

MODELOS REDUZIDOS DE ESTRUTURAS COM APLICAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4178

Schaienny Santos Salvador - schaienny123@gmail.com
UFES

JULIANA DA CRUZ VIANNA PIRES - jcvianna30@gmail.com
UFES

Resumo: *O estudo de sistemas estruturais é uma das disciplinas centrais na área de estruturas. O seu conhecimento é importante tanto para o curso de Engenharia Civil como também para o curso de Arquitetura e Urbanismo. Entretanto, a forma como o conceito sobre estruturas vem sendo abordado nos cursos, não faz com que o estudante compreenda a concepção estrutural. As aulas são demasiadas teóricas e nem sempre motiva o estudante a desenvolver sua intuição e seus conhecimentos teóricos. Diante da questão apresentada, teve-se como objetivo propor melhorias na abordagem do ensino de estruturas para os cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da UFES em relação ao conteúdo básico. São levantadas sugestões em como tratar este assunto teórico e relacioná-lo com experiências práticas, que poderão ser realizadas no LabDEst (Laboratório Didático de Estruturas). Para entender sobre a abordagem atual deste conteúdo e qual impacto na vida profissional dos recém-formados destas áreas, foram realizadas entrevistas através de formulários digitais direcionados a profissionais e empresas atuantes na área, bem como estudantes veteranos. Por fim, gerou-se um manual didático sobre conceitos básicos de concepção estrutural/sistemas estruturais e suas aplicações direcionado ao desenvolvimento acadêmico de alunos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.*

Palavras-chave: *Concepção Estrutural. Sistemas Estruturais. Modelos reduzidos. Material didático.*

MODELOS REDUZIDOS DE ESTRUTURAS COM APLICAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento de sistemas estruturais é fundamental para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo em relação às disciplinas da área de estruturas. No entanto, a maneira como o conteúdo é ministrado, torna o aprendizado por vezes muito teórico, os estudantes não compreendem a concepção estrutural e apresentam dificuldades em assimilar o teórico com o prático.

Segundo Schwartzman e Brock (2005) no início do séc. XX, a maioria da população na Europa Ocidental, Nova Inglaterra e Japão já era alfabetizada, sendo a religião grande responsável por expandir a leitura e ser precursora do aprendizado, pois a observação de livros sagrados era considerada um componente essencial na formação religiosa e moral. No entanto, no Brasil e outros países a educação só chegava a uma minoria. Até então, os problemas centrais da educação eram a falta de escolas e carência de verbas. Recentemente, o acesso à educação deixou de ser um problema primordial e uma nova dificuldade surgiu: a qualidade do ensino.

Margoto (2020) na sua pesquisa de Iniciação Científica publicada nos anais de iniciação científica da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, edição 2019/2020, constatou através de uma pesquisa com arquitetos e engenheiros da grande Vitória, uma lacuna entre o aprendizado teórico dos sistemas estruturais e aplicação prática na vida profissional.

Em relação à compreensão intuitiva como método de aprendizagem, Lobosco (2018) e Saramago (2011) veem o modelo reduzido como uma forma de despertar o dito "sentimento estrutural" que transpõe a lacuna entre a teoria e aplicação prática. Os cálculos aprendidos na formação acadêmica são vistos como a verificação da ideia do que foi reproduzida pela mente humana.

Deste modo, este artigo visa diagnosticar a abordagem do ensino desse conteúdo aos profissionais recém formados e aos estudantes, de forma que possam contribuir com sugestões para melhoria dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UFES – Universidade Federal do Espírito Santo. Estas sugestões foram obtidas através de pesquisas bibliográficas e levantamentos com estudantes e profissionais atuantes na área. Além disso, estruturou-se um material didático para os estudantes com informações sobre os sistemas estruturais e construtivos, com o propósito de auxiliar o aprendizado quanto ao ensino de estruturas.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Em tempos passados, o homem pré-histórico não dispunha da matemática e da física para a aplicação de técnicas construtivas, contudo, isso não os impedia de terem seus sistemas estruturais. Mas vale perguntar como os conseguiam. Primeiro, eles observavam o entorno e a natureza, em seguida experimentavam diferentes maneiras de agrupar os elementos da forma mais utilizável. Esse processo de tentativa e erro possibilitou aos primeiros construtores um conhecimento intuitivo: moldar e estruturar elementos.

Observar e experimentar são o resumo do aprendizado, no entanto discussões e críticas aos aspectos didático-pedagógicos, bem como relativos aos conteúdos curriculares pertinentes ao ensino de estruturas, já foram evidenciadas, isso porque o processo de aprendizado atual tem a necessidade de atender uma parcela maior da população. Dessa forma a educação passou a ser em massa. Nesse aspecto, Belhot (2005, p. 4, 5, 6) compara o processo de formação do aluno como passar num túnel com altura definida. No padrão, aqueles que são maiores, precisam se curvar para passar. Aqueles que possuem uma habilidade ou uma inteligência diferente, acabam limitados pelo próprio processo de ensino. A solução de problemas passa a ser baseada num "livro de receitas", a formação profissional se apoia na habilidade de resolver problemas com pouca ênfase no processo decisório.

Deve-se destacar a importância da aprendizagem no processo decisório:

"A formação do Engenheiro não pode ser feita somente de fórmulas e conceitos. Ele precisa estar preparado para tomar decisões, saber buscar informações e saber aplicá-las, possuir uma visão sistêmica para melhor analisar situações novas, ou seja, o aluno precisa aprender a aprender."
(Carvalho, Porto e Belhot, 2001, p. 82)

Esse modelo padronizado de aprendizagem se reflete no ensino de estruturas para arquitetos e engenheiros civis. Rebello (2015) identificou essa deficiência em engenheiros recém-formados, uma falta de ligação clara entre teoria e realidade:

"A formação do engenheiro civil também é deficiente, pois se verifica igualmente a falta de uma ligação mais clara entre teoria e realidade; é comum um engenheiro recém formado não saber por onde começar a lançar a estrutura quando lhe é apresentado um projeto de arquitetura.[...]"
(Rebello 2015, p. 6)

Carvalho et al. (2001) reforçam que a formação do engenheiro não pode ser feita apenas de fórmulas e conceitos, mas que ele precisa estar preparado para tomar decisões, saber buscar informações e saber aplicá-las e possuir uma visão sistêmica para melhor analisar situações novas.

Saramago (2011), em sua dissertação de mestrado, expõe que o ensino das estruturas dentro da graduação deveria ser aquilo que se denomina "sentimento estrutural", ou seja, da consciência de formular soluções estruturais e comprovar sua eficiência, integrando conhecimentos em uma síntese criadora. O que se percebe nos cursos citados é uma carência na parte de concepção estrutural. A autora apresenta diversos exemplos que durante a história como a adoção de modelos empíricos (maquetes em escala) possibilitaram o desenvolvimento intuitivo do comportamento de estruturas. Nesse caso, o cálculo é visto apenas como uma verificação de uma ideia, isto é, um teste para o que foi concebido pela mente humana.

Lobosco (2018) desenvolvendo modelos para o ensino de estruturas chegou à conclusão de que o uso de modelos qualitativos na didática de estruturas não visa à produção de uma ferramenta para substituir os procedimentos tradicionais de concepção estrutural, mas uma forma de estimular o aprendizado intuitivo dos comportamentos estruturais. Modelos utilizados em processos de experimentação qualitativos, estimulam a compreensão intuitiva e auxiliam o aluno a relacionar o comportamento mecânico

observado nos modelos físicos com a aplicação dos modelos numérico computacionais, em outras palavras, encontram o “sentimento estrutural”.

Guimarães (2020) relatou as novas metodologias utilizadas no ensino das disciplinas iniciais da área de estruturas nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo na UFES por meio da utilização dos modelos disponíveis no Laboratório Didático de Estruturas (LabDEst). O laboratório LabDEst conta tanto com modelos estruturais que permitem a comparação de valores teóricos e práticos, mas também com modelos que permitem a visualização do funcionamento da estrutura e de resultados, como por exemplo o Kit mola, sem a possibilidade de comparação numérica. O Kit Mola ou Mola Structural Kit foi idealizado e criado a partir do estudo de Oliveira (2008).

Este laboratório foi inaugurado em 2019 e teve suas atividades suspensas no período da pandemia Covid 19, voltando a funcionar no segundo semestre de 2022. A suspensão das atividades presenciais neste período, prejudicou as atividades práticas e as metodologias que vinham sendo implementadas. Mesmo em pouco tempo de implementação, no período de 2019, Guimarães (2020) relatou os resultados positivos da utilização do laboratório. Os estudantes que cursaram as disciplinas relacionadas à área de estruturas entre 2020 e 2022 não tiveram a oportunidade de ter um aprendizado mais visual, intuitivo e motivante.

3 DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA

3.1 Metodologia aplicada

A metodologia desse trabalho baseia-se em uma pesquisa descritiva mediante interpretação de dados coletados de forma virtual. Para desenvolvê-la, inicialmente realizou-se um prévio estudo bibliográfico de maneira a familiarizar-se com o tema e formar uma sustentação teórica sobre a temática discutida. Dessa forma, esse conteúdo foi abordado em estudos sobre aspectos do ensino e de seu método em faculdades, o uso de modelos reduzidos no ensino acadêmico e sobre a concepção estrutural em projetos. Sem demora, no que tange à pesquisa, junto aos profissionais e empresas de arquitetura e engenharia civil e aos estudantes dos cursos mencionados, coletaram-se as informações e analisaram-se os dados a fim de haver correta interpretação dos resultados.

Foi realizado um levantamento dos dados com os alunos veteranos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil relacionados sobre: a dificuldade em pôr em prática o que foi estudado, a constância do uso de modelos reduzidos por parte dos professores e alternativas para solucionar problemas comumente encontrados durante o ensino de estruturas.

Por outro lado, para embasar no que concerne às dificuldades encontradas por profissionais da área, frutos de uma educação puramente baseada no chamado “cuspe de giz” expressão que aqui se refere a um modelo de ensino baseado numa estrutura rígida e com pouca representação em campo, procedeu-se a pesquisa aos já graduados e com atuação ativa no mercado de trabalho.

De maneira resumida, os dados levantados corroboraram por exteriorizar o déficit de formação dos alunos e eventualmente o desprovimento da percepção estrutural antes da prática em campo por parte dos profissionais consultados. Por fim, atendendo um dos objetivos deste projeto, foi elaborado um material didático em formato de apostila sobre Sistemas Estruturais.

3.2 Resultados e discussões

Através da pesquisa bibliográfica, verificou-se que existem diversas teorias de aprendizagem cujo objetivo é melhorar a via de mão dupla do ensino e da aprendizagem. Aqui se destaca a teoria de Piaget que desenvolveu seus estudos através de duas teorias de aprendizagem: a teoria behaviorista e a teoria cognitiva. Para os behavioristas a aprendizagem trata-se de uma mudança de comportamento, onde ocorre a formação de algum tipo de relação entre séries de estímulos e respostas, sendo os estímulos agentes ambientais e as respostas reações físicas (Bigge, 1977). Já para teoria cognitiva ou Gestalt, o processo do aprender trata-se de adquirir novos conhecimentos a partir da busca dos conhecimentos antigos como suporte para desenvolver novas estruturas cognitivas, por exemplo, ensinar a tabuada de 8, fazendo os alunos buscarem seus conhecimentos nas tabuadas de outros números. Assim a teoria de Piaget, denominada Construtivismo, tem a preocupação de encarar um indivíduo com uma bagagem de conhecimento anterior que serviria como âncora para novos conceitos.

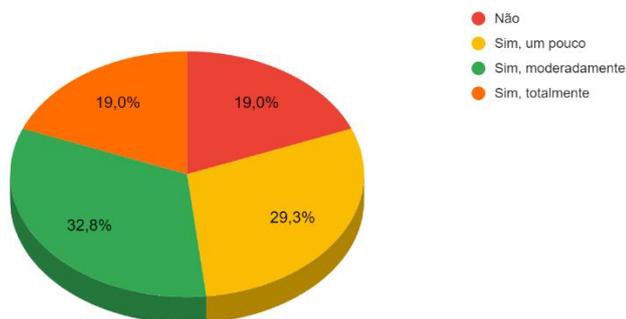
Entretanto, no levantamento de dados, identificaram-se adversidades no entendimento de estruturas, 81% dos estudantes afirmaram ter tido dificuldades em algum grau em compreender e cursar disciplinas relacionadas aos sistemas estruturais, mostrando que a bagagem de conhecimento estrutural pode estar deficiente (Gráfico 1).

Rebello (2001) afirma que a razão dessa dificuldade é simples, as grandezas físicas colocadas em jogo são pequenas para a nossa percepção orgânica. Em outras palavras, os estudantes não possuem a experiência de conhecimento anterior que serviria como base para imaginar uma estrutura deformada ou até mesmo intuir as deformações de uma viga ao resistir a uma carga.

A afirmação anterior foi constatada sobre alternativas que ajudariam a solucionar as dificuldades apresentadas durante o ensino de estruturas, mais de 90% dos estudantes afirmaram que atividades de maior interação com a vida profissional poderiam ajudar a solucionar essas lacunas.

Gráfico 1 –Dados obtidos sobre a dificuldade em entender e cursar disciplinas relacionadas aos sistemas estruturais

Há ou houve dificuldade em compreender e cursar disciplinas relacionadas aos sistemas estruturais e à construção civil?



Fonte: Produção da própria autora (2022).

Os alunos apontaram as seguintes razões sobre quais seriam os motivos das dificuldades em cursar disciplinas de sistemas estruturais:

- Falta de aulas práticas e experimentação;
- Dificuldade em visualizar a aplicação e
- Conteúdos muito teóricos.

Corroborando dessa forma com o argumento da lacuna existente entre a teoria estudada e a prática. Mas, se não há uma experiência prévia acerca de estruturas como haverá base suficiente para a construção da percepção estrutural, o já mencionado "sentimento estrutural"?

O conhecimento intuitivo pode ser provocado através do uso de simulações a partir de modelos físicos ou métodos numéricos. Adicionalmente, também se pode utilizar de ambientes computacionais avançados que auxiliam intrinsecamente o processo de concepção. Mas, para o uso dessa ferramenta, novamente se depara com o entrave de prescindir de um conhecimento profundo e prévio sobre o comportamento mecânico das estruturas (Lobosco, 2018).

Dessa forma, necessita-se de um modelo didático que estimule o aprendizado intuitivo dos comportamentos estruturais, possibilitando os alunos que relacionem o comportamento mecânico das estruturas com a teoria aprendida em aula. Através do estímulo de uma experiência vivenciada e empírica, é possível o aluno compreender de uma forma mais ampla e intuitiva do comportamento estrutural.

A utilização de um modelo estrutural no ensino tem como base o processo do "aprender fazendo", o aluno deixa de ser um mero espectador e participa de forma ativa no processo de aprendizado. Os estudantes consultados confirmam essa ideia quanto ao uso de modelos reduzidos, todos responderam que ajuda em algum nível na visualização tridimensional na compreensão de estruturas, conforme apresenta o Gráfico 2. Corroborando o que autores como Manuel Rocha (1952) afirmam sobre os benefícios do uso de maquetes no aprendizado, esses instrumentos exprimem visualmente, deformando-se, como agem as forças sobre elementos estruturais. Porém cerca de 5% dos alunos se mostraram céticos com relação à previsão do comportamento de projetos por intermédio de modelos reduzidos.

Gráfico 2 – Dados obtidos pelos estudantes de graduação sobre o uso de modelos reduzidos na previsão de estruturas



Fonte: Produção da própria autora (2022).

Quanto à pesquisa voltada aos profissionais contou com a participação de 14 profissionais dos quais 10 eram formados em Arquitetura e Urbanismo. A maioria trabalha com edifícios de pequeno porte (2- 5 pavimentos), sendo que dois não atuam com edifícios

de mais de um pavimento, relação demonstrada no diagrama de Venn apresentado na Figura 1.

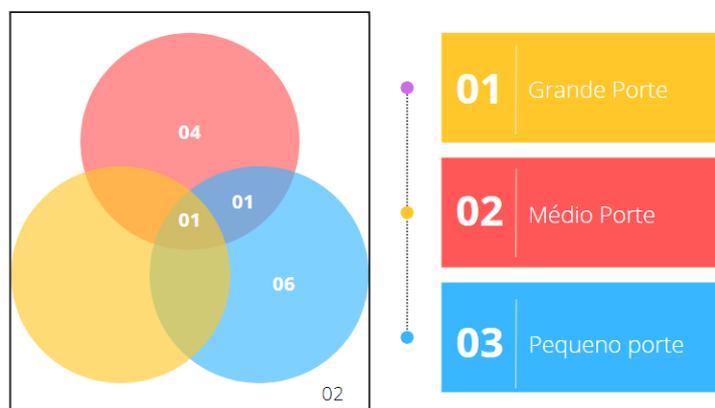
O sistema construtivo mais utilizado nesses múltiplos pavimentos foram as vigas e pilares juntamente com a laje maciça em concreto armado, sendo que as justificativas para essa escolha giravam em torno do custo, rapidez e facilidade de execução e segurança.

Dos profissionais apenas três afirmaram que a empresa já utilizou algum tipo de representação de estrutura, sendo os principais modelos de representação utilizados: softwares com representação 3D (como *Autocad Plant 3D* e *Naviswork*) e o Kit mola estrutural.

A tecnologia e os recursos computacionais relacionados à concepção estrutural são ferramentas que possibilitam a criação de modelos tridimensionais. Com o advento do *Building Information Modelling* (BIM) é possível uma integração de dados estruturados e multidisciplinares que através da representação digital ajuda os envolvidos a entender o que precisa ser construído e como. O BIM é uma metodologia que integra diversos processos da construção e possibilita compatibilização de projetos, sendo as informações mais acessíveis e conectadas do que as abordagens tradicionais do *Computer Aided Design* (CAD). Essa integração de processos que o BIM pode vir a fornecer possibilita maior interação entre os profissionais de diferentes áreas.

Figura 1 - Diagrama de Venn – Porte dos edifícios

Porte dos Edifícios



Fonte: Produção da própria autora (2022).

Na pesquisa, todos os profissionais afirmaram que deveria haver maior interação entre os profissionais de arquitetura e engenharia civil e que, o engenheiro deveria ser consultado durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico sobre possíveis soluções estruturais para atender demandas arquitetônicas. Essa percepção não está equivocada, a concepção estrutural exige diálogo entre as áreas. Engenharia, arquitetura e construção precisam estar envolvidas para que os resultados se traduzam, por consequência, de melhor característica técnica, artística, ambiental e econômica.

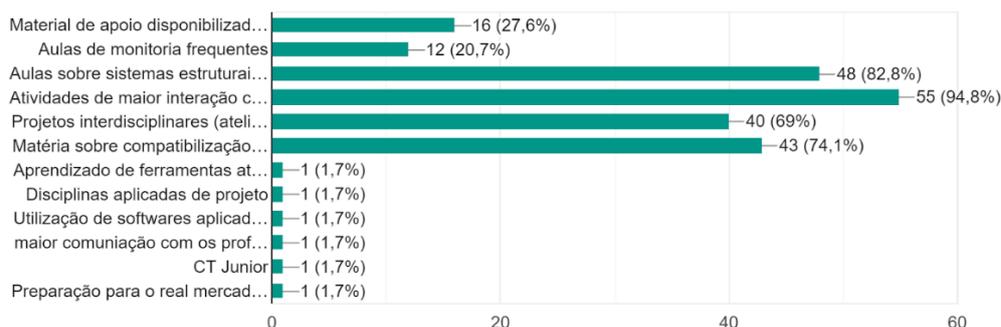
Ao serem questionados “Você acredita que o projeto sofra menos alterações quando há a utilização de modelos representativos” todos os profissionais responderem que sim, confirmando a ideia de que os modelos e protótipos utilizados como representação da

realidade podem prever o comportamento de estruturas, sem que necessariamente seja necessário a construção do mesmo.

Tanto os estudantes quanto os profissionais contribuíram sobre quais alternativas podem ajudar a solucionar lacunas ou dificuldades durante o ensino de estruturas no curso de Arquitetura e Urbanismo ou Engenharia Civil. Conforme o gráfico 3, as cinco sugestões mais votadas foram: 1- Atividades de maior interação com a vida profissional, como visitas a obras, etc; 2- Aulas sobre sistemas estruturais e construção civil com mais metodologias ativas, ensaios em laboratórios, experimentação, etc.; 3- Matéria sobre compatibilização de projetos; 4- Projetos interdisciplinares (ateliê integrado com disciplinas de projeto e estrutura); 5- Material de apoio disponibilizado para alunos. O gráfico 4 apresenta as respostas dos profissionais. Nota-se que ambos convergiram nas respostas em relação às alternativas para melhoria do ensino.

Gráfico 3 – Alternativas que podem ajudar no ensino segundo os estudantes

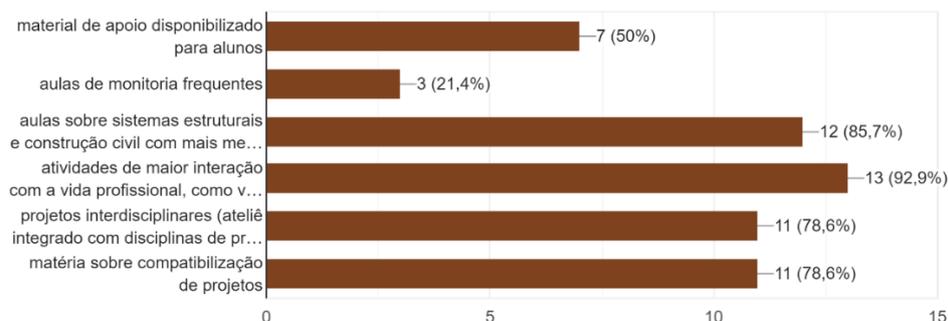
Em geral, você acha que quais alternativas podem ajudar a solucionar lacunas ou dificuldades durante o ensino de estruturas no curso de arquite...mo ou engenharia civil? (mais de uma alternativa)
58 respostas



Fonte: Produção da própria autora (2022).

Gráfico 4 – Alternativas que podem ajudar no ensino segundo os profissionais

12) Em geral, você acha que quais alternativas podem ajudar a solucionar lacunas ou dificuldades durante o ensino de estruturas no curso de arquite...mo ou engenharia civil? (mais de uma alternativa)
14 respostas

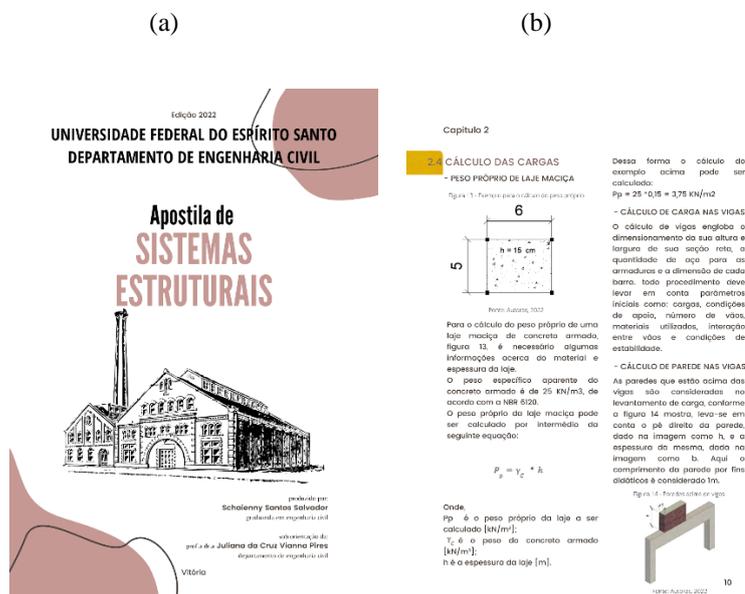


Fonte: Produção da própria autora (2022).

A fim de contribuir com informações aos estudantes sobre sistemas estruturais, elaborou-se um material didático em formato de apostila com o livro “A concepção estrutural e a arquitetura” como texto base Rebello (2000). A capa do material didático é apresentada na Figura 2a. Nesta apostila inicialmente é realizada uma breve introdução sobre o que é estrutura e são dados exemplos da natureza que podem ser comparados com elementos estruturais reais.

Além disso é conceituado os fenômenos físicos que ocorrem no sistema estrutural, bem como os tipos de cargas atuantes, tipos de vínculos e a relação entre os materiais e os esforços atuantes. Exemplos de cálculos também são abordados de forma simplificada no material, Figura 2b.

Figura 2 – (a) Capa da apostila e (b) Exemplo de cálculo de carga em laje



Fonte: Produção da própria autora (2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das deformações, influência da forma e dimensões das peças no comportamento da estrutura é imprescindível para a concepção estrutural, no entanto o “sentimento estrutural” vem com a experiência e a prática, nesse sentido é essencial que o estudante seja introduzido a essa percepção através do ensino. Através da pesquisa realizada com os estudantes da UFES confirmou-se a lacuna existente entre a teoria e a prática no ensino das estruturas, sendo necessária a adoção de medidas que aprimorem como são formados os profissionais dessa área. Com as respostas obtidas percebeu-se que as principais obstruções do ensino são:

- Falta de uma compatibilização entre a aprendizagem teórica e a prática em campo;
- Abordagens muito teóricas e engessadas a apenas análises matemáticas e
- Dificuldade na visualização de problemas estruturais.

Nesse sentido, os modelos qualitativos reduzidos podem vir a permitir uma experiência vivenciada, servindo como referencial para a sustentação conceitual do comportamento e soluções estruturais de estudantes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Vale ressaltar que todo modelo possui limitações, no entanto pode proporcionar a possibilidade de uma ferramenta que afia o entendimento estrutural.

Uma das dificuldades encontradas neste projeto foi durante o levantamento de dados junto aos profissionais, havendo pouca participação. O ideal é que a pesquisa com os profissionais da área fosse realizada com um grupo amostral maior, a fim de ser mais abrangente e assim representar com mais fidelidade, a dificuldade enfrentada pelos profissionais devidos às deficiências encontradas no ensino acadêmico de estruturas.

Através dos autores consultados foi possível a criação da apostila "Sistemas Estruturais" que define conceitos básicos de concepção estrutural/sistemas estruturais e suas aplicações. O material de apoio elaborado servirá como ferramenta para facilitar a compreensão do ensino de estruturas. Neste material contempla além dos conceitos, exemplos de cálculos simplificados e gráficos para pré-dimensionamento de alguns elementos estruturais. Desta forma, espera-se que a apostila seja adotada no meio acadêmico pelos docentes que lecionam as disciplinas relacionadas a sistemas estruturais.

Buscando contribuir e divulgar as informações obtidas através das pesquisas, as alternativas sugeridas que podem ajudar a solucionar lacunas ou dificuldades durante o ensino de estruturas no curso de Arquitetura e Urbanismo ou Engenharia Civil como: - Atividades de maior interação com a vida profissional, como visitas a obras, etc; - Aulas sobre sistemas estruturais e construção civil com mais metodologias ativas, ensaios em laboratórios, experimentação, etc.; - Matéria sobre compatibilização de projetos; - Projetos interdisciplinares (ateliê integrado com disciplinas de projeto e estrutura); - Material de apoio disponibilizado para alunos, são alternativas viáveis de serem atendidas pelo corpo docente, desde que o mesmo tenha conhecimento deste ponto de vista dos profissionais e estudantes.

Conforme mencionado, atualmente existe na Universidade Federal do Espírito Santo o Laboratório Didático de Estruturas, que possui modelos reduzidos e kits molas que podem ser utilizados pelo corpo docente e discente a fim de melhorar esse processo de ensino-aprendizagem de sistemas estruturais. Provavelmente, em função do período da pandemia de Covid 19, as aulas práticas foram suspensas, o que levou ao não conhecimento por parte dos estudantes da existência do laboratório e que refletiu nesta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha professora orientadora, doutora Juliana da Cruz Vianna Pires, por todo o suporte técnico disponibilizado durante o desenvolvimento deste trabalho. Também agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro recebido ao longo desta pesquisa que incentivou meus progressos nessa jornada.

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **O que é BIM: Modelagem de Informação da Construção**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acesso em 18 set 2022.

BELHOT, Renato Vairo. **A didática no ensino de engenharia**. Anais.. Campina Grande, PB: ABENGE/UFCEG/UFPE, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002463275>. Acesso em: 20 dez. 2021.

BELHOT, Renato Vairo. **Reflexões e propostas sobre o Ensinar Engenharia para o século XXI**. 1997. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997. Acesso em: 18 set. 2022.

BIGGE, Moris, L. **Teorias da aprendizagem para professores**. ed. EPU Ltda, São Paulo, 1977.

CARVALHO, Anna Cristina Barbosa Dias de, PORTO, Arthur José Vieira e BELHOT, Renato Vairo. **Aprendizagem significativa no ensino de engenharia**. Production [online]. 2001, v. 11, n. 1. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/NdMydNCsSHb3FhYNzG398gF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 20 dez 2021.

GUIMARÃES, P.H.A.; PIRES, J.C.V. **Metodologia para o ensino de estruturas com modelos reduzidos**. In: XLVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA e III SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE-2020), 2020, Evento online. **Anais**. ABENGE, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2020.

LOBOSCO, T.; CÂMARA, D. C. **Desenvolvimento de modelos qualitativos para o ensino de estruturas**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 9, n. 3, p. 167–178, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650263>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MARGOTO, Sabrini Rodrigues. **Sistemas estruturais de edifícios empregados na região da Grande Vitória**. Anais da Jornada de Iniciação Científica da UFES, edição 2019/2020. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/piic/rel_final_16557_Relatorio_Final_Sabrini%20corrigido.pdf. Acesso em 19 de dez. 2021.

OLIVEIRA, M. S. **Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas**. 2008. 172 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2008.

REBELLO, Y. C. P.; D'AZEVEDO, M. A. D. F. **Considerações sobre o ensino e aprendizagem de estrutura nas escolas de Arquitetura**. Paranoá, [S. l.], v. 15, n. 15, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/11298>. Acesso em: 20 dez. 2021.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

ROCHA, Manuel Coelho Mendes Rocha. **Utilização de modelos no dimensionamento das estruturas**. Lisboa: LNEC, 1952.

SARAMAGO, Rita de Cássia Pereira. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: Acesso em: 20 dez. 2021.

SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, v. 1320, 2005.

REDUCED MODELS OF STRUCTURES WITH APPLICATION IN CIVIL ENGINEERING TEACHING

Abstract: *This document presents detailed instructions on the study of structural systems. Your knowledge is important for the Civil Engineering course as well as for the Architecture and Urbanism course. However, the way in which the concept of structures has been approached in the courses does not make the student understand structural design. The classes are too theoretical and do not always motivate the student to develop your intuition and theoretical knowledge. In view of the question presented, the objective was to propose improvements in the approach to teaching structures for Architecture and Urbanism and Engineering courses Civil of UFES in relation to the basic content. Suggestions are raised on how to deal with this theoretical and relate it to practical experiences, which can be carried out at LabDest (Didactic Laboratory of Structures). To understand the current approach to this content and what impact it has on the professional life of recent graduates in these areas, interviews were carried out using digital forms aimed at professionals and companies operating in the area, as well as veteran students. Finally, a didactic manual was generated on concepts basics of structural design/structural systems and their applications aimed at academic development of Architecture and Urbanism and Civil Engineering students.*

Keywords: *Structural Design. Structural systems. Reduced models. Courseware.*