

Seriam as estruturas um “enigma da esfinge” para os arquitetos?

PETRUS GORGÔNIO BULHÕES DA NÓBREGA – ENGENHEIRO CIVIL, PROFESSOR DOUTOR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA (DARQ-CT-UFRN)

RESUMO

A ARQUITETURA MODERNA BRASILEIRA É ADMIRADA GLOBALMENTE, SENDO A OUSADIA ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS DE CONCRETO UM DOS SEUS TRAÇOS MARCANTES. A IMPORTÂNCIA DO PARTIDO ESTRUTURAL PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO É EVIDENTE, POSTO QUE A RAZÃO DE SER DA ARQUITETURA É A CONFORMAÇÃO DO ESPAÇO ÀS NECESSIDADES DO HOMEM, SENDO A ESTRUTURA O MEIO FÍSICO PELO QUAL ELA SE VIABILIZA. MESMO DIANTE DE TÃO IMPORTANTE E ÓBVIA AFIRMAÇÃO, A FORMAÇÃO DO ARQUITETO NA ÁREA DE

ESTRUTURAS É VISTA COM FORTE CRÍTICA PELOS PRÓPRIOS PROFISSIONAIS, HAVENDO INÚMEROS DEBATES E PROPOSTAS ACERCA DO TEMA. SE ISTO É VERDADE, TEM-SE UM COMPROMETIMENTO DO PAPEL DO ARQUITETO E DA RELAÇÃO DESTES COM O ENGENHEIRO, O QUE AFETARÁ O DESENVOLVIMENTO PROJETUAL. ESTE ARTIGO ABORDA A IMPORTÂNCIA DAS ESTRUTURAS PARA OS ARQUITETOS, APRESENTA A PROBLEMÁTICA POSTA EM ENCONTROS DE ARQUITETOS E DISCUTE ALGUMAS DAS VARIÁVEIS PERTINENTES AO PROBLEMA.

Palavras-chave: estruturas, arquitetura, ensino de estruturas.

I. INTRODUÇÃO

Édipo Rei é uma peça do teatro grego antigo, escrita por Sófocles por volta de 427 a.C. Nesta obra há uma passagem acerca de uma esfinge, um monstro alado com corpo híbrido de leão e de mulher, que afligia a cidade de Tebas, ficando nos seus arredores. Ela apresentava um enigma a todos os viajantes que por lá passavam: “Que animal anda pela manhã sobre quatro patas, à tarde sobre duas e à noite sobre três?” Concluía a questão ameaçadoramente: “Decifra-me ou devoro-te”. Como nenhum dos homens desvendava o mistério, a esfinge os estrangulava.

Isso ocorreu até que Édipo a enfrentou e solucionou o enigma. Furiosa e frustrada com a resposta, a esfinge atirou-se de um precipício e pereceu.



Figura 1 – Pintura “Oedipe explique l’énigme du sphinx”, J. A. Dominique Ingres (1808)

Fonte: <http://www.louvre.fr/oeuvre-notices/oedipe-explique-l-enigme-du-sphinx>

A essência desta passagem mitológica é o triunfo da inteligência e da beleza

humana, associado ao enfrentamento do destino inevitável, já que a façanha de Édipo o leva a tornar-se rei de Tebas e casar-se com sua mãe Jocasta, como o oráculo havia anunciado em seu nascimento, decorrendo daí as tragédias pessoais do conto.

Mas qual a razão do enigma da esfinge ser posto em primeiro plano, já nas linhas introdutórias deste artigo? Porque, se por um lado, a arquitetura brasileira moderna possui destaque no plano internacional, com uma produção criativa e apurada, onde o concreto se apresenta como o material mais utilizado, existindo também grande reconhecimento à ousadia estrutural das obras; por outro, o ensino de estruturas nas escolas de arquitetura é visto com enorme crítica pelos próprios arquitetos. Então este que influenciará diretamente

o conhecimento técnico dos novos profissionais, cuja importância é basililar para o desenvolvimento de um projeto, sendo visto com preocupação e como carente de um aperfeiçoamento.

A despeito de toda a base teórica acerca dos sistemas estruturais, do imenso avanço tecnológico conquistado, dos diversos recursos didáticos físicos e computacionais disponíveis, dos inúmeros debates, encontros e discussões, artigos e teses produzidos, a metodologia mais adequada para capacitar os jovens arquitetos na temática da engenharia de estruturas aparenta, na visão de muitos profissionais e docentes da arquitetura, ser ainda obscura, difícil de compreender e de solucionar, que há décadas parece “estrangular” a necessária boa formação de muitos profissionais. Um enigma que urge ter resposta (reconhecendo-se, claro, diversas boas iniciativas propostas ao longo do tempo).

Isto é de profunda relevância, afetando não apenas os arquitetos, mas a sua relação com os engenheiros no contexto dos projetos das edificações e o produto final, pois sabe-se que a concepção estrutural é uma etapa indissociável da criação arquitetônica. Como afirmam Vasconcelos e Carriari Jr. (2005): “Toda forma idealizada e construída, por mais primitiva que seja, requer um sistema estrutural e respectivo processo construtivo. Uma coisa é decorrente da outra”.

Laranjeiras (2011) pontua: 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; ou seja, quem cria a forma, cria a

estrutura. Conclui o autor que a responsabilidade do projeto arquitetônico — e nele se insere a concepção da estrutura — é atribuição intransferível do arquiteto.

A trajetória gloriosa da arquitetura brasileira moderna, cujo repertório é abundante de curvas ousadas, elementos e volumes que parecem desafiar a lei da gravidade, encontrou no material concreto as características ideais para viabilizar a sua criatividade. Diversos profissionais de renome souberam considerar a solução estrutural na expressão de suas obras. Oscar Niemeyer, João Batista Vilanova Artigas, Sergio Bernardes, Rino Levi, Affonso Eduardo Reidy, João Filgueiras Lima, Paulo Mendes da Rocha e Ruy Ohtake são alguns nomes de um conjunto maior de competentes profissionais que empregaram e ampliaram as inúmeras possibilidades que a técnica do concreto armado proporciona.

A Figura 2 ilustra (em sentido horário) quatro marcantes obras: Igreja de São Francisco (O. Niemeyer, 1942), MAM (A. E. Reidy, 1953), Rodoviária de Jaú (J. B. V. Artigas, 1973) e MUBE (P. M. Rocha, 1986), cujos projetos estruturais são de autoria, respectivamente, do Eng. Joaquim Cardozo, Eng. Arthur Eugênio Jerman (Escritório Emílio Baumgart), Maubertec Engenharia, e Júlio Kassoy & Mario Franco.

Este artigo aborda a importância do estudo das estruturas para a formação do arquiteto, discutindo alguns aspectos desta problemática no ambiente acadêmico e profissional atual. O objetivo é refletir sobre este ponto de contato entre os arquitetos e engenheiros, o que impacta fortemente esta relação e o desempenho profis-

sional no projeto das novas soluções estruturais.

Assim como o enigma da esfinge de Tebas e a postura de Édipo, a inteligência e a beleza humanas devem prevalecer frente a um destino inevitável: a responsabilidade que os arquitetos possuem em relação ao projeto de estruturas, e a interação e dependência mútua entre estes e os engenheiros no processo de criação e desenvolvimento projetual.

2. A PROBLEMÁTICA

Olhando para trás percebe-se, como já dito, o sucesso do percurso da arquitetura brasileira. Apesar disso, no já relativamente distante ano de 1974, em São Paulo, realizou-se o I Encontro Nacional de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura, onde foi estabelecida pela primeira vez a questão do ensino de estruturas para estudantes de arquitetura como um problema de formação profissional. Dos debates, observou-se a necessidade de implementação de algumas estratégias de atuação, conforme relata Vale *et al.* (2017): (i) Hábito de investigação, pesquisa e desenvolvimento da observação, enfatizando o aspecto intuitivo do aluno e o aprimoramento de sua sensibilidade estrutural através de modelos e ensaios; (ii) Educação do sentimento estrutural, focando a análise quantitativa do comportamento estrutural; e (iii) Integração das fases anteriores e associadas aos ateliês de projeto de arquitetura. Resalte-se: estas foram questões postas há quarenta e seis anos, as quais parecem soar como atuais.

Uma segunda edição do evento ocorreu em 1985, do qual as informações sobre seus debates e resultados



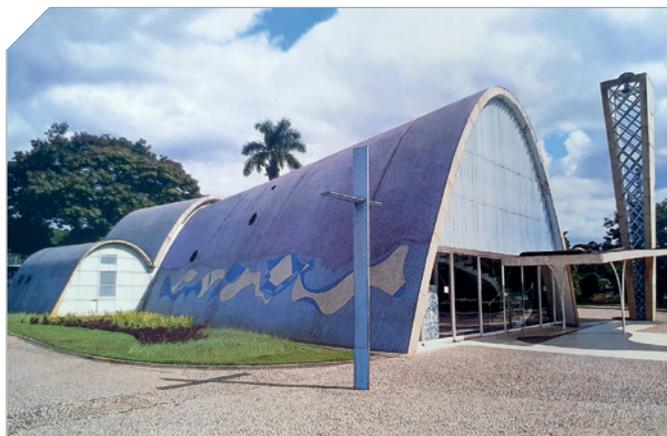


Figura 2 – Igreja de São Francisco, MAM, Rodoviária de Jaú e MUBE | Fonte: Vasconcelos e Carrieri Jr. (2005)

são poucas e restritas. Em 2017, há apenas três anos, aconteceu o III Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura (III ENEEEA), desejando-se compreender os problemas envolvidos no processo de formação dos arquitetos quando o assunto é o aprendizado do comportamento e do dimensionamento estrutural, e a relação entre a concepção estrutural e a arquitetônica e a dimensão construtiva propriamente dita.

Deste evento produziu-se uma rica e extensa coletânea de artigos que, juntos, compreendem anais com quase 1.200 páginas. Em sua apresentação, a Comissão Organizadora foi explícita em apontar alguns problemas, indicando que alguns destes persistem desde 1974. Dentre eles, a recorrente ausên-

cia de conteúdos relativos à história do desenvolvimento do conhecimento estrutural, bem como da construção, da técnica e da tecnologia em termos mais amplos; uma persistente desarticulação entre ensino de estruturas e ensino de projeto arquitetônico.

Em 2020 ocorreria o IV ENEEEA, adiado para 2021 em função da pandemia. Este encontro tem como tema central o canteiro experimental e organizar-se-á em torno de três subtemas: (1) O ensino de estruturas em escolas de arquitetura e o canteiro experimental: estratégias pedagógicas; (2) Projetar, estruturar e construir: um ato de tectônica; e (3) Makers: as transformações nos recursos pedagógicos provocados pela modelagem e fabricação digital.

Por fim, a realidade contemporânea se transforma e novas dificuldades surgem a partir dos cursos na modalidade Ensino a Distância (EaD) ou semipresenciais, onde diversas atividades, como as aulas de laboratórios, as visitas de campo e as orientações aos projetos são reduzidas e/ou limitadas. Neste contexto, a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA) e o Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), dentre outras instituições, posicionam-se contra este tipo de ensino, havendo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU/BR) decidido pela recusa dos pedidos de registro profissional dos formados em cursos EaD.

Observam-se, das discussões, que as queixas dos docentes da arquitetura em relação às estruturas são

diversas, dentre elas: (i) os engenheiros utilizam exageradamente o caminho analítico, o que não condiz com as aptidões cognitivas dos arquitetos; (ii) os conteúdos estruturais devem ser conjugados às demais disciplinas do curso de Arquitetura; (iii) as linguagens dos engenheiros e arquitetos são distintas, devendo-se promover uma transmutação; (iv) a estratégia deve ser a compreensão intuitiva dos fenômenos, através dos sentidos e da apropriação de experiências anteriores; (v) deve-se “descolonizar” o ensino de estruturas em arquitetura; e (vi) o foco deveria ser o desenvolvimento do “sentimento estrutural” e de um “raciocínio” sobre o funcionamento das estruturas.

Essas críticas são intensas, existindo uma inquietação generalizada acerca das metodologias atuais de ensino. Embora diversas dessas percepções sejam procedentes, consensualizar as particularidades de cerca de 470 cursos de Arquitetura no Brasil (dados de 2015), em 210 cidades das 27 unidades da federação, é uma tarefa não factível, em função da pluralidade das regiões, projetos pedagógicos, perfis dos ingressantes, dentre outras variáveis.

O fundamento de algumas das críticas, contudo, chama a atenção: as diferenças de linguagem e raciocínio entre o arquiteto e o engenheiro. Observe-se um aspecto histórico acerca deste fato.

3. UMA DICOTOMIA HISTÓRICA

Sabe-se que Engenharia e Arquitetura constituíam um só ofício (a etimologia da palavra *“arkhitékton”* mostra que ela é constituída pela junção de *αρχή [arkhé]*, “primeiro” ou “principal”, com *τεχνή [tékhton]*, “construtor”),

sendo estas profissões separadas no final do século XVIII, inicialmente na França, posteriormente na Alemanha e no restante do mundo. A partir daí, tem-se a formação distinta das Escolas Politécnicas e das Escolas de Belas Artes, com a incorporação de métodos de ensino autônomos para a Engenharia Civil e para a Arquitetura, sendo o primeiro baseado mais no raciocínio lógico e no cálculo, e o segundo, na intuição criativa e no desenho da forma espacial.

No Brasil esta evolução não foi diferente. Um breve histórico, baseado em Nóbrega e Nóbrega (2020) é feito a seguir, para que se tenha uma ideia da dicotomia didática herdada pelos dois cursos.

As primeiras escolas de engenharia foram introduzidas pelos portugueses, havendo nascido em berço militar. Somente em 1858, com a criação da Escola Central, a partir da Academia Imperial Militar (fundada em 1810 por D. João VI e que veio suceder e substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho estabelecida em 1792), é que ocorreu a separação entre o ensino militar do ensino da Engenharia Civil. As diferenças entre estas duas vertentes eram sutis e a Escola Central continuou subordinada ao Ministério da Guerra. Em 1874, a Escola Central transferiu-se do Ministério do Exército para o Ministério do Império, passando a ser denominada Escola Politécnica (hoje Escola Politécnica da UFRJ), atendendo apenas a alunos civis. Posteriormente, veio a ser fundada 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).

Uma diferença curiosa entre as pri-

meiras escolas paulistas de engenharia diz respeito à influência do sistema de ensino estrangeiro. A Escola Politécnica seguiu o sistema germânico devido ao seu primeiro Diretor, Eng. Antonio Francisco Paula e Sousa, haver estudado e se graduado em Karlsruhe, na Alemanha, ao passo que na Escola de Engenharia Mackenzie a influência foi norte-americana, em função de sua fundação ter sido obra de missionários da Igreja Presbiteriana americana.

Em relação ao curso de Arquitetura, suas raízes remontam à criação da Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios por D. João VI, em 1816, cuja finalidade era promover e difundir o ensino de conhecimentos considerados como indispensáveis para a “comodidade e civilização dos povos”. A 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, mudando novamente de nome para Escola Nacional de Belas Artes em 1889, com o advento da República.

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

Em meados do século XX, em um contexto social e científico completamente diferente do século XIX, ocorre em 1945 a separação definitiva do Curso de Arquitetura da Escola de Belas Artes, sendo criada a Faculdade Nacional de Arquitetura, quando



ela passa a compor a Universidade do Brasil, hoje UFRJ. Sucessivamente, pelo lado paulista, o descolamento entre a Arquitetura e a Engenharia ocorre em 1947, na Escola de Engenharia Mackenzie, com a criação da Faculdade de Arquitetura do Instituto Mackenzie. Fenômeno análogo se dá em 1948 na Escola Politécnica, com o surgimento da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, levando a cabo a distinção formal das profissões.

Resta claro, assim, que os atuais cursos de Arquitetura (a partir de seus antecedentes pedagógicos e metodológicos) possuem pontos de partida bastante distintos, antagônicos em certo sentido: as escolas de engenharia (Politécnicas) ou as escolas de artes plásticas (Belas Artes), chegando ao ponto de causarem a coexistência de dois currículos simultâneos (o de orientação Politécnica e o de orientação Belas-Artes).

Apesar de todo o exposto histórico ser real, e explicar um conjunto de elementos da “problemática” discutida no item anterior, isto não parece ter afetado a trajetória da arquitetura brasileira, ao menos no século XX. Mesmo inseridos no conflito entre o “rígido e matemático ambiente politécnico” e o “descontraído e sensível ambiente artístico”, diversos profissionais de renome de ambas as escolas, conforme citado na Introdução, superaram suas limitações, fossem elas quaisquer.

4. ALGUMAS VARIÁVEIS PARA O EQUACIONAMENTO DO PROBLEMA

A análise detalhada do problema posto e a proposição de soluções definitivas fogem ao escopo de tão breve artigo (muito, aliás, já se escreveu sobre o tema). Nesta seção intenciona-se destacar, com brevidade, três variáveis.

Primeiro, acerca da ênfase dada pelos arquitetos às informações intuitivas, visuais, artísticas e subjetivas, ou seja, ao lado direito do cérebro; enquanto que os engenheiros, às informações racionais, diretas, unívocas, lógicas, matemáticas, sequenciais e objetivas, ou seja, ao lado esquerdo do cérebro. Uma maneira adequada de utilizar a mente no que concerne às atividades da engenharia de estruturas é desenvolver as duas vertentes de forma harmônica e equilibrada. O lado intuitivo processaria as informações rápida e subjetivamente, e a razão forneceria 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. Assim, a busca pelo “sentimento estrutural”, aspirada pelos arquitetos, não pode ser desconectada dos conceitos fundamentais teóricos, imprescindíveis para a verificação, revisão e consolidação do próprio procedimento criativo.

Laranjeiras (2011) pondera que o desenvolvimento da Engenharia de Estruturas em múltiplas áreas do conhecimento, o apego da Arquitetura às tradições artísticas e o receio de ter sua criatividade restringida por parâmetros científicos ou lógicos ajudam a cavar um fosso entre as duas áreas de conhecimento, com prejuízos para ambas, alimentado por grandes equívocos, tais como: o arquiteto pensar que o projeto estrutural é atribuição exclusiva do engenheiro, e o engenheiro imaginar que as estruturas mais bem resolvidas cientificamente são as melhores soluções estéticas, o que não é absolutamente verdade.

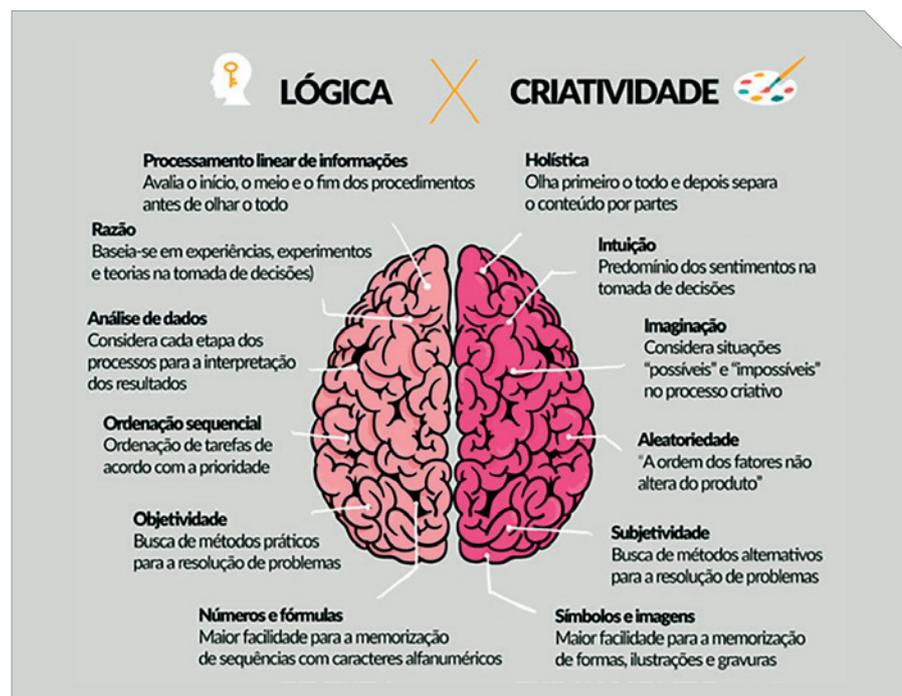


Figura 3 – Os dois lados do cérebro: lógica x criatividade

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

A segunda variável é o fator “pre-disposição” do aluno. Não há efetividade no ensino se não houver a vontade ou inclinação do sujeito alvo para aprender. O universo atual de informações e atrações, acessível com o mínimo de esforço, representa um enorme obstáculo para o aprendiz, especialmente para o técnico, que exige concentração, exercício contínuo e certa aptidão.

Por fim, a última variável reside na fórmula ideal para o ensino/aprendizagem das estruturas. É certo que não há resposta única ao enigma da esfinge. Se houvesse, é porque já não haveria mais inovação ou ousadia, não existiria mais a inquietude natural do ser humano.

Algumas iniciativas parecem ser muito bem articuladas e merecem destaque. Dentre elas, o programa de Dupla Formação Poli/FAU, o qual proporciona uma fundamentação ampliada aos alunos de Engenharia Civil da Escola Politécnica e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Os alunos optantes pelo programa concluem sua graduação em sete anos: cinco na sua unidade de origem e mais dois anos na de destino.

Os alunos da FAU cursam, na Poli, disciplinas que tratam de questões tecnológicas, dos processos construtivos, da infraestrutura urbana e regio-

nal, da logística, do meio ambiente, da gestão de projetos, de empreendimentos e da obra, além do planejamento econômico e financeiro dos empreendimentos. Os alunos da Poli, por sua vez, adquirem na FAU uma visão mais abrangente da Arquitetura e Urbanismo, compreendendo as questões do projeto de edificações, do planejamento urbano e regional, do planejamento paisagístico, da história da arte e do conforto ambiental.

Embora, como é natural, que os dois cursos ministrem diversos saberes similares, as diferenças de ênfase e de conteúdo chamam a atenção. Gallo Junior (2015) realiza uma detalhada análise acerca do ensino de construção de edifícios nas duas escolas.

Assim, o programa de Dupla Formação Poli/FAU parece ser uma alternativa que busca resgatar a interdisciplinaridade dos dois ofícios, expande a capacidade de diálogo entre as disciplinas e proporciona uma base de conhecimento ampliada a uma parcela de profissionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das estruturas é um pré-requisito indispensável ao arquiteto, tanto quanto ao engenheiro civil. Embora estas formações, atualmente, possuam características, linguagens e ênfases distintas, a maneira

mais adequada de trabalhar as tarefas da engenharia de estruturas é harmonizar o lado intuitivo e criativo, que processa as informações rápida e subjetivamente, com a razão e a lógica, que garante ordenação e objetividade às primeiras impressões.

A crítica de muitos arquitetos acerca de sua formação nesta área é procedente, o que justifica a busca de metodologias inovadoras. Todavia, não há solução única ou perfeita, exigindo também o desenvolvimento da concentração e da aptidão pela disciplina e exercício contínuo, o que se constitui em uma particular barreira para as gerações atuais, de entendimento rápido, mas muitas vezes efêmero, característica esta amplificada pelos recursos tecnológicos contemporâneos.

Uma alternativa interessante reside nos programas de dupla formação Engenharia Civil conjugada à Arquitetura e Urbanismo, o qual resgata, ao menos parcialmente, a formação histórica comum dos dois ofícios, expandindo a capacidade e a base de conhecimento daqueles que nela ingressam.

Como Édipo em Tebas, o arquiteto deve buscar vencer o “enigma das estruturas” com inteligência e beleza, enfrentando o destino inevitável das suas responsabilidades técnico-profissionais. 

▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gallo Junior, F. Ensino de construção de edifícios: FAUJSP x EPUSP. 2015. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/D.16.2016.tde-25042016-142830.
- [2] 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: 22 nov. 2020.
- [3] Nóbrega, P. G. B.; Nóbrega, S. H. S. Engenheiro civil x arquiteto: conflito no aprendizado das estruturas. Revista de Ensino de Engenharia. v. 39, p. 183-191, 2020.
- [4] Vale, C. M. et al. Apresentação. In: 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/1kCwF3bj22b5lCvI96hZl-cYcE5Z7v_zK/view>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- [5] Vasconcelos, A. C.; Carrieri Jr., R. A escola brasileira do concreto armado. São Paulo: Axis Mundi, 2005.

