esse processo bem vivenciado pode gerar ótimos lugares pelo significado do seu design e pela força da criatividade expressada em sua arquitetura (Fig. 1).



Figura 1 – Imagens do Processo de Design na disciplina de projeto de Arquitetura III - croquis que se transformam em diagramas e posteriormente em projetos de arquitetura. Fonte: XAVIER, 2018.

4 Espacialização

Nesta fase utiliza-se a modelagem arquitetônica como ferramenta do processo do ensino do projeto de arquitetura; o seu desenvolvimento baseia-se nos fundamentos dos sistemas geométricos de representação e no entendimento dos sistemas

⁴ Os referenciais teóricos deste artigo estão mais detalhadamente explicitados no item 2.

estruturais. A introdução destes conteúdos ocorre no primeiro período do curso na EAU-UFF através das disciplinas Sistemas Geométricos de Representação (sobre a qual trata o item 4 deste artigo) e Fundamentos para Modelagem de Sistemas Estruturais; esta se referencia no trabalho de Engel (2001) com a apresentação dos mecanismos *forma ativa, vetor ativo, massa ativa, superfície ativa e sistemas estruturais verticais*. A metodologia desenvolvida nesta disciplina por Xavier (2018) apresenta:

A metodologia compreende quatro etapas básicas no processo denominado Ensino Circular (Fig.2): *Entrada, Atividade Inicial, Ampliação repertorial, Uso e Experimentação*. Essas etapas se fazem necessárias ao aprendizado e ao sucesso do trabalho; na etapa *Entrada* temos o repertório inicial e informal do estudante, na etapa *Atividade Inicial* temos a apresentação do objeto e objetivos da ementa da disciplina e a teoria relacionada ao objeto de trabalho. Na *Ampliação Repertorial* é realizada a apresentação do tema do exercício para os sistemas estruturais por meio de vídeos, consulta a sites e pesquisas bibliográficas; na sequência é efetuada a visita ao campo - que pode ser um museu, uma instalação, etc. No *Uso e Experimentação* elabora-se uma sequência de desenhos em função do repertório adquirido a partir da teoria apresentada. Nesta etapa ocorre a realização dos diversos produtos, podendo estes serem de caráter individual, em grupo ou coletivo, em função da definição do tema e da teoria a ser experimentada (XAVIER *et al*, 2018).

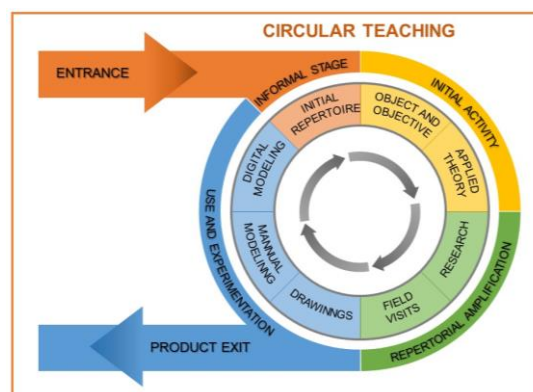


Figura 2 – Imagem Ensino circular, aprendendo etapas através de referências circulares.
Fonte: XAVIER; CANTREVA; MARINS, 2018.

Na disciplina de Projeto de Arquitetura III estes conhecimentos são revistos e aprofundados, através de vários experimentos. O processo de modelagem arquitetônica é dinâmico, não existem regras, as formas estruturais e arquitetônicas são desenvolvidas e definidas pelos próprios alunos sob orientação dos professores; o trabalho pode ser iniciado pela releitura de uma obra arquitetônica icônica ou em consonância com os desenhos e/ou croquis dos próprios alunos; essa prática faz parte

do exercício tridimensional, que auxilia no entendimento e no processo de aprendizagem de projeto de arquitetura (Fig. 3).



Figura 3 – Imagem do processo de projeto desenvolvido pela aluna Marcele Figueiredo da disciplina de “Projeto de Arquitetura III”. Fonte: XAVIER, 2019.

Ao visualizar o produto finalizado os alunos adquirem a percepção da intrínseca relação entre a forma da edificação e o sistema estrutural definido. Além disso, podem avaliar de forma concreta o resultado estético das suas escolhas. Através desta dinâmica os alunos adquirem autonomia e segurança no processo de aprendizagem (Fig. 4).

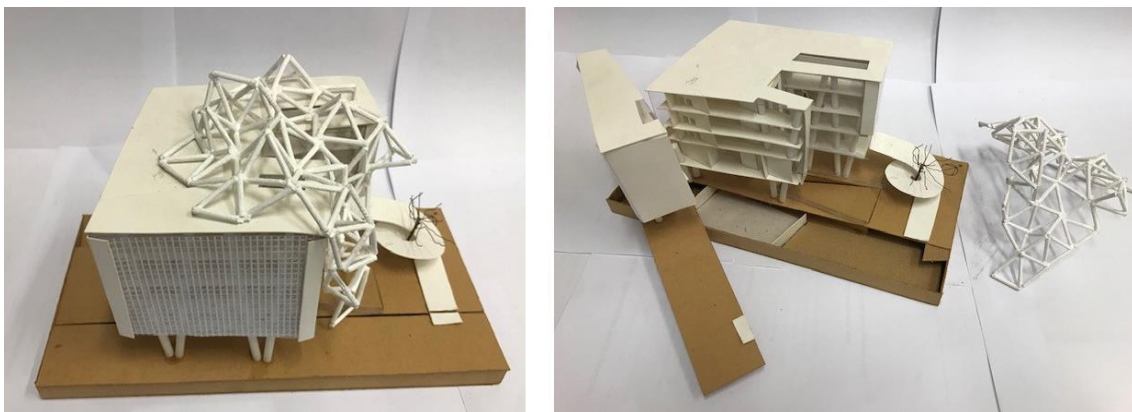


Figura 4 – Imagem da maquete desenvolvida pela aluna Maria Laura Sourbeck “Projeto de Arquitetura III”. Fonte: XAVIER, 2019.

Deve-se destacar que a utilização da modelagem arquitetônica não é privilégio dos estudantes de arquitetura, ao contrário, é prática recorrente de vários escritórios de arquitetura ao redor do mundo, entre eles o de Renzo Piano, de Frank Gehry, de Bjarke Bundgaard Ingels do OMA Office Work, dos brasileiros Angelo Bucci (Fig. 5) e

Paulo Mendes da Rocha, que a utilizam a para o desenvolvimento dos seus projetos de arquitetura. Segundo este último (2007):

A maquete, muito simples, está realizando uma coisa que você quer ver. O diâmetro certo, a altura certa, a escala humana. Você consegue ser este personagem, ajoelha no chão para ver dentro da maquete, é muito bonito! Fecha a janela, espera de noite, tira o abajurzinho da mesa de luz e traz perto da maquete, vê os efeitos da luz. Você vê o tamanho das coisas, a sua proporção, vê as transparências (MENDES DA ROCHA, 2007, p. 58-59).



Figura 5 - Maquetes escritório SPBR arquitetos – Angelo Bucci. Fonte: SPBR arquitetos.

5 Os Sistemas Geométricos de Representação e sua aplicação em Projeto

A disciplina Sistemas Geométricos de Representação tem como objetivo fomentar a competência da abstração no aluno de primeiro período na EAU-UFF. São realizados exercícios que promovem noções espaciais e desenvolvem a linguagem do desenho de arquitetura; utilizam-se noções de geometria plana e descritiva (GD), a manipulação de modelo físico, além dos conceitos da Norma Brasileira de Representação 6492. Os alunos iniciam praticando o manejo dos instrumentos de desenho (esquadros, régua paralela, compasso, escalímetro, etc.). Na segunda etapa, se trabalha a ideia de múltiplas vistas do objeto a partir de figuras geométricas regulares e irregulares. As figuras são estudadas em épura, também por meio de modelo físico e do desenho de suas faces nos diferentes planos para então serem planificadas e montadas (Fig. 6). A construção de modelos físicos pelo aluno facilita o entendimento, a apreensão do conteúdo e a abstração toma forma real. Para tornar o exercício de pirâmides mais interessante, as dimensões dos modelos propostos são calculadas de modo que, reunidas, formem um dodecaedro, como se vê na Figura 6.

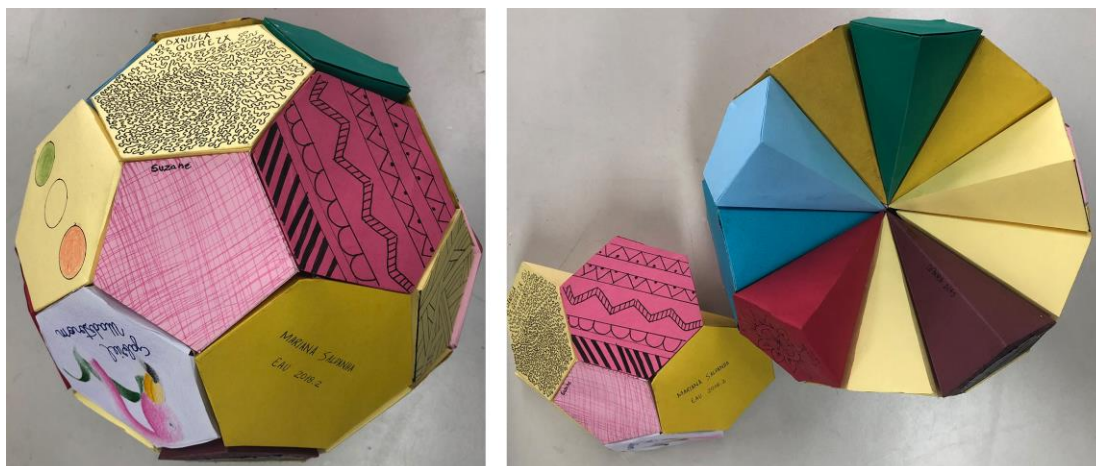


Figura 6 – Imagem do dodecaedro composto por pirâmides regulares de base pentagonal e hexagonal. Fonte: CANTREVA, 2018.

O processo relatado anteriormente conduz o aluno ao entendimento do que significa e para que serve rebater o objeto em diversos planos; realiza-se então o painel síntese da etapa (Fig. 7), onde o objeto (uma pirâmide irregular) é estudado em épura, planificado e inserido em um contexto arquitetônico⁵. Desta maneira se estabelece o link entre a Geometria e a Arquitetura e o conhecimento geométrico começa a fazer sentido dentro do campo de conhecimento da Arquitetura.

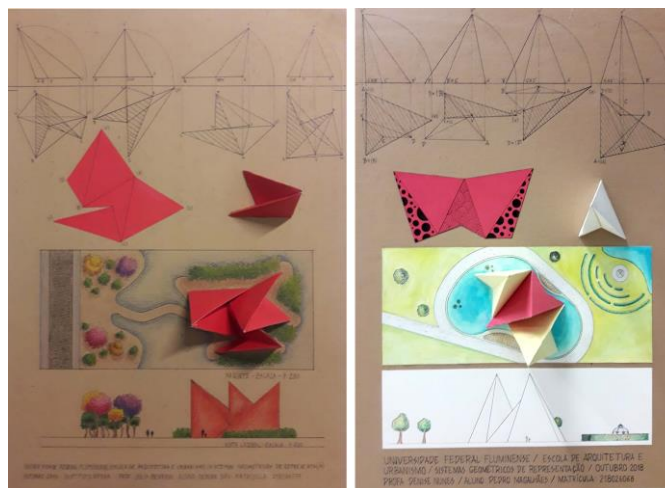


Figura 7 – Painel síntese do conteúdo de Geometria Descritiva. Fonte: NUNES, 2019.

O conhecimento adquirido nesta disciplina de primeiro período do Curso vai possibilitar ao aluno de Projeto de Arquitetura III (de quarto período) pensar um objeto arquitetônico que ainda não existe (seu projeto), a representá-lo e aprimorá-lo cada

⁵ No exercício proposto, o aluno faz uma composição livre com três pirâmides (com o formato estudado na épura) em diferentes posições, inseridas em um pequeno parque, que deve conter vegetação, caminhos e um lago.

vez mais. Verificou-se que, na etapa de espacialização do projeto, o aluno desenvolve sua ideia plenamente com criatividade e segurança, se tiver adquirido anteriormente capacidade de abstração e competência de uma representação rigorosa, o que é possibilitado pelo conteúdo dos Sistemas Geométricos de Representação.

6 A comunicação e seu auxílio na aprendizagem

Durante a elaboração das etapas do processo de ensino, utilizou-se aportes ferramentais para que as discussões sobre as atividades propostas e conseqüentemente seus desenvolvimentos fossem compreendidos de uma forma clara e descontraída. Contudo a comunicação não está presente apenas através de suportes, mas perpassa também pelas relações humanas. Paulo Freire, patrono da educação brasileira, citado por Pretto (2008, p. 13), afirma “o ato de educar é um ato de comunicação”.

A comunicação humana com finalidades educacionais muitas vezes é percebida apenas com o uso de equipamentos, porém ela se baseia na necessidade expressa de interlocução, de trocas comunicativas. De acordo com a autora:

O signo partilhado é compreendido entre os participantes do ato comunicativo. Mais além do que ensinar – que reflete a possibilidade, mas não a efetiva finalização da comunicação –, aprender é o principal objetivo da ação comunicativa presente no processo educacional (KENSKI, 2008, p. 651).

A autora também relata:

Ensinar reflete a mesma lógica das ações em massa presentes nos processos midiáticos apresentados para grandes audiências. Ainda que existam manifestações do “público”, o foco e o desempenho dependem do virtuosismo do protagonista-professor – pessoa ou narrativa –, do fascínio que consegue despertar na assistência, dos procedimentos que utiliza para realizar o programa (KENSKI, 2008, p. 651).

Para que os alunos entendessem a concepção de cada etapa, buscou-se nas plataformas digitais exemplos e aportes para fomentar o desenvolvimento do raciocínio espacial e a compreensão da organização tridimensional do espaço. A apresentação de uma obra arquitetônica, (Zara Hadid Architects – Edifício Bee’ah) e um vídeo exibindo a potencialidade da aplicação do bambu (Elora Hardy: Magical houses, made of bamboo - TED) foram algumas das ferramentas comunicativas utilizadas em sala de aula que deram o start para a comunicação interpessoal e a troca de experiências entre todos os participantes (professor e alunos).

7 Considerações Finais

A introdução, de conceitos de sistemas estruturais e geométricos de representação por meio do método do *ensino circular*⁶ e a multiplicidade de tarefas em ambiente de ações colaborativas embasadas nas referências teóricas, desde o primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo, estimulam o aprendizado de forma gradativa e eficaz. As avaliações são realizadas no final de cada período por meio de apresentações dos trabalhos. Este processo é coletivo e dinâmico, onde todos avaliam seus trabalhos bem como os trabalhos de seus colegas, sob a supervisão e orientação dos professores. A avaliação é realizada com base na apresentação do projeto, no memorial justificativo (*conceito, partido, implantação, acessos, fluidez dos espaços, construção e expressão*) na representação gráfica, funcionalidade, espacialidade, no sistema estrutural e na criatividade projetual. Após a avaliação os melhores trabalhos são expostos na EAU e posteriormente na Biblioteca Central do Gragoatá.

A experiência e a liberdade com que os exercícios são realizados resultam em um ambiente propício para o aluno descobrir e desenvolver seu potencial criativo por diferentes formas de experimentação em cada etapa. A apresentação final dos trabalhos e maquetes evidencia o desenvolvimento dos estudantes em relação à criatividade, ampliação do seu repertório e assimilação dos conhecimentos dos sistemas geométricos e estruturais. A resistência em relação ao desafio do aprendizado dos sistemas estruturais é superada com a diversidade vivenciada em sala de aula e em campo, associada à experiência da modelagem e da aplicação dos conceitos oriundos da geometria. As dificuldades iniciais desaparecem e a circularidade dos processos possibilita novas descobertas e talentos. Debruçados sobre o ato da repetição e experimentação com materiais diversificados, a experiência gera conhecimento, motivação e projetos de excelência.

O método tem sido aplicado desde o primeiro semestre de 2014, a partir da reforma curricular, na qual novas disciplinas foram implementadas, entre elas a disciplina de Fundamentos para Modelagem dos Sistemas Estruturais e a disciplina de Sistemas Geométricos de Representação, com o objetivo de facilitar o entendimento de determinados conteúdos que antes eram vistos de maneira abstrata. A metodologia aplicada nestas disciplinas ao longo de 12 semestres, associados ao ensino circular

⁶ Ver XAVIER, Ivan S. de Lima; CANTREVA, Philippe; MARINS, Igor. The importance of circular references. Milão: Book of Abstracts – 18th International Conference on Geometry and Graphics, 2018.

com o aprendizado teórico, a realização de croquis, desenhos, maquetes e a utilização de ferramentas digitais, promoveram a criatividade e permitiram ao aluno compreender o funcionamento da estrutura associado à concepção arquitetônica.

O processo desenvolvido nos permite concluir que a geração da forma arquitetônica se torna mais consciente e seguro quando o aluno compreende simultaneamente o comportamento do conjunto das forças estruturais e testa as formas geradas ou possíveis através da utilização de conteúdos dos sistemas geométricos de representação e da realização de maquetes e modelos tridimensionais. Neste processo, percebe-se que a comunicação exerce influência para que o projeto arquitetônico tome forma, pois auxilia na troca de experiências entre professores e alunos, os próprios alunos e os meios digitais, que deram base na pesquisa e desenvolvimento de todo o processo, principalmente com o uso do *benchmarking* colaborativo. Toda esta gama de experiências propicia construtibilidade e qualidade aos projetos dos alunos.

Referências

CABRAL, Maria Cristina. **O problema da ideia**. Manifesto pela qualidade da Arquitetura contemporânea in. FONTES, A. S. REGO, A. Q. e FEFERMAN, C. Reflexões sobre o ensino integrado do projeto de Arquitetura. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Rio Books, 2018.

CANTREVA, Philipe Lopes. **Sistemas Geométricos de Representação** (Disciplina). Estudante e Monitor da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense EAU-UFF.

ENGEL, Heino. **Sistemas estruturais**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, S.A, 2001.

HEIDEGGER, Martin. **Construir, habitar, pensar**, in Ensaio e conferências, tradução de Marcia Sá Cavalcante Schuback, Petrópolis: Ed. Vozes, 2001.

HERNÁNDEZ-ROZ, Ricardo Aroca. **Que es estrutura?** Instituto Juan de Herrera. Madri: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Cuaderno 60.01 / 1-16-08, 1999.

KENSKI, Vani. **Educação e Comunicação: Interconexões e Convergências**. Educ. Soc., Campinas, vol. 29, n. 104 - Especial, p. 647-665, out. 2008

NORBERG-SCHULZ Christian. **Architecture: Meaning and Place, Selected Essays**. New York: Ed. Rizzoli, 1988.

_____. **O Fenômeno do lugar**. In: NESBITT, Kate (org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura. Antologia Teórica 1965-1995. São Paulo: Ed. Cosac Naify, 2006.

NUNES, Denise Vianna. **Sistemas Geométricos de Representação** (Disciplina). Professora Adjunto da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense EAU-UFF.

PRETTO, N.L. **Escritos sobre educação, comunicação e cultura**. Campinas: Papirus, 2008.

ROCHA, Paulo Mendes da. **Maquetes de papel**. São Paulo: ed. Cosac Naify, 2007.

SBPR, Arquitetos. **SPBR portfólio 2013**. Disponível em: <http://www.spbr.arq.br>. Acesso em: 10 maio 2020.

REBELLO, Yopanan. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Ed. Zigurate, 2000.

TSCHUMI, Bernard. **Event-cities 3: concept vs. context vs. content**. Cambridge: MIT, 2005.

XAVIER, Ivan Silvio de Lima; CANTREVA, Philipe; MARINS, Igor. **The importance of circular references**. *Milão: Book of Abstracts - 18TH International Conference on Geometry and Graphics*, 2018.

XAVIER, Ivan Silvio de Lima. **A importância das referências circulares, ações colaborativas, projeto digital e modelagem arquitetônica no ensino da arquitetura**. *Revista Brasileira de Expressão Gráfica*, Vol. 7, No. 1, 2019, ISSN 2318-7492.