

ENSINO E APRENDIZAGEM DE SISTEMAS ESTRUTURAIS COM AUXÍLIO DE KIT MOLA – UMA SIMULAÇÃO

Ana Carolina Reis Lozovey – ana.lozovey@univali.br

UNIVALI - Universidade do Vale de Itajaí - Curso de Arquitetura e Urbanismo

Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios

88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Marina M. Duarte – marina.duarte@univali.br

UNIVALI - Universidade do Vale de Itajaí - Curso de Arquitetura e Urbanismo

Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios

88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Resumo: A aplicação de metodologias que envolvem aulas teóricas, com todos os conceitos necessários à aprendizagem, e abordagem prévia às aulas práticas, através de simulações de situações reais e comumente encontradas no mercado de trabalho, é abordada neste trabalho. Trata-se de aplicação de uma atividade prática inovadora na disciplina de Sistemas estruturais, contextualizando seus problemas e soluções. Após as aulas teóricas-conceituais, o aluno realiza exercício com a montagem de simulações através do kit mola, de modo a simular o real comportamento da estrutura, além de avaliar suas características, e as possíveis situações na construção civil. Neste trabalho são apresentadas imagens de simulações realizadas pelos alunos de disciplina de Estruturas no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Itajaí como resultado de atividades práticas. Percebeu-se que esta metodologia empregada despertou nos alunos o cuidado na aplicação dos conceitos estudados, a análise de possibilidades de soluções propostas para cada situação trabalhada, melhorando a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação.

Palavras-chave: Estruturas. Arquitetura. Ensino-aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo trata de metodologia aplicada para despertar nos alunos dos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo a importância do conhecimento das estruturas das edificações. Isso porque é conferida aos arquitetos a escolha de trabalhar-se com edificações mais horizontalizadas, que distribuem uniformemente as cargas no solo, edificações mais verticalizadas, com maiores cargas pontuais, sistemas estruturais com vãos maiores entre pilares, que alteram a distribuição de cargas até as fundações e interferem diretamente no projeto arquitetônico. Seria sempre desejável que o arquiteto, ao projetar a arquitetura, estivesse preocupado com a estrutura, de modo que estrutura e arquitetura se integrassem, sem que uma prejudicasse a outra (REBELLO, 2010).

Trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura recomendam que o ensino seja dividido em três etapas. Na primeira, de caráter introdutório, o objetivo é colocar o aluno em contato com os fenômenos estruturais a partir de uma abordagem conceitual. Iniciam-se então os estudos quantitativos de caráter aprofundado. E na última fase ocorrem as atividades de projeto, nas quais os alunos devem desenvolver soluções arquitetônicas integradas (SARAMAGO; LOPES, 2009). Torroja (1960) foi um dos primeiros a defender a ideia de que a concepção estrutural, enquanto fruto de um processo criativo, necessariamente deve estabelecer a conexão entre processos técnicos e artísticos.

O projeto de qualquer estrutura normalmente é executado em etapas alternadas de projeto e análise. Cada etapa fornece novas informações que permitem ao projetista passar para a fase seguinte. O processo continua até que a análise indique que não é mais necessária nenhuma alteração nas dimensões dos elementos estruturais (LEET, 2009).

Foi realizada uma atividade prática e de extensão para demonstração do uso do kit mola, um kit com peças para montagem e simulação de estruturas. A ação teve como objetivo promover o ensino e a aprendizagem do comportamento da forma, dimensões e materiais estruturais, visualizando deformações e esforços através de modelos físicos. O aluno exercita assim a formulação de possíveis soluções para que as estruturas se mantenham estáveis.

Diante disto, durante a atividade prática aplicada em sala de aula, os alunos da disciplina aplicaram os conceitos estudados em simulações de situações reais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos e pesquisas de materiais e tecnologias a partir do estudo das estruturas e voltados à arquitetura, são desenvolvidos levando em conta o espaço edificado. Existe hoje uma tendência de oferecer alternativas que possibilitem maior liberdade para a disposição dos ambientes, tornando fundamental um lançamento de projeto com os elementos estruturais embutidos em paredes.

Paralelamente, as tecnologias e os *softwares* vêm se tornando importantes para o desenvolvimento das matrizes de rigidez para vigas, placas e elementos de casca que permitem a análise de estruturas complexas rápida e precisamente (LEET, 2009). As novas tecnologias auxiliam nas decisões de projeto, e levam em consideração aspectos técnicos de



desempenho, manutenções, consumo de materiais, processos executivos, o que facilita a concepção e a integração entre projetos. (NETO, 2011).

Juntamente às questões de projetos integrados, a exemplo do sistema BIM, a escolha do sistema estrutural e tecnologias construtivas impactam diretamente no conhecimento do espaço ocupado pelos elementos estruturais no projeto arquitetônico. O projeto de qualquer estrutura normalmente é executado em etapas alternadas de projeto e análise. Cada etapa fornece novas informações que permitem ao projetista passar para a fase seguinte. O processo continua até que a análise indique que não é mais necessária nenhuma alteração nas dimensões dos elementos estruturais (LEET, 2009). Faz-se necessária uma avaliação das dimensões dos elementos estruturais, seus ganhos no projeto arquitetônico, avaliação da área construída que a edificação irá ganhar com a redução dos elementos construtivos, o ganho de pé direito, e a redução de cargas na fundação e o consumo de materiais.

De acordo com Barros, A., Barros, M. e Ferreira (2011) o *design* de uma viga tem uma infinidade de possibilidades viáveis, a qual permanece somente a cargo das diretrizes gerais e a própria experiência do profissional para a escolha mais econômica. Considerando esse cenário, pode-se afirmar que a escolha dos materiais que compõem as estruturas das edificações é imprescindível, bem como a decisão de quanto exigir da resistência, desempenho e durabilidade destes materiais e a avaliação dos resultados no projeto.

A concepção de um projeto é fase anterior ao desenho e aos cálculos. Nessa fase, o projetista toma decisões quanto à funcionalidade, estética, materiais disponíveis, transporte, custos e mão de obra disponível. A evolução das formas estruturais está diretamente ligada aos materiais disponíveis, à tecnologia da construção, conhecimento do projetista sobre comportamento estrutural e habilidade dos trabalhadores da construção (LEET; UANG; GILBERT, 2009). Segundo Torroja (1960), a concepção estrutural, enquanto fruto de um processo criativo, necessariamente deve estabelecer a conexão entre processos técnicos e artísticos. Para Rebello (2010), as construções antigas muitas vezes eram refeitas e as modificações garantiam mais estabilidade estrutural. Hoje, não se precisa fazer, cair e refazer para termos obras como, por exemplo, O Museu do Amanhã de Santiago Calatrava, a Brasília de Oscar Niemeyer, a Casa Butantã de Paulo Mendes da Rocha e outros de excepcional valor.

3 DESENVOLVIMENTO

A atividade foi desenvolvida na disciplina de Sistemas estruturais do curso de Arquitetura e Urbanismo da Univali. A intenção foi despertar nos alunos a importância do conhecimento de estruturas e empregar os conceitos estudados em simulações de situações reais a serem enfrentadas no mercado de trabalho.

Após as aulas teóricas, contendo os conceitos necessários à aprendizagem, e expositivas, com os exemplos e estudos de caso, foi aplicada metodologia mais próxima da prática.

3.1 Metodologia

A metodologia empregada explora a intuição e a capacidade de resolução de problemas. Foram apresentados aos alunos fotos e vídeos de estruturas reproduzidas com o kit mola, elaboradas pelo Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas - LAMCO.

Na sequência, os alunos puderam manipular o material, reproduzindo os exemplos e criando novos modelos. Para tanto, foram formados grupos com 4 (quatro) alunos componentes.

3.2 Tempo de realização

Seguindo-se a metodologia, a atividade tinha um tempo previsto de aproximadamente 60 minutos. Os alunos finalizaram as simulações no tempo previsto, e após esse tempo puderam criar novas simulações de estruturas.

3.3 Simulações realizadas pelos alunos

Conforme mencionado no item 2.2, os alunos tinham opções de cada item trabalhado nas aulas. Essas opções proporcionaram diferentes situações e simulações, resultando em distintas soluções de fundações. São apresentadas as imagens do material com estruturas feitas pelos alunos como resultado de simulações de situações práticas. Aconteceram algumas discussões e debates sobre as diversas possibilidades projetuais e construtivas, suas variações e impactos na arquitetura da edificação. Percebeu-se que esta metodologia empregada despertou nos alunos o cuidado na aplicação dos conceitos estudados, a análise de possibilidades de soluções propostas para cada situação trabalhada, melhorando a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação.

Os alunos manusearam o kit mola, simularam as estruturas e apresentaram em sala oralmente, relatando o processo desde sua idealização até sua concretização. A Figura 1 mostra o modelo 1, modelo de grelha, e foi desenvolvido pelos alunos. A Figura 2 representa o modelo 2 trabalhado, modelo este de estrutura com dois balanços. A Figura 3 mostra o modelo 3, onde os alunos tiveram liberdade para e manusear o modelo e sentir na prática se precisariam de maior suporte para avançar no balanço. Na Figura 4, o modelo 4 indica o vão que pode ser aplicado entre estruturas (que poderiam ainda ser núcleo rígidos de uma edificação, por exemplo) e os balanços de uma estrutura simétrica. Nos modelos 5, 6 e 7, ilustrados pela Figura 5, pela Figura 6 e pela Figura 7, possibilitaram aos alunos um desafio na criatividade aliada à necessidade de fazer a estrutura ficar de pé.

Figura 1 – Representação do modelo 1.

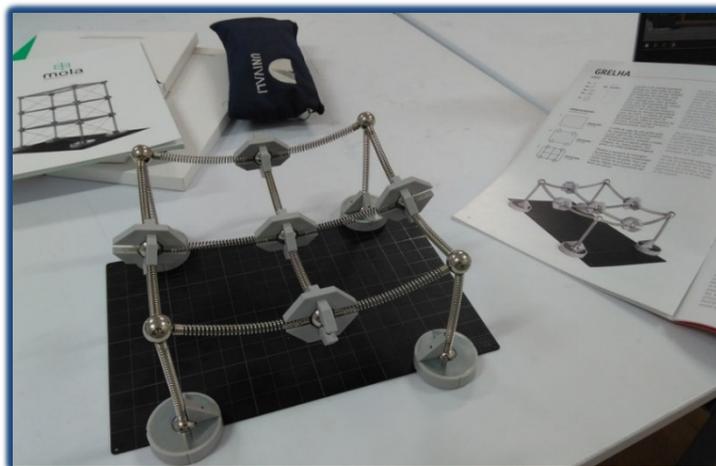


Figura 2 – Representação do modelo 2.

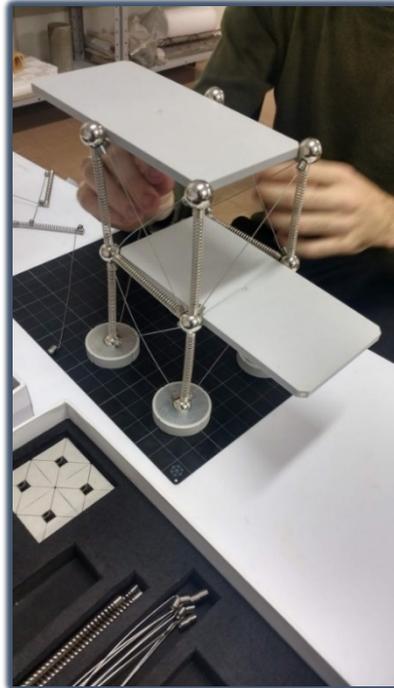


Figura 3 – Representação do modelo 3.



Figura 4 – Representação do modelo 4.

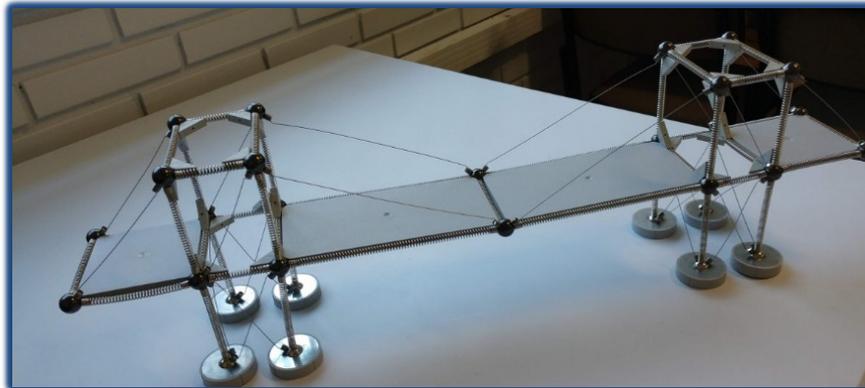


Figura 5 – Representação do modelo 5.

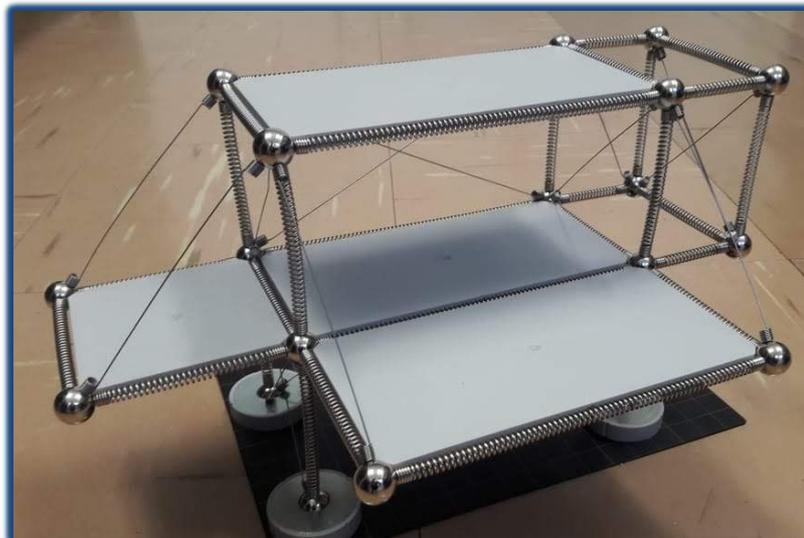


Figura 6 – Representação do modelo 6.

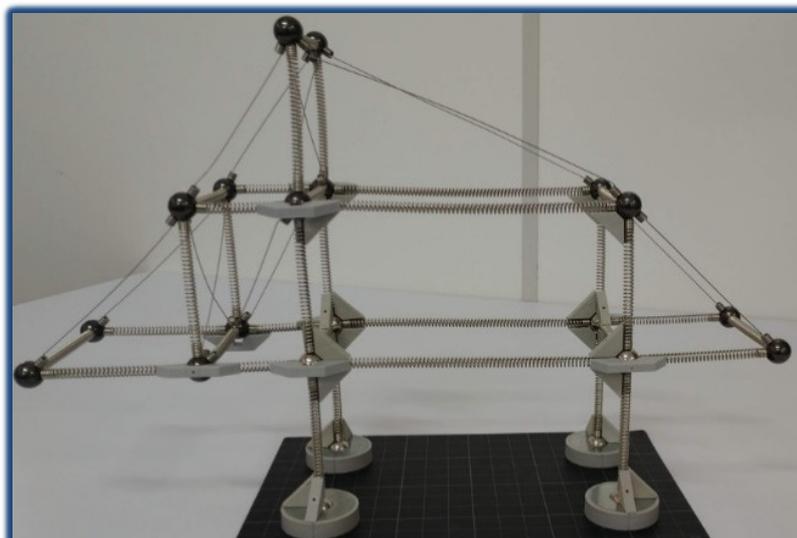
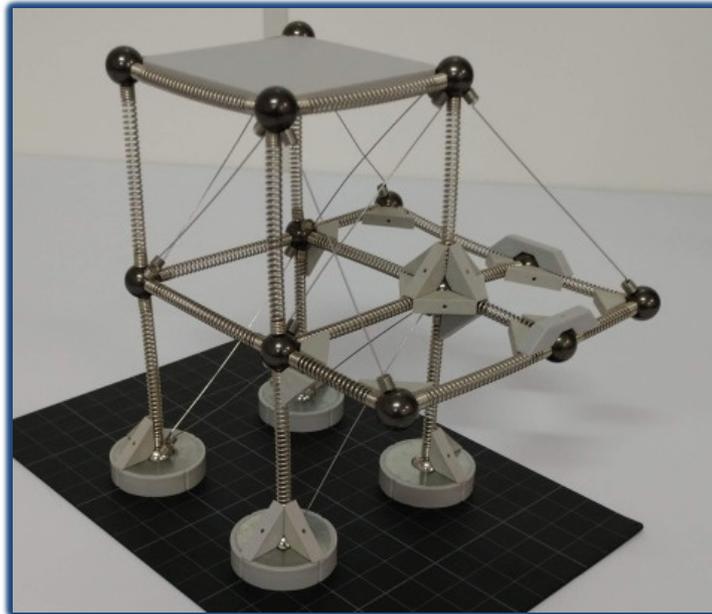


Figura 7 – Representação do modelo 7.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino e aprendizagem do comportamento das estruturas das edificações e pontes, abordadas e projetadas em diversas disciplinas do curso, com um enfoque teórico e prático de possíveis situações a serem enfrentadas, resultou em um entendimento facilitado e mais próximo do mercado de trabalho.

A modelagem de estruturas através do kit mola gerou um entendimento bastante concreto quanto ao comportamento das deformações e esforços envolvidos. Os alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo adquirem, através dessa experimentação, consciência lógica dos conceitos qualitativos que antecedem os cálculos da engenharia para análise da estrutura. Os resultados aparecem nos projetos arquitetônicos que surgem, ao longo do curso, resolvidos sob o ponto de vista de concepção estrutural.

A metodologia da atividade realizada despertou nos alunos maior interesse no entendimento dos conceitos, na pesquisa em forma de estudos de caso, nas diferentes possibilidades de soluções de fundações e a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação. O estudo dos conceitos e conteúdos em todo o processo de elaboração das simulações, relacionando teoria com situações reais contribuíram para essa etapa da aprendizagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade do Vale do Itajaí –UNIVALI.

REFERÊNCIAS

BARROS, M.H.F.M.; MARTINS, R.A.F.; BARROS, A. F. M.. Cost optimization of singly and doubly reinforced concrete beams with EC2-2001. **StructMultidiscOptim.** [S.l.], v. 30, n. 3, p. 236-242, set. 2005. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs00158-005-0516-2>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

LEET, Kenneth, **Fundamentos da análise estrutural**. São Paulo, SP: Editora McGraw-Hill, 2009.

NETO, Jorge Batlouni. Diretrizes do projeto de estrutura para garantia do desempenho e custo. In: ISAIA, Geraldo Cechella, **Concreto: Ciência e Tecnologia**. Vol. 1. São Paulo, SP: IBRACON, 2011.

REBELLO, Y.C.P. Analogias entre sistemas estruturais da natureza e das edificações . In: A concepção estrutural e a arquitetura, São Paulo: Ed. Zigurate, 2010. 6ª edição. p.199-227.

SARAMAGO, R.C.P., LOPES, J.M.A. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil: estrutura curricular e recursos didáticos**. Revista Tecnológica, Edição Especial ENTECA, p. 169-179, 2009.

TORROJA, E. **Razón y Ser de los Tipos Estructurales**. Madrid: MAG. English version: Philosophy of Structures, translated by J.J. Polivka and Milos Polivka, 1960.

TEACHING AND LEARNING OF STRUCTURAL SYSTEMS WITH KIT SPRING ASSISTANCE – A SIMULATION

Abstract: *The application of methodologies that involve theoretical classes, with all the necessary concepts for learning, and previous approach to practical classes, through simulations of real situations and commonly found in the job market, is addressed in this work. It is an application of an innovative practical activity in the discipline of Structural Systems, contextualizing its problems and solutions. After the theoretical-conceptual classes, the student exercises with the assembly of simulations through the spring kit, in order to simulate the real behavior of the structure, in addition to assessing its characteristics, and the possible situations in civil construction. In this work, images of simulations performed by students of Structures in the Architecture and Urbanism Course of the University of Vale do Itajaí are presented as a result of practical activities. It was noticed that this methodology used aroused in the students the care in the application of the studied concepts, the analysis of the possibilities of proposed solutions for each situation worked, improving the quality of the projects developed in the graduation.*

Keywords: Structures. Architecture. Teaching-learning.