

INTEGRAÇÃO HORIZONTAL ATRAVÉS DE EXERCÍCIO PROJETUAL: CANTEIRO EXPERIMENTAL E HISTÓRIA DA TÉCNICA – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

*LA INTEGRACIÓN HORIZONTAL A TRAVÉS DEL EJERCICIO DE PROYECTO: HISTORIA DE LA
TECNICA E EXPERIMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN- UN RELATO DE EXPERIENCIA*

*HORIZONTAL INTEGRATION THROUGH DESIGN EXERCISE: EXPERIMENTAL CONSTRUCTION
SITE AND HISTORY OF THE TECHNIQUE - AN EXPERIENCE REPORT*

Eixo 2- O lugar da teoria, da crítica e da história no projeto

Nébora Lazzarotto Modler

Mestre em Engenharia Civil e professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS

Josicler Orbem Alberton

Mestre em Arquitetura e Urbanismo e professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS

Luís Eduardo Azevedo Modler

Mestre em Engenharia Civil e professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS

Murad Jorge Mussi Vaz

Mestre em Arquitetura e Urbanismo e professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS

Resumo: O artigo apresenta um exercício projetual desenvolvido nas disciplinas de Canteiro Experimental II e História da Técnica do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul, cujo objetivo foi a integração horizontal curricular. O Projeto Pedagógico do Curso determina para cada semestre uma ênfase e para o quarto semestre, momento da atividade citada, a temática é “estrutura”. Na primeira etapa, desenvolvida em História da Técnica, os alunos estudaram as estruturas da natureza e as ilustraram através de maquetes físicas, o que serviu como introdução para os conteúdos teóricos desta disciplina. No Canteiro Experimental passaram a analisar os esforços presentes construindo analogias, projetando e executando protótipos inspirados nas estruturas pesquisadas sem, contudo, replicar acriticamente o sistema em objetos díspares formal e funcionalmente. Os resultados indicam que a integração mostrou-se profícua por possibilitar uma reflexão crítica sobre o processo de projeto e o papel das componentes práticas e teóricas, sem incorrer em generalizações, mas a partir de uma proposta de exercício pontual. A atividade contribuiu para a aprendizagem na ênfase requerida por permitir o contato com os esforços estruturais, materiais e técnicas. A contribuição também se efetivou em termos de exercício criativo em projeto, pois os alunos foram estimulados a criar mecanismos para atender aos problemas e, ao concretizar suas propostas, tiveram oportunidade de aprender a partir de seus erros de projeto e de execução. Apesar de se tratar de uma proposta experimental específica, a atividade mostrou-se válida no sentido de abertura a novas possibilidades de ensino em arquitetura.

Palavras-chave: ensino de arquitetura, projeto arquitetônico, integração curricular

Resumen: El artículo presenta un ejercicio proyectual desarrollado en las disciplinas de: Experimentos de la Construcción II e Historia de la Técnica de lo curso de la Arquitectura e Urbanismo de la Universidad Federal da Fronteira Sul - UFFS, cuyo objetivo era la integración horizontal de lo curriculum. El proyecto pedagógico de lo curso de Arquitectura e Urbanismo determina énfasis específica para cada semestre y para el cuarto semestre, lo tema es "estructura". En el primer paso, desarrollado por la Historia de la Técnica, estudiantes investigaron las estructuras de la naturaleza a partir de modelos físicos lo que sirvió como introducción a los contenidos teóricos de esta disciplina. En Experimentos de la Construcción, empezaron a pensar como se producen los esfuerzos estructurales, construyendo analogías, diseñando y construyendo prototipos inspirados en

las estructuras investigadas sin replicar acríticamente lo sistema en objetos dispares desde el punto de vista formal y funcional. Los resultados indican que la integración resultó fructífera para permitir la reflexión crítica sobre el proceso de diseño y el papel de los componentes teóricos y prácticos, sin incurrir en generalizaciones, sino de un ejercicio específico propuesto. Además, se cree que la actividad contribuyó al énfasis en el aprendizaje del semestre para permitir el contacto con los esfuerzos y los materiales y técnicas estructurales. La contribución fue también eficaz en términos de ejercicio de diseño creativo, ya que se animó a los estudiantes a crear mecanismos para hacer frente a los problemas. Además, para hacer realidad sus propuestas tuvieron la oportunidad de aprender de sus propios errores en el diseño e implementación.

Palabras-clave: enseñanza de la arquitectura, el diseño arquitectónico, integración curricular

Abstract: The paper presents a project exercise accomplished in the Experimental Construction Site II and History of Technique disciplines of the Federal University of South Border – UFFS Architecture and Urbanism course, whose purpose was the horizontal curriculum integration. The course pedagogical project requires a specific emphasis for each semester and, in the fourth semester, which is the moment for the referred activity to happen, its theme is “Structure”. At the first step, developed in the History of Technique discipline, the students researched the nature structures and illustrated them from physical models, which worked as an introduction for the discipline theory topics. At the Experimental Construction Site classes, they started to consider the occurred efforts, making analogies, projects and building prototypes inspired in the surveyed structures, without, however, replicating uncritically the system from different objects, from the functional and formal point of view. This project results show that the integration has proved to be proficuous for enabling a critical reflection about the design process and the role of the practical and theoretical components, without incurring generalizations, but from a single exercise proposition. The activity has contributed on learning the semester emphasis, for allowing the contact with structure efforts and materials and techniques. The contribution was also effective in terms of design creative exercise, for the students were encouraged to create mechanisms to solve the problems and, once their proposals were materialized, they had the opportunity to learn from their project and execution mistakes. Although it's a specific experimental proposition, the activity has proved to be valid in the sense of opening new possibilities for the Architecture teaching.

Keywords: architecture teaching; architectural design; curricular integration

INTEGRAÇÃO HORIZONTAL ATRAVÉS DE EXERCÍCIO PROJETUAL: CANTEIRO EXPERIMENTAL E HISTÓRIA DA TÉCNICA – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

INTRODUÇÃO

A interface entre disciplinas de teoria e história e práticas no ensino de Arquitetura e Urbanismo é tema de diversos debates no universo acadêmico. Os currículos dos cursos em sua maioria enfatizam esta divisão entre componentes teóricos e práticos que pode prejudicar a aprendizagem dos alunos no que diz respeito à aplicação dos componentes teóricos na prática projetual. A solução para um projeto está pautada em uma série de elementos que devem ser levados em consideração - desde o processo criativo até sua possível materialização, englobando o programa arquitetônico, características do local de inserção, as questões estruturais, formais e espaciais, entre outros - e exige do aluno uma postura crítica e capacidade de construir relações.

São muitos os desafios na construção de um processo de aprendizagem sólido, entre estes, o excesso de informação imagética que circula nas mídias. Edifícios publicados em revistas são utilizados como referenciais e o resultado, muitas vezes, é a reprodução de modelos arquitetônicos padronizados e um processo acrítico, sem relação com o local e suas condicionantes. Este exemplo de abordagem de projeto, como simples questão de imagens referência, reforça a necessidade de metodologias capazes de instrumentalizar o acadêmico para uma postura projetual criteriosa e crítica diante do fazer arquitetônico. Neste sentido, exercícios exploratórios que visem o desenvolvimento cognitivo através de uma compreensão mais ampla do objeto a ser projetado são importantes e mostram-se como ferramentas facilitadoras do processo criativo.

O ensino de projeto congrega diversos saberes e, da mesma maneira que no ateliê se aplicam conteúdos teóricos, nas disciplinas teóricas podem ser abordadas práticas projetuais. Neste sentido, o presente artigo trata de um exercício didático construído por duas disciplinas sem, no entanto ser o foco teórico-conceitual específico de cada uma; Canteiro Experimental II de caráter prático, e História da Técnica de caráter teórico; e alinhado por meio de um projeto e sua

materialização- um mobiliário urbano na escala 1:1. Durante o processo foram discutidas questões de teoria e história, como, por exemplo, a história dos materiais e técnicas construtivas e o estudo de sistemas estruturais e seus esforços, além de discussões relativas à concepção formal e funcional.

Ressalta-se também que o desafio da integração horizontal é proposto pelo Projeto Pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFFS quando apresenta uma organização didático-pedagógica que determina para cada fase ou semestre uma ênfase específica. No quarto semestre, onde foi aplicado o exercício, a temática é “a estrutura”. O diálogo entre disciplinas da mesma fase direciona o olhar do aluno para uma abordagem mais ampla e evita que os conteúdos fiquem isolados. Assim, o exercício de projeto ultrapassa os limites da disciplina de Projeto Arquitetônico, tornando-se objeto integrador dos conteúdos ministrados.

O CURSO E AS DISCIPLINAS

O curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS - iniciou suas atividades na cidade de Erechim/RS em 2010. O Projeto Pedagógico do Curso (PPC) determina que em cada fase ou semestre seja desenvolvida, em todas as componentes curriculares concomitantemente uma “ênfase” específica. A quarta fase, cuja ênfase centra-se na estrutura, foi o momento em que aconteceu a atividade aqui relatada, sendo que a proposta de integração horizontal descrita se limitou às disciplinas de História da Técnica e Canteiro Experimental II.

A disciplina de História da Técnica aborda questões relativas à formação do arquiteto e o domínio das técnicas, à história e seus desdobramentos, à funcionalidade, às questões plástico-espaciais e sua relação com a tecnologia, aos materiais, aos sistemas estruturais, entre outras. Apresenta como objetivo principal proporcionar e desenvolver a compreensão crítica e criativa dos diferentes processos técnico-construtivos e sistemas estruturais. É uma disciplina de 30h/aula ministrada por um professor com formação em arquitetura e urbanismo.

As disciplinas de Canteiro Experimental acontecem em dois momentos do curso: na terceira fase com Canteiro Experimental I e na quarta fase com Canteiro

Experimental II. Estas componentes curriculares práticas utilizam o espaço físico, os equipamentos, os materiais e os técnicos do laboratório denominado canteiro experimental que é um ambiente de prática e experimentação da arquitetura considerado importante pelo PPC do curso com relação ao ensino-aprendizagem.

Em Canteiro Experimental I objetiva-se viabilizar o contato dos estudantes com os materiais e processos construtivos, através do planejamento e execução de exercícios práticos. A abordagem que vem sendo utilizada em Canteiro Experimental I resulta de uma aproximação à bioconstrução e às diversas possibilidades de experimentação, criação e projeto a partir da terra como material. Em Canteiro Experimental II o objetivo principal é proporcionar a experimentação prática do funcionamento das estruturas possibilitando a compreensão dos esforços solicitantes, bem como a avaliação das diferentes formas decorrentes de soluções estruturais. A disciplina conta com 60h/aula e é ministrada por dois professores, sendo um com formação em Arquitetura e Urbanismo e outro em Engenharia Civil.

A articulação de exercícios avaliativos entre disciplinas do mesmo semestre promove ao aluno uma diminuição do extenso número de trabalhos. É importante ressaltar que tais ações visam um incremento qualitativo nas atividades sem, contudo, prejudicar as componentes específicas de cada disciplina.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como a prática projetual vem sendo tratada ao longo do século XX e XXI? Sem intentar dar uma resposta ampla a essa questão, os apontamentos abaixo delineiam rapidamente alguns vieses que justificam a abordagem assumida pelo exercício apresentado neste artigo.

No século XIX ocorreu uma modernização na construção civil devido às inovações tecnológicas e aos novos materiais trazidos pela indústria. Elementos formais do passado passaram a ser reproduzidas em concreto ou em ferro fundido. Nos primeiros arranha céus de Chicago e Nova York, por exemplo, o observador raramente percebia que o embasamento, aparentemente de pedra, era feito de ferro fundido. Embora a forma destes edifícios apresentasse referências do passado, a

utilização de novas tecnologias, como o sistema estrutural metálico e o elevador, permitiu que estas torres “atingissem o céu”.

Le Corbuiser na revista *O Espírito Novo* questionava a reprodução das formas do passado e destacava as novas tecnologias. A forma dos transatlânticos, a produção em série do carro e o desenvolvimento tecnológico do avião deveriam ser observados pelos arquitetos na busca por respostas coerentes aos desafios impostos pela realidade da época - como, por exemplo, a destruição da Primeira Grande Guerra. O sistema estrutural *Dominó* (lajes e pilares de concreto armado) deveria ser utilizado para resolver o problema da habitação e a forma se daria a partir da solução dos problemas funcionais (LE CORBUSIER, 1973, p.22).

Para muitos modernistas a forma deveria seguir a função e nesta metodologia a planta-baixa aparece como geradora da forma. ABALOS (2008, p.31) destaca que os arquitetos foram treinados cegamente nos métodos modernistas e que, em muitos lugares, precisa-se de um esforço para aprender a ver com outros olhos.

As disciplinas de atelier de projeto têm relegado os conhecimentos relativo à sintaxe da forma considerada de caráter menos utilitário. O aprendizado intuitivo, baseado na crítica do mestre, ou através de analogias com projetos semelhantes, promovem uma relação de dependência e limitação da criatividade. A exploração da forma sob diversos contextos pode propiciar o desenvolvimento de aspectos cognitivos ligados à criatividade (TURKIENICS e MAYER, 2005, p.28).

Neste contexto, o exercício proposto, incentiva o aluno a construir uma analogia entre sistemas estruturais da natureza e das edificações construídas, e a partir de uma reflexão crítica gerar a forma. Segundo REBELLO (2000, p. 199) uma das formas mais eficientes de aprendizado é através da observação do que existe. O autor enfatiza que os conceitos estruturais presentes na natureza são aplicáveis às concepções arquitetônicas, principalmente porque além de cumprir as questões estruturais, atendem à estética, à economia e à funcionalidade. Esse exercício, aplicado em fases de iniciação aos sistemas estruturais, permite um novo olhar sobre todo o conteúdo teórico a ser abordado na disciplina sem, no entanto, condicionar a abordagem teórico-conceitual a esse único aspecto (das estruturas encontradas na natureza), pois a disciplina de História da Técnica aborda os

sistemas estruturais e os materiais aplicados ao longo da história, como resultados e resultantes de contextos sócio-culturais e seus desdobramentos na produção do espaço a partir do homem.

O exercício projetual aconteceu ao longo de todo um semestre sem condicionar o mesmo somente a ele, com a colaboração efetiva da disciplina de História da Técnica, tendo sido o protótipo construído na disciplina de Canteiro Experimental II. Amparando-se em RONCONI (2002, p.152), a participação das componentes curriculares de canteiro experimental, na formação dos futuros arquitetos, contribui para aproximação do profissional aos problemas relativos à materialização da construção.

O conhecimento dos princípios da construção deveria ser completo o suficiente para permitir ao arquiteto a invenção de formas, o que sempre precede o ato de construção em si. [...] Arquitetos no passado eram simultaneamente arquitetos e construtores. Antes da dissociação observada no presente, a invenção da forma era também a invenção da construção. Uma coisa implicava a outra (MONEO, 1999, p. 89-91 apud BRANDÃO, 2002, p. 4)

Para além, cabe ressaltar um afastamento dos estudantes de arquitetura e dos próprios arquitetos do saber fazer arquitetônico. RONCONI (2002, p. 152) comenta este afastamento afirmando que ele acaba por formar “um arquiteto que pensa a arquitetura, mas perde, progressivamente, a chance de materializar seu pensamento.” O autor ainda afirma:

Hoje, na maioria das escolas de arquitetura, o ensino está centralizado no pensar o projeto espacial, mas colocando o estudante distante da possibilidade de experimentar o resultado dos seus desenhos. (RONCONI, 2002, p. 152)

A atividade nesta área contribui para o ensino de arquitetura e também para a formação humanística do futuro profissional. Observa-se que a grande contribuição do canteiro experimental ao ensino de arquitetura está relacionada à liberdade que os estudantes experimentam na prática dos exercícios, pois as proposições materializam-se, diferentemente das disciplinas de projeto arquitetônico. Nesse processo, não só o projeto determina a solução prática, mas a concretização da solução também retifica o projeto.

METODOLOGIA DE TRABALHO APLICADA AO EXERCÍCIO

A introdução do trabalho foi realizada em História da Técnica. A atividade proposta consistiu no desenvolvimento projetual de mobiliário urbano embasado na observação das estruturas presentes na natureza e nas técnicas e soluções arquitetônicas estudadas ao longo da história.

A turma foi organizada em equipes com quatro a seis integrantes. Cada equipe pesquisou a respeito de uma estrutura da natureza, analisando e comparando as estruturas naturais com soluções arquitetônicas semelhantes. O resultado desta etapa inicial culminou na confecção de uma maquete física, representativa da estrutura natural, bem como na apresentação oral da pesquisa enfatizando os aspectos estruturais e sua relação com estruturas arquitetônicas.

As etapas seguintes foram desenvolvidas durante as aulas de Canteiro Experimental II com a participação dos professores dos dois componentes curriculares. Na primeira aula foi explanada a proposição metodológica das etapas que se seguiriam do exercício em andamento, qual seja: a partir da pesquisa já concluída na etapa anterior cada equipe iria desenvolver o projeto de uma linha de mobiliário urbano composta por abrigo de ônibus, lixeira, banco para praça e luminária; e executar o protótipo de um destes mobiliários projetados.

Ainda na primeira aula, a turma foi reorganizada em equipes em função de haver alunos que não estavam cursando História da Técnica, mas apenas Canteiro Experimental II e, portanto, precisavam se inserir na atividade. A partir da análise da estrutura em estudo, cada equipe definiu qual sistema formal e estrutural seria seguido como base para o partido de mobiliário urbano a ser projetado. As discussões permearam todo processo, com ênfase nas técnicas e materiais construtivos a serem utilizados.

As propostas foram apresentadas em painel coletivo, onde cada grupo exibiu sua linha de mobiliário urbano e apontou o mobiliário que seria construído na escala 1:1.

A Figura 01 ilustra a maquete dos mobiliários de uma equipe relativa a esta etapa do trabalho.

Figura 01: Maquete da proposta projetual de mobiliário urbano confeccionada pelos acadêmicos Camila C. R. Laurett, Daiane Gross, Daniela Guerra, Gláucia A. da S. Andrade, Luís R. C. Nunes, Yan K. Brasil.



Fonte: Foto realizada pela equipe de trabalho citada acima, fev 2013.

A etapa posterior foi o detalhamento do projeto e o planejamento da execução de cada protótipo, bem como a relação de materiais a serem empregados. Os protótipos deveriam seguir, em linhas gerais, o projeto apresentado, contudo algumas especificações de materiais e de técnicas poderiam ser alteradas em função da execução dos mesmos no canteiro.

Durante a execução do trabalho os alunos mostraram-se envolvidos e entusiasmados para que a proposta se materializasse da forma mais fiel possível, guardadas as necessárias alterações de ordem estrutural e construtiva. A fase final da atividade consistiu na elaboração de um relatório, no qual cada equipe registrou o andamento de todas as etapas de trabalho, descrevendo as dificuldades de execução, as alterações do projeto original, além dos erros e acertos detectados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguem abaixo os resultados dos exercícios organizados por grupos apresentando as percepções dos estudantes, análises e fotos. Cabe ressaltar que, para cada elemento escolhido, o estudo inicial se deu sobre o objeto, havendo uma extrapolação para a compreensão dos esforços observados, aplicáveis a sistemas estruturais desenvolvidos ao longo da história da construção. Tal processo permitiu aos acadêmicos discernir entre o objeto isolado observado, os esforços atuantes, a relação entre os esforços e sua possível aplicação a outro objeto de natureza bastante diversa com usos, funções e formas díspares de seu objeto inicial.

Luminária inspirada na estrutura da mão humana

A equipe¹ desenvolveu na disciplina de História da Técnica um estudo sobre a estrutura óssea e tendões da mão humana, etapa em que foi confeccionada uma maquete física desta estrutura de referência. A Figura 02 apresenta a maquete apresentada pela referida equipe de trabalho.

Figura 02: Maquete apresentada na componente curricular de História da Técnica confeccionada pelos acadêmicos Carlos H. Estrai, Luan L. Zanette, Mateus M. S. dos Anjos, Rodrigo J. Neckel.



Fonte: Foto realizada pela equipe de trabalho citada acima, dez 2012.

A partir de então a equipe passou a analisar quais os esforços ocorrem na mão humana e a analogia que se estabelece com os sistemas estruturais. Criou-se o entendimento de que os ossos atuam como elementos rígidos que sofrem compressão e os tendões como elementos flexíveis que são tracionados, e que se pode comparar às articulações ósseas com ligações rotuladas.

A concepção projetual apresentada pela equipe parte de um elemento rígido (ripa de madeira 2,5cm x 5cm x 5m) que é flexionado através da ação de um cabo de aço tensionado fixado nas extremidades da ripa. Ao meio do cabo de aço foi fixada uma luminária esférica, como analogia com a união rotulada presente na estrutura de referência. Para flexionar a ripa de madeira a mesma foi presa entre dois pontos fixos e aplicou-se uma carga perpendicular ao eixo longitudinal da barra, provocando o encurvamento da mesma. A seguir, fixou-se o cabo de aço, conforme evidencia a Figura 03, e o mesmo foi tensionado. A estrutura permaneceu tensionada no chão por uma semana a fim de que a madeira se acomodasse à forma desejada.

¹ Equipe formada pelos alunos: Carlos H. Estrai, Luan L. Zanette, Mateus M. S. dos Anjos, Rodrigo J. Neckel

Tiramos as amarrações do cabo de aço para passar a fiação elétrica. Medimos as distâncias desejadas (altura e espaçamento no ponto médio do cabo até o poste) e prendemos novamente com o cabo. [...] Usamos um arame para passar o fio elétrico dentro da mangueira de PVC. Foi um trabalho difícil, pois o fio ondulava e não passava através da mangueira, e sendo um comprimento de 4,2m dificultou o trabalho. [...] Para a fundação foi escavado um buraco de 0,60m de profundidade. (ESTRAI, ZANETTE, DOS ANJOS, NECKEL, 2013, p. 3).

A Figura 04 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe após estar finalizado.

Figura 03: Detalhe da fixação do cabo de aço na extremidade da ripa de madeira.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 04: Protótipo da luminária inspirada na estrutura da mão humana após estar finalizado.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Banco inspirado na estrutura da caixa torácica

A pesquisa efetuada em História da Técnica trouxe a análise da estrutura da caixa torácica, a qual é descrita segundo REBELLO, 2000, p. 223:

A caixa torácica é composta de costelas em forma de arcos fixadas, numa das extremidades, na coluna vertebral e, na outra, em um osso resistente rígido chamado esterno. A ligação rígida entre os arcos das costelas e o esterno garantem a elas maior capacitação a esforços de flexão, além dos de compressão simples, para os quais a sua forma já é naturalmente favorável. Desta maneira, forças concentradas, como golpes contundentes, que causam grande flexão nos arcos das costelas, podem ser melhor absorvidas. (REBELLO, 2000, p. 223).

Ao propor a estrutura de seu protótipo, a equipe² tira partido do conceito de absorção da flexão através da rigidez da seção transversal. Planejaram executar um banco em que a forma em circuito fechado age de maneira análoga à caixa torácica, onde o impacto que recebe o assento é absorvido por toda a estrutura, desde a base até o encosto. Assim, o assento e o encosto funcionariam como osso esterno conectado às costelas que ao mesmo tempo permite rigidez e flexibilidade.

A partir dos materiais disponíveis no canteiro, vergalhões de aço de 8mm de diâmetro, arame e barras de bambu, o banco seria formado por uma barra dobrada segundo variadas direções e angulações de forma a completar um circuito fechado cuja única emenda se localizaria no encosto. Contudo verificou-se que seria necessário utilizar uma estrutura dupla de vergalhões para aumentar a rigidez da estrutura.

O processo executivo ocorreu de acordo com a seguinte ordem: confecção do gabarito para dobragem dos vergalhões, corte dos segmentos de bambu, união das barras e vergalhões por meio de amarrações em arame, confecção do assento do banco formado pela justaposição de barras de bambu, acabamentos e pintura.

Segue a descrição do processo de execução com as palavras da equipe:

A união dos vergalhões consistiu da amarração de arame ao redor das duas peças [...] para que se fixassem e ficassem mais resistentes já que o material utilizado era muito esbelto. Ainda assim foram necessários a colocação de reforços nos pontos críticos para conter esforços excessivos e outros que não haviam sido pensados durante o projeto. Foram adicionados uma barra abaixo do assento, um grande circuito fechado na parte traseira do banco e mais duas seções de travamento do encosto, além de uma barra inserida no interior do bambu que configura o encosto para o fechamento do circuito. Cabe lembrar que fora esses dois últimos, os outros reforços não foram previstos na fase de projeto e sua utilização se deu unicamente pelas limitações do material quanto aos esforços excessivos. (LAURETT, GROSS, GUERRA, ANDRADE, NUNES, BRASIL, 2013, p. 10).

A Figura 05 a seguir ilustra parte do processo de execução do banco e a Figura 06 apresenta o protótipo após estar finalizado.

² Equipe formada pelos alunos: Camila C. R. Laurett, Daiane Gross, Daniela Guerra, Gláucia A. da S. Andrade, Luís R. C. Nunes, Yan K. Brasil.

Figura 05: Etapa da execução do protótipo.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 06: Protótipo do banco inspirado na estrutura da caixa torácica após estar finalizado.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Com relação às limitações do material, comentadas acima pela equipe, observou-se que o material utilizado não respondeu à necessidade estrutural da proposta projetual, a qual, é válido evidenciar, atendeu plenamente ao objetivo do exercício.

Banco inspirado na estrutura do cogumelo

A pesquisa realizada pela equipe³ sobre a estrutura da espécie de cogumelo apontou que a mesma é constituída por pequenos filamentos que se subdividem e ocupam toda a cavidade interna do vegetal, desde a raiz até o chapéu. A estrutura que garante a sustentação do cogumelo pela aglomeração de tais filamentos pode ser comparada aos sistemas estruturais que atuam a partir do aumento da rigidez através da justaposição de elementos semi-rígidos, como por exemplo, as estruturas em madeira laminada colada.

A proposta projetual traz um banco formado pela justaposição de camadas de material semi-flexível (placas de papelão) cuja forma é garantida pela união rígida destes elementos. A analogia com a estrutura do cogumelo se estabelece pela capacidade portante adquirida na ação aglomerada do material.

A partir de um molde, cada placa de papelão foi cortada e unida por meio de cola branca a mais duas placas, formando um módulo de três unidades, o qual foi prensado para garantir a colagem uniforme. Ao todo, a equipe confeccionou sete

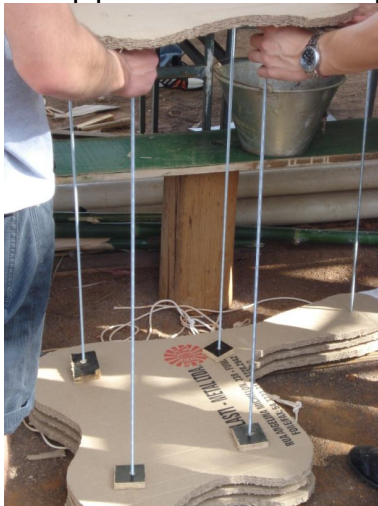
³ Equipe formada pelos alunos: Bruno Galinna, Caroline Rigodanzo, Cássio Bariviera, Daniele Busetto, Diemesson Hemerich, Mariana Bortolini

módulos os quais foram transpassados por cinco barras de aço rosqueadas distribuídas em pontos específicos para garantir a sustentação. Ao longo da execução, constatou-se que as barras iriam rasgar as placas quando fosse aplicado compressão nas extremidades. Para resolver tal questão optou-se por inserir placas de compensado de 4x4cm entre cada módulo, furadas em seus centros e encaixadas na barra rosqueada. A seguir é apresentado um trecho do relatório da equipe:

Optamos pela utilização de uma barra rosqueada de 0,6 milímetros, e nas laterais, arruelas e porcas para garantir a firmeza e prensar todos os módulos de papelão e placas de compensado. [...] Com o banco já pronto, durante a experimentação final, percebemos que ele ficou mais firme do que o esperado por se tratar de um móvel feito de um material pouco resistente. (GALINNA, RIGODANZO, BARIVIERA, Busetto, Hemerich, Bortolini, 2013, p. 3).

As Figuras 07 e 08 apresentam, respectivamente, uma etapa do processo de execução do banco e o protótipo do mesmo após estar finalizado.

Figura 07: Processo de execução do banco - colocação das placas de papelão através das barras rosqueadas



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 08: Protótipo do banco inspirado na estrutura do cogumelo após estar finalizado.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Luminária inspirada na forma estrutural da tulipa de Sião

A pesquisa sobre a estrutura natural de referência buscou entender a forma estrutural da tulipa de Sião. Para tanto, na primeira etapa do trabalho, a equipe⁴

⁴ Equipe formada pelos alunos: Kelly C. Sychoski, Luciana S. Alves, Monique D. Xavier, Priscila Giaretton

aprofundou a análise desta estrutura vegetal e confeccionou uma maquete física cuja imagem é apresentada na Figura 09 a seguir.

Figura 09: Maquete apresentada na componente curricular de História da Técnica confeccionada pela equipe formada pelos acadêmicos Kelly C. Sychoski, Luciana S. Alves, Monique D. Xavier, Priscila Giaretton



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, dez 2012.

A partir do entendimento de que as pétalas possuem na sua base, onde se fixam ao elemento vertical, uma seção mais espessa e que esta se torna gradativamente mais fina ao longo de seu comprimento percebe-se que a solução que a natureza cria é concentrar maior quantidade de material na base da pétala onde ocorre a fixação e maior solicitação estrutural.

Para referenciar tal composição estrutural a equipe optou por executar como protótipo a luminária, planejada anteriormente na etapa de projeto dos mobiliários. A mesma seria construída em concreto armado, seguindo o conceito de que a seção varia ao longo do eixo, decrescendo em volume da base para a extremidade, variação esta que ocorreria nas duas direções do elemento, o que foi verificado na concepção inicial do projeto.

O processo de execução iniciou com a confecção da fôrma utilizando duas chapas de compensado nas quais a equipe traçou a curvatura desejada, cortou e contraventou as duas laterais com pedaços de ripas de madeira com diferentes dimensões desde a base até o topo. Para compor o fundo da fôrma colocou-se carpete, o qual após receber o volume de concreto iria tensionar criando uma suave curvatura. Ao longo do comprimento, e entre as camadas de concreto, posicionou-se uma tela metálica a fim de contribuir na absorção dos esforços de tração que iriam surgir na peça. Na parte inferior estendendo-se até a metade do elemento foram

colocadas duas barras de aço 10 mm de diâmetro. Segue a descrição com as palavras da equipe:

Na base a distância entre uma chapa e outra era de 10cm de acordo com o anteprojeto. Após análises feitas, optou-se por modificar e distanciar mais as chapas na base iniciando com 20cm e terminando com 7cm. Explorando dessa maneira o princípio estrutural da flor em dois sentidos, tanto no seu corte lateral quanto posterior promovendo o afinilamento nestes dois sentidos, além de utilizar o material da forma mais racional. No início o carpete cedeu com o peso do concreto, então pregou-se o mesmo na lateral da fôrma. Neste dia finalizamos também a fundação. [...] A fôrma teve de ser fechada na base para não escorrer o concreto, então foram feitos furos para a passagem dos ferros da fundação. Também foi inserido um pedaço de mangueira para a passagem de fios para o funcionamento da luminária. (SYCHOSKI, ALVES, XAVIER, GIARETTON, 2013, p. 5).

Após a concretagem, durante o período de cura, a fôrma tombou provocando o rompimento da estrutura. A fim de visualizar a luminária na posição preconizada no projeto original, mesmo sem a estabilidade estrutural desejada, esta foi posicionada na vala que havia sido escavada para a fundação. Assim, esta equipe, para além das demais, absorveu mais intensamente o propósito do exercício, pois além da criação e construção, adquiriram conhecimento através dos erros cometidos, identificando suas causas e também a forma de abordá-los já na etapa de projeto. A percepção do grupo pode ser verificada no relato a seguir apresentado.

Quanto às alterações que o grupo faria na execução, acredita-se que as mais importantes foram feitas ao longo da mesma, porém o que mudaríamos seria a colocação de barras de ferro acompanhando a curvatura para reforçá-la, já que as barras foram postas até a metade do mobiliário onde detectamos nossa maior falha. Também colocaríamos mais uma camada de tela metálica para reforçar ainda mais a estrutura. Acreditamos que esses tenham sido nossos maiores erros. (SYCHOSKI, ALVES, XAVIER, GIARETTON, 2013, p. 9).

A Figura 10 ilustra a concretagem e a colocação da tela metálica. A Figura 11 apresenta o protótipo, após ter rompido, sendo colocado sobre a vala de fundação.

Figura 10: Parte do processo de execução - concretagem do elemento estrutural.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 11: Protótipo da luminária inspirada na tulipa de São sendo escorado e colocado sobre a vala de fundação



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Banco inspirado na estrutura das asas das borboletas

A proposta projetual da equipe⁵ baseou-se no conceito da estrutura das asas da borboleta, a qual pode ser comparada com a associação estrutural entre arcos rígidos, cabos e membranas. Com esta estrutura natural também é possível estabelecer analogia com estruturas infladas, a qual remete às nervuras tubulares da borboleta. Quando a mesma sai da pupa, as nervuras tubulares recebem fluídos, ou seja, são inflados e se enrijecem, garantindo que as asas assumam sua forma.

A releitura da concepção estrutural das asas da borboleta inspirou o projeto de um banco no qual o assento é formado por duas câmaras de pneu de caminhão sobrepostas fazendo referência à estrutura insuflada. As câmaras são tracionadas por dois arcos de vergalhões de aço posicionados de forma cruzada no seu interior. Para garantir maior superfície de assento a equipe propôs uma trama de cordas, a qual serve de apoio para o tecido que reveste o banco, criando também uma analogia com a membrana das asas da borboleta.

⁵ Equipe formada pelos alunos: Cynthia Müller, Franciele Bervian, Johanna Hiller, Michele Zwirtes, Thaís Petry.

A Figura 12 ilustra parte do processo de execução na qual os arcos de vergalhões já se encontram posicionados e a trama de cordas está sendo confeccionada. A Figura 13 apresenta o protótipo após estar finalizado.

Figura 12: Parte do processo de execução – amarração da trama de cordas para compor o assento.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 13 Protótipo do banco inspirado na estrutura das asas da borboleta após estar finalizado



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

A seguir é apresentado um trecho do relatório da equipe:

Os vergalhões, ao serem encaixados dentro das câmaras, tracionaram-nas para “fora”. Eles são amarrados com os cabos de aço que se cruzam e envolvem também as câmaras, deixando-as firmes e comprimida uma com a outra. Os cabos de aço em suas extremidades formam um laço que permite a melhor fixação, através dos clips. Após cruzarmos as barras no centro da câmara, percebemos que elas estavam sendo comprimidas pelas câmaras e não estavam tracionando-as, então resolvemos contraventá-las com duas estacas de madeira de 62cm. (MÜLLER, BERVIAN, HILLER, PETRY, 2013, p. 2).

Banco inspirado na estrutura do tatu-de-jardim

Em sua pesquisa a equipe⁶ toma como referência a estrutura da casca do tatu-de-jardim o qual se enrola para se proteger e para perder menos água do corpo. A estrutura de sua casca é ao mesmo tempo flexível e rígida, pois possibilita o abrir e fechar da envoltória.

⁶ Equipe formada pelos alunos: Flávia R. Oldoni, Josiane A. Scotton, Rafael Kalinoski, Ricardo M. Boelke, Sheila P. Andrade.

A flexibilidade está presente na capacidade de abrir-se e fechar-se quando necessário a sua proteção, criando ao abrir-se uma sobreposição de arcos. A rigidez é identificada nos arcos que definem nervuras ao longo da casca curva que cobre o corpo do tatu-de-jardim.

Em sua proposta projetual a equipe explora a forma estrutural de abóbodas de berço, as quais remetem à evolução da técnica de execução dos arcos. A composição criada traz uma sequência linear de duas cascas abobadadas de concreto, sobre as quais se apoia uma casca menor na posição inversa, estabelecendo assim referência ao conceito de sobreposição e inversão de cascas presente na forma estrutural de referência. Segue a descrição com as palavras da equipe:

O primeiro passo da execução foi a preparação das fôrmas para os arcos maiores – convexos. Faces frontal e posterior foram cortadas em placas de compensado, travadas com ripas de madeira, através das quais se fez uma amarração com arames de modo a facilitar a colocação do carpete para formar a curvatura a aplicação da argamassa armada.

Tendo a estrutura das fôrmas prontas, partimos para a execução da estruturação do banco. Havíamos adquirido uma tela para que fosse agregada à argamassa dando assim estruturação a ela, porém, percebemos que era muito fina [...] portanto, decidiu-se por cortá-la em tiras de aproximadamente 2cm cada e fazer um tramado que permitisse maior permeabilidade da argamassa. Também foram adicionados quatro vergalhões de aço para que sustentassem os esforços de tração da forma, principalmente nas partes inferiores. Depois de arqueados em uma mesa de dobra, foram posicionados de modo que não destoassem da espessura prevista para a argamassa. (OLDONI, SCOTTON, KALINOSKI, BOELKE, ANDRADE, 2013, p. 4).

A Figura 14 ilustra uma etapa da construção da fôrma e a Figura 15 apresenta o protótipo após estar finalizado.

Figura 14: Parte do processo de execução –colocação do carpete para prover a superfície do fundo da fôrma.



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

Figura 15: Protótipo do banco inspirado na estrutura do tatu-de-jardim após estar finalizado



Fonte: Foto realizada pela referida equipe de trabalho, fev 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de componentes curriculares desenvolvidos concomitantemente mostrou-se profícua por possibilitar uma reflexão sobre o processo de projeto e a relação entre disciplinas históricas, teóricas e práticas. A atividade permitiu a materialização das propostas dos alunos, cujas soluções foram pautadas em pesquisas e discussões sobre o fazer arquitetônico.

Como exercício experimental, considera-se que a atividade contribuiu para o aprendizado da ênfase do semestre em estruturas, principalmente por ter propiciado aos acadêmicos contato com os esforços estruturais, materiais e técnicas construtivas inerentes a sistemas estruturais em arquitetura. No âmbito do projeto, os acadêmicos criaram mecanismos para atender concomitantemente a necessária analogia com as estruturas da natureza e as possibilidades técnicas executivas no canteiro, exercitando assim a criatividade. Para além, a concretização dos projetos introduz uma visão crítica aos projetistas como construtores, pois propicia a reflexão face aos erros e as incompletudes dos seus projetos.

Constata-se ainda que a proposta de integração logrou êxito quanto ao cumprimento dos objetivos dos dois componentes curriculares envolvidos. Em História da Técnica, pôde-se compreender como as decisões projetuais influenciam e são influenciadas pelas técnicas, sistemas estruturais e materiais utilizados ao longo do tempo, independentemente da escala de abordagem e da complexidade dos objetos

projetados. Da parte do componente Canteiro Experimental II salienta-se que as dificuldades encontradas no desenvolvimento das propostas foram solucionadas a partir das proposições dos alunos enfatizando assim, para formação do arquiteto e urbanista, a importância da constante experimentação e busca de soluções que não estejam prontas.

Os acadêmicos, durante todo processo, mostraram-se motivados com a atividade de projeto e execução do objeto projetado, compreendendo seu planejamento e a execução propriamente dita. A integração horizontal entre componentes curriculares é um desafio, porém mostra-se profícua na construção de um saber mais sólido e crítico e o processo de projeto, neste exemplo, se configurou como uma eficiente ferramenta para integração entre diferentes disciplinas.

Cabe ressaltar que tal exercício foi uma proposta experimental bastante específica, podendo ser replicado ou não em outros momentos conforme as avaliações tanto dos discentes quanto de outros docentes que já ministraram tais disciplinas e que não seguem a mesma abordagem. Tais conclusões necessitarão de processos contínuos para a construção de uma crítica embasada sobre a eficácia do trabalho proposto em um processo de maior duração. Contudo, ratifica-se como experimento válido na condução de abertura a novas possibilidades de ensino em arquitetura.

REFERÊNCIAS:

- ABALOS, I. **A Boa-vida: visita guiada às casas da modernidade**. Barcelona: Gustavo Gili. 2008.
- BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.
- BRANDÃO, O. C. S. **A relação entre processo criativo e sistemas construtivos em arquitetura: um estudo de caso**. Escola de Arquitetura da UFMG. Belo horizonte. 2002
- ESTRAI, C.; ZANETTE, L. L.; DOS ANJOS, M. S.; NECKEL, R. J. **Memorial Canteiro Experimental II – Mobiliário Urbano: luminária**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- GALINNA, B.; RIGODANZO, C.; BARIVIERA, C.; Busetto, D.; HEMERICH, D.; BORTOLINI, M.T. **Execução de mobiliário urbano**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- LAURETT, C. C.R.; GROSS D.; GUERRA, D.; ANDRADE, G. A. DA S.; NUNES, L. R. C.; BRASIL, Y. K. **Relatório: Mobiliário Urbano**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- LE CORBUSIER. **Por uma Arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1973.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO DIRETORIA DE ORGANIZAÇÃO PEDAGÓGICA. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Bacharelado**. Chapecó, 2010.
- MONEO, Rafael. **Inquietação teórica e estratégia projetual na obra de oito arquitetos contemporâneos**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.
- MONTANER, J. M.. **Sistemas arquitectónicos contemporâneos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.
- MÜLLER, C.; BERVIAN, F.; HILLER, J.; ZWIRTES, M.; PETRY, T. **Relatório de Atividade de Execução do Mobiliário Urbano a partir de estruturas da natureza**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- OLDONI, F. R.; SCOTTON, J. A.; KALINOSKI, R.; BOELKE, R. M.; ANDRADE, S. A. P. **Relatório referente à execução de mobiliário urbano**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- REBELLO, Y. C. P. **Concepção Estrutural e Arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editores, 2000.
- RONCONI, Reginaldo Luiz Nunes. **Inserção do Canteiro Experimental nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo**. Tese de Doutorado, FAUUSP, São Paulo, 2002.
- SYCHOSKI, K.; ALVES L. S.; XAVIER, M. D.; GIARETTON, P. **Relatório Mobiliário Urbano**. Relatório apresentado à componente curricular Canteiro Experimental II, Erechim, 2013. Não publicado.
- TURKIENICS, B; MAYER, R. **Estratégias para o uso da Simetria no Ensino de Projeto**. II Seminário sobre ensino e projeto de arquitetura: rebatimentos, práticas, interfaces. Rio de Janeiro, 2005.
- ZANIN, N.Z. *et al.* **A Terra no Canteiro Experimental da UFFS**. Anais do XI Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra e IV Seminario Internacional de Investigación del Diseño Sustentable. Tampico: Universidade de Tamaulipas, México 2011. CD-ROM.