



METODOLOGIA ATIVA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTRUTURAS NA ARQUITETURA

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

Maria Eduarda Gau - dudaboeira@hotmail.com
UNIVALI - Universidade do Vale de Itajaí - Curso de Arquitetura e Urbanismo
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Joao Stormo - joao.stormovski@hotmail.com
UNIVALI - Universidade do Vale de Itajaí - Curso de Arquitetura e Urbanismo
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Rodrigo Dal Molin - rodrigodalmolin76@gmail.com
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: Considerando que o projeto arquitetônico tem seu início na concepção de uma forma, que leva em conta diversos fatores como conforto, tecnologia, estrutura e função da edificação, entende-se que o profissional necessita de dominar conteúdos do âmbito artístico e técnico. Na área técnica, incluindo estruturas, verifica-se que há a preocupação de passar o conteúdo de forma quantitativa, apresentando o procedimento de cálculo e os mecanismos de resolução. A repetição desse processo torna o aluno capaz de absorver o conteúdo e, para aquele momento, apresentar bons resultados nas avaliações. Discute-se, no entanto, se esse processo de ensino e aprendizagem faz com que esse aluno passe a compreender o funcionamento das estruturas e consiga relacionar a teoria com a realidade. O ensino de estruturas oferece muitas oportunidades para a aplicação de metodologias ativas de aprendizagem com práticas de ensino que desenvolvam no aluno as habilidades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar. O presente trabalho traz algumas atividades desenvolvidas no primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Univali, na disciplina de Introdução a Sistemas Estruturais e Tecnológicos, com a intenção de promover a aprendizagem ativa do aluno. A vivência mostra que a abordagem do conhecimento de forma qualitativa e lúdica possibilita a compreensão de conceitos básicos através da percepção visual, tornando o conteúdo mais atraente. Posteriormente, o estudo quantitativo de caráter aprofundado e a aplicação dos conceitos da área de estruturas na concepção dos projetos arquitetônicos, tornam-se etapas facilitadas após o entendimento qualitativo inicial.

Palavras-chave: Metodologia Ativa de Aprendizagem, Arquitetura, Estruturas.



1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de qualquer projeto arquitetônico inicia-se com uma ideia de forma, que deve levar em conta diversos fatores como conforto, tecnologia, estrutura e função da edificação. Todos esses itens interagem entre si. Portanto, o profissional responsável pela criação do desenho deve estar ciente de que essa tarefa envolve conhecimentos que atendam exigências para que se obtenha uma forma agradável e coerente do ponto de vista estético, funcional, estrutural e tecnológico.

Considerando a área do ensino, observa-se uma tendência de se segmentar os conhecimentos como conteúdos independentes, sem a preocupação de obter, ao longo da formação do profissional de arquitetura a interdisciplinaridade indispensável para a elaboração de um bom projeto.

Observa-se, frequentemente, que disciplinas da área técnica são ministradas por docentes profissionais com formação principalmente nas áreas de Matemática, Física e Engenharia.

As disciplinas da área de estruturas são, geralmente, ministradas por engenheiros civis, que, em função de sua formação matemática, ao transmitirem seus conhecimentos não se preocupam em transferi-los possibilitando aos alunos uma conexão direta com projetos arquitetônicos (REBELLO & LEITE, 2015). Como os educadores destas disciplinas são profissionais formados por uma educação fragmentada, apresentam dificuldade em integrar seus conhecimentos de natureza exata aos princípios criativos que norteiam os projetos arquitetônicos.

Verifica-se que, mesmo no primeiro contato do aluno com a área de estruturas, há a preocupação de que o conteúdo seja repassado de forma quantitativa, apresentando o procedimento de cálculo e os mecanismos de resolução. A repetição desse processo, através da resolução de vários problemas, torna o aluno capaz de absorver o conteúdo e, para aquele momento, apresentar bons resultados em avaliações dessas disciplinas. Discute-se, no entanto, se esse processo de ensino e aprendizagem faz com que esse aluno passe a compreender o funcionamento das estruturas e consiga relacionar a teoria com a realidade. Ou, ainda, se durante uma abordagem expositiva, mesmo que utilizando recursos tecnológicos sofisticados, muitos alunos usufruam dessas aulas apenas como meros espectadores, retendo os conhecimentos de forma temporária, apenas para atender às exigências imediatas.

Tão importante quanto os cálculos e as análises quantitativas abordadas nas disciplinas de estruturas nos cursos de Arquitetura, são os conceitos dos comportamentos das peças e sua relação com a forma. O entendimento qualitativo permite ao projetista sua aplicação coerente e otimizada em uma proposta inicial, que antecede o dimensionamento posterior dos elementos envolvidos.

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 autor defende que a discussão conceitual da forma e da estrutura deve ser priorizada para que o modelo matemático seja o resultado e não a causa do projeto. Afinal, para ele, a concepção de um sistema estrutural é anterior ao cálculo – que existiria para confirmar ou testar aquilo que foi concebido pela mente humana.

O presente trabalho traz algumas atividades desenvolvidas no primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Univali, na disciplina de Introdução a Sistemas Estruturais e Tecnológicos, com a intenção de promover a aprendizagem ativa do aluno. Essas atividades consistem no desenvolvimento de modelos ilustrativos ou que permitam sua manipulação, de forma a visualizar experimentalmente os conhecimentos adquiridos no curso.



2 METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM

Barbosa & de Moura (2014) apresentam um provérbio chinês, modificado para facilitar o entendimento de métodos ativos de aprendizagem, que diz:

- O que eu ouço, eu esqueço;
- O que eu ouço e vejo, eu me lembro;
- O que eu ouço, vejo e discuto, começo a compreender;
- O que eu ouço, vejo, discuto e faço, eu aprendo, desenvolvendo conhecimento e habilidade;
- O que eu ensino para alguém, eu domino com maestria.

O trabalho apresenta também práticas de ensino com o objetivo de desenvolver no aluno as habilidades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar, de forma a aplicar a metodologia ativa de aprendizagem. Considera que, em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor ou facilitador do processo, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Independentemente da estratégia usada para promover a aprendizagem ativa, é essencial que o aluno faça uso de suas funções mentais de pensar, raciocinar, observar, refletir, entender e combinar que, em conjunto, formam a inteligência. Pesquisas mostram que a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais, como aula expositiva. Com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer (SILBERMAN apud BARBOSA & DE MOURA, 2014).

O ensino de Engenharia oferece muitas oportunidades de aplicar metodologias ativas de aprendizagem nas diferentes áreas de formação profissional. É o caso das aulas de laboratório, oficinas, trabalhos em equipe dentro e fora do ambiente escolar, visitas técnicas e desenvolvimento de projetos. São atividades naturalmente participativas e promovem o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem (BARBOSA & DE MOURA, 2014).

Uma alternativa para promover o aprendizado ativo na área de estruturas, de forma qualitativa, é a utilização de modelos reduzidos de sistemas estruturais. Esta metodologia tem sido empregada com sucesso em várias universidades (RODRIGUES; HERMIDA, 2006; OLIVEIRA, 2006).

Além da manipulação de modelos de sistemas estruturais, defende-se a incorporação, nas escolas de Arquitetura, de canteiros experimentais de construção ou o deslocamento das escolas para esses canteiros, de maneira a superar a questão da ruptura entre Arte e Técnica no âmbito dos cursos de Arquitetura. Isso porque, em virtude das transformações ocorridas na sociedade a partir do advento da Revolução Industrial e de uma série de rearranjos na divisão do trabalho, os engenheiros assumiram o controle do desenvolvimento tecnológico na área da construção – gerando uma deficiência na formação dos arquitetos, que passou a receber uma ênfase artística (GRAEFF apud SARAMAGO E LOPES, 2009).

Pouca atenção é dada à potencialidade da experimentação como veículo de aprimoramento conceitual, admitindo-se, de forma implícita, que a firmeza conceitual pode ser alcançada através da aplicação coerente de fórmulas, ou, até mesmo, pela simples memorização. O papel reservado para a experimentação é o de verificar aquilo que é informado em sala de aula (ROLANDO AXT, 1991).



3 DESENVOLVIMENTO

Os trabalhos foram desenvolvidos por alunos do primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Univali. A disciplina Introdução a Sistemas Estruturais e Tecnológicos aborda conceitualmente os sistemas estruturais básicos (arcos, cabos, treliças, membranas), os elementos estruturais de uma edificação convencional (lajes, vigas, pilares, fundações) e os diferentes sistemas construtivos.

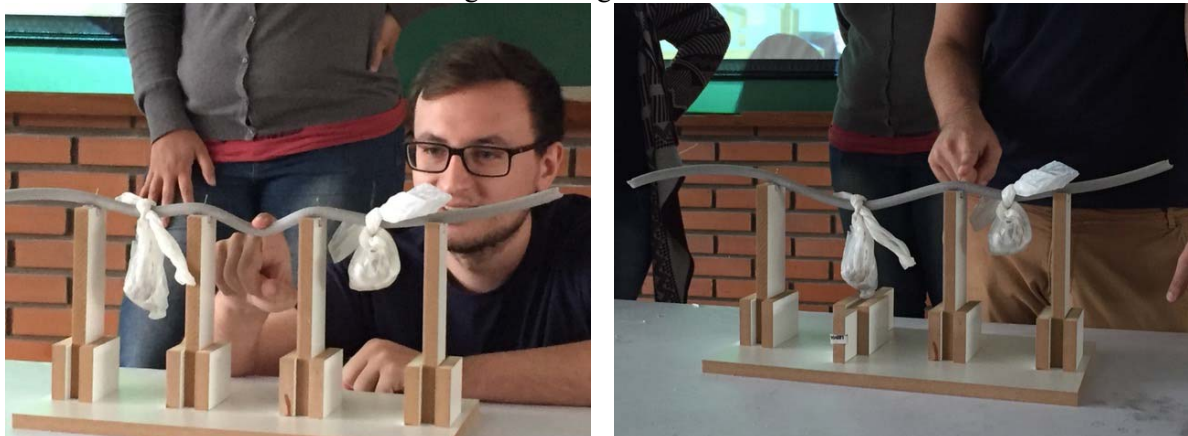
A partir do conteúdo exposto em sala de aula, os alunos foram instigados a propor um assunto para apresentação oral e elaboração de um modelo físico.

A seguir são apresentados alguns trabalhos realizados que concretizam a expectativa da metodologia de aprendizagem ativa.

3.1 Viga contínua

O modelo ilustrado na Figura 1 representa o comportamento de uma viga contínua, com a possibilidade de variar os vãos dos trechos. Quando da apresentação, houve uma discussão das deformações e esforços envolvidos em cada variação, relacionando as situações com concepções de projeto.

Figura 1 – Vigas contínuas.



3.2 Vinculação

Um dos primeiros assuntos a ser explorado em Resistência dos Materiais é vinculação. Ensinar e aprender o funcionamento de diferentes vínculos, seu comportamento estrutural, e relacionar cada um deles com a realidade das construções é o desafio inicial. No entanto, uma vez o assunto dominado de maneira conceitual, a análise quantitativa é mais facilmente compreendida, deixando de ser um procedimento numérico abstrato.

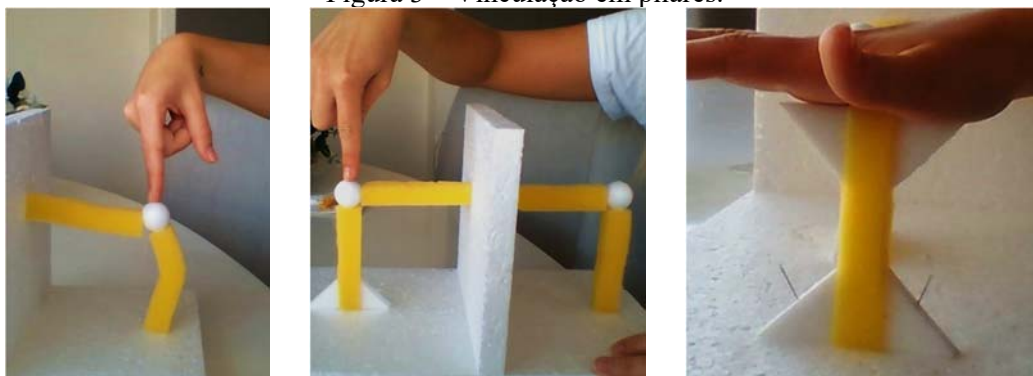
Na Figura 2 foram analisadas diferentes vinculações em vigas, enquanto na Figura 3 a análise qualitativa do comportamento das vinculações foi realizada em pilares.



Figura 2 – Vinculação em vigas.



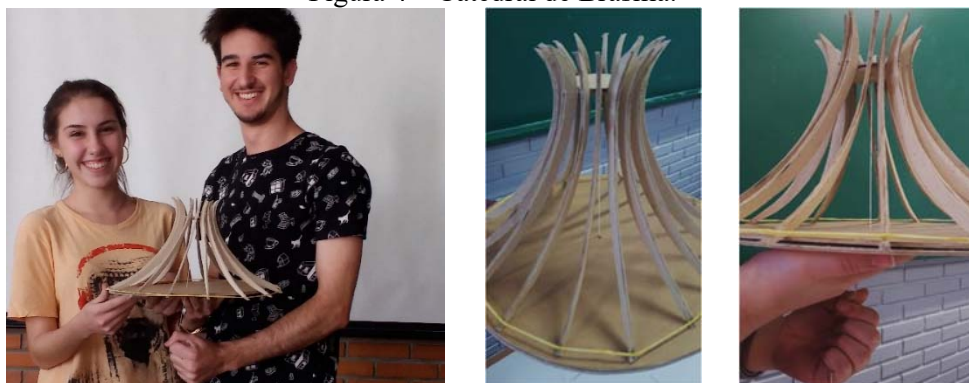
Figura 3 – Vinculação em pilares.



3.3 Catedral de Brasília

O modelo da Catedral de Brasília, apresentado na Figura 4, é composto por 16 pilares, dispostos, em planta, circunferencialmente. A sustentação é feita por um anel superior comprimido e um anel inferior funcionando como um tirante. A proposta permite identificar os esforços dos anéis quando se puxa o barbante, localizado sob a base do modelo.

Figura 4 – Catedral de Brasília.



Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



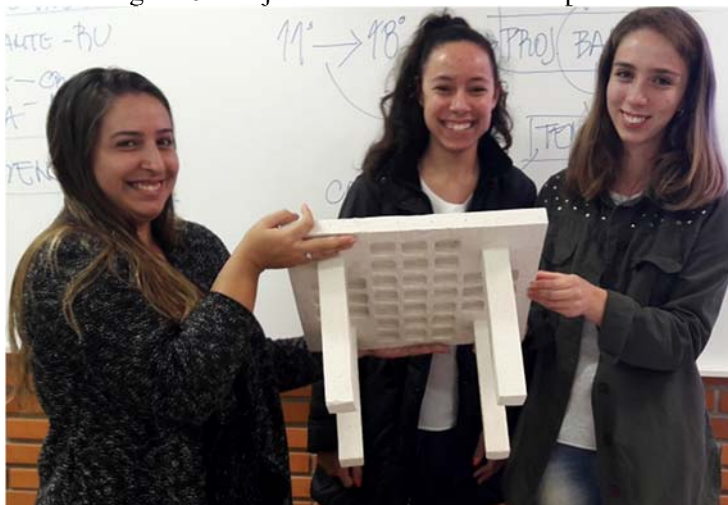
3.4 Laje nervurada moldada ‘in loco’

A Figura 5 apresenta o procedimento empregado pelos alunos para executar um modelo de uma laje nervurada bidirecional com armadura ativa. Após a explanação do assunto escolhido, o grupo propôs a elaboração de um modelo semelhante pelos demais alunos da disciplina. A sugestão foi aceita e a turma se reuniu para executar a ‘forma’, posicionando os ‘blocos de isopor’ untados com ‘desmoldante’ (óleo vegetal de cozinha), tracionar os elásticos e ‘concretar’ a peça com gesso (acrescido de corante cinza). Um processo análogo ao realizado nas construções.

Figura 5 – Laje nervurada bidirecional com armadura ativa.



Figura 6 – Laje nervurada bidirecional plana.



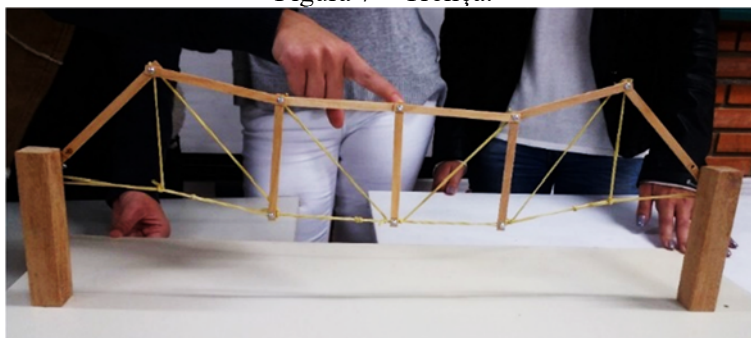


Um outro grupo abordou o mesmo assunto, conforme observado na Figura 6, elaborando uma laje plana nervurada apoiada sobre quatro pilares, ao redor dos quais fica evidente o reforço à punção.

3.5 Treliça

Considerando que as barras das treliças estão submetidas a esforços de tração e compressão simples, foi possível elaborar um modelo, mostrado na Figura 7, onde as barras tracionadas foram feitas de elástico e as barras comprimidas de tiras em madeira. Se alguma barra comprimida tivesse sido executada de material elástico, a experiência não teria êxito.

Figura 7 – Treliça.



3.6 Passarela sustentada por cabos

A estrutura da Figura 8 aborda questões sobre esforços devidos a cargas axiais. Ao submeter o tabuleiro da passarela a um carregamento, gera-se uma componente de tração e uma de cisalhamento no pino de fixação dos cabos tracionados. Quando do aumento da carga, as tensões de aderência entre o pino e o bloco mostraram-se insuficientes para estabilizar a passarela, que sofreu colapso por deslizamento entre ambos os materiais.

Figura 8 – Passarela sustentada por cabos.

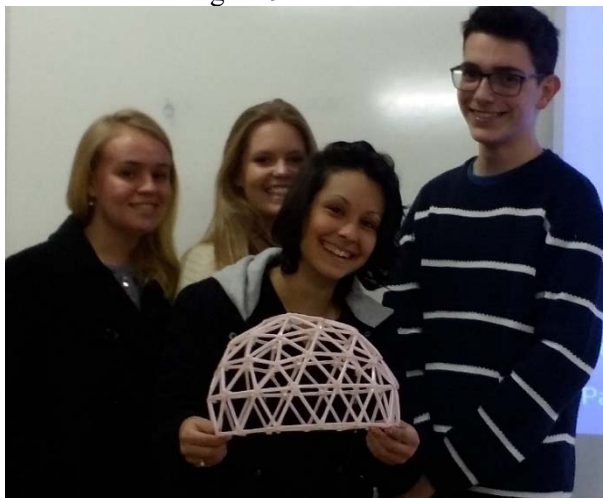


3.7 Geodésia

As estruturas geodésicas foram exploradas durante a apresentação feita por um grupo de alunos, presente na Figura 9, que teve a iniciativa de ir além do conteúdo apresentado na disciplina e abordar conceitos históricos, estruturais, arquitetônicos e construtivos para a confecção do modelo de geodésia realizado com canudos e alfinetes.



Figura 9 – Geodésia.



3.8 Fundações de Santos

A curiosidade de alguns alunos a respeito dos prédios inclinados na cidade de Santos, SP, foi o estímulo para uma experimentação em sala de aula, acompanhada de uma apresentação ilustrando a situação das edificações e a constituição do solo do local. Em um recipiente transparente foi colocada uma camada de solo mole sob uma camada resistente onde depositou-se uma ‘edificação com pouca carga apoiada sobre fundação direta’, que se manteve estável. Quando da aplicação de uma carga maior, houve a desestabilização do modelo, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Experimentação sobre fundações.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades apresentadas neste trabalho são exemplos de alternativas de metodologia ativa possíveis de serem introduzidas nas disciplinas introdutórias da área técnica dos cursos de Arquitetura. A vivência mostra que a abordagem do conhecimento de sistemas estruturais, de forma qualitativa e lúdica, possibilita a compreensão de conceitos básicos através da percepção visual dos alunos e torna o conteúdo mais atraente.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





É evidente o entusiasmo para as experimentações, visto que é reservado ao aluno, uma parcela de decisão a partir de instruções iniciais sobre os conceitos teóricos. A ação conjunta de teoria e experimento conduz a uma motivação mais intensa do estudante e compõe uma base para análise estrutural.

O estudo quantitativo de caráter aprofundado, e a aplicação dos conceitos da área de estruturas na concepção dos projetos arquitetônicos, tornam-se etapas facilitadas após o entendimento qualitativo inicial.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AXT, Rolando. Tópicos em Ensino de Ciências. Editora SAGRA. Primeira Edição. Porto Alegre, 1991.

BARBOSA, Eduardo Fernandes, DE MOURA Dácio Guimarães, Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. XIII International Conference on Engineering and Technology Education, Portugal, 2014.

OLIVEIRA, M.S. Maquetes Estruturais. Congresso Latino-americano da Construção Metálica - CONSTRUMETAL -, São Paulo, 2006

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira, LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo, Considerações sobre o Ensino e Aprendizagem de Estrutura nas Escolas de Arquitetura. PARANOÁ – Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. ISSN Eletrônico 16790944. n.15, 2015.

RODRIGUES, P.F.N., HERMIDA A. S. Modelagem de Elementos Básicos de Estruturas para a Análise Qualitativa do Comportamento Estrutural. Revista de Ciência & Tecnologia, Vol. 6 – n° 1 – Jun/2006.

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 2009, 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.

ACTIVE METHODOLOGY IN THE PROCESS OF EDUCATION AND LEARNING OF STRUCTURES IN ARCHITECTURE

Abstract: *Considering that the architectural design has its beginning in the conception of a form, that takes into account diverse factors like comfort, technology, structure and function of the building, it is understood that the professional needs to master contents of the artistic and technical scope. In the technical area, including structures, there is a concern to pass the content in a quantitative way, presenting the calculation procedure and the resolution mechanisms. The repetition of this process makes the student able to absorb the content and, for that moment, to present good results in the evaluations. It is argued, however, if this process of teaching and learning causes this student to understand the functioning of structures and to relate theory to reality. The teaching of structures offers many opportunities*



for the application of active learning methodologies with teaching practices that develop in the student the skills of listening, seeing, asking, discussing, doing and teaching. The present work presents some activities developed in the first period of the course of Architecture and Urbanism of Univali, in the discipline of Introduction to Structural and Technological Systems, with the intention of promoting the active learning of the student. Experience shows that the approach to knowledge in a qualitative and playful way enables the understanding of basic concepts through visual perception, making the content more attractive. Subsequently, the quantitative study of an in-depth character, and the application of the concepts of the area of structures in the design of the architectural projects, become stages facilitated after the initial qualitative understanding.

Key-words: Active Learning Methodology, Architecture, Structures.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção



Associação Brasileira de Educação em Engenharia