

ENGENHEIRO CIVIL X ARQUITETO: CONFLITO NO APRENDIZADO DAS ESTRUTURAS

CIVIL ENGINEER X ARCHITECT: CONFLICT IN STRUCTURES LEARNING

Petrus Gorgônio Bulhões da Nóbrega¹, Selma Hissae Shimura da Nóbrega²

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p183-191.2020

RESUMO

O ensino da teoria e do projeto de estruturas é fundamental para os cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura. No processo do projeto, a primeira fase, concepção, é intuitiva e criativa, assemelhando-se a um projeto arquitetônico, enquanto as atividades posteriores de análise e dimensionamento envolvem cálculos matemáticos e raciocínio essencialmente lógico, habilidades naturais do aluno de Engenharia, diferentemente do de Arquitetura, cujas habilidades são de natureza mais humanística e artística. Usualmente o professor desses conteúdos é um engenheiro civil, e duas situações prejudiciais ao aprendizado podem ocorrer: a primeira, a desvalorização da etapa de concepção para os alunos da Engenharia Civil; e a segunda, um conflito em relação aos alunos de Arquitetura, que não se identificam com as atividades de cálculo posteriores à concepção. Este artigo constitui uma reflexão sobre esse processo de aprendizado, abordando as particularidades e aspectos históricos que levaram às diferentes formações técnicas. Por fim, discute recursos didáticos que visam a adequar ou a aperfeiçoar esse ensino no ambiente acadêmico.

Palavras-chave: estruturas; ensino de estruturas; concepção estrutural; arquitetura.

ABSTRACT

The teaching of structures theory and project is essential for Civil Engineering and Architecture courses. In the structural project process, the first stage, structural conception, is intuitive and creative, similar to an architectural project, while the following stages, structural analysis and design, involves mathematical calculations and logical thinking, a natural ability of the engineering student, unlike Architecture's one, with a more humanistic and artistic formation. Usually these contents are taught by a civil engineer, and two undesirable learning situations can occur. First, the devaluation of the concept design stage for civil engineering students; and second, a conflict with the architecture students, who do not identify themselves with the calculation activities after the conception. This paper is a reflection on this learning conflict, considering the particularities and historical aspects that led to the different technical formations. In addition, it discusses about didactic resources in order to adapt or improve this teaching in the academic environment.

Keywords: structures; structures teaching; structural conception; architecture.

¹ Doutor em Engenharia de Estruturas, Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, petrus.nobrega@gmail.com

² Doutora em Engenharia de Estruturas, Professora Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, shsnobrega@gmail.com

INTRODUÇÃO

No curso de Engenharia Civil, o reconhecimento da importância e da necessidade do ensino da teoria das estruturas e dos sistemas estruturais é absolutamente pacífico. Evidentemente, em razão da evolução dos aparatos tecnológicos e didáticos e do avanço do conhecimento e mudança das práticas profissionais, esse tema é frequentemente revisitado, sendo propostos periodicamente novos recursos e novas abordagens metodológicas.

Artigo recente, por exemplo, em relação ao primeiro aspecto (novos recursos) foi elaborado por Albuquerque e Pitangueira (2018), os quais estudaram diversos enfoques para a abordagem do Método dos Elementos Finitos em cursos de engenharia e apresentaram um sistema computacional gráfico interativo para esse fim. Em relação ao segundo aspecto (novas abordagens), Longo (2016) propõe a capacitação do estudante de engenharia para que ele não apenas elabore projetos estruturais, mas também seja capaz de fazer avaliação de tais projetos. Esses são apenas dois trabalhos entre os muitos que se pode apresentar.

Nos anais dos congressos da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia se encontram variados estudos e propostas sobre diversos aspectos da Engenharia de Estruturas. São extremamente salutares essas discussões em torno da educação tecnológica e da busca pelo seu aprimoramento.

Em relação ao ensino de estruturas nos cursos de Arquitetura, por sua vez, há décadas que o tema é debatido, questionado e duramente criticado pelos arquitetos, discutindo-se acerca de novas metodologias e sugestões de reestruturações pedagógicas. Parece não ter fim essa polêmica e embate, dos quais resulta uma miríade de novos recursos e ferramentas de ensino propostos, sempre visando, claro, à melhoria do processo de aprendizagem.

Todavia, a despeito de todo esse histórico, do imenso avanço tecnológico recente, da publicação de diversos artigos, dissertações e teses sobre o assunto, o ensino de estruturas parece continuar (ainda) deficiente nos cursos de Arquitetura.

Em 2017, inclusive, ocorreu o III Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura, o qual resultou na publicação dos anais desse evento, com a riqueza de mais de 70 artigos (IIIENEEEA, 2017). Ressalte-se: um evento nacional para debater exclusivamente o ensino de uma área (Estruturas) em um curso específico (Arquitetura), mantendo-se ainda, basicamente, os mesmos questionamentos e indagações – sendo que a primeira das três edições ocorreu no ano de 1974.

Essa preocupação, com certeza, não é improcedente. O arquiteto sabe que a concepção estrutural é uma etapa imprescindível da criação arquitetônica, pois, verdadeiramente, a estrutura e a arquitetura são indissociáveis. De todos os componentes construtivos que contribuem para a existência da forma arquitetônica, a estrutura é o principal. Sem esta, a forma não pode ser preservada e assim o organismo funcional arquitetural ficará comprometido, ou sequer existirá. O aluno de Arquitetura, conseqüentemente, necessita ter um conhecimento técnico específico para o relativo domínio acerca do uso e funcionamento dos sistemas estruturais.

Contudo, insurgem as questões: qual o conteúdo técnico que o aluno de Arquitetura deve dominar? Que habilidades lhe devem ser requeridas? Quais competências devem ser desenvolvidas? Quais os melhores métodos e meios para o alcance deste fim? Seriam tais habilidades e competências análogas às exigidas do aluno de Engenharia Civil? Poder-se-ia aplicar, em ambos os cursos, as mesmas experiências bem-sucedidas?

Por outro lado, o aluno de Engenharia Civil encara as atividades de cálculo inerentes às etapas de análise e dimensionamento estrutural com naturalidade, uma dose de desafio e até, talvez, certo prazer. Mas tais fases só existem após o passo inicial da concepção estrutural, do estabelecimento do arranjo estrutural, que se caracteriza por ser a fase mais importante e muitas vezes a de mais difícil operação, requerendo habilidades intuitivas e criativas e, não raras vezes, experiência prévia, algo que o aluno ainda não possui e que somente a prática e o estudo constante vão lhe agregando ao longo do tempo.

Na verdade, e é importante destacar, as fases de análise e dimensionamento, outrora manuais, atualmente são desenvolvidas essencialmente com o auxílio de computadores, diminuindo drasticamente as atividades de cálculo, em si, feitas pelo engenheiro. Este se dedica, cada vez mais, a escolher os critérios, realizar as verificações dos resultados e tomar as decisões pertinentes a essas etapas. Isso configura, aqui também, uma atividade mais criativa e que exige denso preparo técnico. Na realidade, é o engenheiro no seu papel essencial: o de engenho as soluções.

Infelizmente, é fato notório que o ensino da concepção é propositalmente “esquecido” nas disciplinas de estruturas da Engenharia Civil ou, quando muito, discutido de forma superficial, incorrendo-se imediatamente nas rotinas de cálculo. Evidentemente isso deveria ser enfrentado, pois a metodologia de concepção de uma estrutura de aço difere substancialmente para uma estrutura de concreto, ou de madeira, ou de alvenaria estrutural, ou outra qualquer. Há, por fim, as estruturas especiais – pontes, cascas, grandes coberturas, monumentos entre outros –, em que o arranjo estrutural é primordial para a viabilidade da própria edificação. Ademais, erros básicos de concepção dificilmente podem ser corrigidos nas etapas posteriores, e a história mostra que muitos dos acidentes possuem origem nos equívocos nessa primeira etapa.

Assim, é fundamental entender as necessidades e características das duas formações (Engenharia Civil e Arquitetura), pois, normalmente, os professores das disciplinas de estruturas são engenheiros civis e, muitas vezes, atendem aos dois segmentos concomitantemente. Deve ele agir de maneira uniforme ou distinta?

Este trabalho discute a importância do conhecimento das estruturas, expõe muito brevemente acerca da origem e evolução das distintas escolas no Brasil (o que explica, ao menos parcialmente, a divergência de entendimento acerca do problema) e ressalta diferenças básicas na formação dos dois profissionais e na sua maneira de raciocinar,

explanando sobre esses conflitos para o aprendizado.

A FORMAÇÃO DAS ESCOLAS E SUAS DIFERENTES PERSONALIDADES

Escolas de Engenharia

O ensino de engenharia no Brasil foi introduzido pelos portugueses, sendo as primeiras escolas nascidas em berço militar. A instituição definitiva da Engenharia Civil, como tal, deu-se somente a partir de 1858, com a criação da Escola Central, a partir da Academia Imperial Militar (esta fundada em 1810, por D. João VI), em que se separou o ensino militar do ensino da Engenharia Civil (PEREIRA, 1994). As diferenças entre os dois ensinamentos eram, entretanto, sutis, e a Escola Central continuava subordinada ao Ministério da Guerra. Em 1874, a Escola Central transferiu-se do Ministério do Exército para o Ministério do Império e passou a ser denominada Escola Politécnica, atendendo apenas a alunos civis. Posteriormente veio a Escola de Minas de Ouro Preto (1876) e, já na República, a Escola Politécnica de São Paulo (1893) e a Escola de Engenharia Mackenzie (1896).

Bazzo, Pereira e Linsingen (2008) ponderam que as primeiras escolas de Engenharia possuíam fundamentação teórica que remontava ao ensino francês da época, impregnado de orientações positivistas e das quais a ciência herdou a pretensa neutralidade, que ainda hoje é admitida como premissa para os indivíduos com formação técnica.

Advêm desse contexto duas importantes concepções: a primeira de que o aluno é um vasilhame vazio de conhecimentos e que cabe ao professor habilidosamente preenche-lo com suas experiências; e a segunda de que existe uma dicotomia trabalho intelectual *versus* trabalho manual, resultando as hipotéticas engenharias práticas e teóricas (BAZZO; PEREIRA; LINSINGEN, 2008).

Uma diferença curiosa entre as primeiras escolas de engenharia reside no tocante à

influência do sistema de ensino estrangeiro. A Escola Politécnica da USP seguiu o sistema germânico, devido a seu primeiro Diretor, o Eng. Antonio Francisco Paula e Sousa, ter estudado e se graduado em Karlsruhe, na Alemanha. Na Escola de Engenharia Mackenzie a influência foi norte-americana, em função da sua fundação ter sido obra de missionários da Igreja Presbiteriana americana, e seus diplomas eram originalmente expedidos pela Universidade de Nova Iorque.

Escolas de Arquitetura

Em relação ao curso de Arquitetura, suas raízes remontam à criação da Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios por D. João VI, em 1806, cuja finalidade era a de promover e difundir o ensino de conhecimentos considerados como indispensáveis para a *“comodidade e civilização dos povos”*. Esta Escola oferecia também os cursos de pintura e escultura, sendo o arquiteto considerado um artista nos séculos XVIII e XIX. Em 1822, com a proclamação da independência, a escola recebeu o nome de Academia Imperial de Belas Artes.

Em 1894, apenas um ano após sua criação, a Escola Politécnica de São Paulo principia o curso direcionado à formação de engenheiros-arquitetos. Analogamente, em 1917, implanta-se essa mesma graduação na Escola de Engenharia Mackenzie.

A desvinculação do curso de Arquitetura da Escola de Belas Artes só veio a acontecer em 1945, quando ela passa a compor a Universidade do Brasil, hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Na Escola de Engenharia Mackenzie o descolamento entre a Arquitetura e a Engenharia ocorre em 1947, com a criação da Faculdade de Arquitetura do Instituto Mackenzie. Já na Escola Politécnica fenômeno análogo se dá em 1948, com o surgimento da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, levando a cabo a distinção formal das profissões (PINHEIRO, 2005).

Assim, resta claro que os atuais cursos de Arquitetura (a partir de seus antecedentes

pedagógicos e metodológicos) possuem pontos de partida bastante distintos, até antagônicos em certo sentido: as escolas de engenharia (Politécnicas) ou as escolas de artes plásticas (Belas Artes), chegando-se ao ponto de causarem a coexistência de dois currículos simultâneos (o de orientação Politécnica e o de orientação Belas-Artes). DiPietro (2000) tece comentários sobre as consequências:

Estas origens, conflitantes quanto ao currículo e não muito coerentes com o real papel profissional do arquiteto, têm deixado profundas marcas. O arquiteto é considerado um artista sonhador ou meio técnico, um desenhador e que desconhece as leis físicas que regem a estática das construções. Este preconceito é absorvido, muitas vezes, pelos próprios arquitetos, **mantendo a tradição de perpetuar o desinteresse por tudo aquilo que é estritamente técnico**. Cabe salientar, que esta forma de pensar entre os arquitetos é, no âmbito das escolas, **repassada aos estudantes, provocando o desinteresse pelas disciplinas técnicas**. Isto exige, por parte dos professores, uma nova postura de modo a modificar a situação atual de um ensino meio técnico e meio artístico (DIPIETRO, 2000, p. 17, grifo nosso).

CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

No contexto histórico descrito anteriormente, o ensino das disciplinas de estruturas nos cursos de Engenharia Civil, por óbvio, mas também nos cursos de Arquitetura, ficou a cargo (notadamente) dos Departamentos de Engenharia Civil e tais disciplinas foram ministradas frequentemente por engenheiros, baseando-se em conteúdos de seus próprios componentes curriculares, sem muita afinidade com as necessidades e peculiaridades do arquiteto.

Por mais motivados, bem-intencionados e qualificados que sejam, os docentes engenheiros (sempre existindo as honrosas e destacadas exceções) normalmente não ministram esses cursos sob um viés qualitativo ou intuitivo, mas baseando-se no ensino tradicional de engenharia, ancorado essencialmente no raciocínio explicitamente lógico e na exposição linear de ideias. Em relação aos cursos de Arquitetura, Saramago (2011) pondera:

Logo, a **convivência de métodos diferenciados de ensino**, dentro de um mesmo processo de graduação, **pode se constituir como um motivo que explique a dificuldade de integração**, apontada pelos autores revisados, **entre as disciplinas da área de Projeto e de Tecnologia** nas escolas brasileiras de Arquitetura – ou seja, a “ruptura” entre as profissões (o tão apontado “divórcio entre arte e técnica”) se reproduziria no processo de formação dos profissionais (SARAMAGO, 2011, p. 110, grifo nosso).

Os cursos de Engenharia aceitaram pacientemente esta conduta, até porque o projeto de estruturas não finda na concepção, e o termo “Engenheiro Calculista” parece, implicitamente, apontar para a sua própria opção e vocação. Entretanto, muitos cursos de Arquitetura reagiram, rejeitando a “herança” que lhes era transmitida, diminuindo drasticamente a quantidade de disciplinas técnicas e o seu conteúdo. Talvez por falta de opções, ainda se manteve uma total ou parcial dependência dos departamentos de engenharia no tocante à regência das disciplinas.

Destaque-se que, para além dos modelos herdados da Politécnica ou das Belas Artes, a reforma universitária vivida no Brasil no período da ditadura militar promoveu a compartimentação do conhecimento em disciplinas não integradas, transformando o conhecimento adquirido ou construído em um processo fragmentado, sendo responsabilidade do aluno, ao final, promover a síntese por meios próprios.

Bazzo, Pereira e Linsingen (2008) afirmam que a forma como têm sido planejados e desenvolvidos os cursos de engenharia leva a um desmembramento bem delineado em duas partes: um ciclo básico e um ciclo profissionalizante, com um completo distanciamento entre as disciplinas que compõem o todo, tornando o processo cognitivo complexo e desestruturado.

Continuam os autores a destacar que a falta de integração entre as diversas disciplinas componentes de um curso de engenharia e a falta de lógica mais consistente no tratamento das grandes questões educacionais retiram a garantia de continuidade do processo de formação.

É inevitável que o docente engenheiro, que herdou tais características, repasse essa sistemática em suas aulas, pois assim ele foi capacitado.

O MECANISMO DO RACIOCÍNIO E DO APRENDIZADO

Todo arquiteto ou engenheiro civil, profissional já graduado, percebe e se convence da importância do conhecimento dos conceitos teóricos e das rotinas de procedimentos da área de Estruturas para a sua formação e para sua atividade profissional, especialmente se ele se dedica à prática projetual.

Essa responsabilidade é facilmente absorvida pelos alunos de Engenharia Civil, talvez menos por consciência crítica do que pela complexidade inerente às próprias disciplinas. Mas, de toda forma, ela é apreendida.

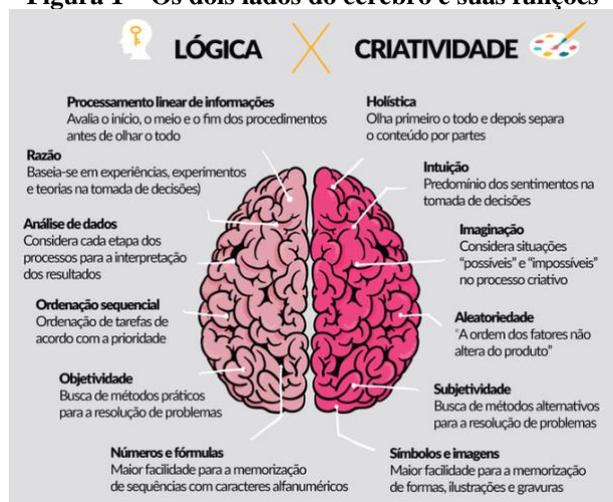
O aluno do curso de Arquitetura, por sua vez, deve (ou deveria) estar ciente da importância de ter um conhecimento técnico específico para o bom desempenho nesse quesito. Se o processo de conscientização deveria ser relativamente simples, o mesmo não se pode afirmar acerca do processo de aquisição de tais conhecimentos: mais difícil e embaraçado do que se poderia esperar.

A concepção estrutural é uma etapa imprescindível da criação arquitetônica: estrutura e arquitetura são indissociáveis. A estrutura dá existência às formas arquitetônicas, garante o exercício de suas funções, participa de sua expressão estética e configura o entorno material, organizando e limitando os espaços (LARANJEIRAS, 2011). No entanto, embora a concepção estrutural seja a fase mais importante, criativa e complexa do projeto de estruturas, podendo ser definidora da forma arquitetônica projetada pelo arquiteto, ela exige muita experiência do profissional, algo que o acadêmico ainda não possui e que somente a prática e o estudo constante vão lhe agregando ao longo do tempo.

Schwark (1996) destaca que em um escritório de projeto estrutural, as primeiras e mais decisivas atividades e decisões, de

concepção, são da porção direita do cérebro (onde são processadas as informações intuitivas, visuais, artísticas e subjetivas). Conceitos e valores imprecisos e intuitivos dessa fase se relacionam ao tamanho, à necessidade, à utilidade, à estimativa de custo, à viabilidade e à beleza. Somente em uma etapa posterior é que se aciona o lado esquerdo do cérebro (onde se processam as informações racionais, diretas, unívocas, lógicas, matemáticas, sequenciais e objetivas) para complementar e detalhar as primeiras decisões.

Figura 1 – Os dois lados do cérebro e suas funções



Fonte: <https://netscandigital.com/blog/os-dois-lados-do-cerebro/>.

Ocorre, entretanto, que os engenheiros estruturais normalmente só assimilam os conceitos intuitivos após muito tempo de trabalho e envolvimento, à custa de muito esforço, tempo e tentativas prévias. Usualmente, os mais experientes são os únicos capazes de entender rapidamente os problemas estruturais, apenas lançando mão da análise intuitiva, de tanto conhecerem casos práticos e exemplos já observados previamente.

Provavelmente, a maneira mais adequada de utilizar o cérebro, especialmente no que concerne às atividades da área da engenharia de estruturas, é desenvolver seus dois hemisférios de forma harmônica e equilibrada. O lado intuitivo processa as informações rápida e subjetivamente, e a razão fornece solidez às primeiras impressões. Durante a análise racional, de forma complementar, o entendimento intuitivo confere segurança ao

processo, proporcionando ordens de grandeza e alternativas de solução, sempre de maneira criativa (SCHWARK, 1996).

A Arquitetura, por sua vez, é um curso que trabalha essencialmente o hemisfério direito do cérebro, diferentemente das Engenharias.

O ensino do Comportamento Estrutural dentro da formação em Arquitetura deveria então se voltar ao desenvolvimento daquilo que diversos autores – revisados neste trabalho – denominaram de “*sentimento estrutural*” dos estudantes: de um **raciocínio** (a consciência do processo) sobre o funcionamento das Estruturas. Raciocínio este que os capacite a formular soluções estruturais e a comprovar sua eficiência, integrando conhecimentos em uma *síntese criadora* (SARAMAGO, 2011, p. 17, grifos da autora).

Nesse contexto, diversas iniciativas são propostas pelos arquitetos visando a um aprendizado “criativo” e ao desenvolvimento do sentimento estrutural para o aluno de arquitetura. São muitas as propostas, mas sobre elas acredita-se que é lúcido ponderar que:

a) essa habilidade não pode estar desconectada do aprendizado de diversos conceitos fundamentais, de cunho mais racional, imprescindíveis para a verificação, revisão e consolidação do próprio procedimento criativo;

b) não será em poucas disciplinas da área de estruturas, em alguns semestres, que o aluno conseguirá gerar e amadurecer sua intuição estrutural;

c) este sentimento estrutural deve ser trabalhado nas disciplinas de estruturas, evidentemente, mas também em um processo contínuo, nas diversas disciplinas da área de projeto, que desse raciocínio lançam mão. Aqui cresce em importância os ateliês de projeto, especialmente os interdisciplinares, como ambiente de aprendizagem;

d) por fim, e talvez mais relevante, torna-se essencial que certas disciplinas de estruturas sejam ministradas por docentes com experiência profissional e não apenas por acadêmicos pesquisadores, pois esta é uma habilidade que normalmente não se aprende nos livros, mas se desenvolve e se adquire através da prática projetual.

ALGUMAS INICIATIVAS DIDÁTICAS

Existem diversos recursos que podem auxiliar no processo de aprendizagem. Desde os mais tradicionais, como as aulas expositivas, textos didáticos e exercícios resolvidos, até os mais modernos, que se utilizam de recursos tecnológicos antes inexistentes. Quais os mais adequados? Quais ferramentas possuem maior eficácia?

Sabe-se que o cérebro humano nem sempre opera de forma sequencial, racional e unívoca para registrar e entender os conceitos que lhe são transmitidos. A memória visual do ser humano, por exemplo, é a que inicialmente predomina. Assim, em geral, objetos e fatos visíveis são registrados com muito mais facilidade que deduções lógicas abstratas, o que pode ser explorado para incrementar a aprendizagem, a compreensão e a fixação dos conceitos. Sem dúvida, as imagens e os filmes situam-se nesse contexto.

Atualmente, a quantidade de vídeos e documentários à disposição em sites como o *YouTube* é absurdamente grande, sendo o seu acesso fácil e irrestrito, bastando um ponto de conexão com a internet. Duas advertências, todavia, são feitas:

a) existe uma limitação para a assimilação de imagens e ideias associadas, pois o cérebro se cansa rapidamente (quem não bocejou ao acompanhar as diversas fotos de viagem ou de casamento de um amigo ou familiar?);

b) a geração atual de alunos, acostumada aos efeitos digitais quase mágicos de filmes, impõe um limiar de satisfação altíssimo. Não são os documentários de outrora, de ritmo mais lento, que os motivarão – antes provocarão enfado.

Outros aspectos interferem na aprendizagem, por exemplo (SCHWARK, 1996):

a) o aprendizado é mais eficiente quando há desafio envolvido;

b) o ensino interativo é mais eficiente que o ensino unidirecional;

c) o entendimento de um conceito é facilitado quando se pode fazer um paralelo com um outro, já consolidado;

d) conceitos são registrados mais facilmente quando entendidos de maneira intuitiva;

e) conceitos que a pessoa tem a impressão de tê-los descoberto são mais bem fixados do que aqueles apresentados por um terceiro.

Assim, podem ser consideradas diversas iniciativas didáticas, algumas já antigas e tradicionais e outras mais contemporâneas. Diversas delas, inclusive, já experimentadas pelos autores do presente texto:

a) *softwares* didáticos que promovem a interação homem-máquina conduzindo o usuário a conclusões em seu ritmo e caminho próprios;

b) modelos físicos os quais permitem a visualização real dos fenômenos, apresentando os conceitos de maneira intuitiva e convincente, com base em observações visuais e palpáveis;

c) modelos/maquetes de sistemas estruturais que materializam a concepção arquitetônica e estrutural;

d) visitas técnicas que estabelecem o contato com a realidade, em escala natural;

e) palestras de terceiros as quais despertam muito interesse, se realizadas com profissionais carismáticos e bem-sucedidos;

f) premiação de bom desempenho, por incentivar os desafios e a meritocracia;

g) interação/colaboração de alunos com docentes, via programas de iniciação científica ou monitorias, os quais possibilitam o aprofundamento na temática.

Sem dúvida, o modelo físico experimental é o recurso mais debatido e recomendado em seminários, encontros, palestras e trabalhos publicados sobre o ensino das disciplinas da área de estruturas, cujas iniciativas proliferam em diversas instituições.

Destaca-se que há cerca de cinco anos foi criado e desenvolvido por um arquiteto brasileiro o intitulado “*Mola Structural Model*” (já em três versões, Kit Mola 1, 2 e 3), um modelo físico interativo que simula o comportamento de diversos sistemas estruturais. Essa muito bem-sucedida iniciativa foi baseada na dissertação de mestrado de

Márcio Sequeira de Oliveira, “Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas” (2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Certamente o conhecimento do comportamento das estruturas é uma habilidade indispensável ao engenheiro civil e ao arquiteto. Nestas caminhadas, de desenvolvimento do sentimento ou raciocínio estrutural, as ênfases podem, e devem, ser distintas, a depender do curso.

Ocorre, todavia, que essa habilidade não se constrói exclusivamente no período do ensino de graduação, demandando tempo para o seu amadurecimento e concomitante estudo dos conceitos associados. Especialmente para os alunos de Arquitetura, a convivência com professores de projeto de edificações e de estruturas que possuam experiência prática é um aspecto fundamental, necessitando haver a devida sensibilização para a adequada compatibilização e adequação do conteúdo ministrado (de engenharia de estruturas) ao público diferenciado (alunos de Arquitetura).

Para os alunos de Engenharia Civil, observa-se um ensino das disciplinas de estruturas de excessiva formação tecnicista, o que poderia, e deveria, ter uma conotação também qualitativa e criativa. Talvez a maneira mais adequada de encarar as atividades seja trabalhando os dois hemisférios do cérebro de forma harmônica e equilibrada. O lado intuitivo, que processa as informações rápida e subjetivamente, conjuntamente com a razão, que garante a lógica ao processo, associando os conceitos técnicos às primeiras impressões.

Por fim, para a transmissão dos conceitos e conteúdos, no ambiente acadêmico, pode-se lançar mão de diversas iniciativas didáticas. Todas, tradicionais ou inovadoras, sem exceção, possuem suas utilidades e vantagens, devendo-se observar, ademais, suas limitações inerentes. Percebe-se, pelos diversos artigos e textos disponíveis, que as iniciativas sempre trazem benefício para a aprendizagem, mas que não existe a “melhor” alternativa, pois o público alvo deve ser observado. A sala de aula,

contudo, não pode se transformar em um ambiente exclusivamente lúdico.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. N. M.; PITANGUEIRA, R. L. S. Sistema gráfico interativo para ensino de análise estrutural através do método dos elementos finitos. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 37, n. 1, p. 76-87, 2018.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. V. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.
- DIPIETRO, J. E. **O conhecimento qualitativo das estruturas das edificações na formação do arquiteto e do engenheiro**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE ESTRUTURAS EM ESCOLAS DE ARQUITETURA, 3., 2017, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, MG: Editora da UFOP, 2017. Disponível em: <drive.google.com/file/d/1kCwF3bj22b5ICvI96hzi-cYcE5Z7v_zK/view>. Acesso em: 04 set. 2019.
- LARANJEIRAS, A. C. R. **Relação entre os projetos arquitetônico e estrutural**. 2011. Disponível em: <<http://faq.altoqi.com.br/content/159/583/pt-br/relação-entre-os-projetos-arquitetônico-e-estrutural.html>>. Acesso em: 04 set. 2019.
- LONGO, H. I. Qualificação do engenheiro para avaliar projetos de estruturas. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 35, n. 1, p. 35-43, 2016.
- OLIVEIRA, M. S. **Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola de

Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

PEREIRA, P. Engenharia militar. In: VARGAS, M. (Org.). **História da técnica e da tecnologia no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista: Centro de Educação Tecnológica Paula Souza, 1994. p. 163-178.

PINHEIRO, E. P. Os arquitetos da Poli: ensino e profissão em São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. v. 7, n. 2, p. 111-113, 2005.

SARAMAGO, R. C. P. **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.

SCHWARK, M. P. **Sugestões para um curso intuitivo de teoria das estruturas**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Petrus Gorgônio Bulhões da Nóbrega – Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN, 1989), mestrado em Engenharia Civil – Estruturas pela Universidade de São Paulo (EPUSP, 1994) e doutorado em Eng. Civil - Estruturas pela Universidade de São Paulo (EESC-USP, 2004). Professor Associado da UFRN, lotado no Departamento de Arquitetura, em que exerce a docência nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Em relação às suas pesquisas, concentra-se principalmente nas seguintes linhas: Mecânica das Estruturas e Estruturas de Concreto. Além das atividades acadêmicas, atua em consultoria e projeto de estruturas civis.



Selma Hissae Shimura da Nóbrega – Graduada em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (EESC, 1984), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (EPUSP, 1992) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (EPUSP, 1997). Professora Titular da UFRN, lotada no Departamento de Engenharia Civil. Tem experiência em Mecânica das Estruturas e atua, principalmente, nos seguintes temas: elementos finitos, cascas, dinâmica das estruturas e estruturas biomédicas.