UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

RITA DE CÁSSIA PEREIRA SARAMAGO

Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil

SÃO CARLOS
2011

RITA DE CÁSSIA PEREIRA SARAMAGO

Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

(Versão Corrigida)

Área de Concentração:
Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia

Orientador:
Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S243e Saramago, Rita de Cássia Pereira
 Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do
Brasil / Rita de Cássia Pereira Saramago ; orientador
João Marcos de Almeida Lopes. -- São Carlos, 2011.

 Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em
Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2011.

 1. Ensino. 2. Estruturas. 3. Arquitetura. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Arquiteta e Urbanista RITA DE CÁSSIA PEREIRA SARAMAGO.

Dissertação defendida e julgada em 18/01/2011 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **JOÃO MARCOS DE ALMEIDA LOPES - (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) aprovada

Prof. Titular **CARLOS ALBERTO FERREIRA MARTINS**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) aprovada

videoconferência
Prof. Titular **ADOLPHO POLILLO**
(Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ) aprovada

Prof. Titular **RENATO LUIZ SOBRAL ANELLI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo

Prof. Associado **PAULO CÉSAR LIMA SEGANTINE**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Ao meu avô, Tarcilo, que sempre inventou
um jeito de fazer as coisas pararem em pé.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que contribuíram para que sua concretização fosse possível.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos-USP, na figura de cada um de seus membros (funcionários e docentes), agradeço por me recepcionar e acreditar em meu trabalho.

Recordo também o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da bolsa de mestrado concedida.

Ao meu orientador – João Marcos de Almeida Lopes – que, sem me conhecer, reconheceu em mim a mesma inquietação uma vez sentida e topou enfrentá-la novamente nesta pesquisa (como bem a defronta em sua prática todos os dias), sou muito grata pela condução paciente e generosa de tantas dúvidas e afobações.

Para os colegas de profissão que encontrei nesse período (hoje posso chamá-los de amigos), deixo registrado meu agradecimento por compartilharem os anseios e receios nessa busca comum em entender a Arquitetura – o que fazemos, que se torna parte do que somos.

Agradeço particularmente aos arquitetos e engenheiros que, tendo vivenciado a construção do caminho aqui revisitado, tão gentilmente se dispuseram a dividir suas memórias, experiências e opiniões. Obrigada por receberem minhas questões quando ainda eram um tanto quanto fragmentadas, transformando-as em um material muito mais rico.

Da mesma forma, minha gratidão vai para os atuais responsáveis pelos cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiros, pois, respondendo aos questionários enviados, permitiram adensar o debate proposto. Espero que o trabalho apresentado seja um retorno digno para que o nosso diálogo continue.

Estendo ainda meu agradecimento sincero aos professores Mario Franco e Carlos Alberto Ferreira Martins, cujas arguições lapidaram os argumentos primeiramente reunidos. Agradeço, com a esperança de que tenha me aproximado mais das expectativas para este trabalho.

Do mesmo modo, registro minha gratidão às colocações e ao apoio do professor Adolpho Polillo que, certamente, em muito contribuíram para a finalização da pesquisa.

De volta à minha terra, faço chegar meu “muito obrigada” aos professores, amigos e familiares que, direta ou indiretamente, participaram desta trajetória.

Sou grata especialmente aos cinco – papai e mamãe, Ana e Simone, Daniel –, que cotidianamente representaram alívio para as horas de cansaço e motivação para continuar. É por vocês que tento o meu melhor, sempre.

Uma das lições que aprendi durante o desenvolvimento desta investigação foi que algumas coisas escapam à percepção humana. Nem sempre podemos ver, mas podemos sentir. Então, por fim, agradeço a essa força maior, cuja presença sinto a cada novo dia, orientando minhas decisões. Eu a chamo de Deus.

Naquele dia, ele avistou a árvore que se erguia do solo, porque fazia calor. A sombra do seu arranjo de galhos (estendido por todos os lados) delimitava um espaço e foi ali que se sentou, protegido do Sol. De um galho, pendia o fruto – mas não o viu.

Absorto na contemplação de tudo mais ao seu redor, não pôde pressentir o que estava por acontecer. E foi tudo muito rápido. No mesmo instante em que a fina haste – cansada de ser puxada por algo que crescia a cada dia – arrebentou, o galho curvo voltou a ser reto e o fruto atingiu-lhe em cheio. Só houve tempo para uma exclamação; misto de dor e surpresa.

O mundo, afinal, era físico.

Seria essa compreensão fruto de riqueza ou perdição?

Enquanto refletia, a Terra continuava seus rodopios pelo ar – numa ciranda sem fim que a mantinha presa àquele mesmo Sol, gerador do calor e da sombra.

(Uma nova versão à história de Newton e a maçã, porque, como dizem, quem conta um conto, aumenta um ponto)

RESUMO

SARAMAGO, R. C. P. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil**. 2011. 436p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

Arquitetura e Estrutura são indissociáveis: a percepção dos artefatos arquitetônicos se estabelece conforme um sistema estrutural que, ao mesmo tempo em que lhes assegura estabilidade mecânica, também lhes garante a integridade de sua forma construída. Além disso, o partido estrutural adotado para um determinado edifício pode ainda favorecer ou dificultar as dinâmicas de uso previstas para os espaços, pois os elementos estruturais interferem na configuração espacial de cada corpo construído. Por outro lado, todo e qualquer material, quando agregado à construção, ali se insere como estrutura em si e como o elemento atômico que possibilita a composição do conjunto estrutural. Assim, a compreensão do papel que as Estruturas desempenham na existência de um objeto arquitetônico já indica a importância que tem o seu domínio para os arquitetos e urbanistas. Dessa forma, este trabalho pretende analisar o processo de transferência do conhecimento sobre Comportamento Estrutural para graduandos das escolas de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, contribuindo com o debate sobre a formação acadêmica e, conseqüentemente, profissional da categoria. Para tanto, primeiramente resgata a evolução da compreensão sobre Estruturas no cenário mundial. A pesquisa também se pauta na configuração de um panorama do estado da arte, analisando como tal evolução ocorreu no país, mediante análise das discussões e das experiências didáticas pioneiras nesse campo disciplinar. Com base em entrevistas realizadas com profissionais que se dedicaram ao tema e na literatura especializada, traça ainda um panorama do ensino e da profissão de Arquitetura e Urbanismo, de maneira a entender como ocorreu a consolidação de um modelo deficitário de ensino de Estruturas no Brasil. A partir do registro comparativo da estrutura curricular e dos recursos didáticos atualmente empregados nas escolas brasileiras, pretende verificar a presença de aspectos didático-metodológicos previamente identificados como necessários ao pleno desenvolvimento de um raciocínio estrutural no processo de formação dos estudantes. Sintetizando as informações coletadas, objetiva-se, por fim, delinear concepções para o ensino de Estruturas em cursos de Arquitetura e Urbanismo, ainda possíveis de serem adotadas diante do quadro esboçado.

Palavras-chave: Ensino. Estruturas. Arquitetura.

ABSTRACT

SARAMAGO, R. C. P. **Teaching structures in brazilian schools of architecture**. 2010. 436p. Master thesis – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2010.

Architecture and Structures can not be separated: the perception of buildings depends on the existence of a structural system that both ensures their mechanical stability and guarantees the integrity of their built forms. In addition, the structural party adopted for a certain building can also favor or inhibit the uses predicted to its spaces, since the structural elements interfere in the spatial configuration of each built form. On the other hand, every building material composes a structure itself and represents the atomic element that creates the structural system as a whole. Therefore, understanding how Structures collaborates to the existence of a building indicates the importance of its knowledge to architects and urban planners. Thus, this work aims to examine the process of transferring knowledge on structural behavior to undergraduate students of Brazilian Schools of Architecture, contributing to the discussion of the technology education of the architect and to the debate on the performance of these professionals. In order to achieve this goal, this study captures how the knowledge about Structures has evolved in the world. It also traces an overview of the state of the art, analyzing how this evolution occurred in Brazil by identifying pioneering learning experiences and theoretical discussions on the subject. Based on interviews with professionals of this field of knowledge and on literature review, this work examines the schools and the profession of Architecture, in order to understand how a deficit model of education has emerged in Brazil. Analyzing the curriculum and the teaching methods currently undertaken by schools, it verifies whether didactic-methodological aspects, considered necessary for developing a structural feeling by the undergraduates, are present or not in the Brazilian architecture courses. Synthesizing all data collected, this study finally aims to outline ideas for teaching Structures in Schools of Architecture that can be adopted considering what has been studied.

Keywords: Teaching. Structures. Architecture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema estrutural de uma catedral	44
Figura 2 – Primeiro teste científico sobre tensão em cordas, por Leonardo da Vinci	45
Figura 3 – Experimentos sobre flexão em vigas por Mariotte	46
Figura 4 – Projeções da <i>Saint Paul's Cathedral</i>	47
Figura 5 – Interior do Palácio de Cristal, em Londres	50
Figura 6 – Embarcação em concreto por Lambot	53
Figura 7 – Patente Monier de 1878	54
Figura 8 – Prova de carga em um protótipo de laje lisa de Maillart	55
Figura 9 – Concha de um náutilo	59
Figura 10 – Modelo de catenária por Antoni Gaudí	60
Figura 11 – Planetário de Jena	61
Figura 12 – Mercado de Abastos de Algeciras por Torroja	63
Figura 13 – Hangar de Orvieto por Nervi	65
Figura 14 – Teste de resistência de um <i>paraguas</i>	67
Figura 15 – Cobertura da Exibição de Novgorod	70
Figura 16 – Cobertura tensionada em Kassel	71
Figura 17 – Instituto de Estruturas Leves	72
Figura 18 – Cúpula geodésica em Montreal por Fuller	73
Figura 19 – Ensaio da cobertura da biblioteca de Basileia por Hosdorf	75
Figura 20 – Museu de arte de Milwaukee por Calatrava	75
Figura 21 – Capa da revista Estrutura, volume 2	79
Figura 22 – Autoinfluenciógrafo da UnB, projetado por Edgar Cardoso	81
Figura 23 – Modelo de flambagem, construído segundo proposta de José Amaro Santos	87
Figura 24 – Exemplo de estrutura natural analisada na obra de Vasconcelos	88
Figura 25 – Exemplo de ilustração presente no livro Geodésicas & cia	89
Figura 26 – Objeto de estudo na FEBASP: cesta	91
Figura 27 – Teste de modelo estrutural na FEBASP	91
Figura 28 – Modelo estrutural explicativo na FEBASP	92
Figura 29 – Teste de modelo em argamassa armada	92
Figura 30 – Exemplos de exercícios desenvolvidos na PUC-Camp	93
Figura 31 – Protótipo de escadas drenantes em elementos pré-fabricados	94

Figura 32 – Comparação entre Estruturas e Dança	96
Figura 33 – Exercício no Canteiro Experimental da FAU-USP	98
Figura 34 – Fachada Sul do MES	116
Figura 35 – Esquema estrutural do MES	117
Figura 36 – Pavilhão do Brasil em Nova York	118
Figura 37 – Interior do Pavilhão do Brasil	118
Figura 38 – Casa de Baile da Pampulha	119
Figura 39 – Cassino da Pampulha	119
Figura 40 – Iate Clube da Pampulha	119
Figura 41 – Abóbadas da Capela da Pampulha	119
Figura 42 – Capela de São Francisco de Assis	119
Figura 43 – MASP em construção	121
Figura 44 – Museu de Arte de São Paulo	121
Figura 45 – Corte, mostrando a estrutura do Palácio da Alvorada	122
Figura 46 – Pilares do Palácio da Alvorada	122
Figura 47 – Catedral Metropolitana em construção	123
Figura 48 – Catedral Metropolitana de Brasília	123
Figura 49 – Pilares da Catedral em construção	124
Figura 50 – Escoramento dos pilares da Catedral	124
Figura 51 – Congresso Nacional em construção	125
Figura 52 – Congresso Nacional, em Brasília	125
Figura 53 – Elementos estruturais da cúpula da Câmara dos Deputados	125
Figura 54 – Exemplo de trabalho do Curso Integrado: projeto do processo de produção de tijolo solo-cimento	135
Figura 55 – Levantamento de mobiliário de habitação no Parque Maria Fernanda	136
Figura 56 – Estrutura com o corpo, prática construtiva e teste de protótipo na USJT	138
Figura 57 – Tijolo produzido na usina criada para o Projeto Favela USP	139
Figura 58 – Estrutura pedagógica da UNIMEP em 1994	140
Figura 59 – Exemplo de exercício construtivo desenvolvido na UNIMEP	141
Figura 60 – Exemplos de experimentações desenvolvidas no canteiro da FAU-USP	142
Figura 61 – Curso “Fundamentos da Construção” na PUC Minas	144
Figura 62 – Estrutura curricular do curso da PUC Minas	145
Figura 63 – Aulas práticas do curso Canteiro-Escola da EESC/USP	147

Figura 64 – Domo geodésico e andador de bambu para criança, desenvolvidos pelo LILD	150
Figura 65 – Exemplos de modelos desenvolvidos no LASE	151
Figura 66 – Exemplos de modelos desenvolvidos pelos alunos na FAU/UFRJ	152
Figura 67 – Fases de uma animação referente ao conceito de esforços solicitantes	154
Figura 68 – Linha do tempo das experiências	157
Figura 69 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 1974	165
Figura 70 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 1994	165
Figura 71 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 2010	166
Figura 72 – Casa Grelha, por BCMF	188
Figura 73 – Concurso para o Pavilhão do Brasil na Expo 92', por GrupoSP	188
Figura 74 – Novo Circo Voador (RJ), por DDG Arquitetura	188

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução dos cursos de Arquitetura ao longo do tempo	165
Gráfico 2 – Crescimento dos cursos de Arquitetura por região	166
Gráfico 3 – Resposta aos questionários enviados às escolas	181
Gráfico 4 – Forma de organização curricular dos cursos	181
Gráfico 5 – Integração entre disciplinas de Estruturas, Projeto e História	183
Gráfico 6 – Presença de abordagem qualitativa nos cursos	183
Gráfico 7 – Forma de enfoque do conhecimento qualitativo	184
Gráfico 8 – Distribuição dos espaços institucionais para práticas experimentais	185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disciplinas que compõem a proposta de ensino de Estruturas de Polillo	80
Tabela 2 – Níveis que compõem a proposta de ensino de Estruturas de Zanettini	85
Tabela 3 – Organização curricular da Escola da Cidade	148

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO: O que um arquiteto faz e por que precisa das Estruturas?	27
1.1 Organização do trabalho	35
2. REVISÃO DA LITERATURA: O conhecimento sobre Estruturas ao longo do tempo	39
2.1 Da Antiguidade ao Renascimento: experiência e tradição	41
2.2 Séculos XVII e XVIII: o desenvolvimento do conhecimento científico	45
2.3 Século XIX: o ferro e a aplicação da ciência	49
2.4 Final dos anos 1800: surge o concreto armado	53
2.5 Início do século XX: a ciência dos materiais nasce entre guerras	55
2.6 1920 a 1960: a retomada da experimentação	60
2.6.1 As cascas de concreto	62
2.6.2 As estruturas espaciais de peso mínimo	69
2.7 De 1960 em diante: o computador no contexto contemporâneo	74
3. REFLEXÕES PIONEIRAS: A discussão sobre o ensino de Estruturas chega ao Brasil	77
4. ENSINO E PROFISSÃO DE ARQUITETURA NO BRASIL: Entre 2 modelos e 200 cursos	105
4.1 Entre 1930 e o golpe militar: reconhecimento da arquitetura e revisão do ensino	114
4.1.1 1930-1964: revisão do ensino e interrupção pela ditadura	127
4.2 Experiências nas escolas de Arquitetura após 1964	132
4.3 Reforma de 1969 e o novo ensino privado	158
4.4 Após a expansão, a regulamentação	168
4.5 Quadro atual: pesquisa exploratória sobre os cursos	179
5. CONSIDERAÇÕES: Retomando o tema	191
REFERÊNCIAS	201
ANEXOS	211
ANEXO A – Entrevista com Yopanan Rebello	213
ANEXO B – Entrevista com Aluizio Margarido	223
ANEXO C – Entrevista com Siegbert Zanettini	231
ANEXO D – Entrevista com José Lourenço Castanho	249
ANEXO E – Entrevista com Augusto Vasconcelos	261
ANEXO F – Entrevista com João Del Nero	281
ANEXO G – Entrevista com Vitor Lotufo	295
ANEXO H – Entrevista com Mario Franco	305
ANEXO I – Entrevista com Maxim Bucaretti	317
ANEXO J – Entrevista com Maria Amélia Leite	333
ANEXO K – Entrevista com Henrique Lindenberg Neto	349

ANEXO L – Entrevista com Anália Amorim	363
ANEXO M – Entrevista com Paulo Fernando Rodrigues	371
ANEXO N – Entrevista com Adolpho Polillo	377
ANEXO O – Entrevista com professores da PUC Minas	391
ANEXO P – Entrevista com Francisco Rodrigues	411
ANEXO Q – Entrevista com Luís Eustáquio Moreira	419
ANEXO R – Lista dos cursos consultados	429
ANEXO S – Lista dos cursos não tabulados	435

1.

INTRODUÇÃO:

O que um arquiteto faz e por que precisa das Estruturas?

Créditos das imagens:

LOPES; BOGÉA; REBELLO, 2006.
REBELLO; BOGÉA, 2001.

O homem constantemente busca melhorar o ambiente que lhe cerca, moldando-o segundo suas necessidades: seja através da extração de recursos naturais e minerais, do cultivo da terra, da criação de instrumentos mecânicos que ampliem sua força, do desenvolvimento de inovações tecnológicas, da troca desses bens extraídos, cultivados e produzidos, das manifestações culturais, do exercício da crença, ou da atuação política e social. Sendo assim, a ação de qualquer profissional dentro de um campo específico do saber corresponde também a uma transformação da realidade ao seu redor.

Arquitetos e urbanistas modificam o que existe justamente ao propor espaços para que essas tantas outras atividades humanas possam ser realizadas, influenciando de maneira direta sobre a configuração física do mundo. E, para que possam operar a modificação que deles se espera, devem convocar simultaneamente uma série de fatores (tanto para melhor atender às múltiplas facetas da ação humana, quanto às exigências próprias da criação de edifícios e cidades): as necessidades físicas e psicológicas dos usuários, suas formas de expressão cultural e histórica; a intervenção no ambiente natural, constituído por elementos climáticos, geomorfológicos e de vegetação; a mediação dos eventos sociais pelo estabelecimento de relações entre espaços públicos e privados, como também pela determinação das condições de acessibilidade a eles; a disponibilidade de recursos temporais, humanos, financeiros e econômicos; as propriedades físicas e químicas dos materiais de construção; e, finalmente, a articulação de formas submetidas a sistemas construtivos e estruturais específicos.

Entre tantas condições que devem ser consideradas por esses profissionais, em que medida importaria estudar particularmente o processo de formação em Estruturas dentro das escolas de Arquitetura e Urbanismo, objetivo deste trabalho? A justificativa para tanto se encontra na percepção de que, destituída de estrutura, qualquer forma física (seja a de uma pedra, de uma árvore, de um inseto, de uma máquina ou de uma casa) não pode ser preservada e, sem a estabilidade da forma (daquele arranjo específico de geometrias e materiais para resistir a forças vindas de todas as direções), a própria existência da Arquitetura perde sua razão de ser.

Desse modo, apesar de outros muitos elementos integrarem os objetos da produção arquitetônica, a diferença reside no fato de que a presença deles nem sempre é vital: um edifício pode existir sem pintura ou equipamentos eletrônicos, por exemplo, mas não sem um sistema estrutural que lhe dê sustentação. E ainda que esse simples arranjo de elementos estruturais colocado no espaço não se constitua necessariamente como Arquitetura (*espaço humanizado*), torna-a, contudo, possível. Por isso, o conhecimento da origem estrutural dos artefatos arquitetônicos é básico para uma profissão que dela depende.

Assim sendo, investigar como ocorre a formação da categoria na área de Estruturas implica a constatação de que, se houver deficiências no seu processo educativo, esses profissionais ficam comprometidos de exercer plenamente sua prática e, por conseguinte, de intervir *críticamente* sobre a criação dos espaços sob sua responsabilidade (a parte da transformação do mundo que lhes cabe). Esta pesquisa, portanto, parte do pressuposto de que há uma conexão estreita entre processo de formação e atuação profissional. Apesar de não ser possível afirmar que aquele condicione esta, acredita-se que as reflexões e as experiências desenvolvidas durante a graduação contribuam com o desempenho futuro das atribuições de cada ofício, incluindo o dos arquitetos e urbanistas.

Mas o que poderia ser considerado então um processo de formação adequado? Para nos ajudar a responder essa pergunta, recorremos a Georg Simmel (1858-1918) – filósofo alemão que investigou a constituição do indivíduo dentro do processo cultural da modernidade. Crescendo em um contexto marcado pela reunião dos estados germânicos sob um único império – o que, por sua vez, impulsionou o desenvolvimento industrial e o aparecimento da rede ferroviária na Alemanha (atraindo para as cidades um contingente cada vez maior de pessoas em busca de melhores condições de vida) –, Simmel vivenciou a transformação de seu país, em poucos anos, de feudal a urbano-capitalista-industrial. Nada mais natural que se ocupasse em analisar as reações do homem frente a essa nova realidade.

Embora o tempo diagnosticado por esse pensador não seja nosso contemporâneo, algumas de suas reflexões subsistem e podem favorecer a compreensão do contexto atual. Isso porque um ponto central da filosofia de Simmel se refere ao conceito de *Bildung*: termo que, apesar de não ter correspondência em português, poderia ser entendido enquanto formação, na medida em que se relaciona com a idéia de construção individual do conhecimento – indicando a forma como o sujeito pode desenvolver sua unidade orgânica, por meio do aperfeiçoamento completo de seus talentos e habilidades.

Segundo a concepção de Georg Simmel¹, o significado de *Bildung* também estaria relacionado ao conceito de cultura da seguinte forma: o espírito (ou sujeito), para atender às suas mais variadas necessidades, produz inúmeras formações (ou objetos) que, ao serem criadas, autonomizam-se daquele que as originou (eis a modificação do mundo pelo homem da qual se falou mais acima). Entretanto, para realizar a idéia de cultura, o indivíduo, quando confrontado com esses objetos, deve reincorporá-los em si mesmo.

¹ Para analisar as hipóteses de Simmel, tomamos como base a obra: SIMMEL, Georg. **El individuo y la libertad**: ensayos de crítica de la cultura. Tradução de Salvador Mas. Barcelona: Ediciones 62, 1986. Versão espanhola do original *Das Individuum und die Freiheit* de 1957. Reúne os ensaios do autor sobre o tema.

É nessa interação “sujeito-objeto-sujeito” que se insere a cultura – ou “o ponto de cruzamento entre sujeito e objeto”², nas palavras de Leopoldo Waizbort, quem estudou com maior aprofundamento as reflexões do autor alemão. Todavia, ao abarcar os objetos novamente em si, o último sujeito manifesta-se como algo diferente do primeiro, tornando-se mais refinado. Nesse sentido, de que o processo cultural promove o refinamento da subjetividade, isto é, o cultivo do indivíduo, é que o conceito de cultura se liga com o termo *Bildung*.

Além de vincular a idéia de cultura com a relação sujeito-objeto, Simmel também a conecta com a interação meio-fim, pois seu progresso depende da capacidade do indivíduo em conseguir alcançar os fins de que precisa através dos meios dos quais dispõe, exigindo o conhecimento da rede de causalidades (da *cadeia teleológica*, como denomina o autor) envolvida no processo. Portanto, de acordo com seu pensamento, a diferenciação entre níveis mais ou menos elevados de cultura não se dá somente pela avaliação da extensão da rede de causas e efeitos de uma determinada população. É imprescindível também determinar qual é o grau de *compreensão* que os componentes dessa civilização têm acerca dessa corrente.

Nesse ponto, fica possível visualizar porque a modernidade propicia a *autonomização dos meios*, apontada por Georg Simmel. Afinal, o aumento expressivo da cadeia teleológica nos tempos modernos – dos instrumentos e aparatos necessários para alcançar uma intenção determinada – acaba dificultando a consciência dos fins últimos, pois exige que, para sua realização, sejam empreendidos inúmeros desvios. Por outro lado, a própria consecução das etapas intermediárias geralmente não ocorre de forma direta, dependendo de meios que se apóiam em outros meios, criando uma espécie de “labirinto de meios”³.

Se bem observarmos, no mundo contemporâneo, em comparação ao período vivido pelo filósofo alemão, essa condição de emancipação das formações humanas foi intensificada: basta verificar a precocidade com que os aparelhos eletrônicos e de informática passam a ser considerados obsoletos, ou a quantidade de informações diariamente veiculadas pelos meios de comunicação em massa. Se Simmel já identificava um encolhimento do mundo com o aparecimento da energia elétrica e do transporte ferroviário, o autor provavelmente ficaria espantado ao se deparar com os meios aéreos de transporte, o computador, a Internet, o celular, a máquina digital e os alimentos de rápido cozimento – para citar apenas alguns dos diversos novos objetos criados pela humanidade.

Nessa realidade, em que ocorre o desenvolvimento exacerbado dos meios, importa

² WAISBORT, Leopoldo. **As aventuras de Georg Simmel**. São Paulo: Editora 34, 2000. p.119. Neste livro, Waisbort analisa a vida e a obra de Simmel como pensador da cultura, da sociedade e do indivíduo na modernidade.

³ Ibid, p.161.

perceber também que o processo de conhecimento passa a ser identificado com um *acúmulo de informações* sobre os vários conteúdos criados, deixando de significar uma forma de enriquecimento da personalidade a partir da reincorporação de tais objetos ao sujeito – ou seja, perde sua ligação com a idéia de *Bildung*. Além disso, como a evolução dos recursos nem sempre acompanha a capacidade dos indivíduos de compreendê-los, essa soma de informações é realizada, muitas vezes, de forma *parcial e superficial*.

É justamente pelo esquecimento, pela impossibilidade de re-subjetivação, que, conforme Simmel, a cultura moderna adquire um caráter *trágico*. Isolados e autônomos, os objetos produzidos pelo homem não mais se relacionam com o ser que os criou até o ponto de nada mais significarem para ele. Se nada mais lhe dizem, também não mais se pergunta sobre sua finalidade. Perder a capacidade de questionar sobre os frutos de sua produção corresponde, por fim, à incapacidade de *julgar*. Contra a perpetuação da inaptidão em usar o juízo crítico ao intervir na transformação do ambiente físico, é que esta pesquisa se insere, pretendendo avaliar como vem sucedendo a educação dos arquitetos e urbanistas no Brasil, especificamente na área de Estruturas. Afinal, o mesmo movimento identificado por Simmel quanto à formação cultural do indivíduo como um todo se reproduz no processo de educação desses profissionais em relação ao campo estrutural especificamente.

Outro alemão, dessa vez praticante do ofício, é que pode melhor esclarecer sobre a situação da Arquitetura. Convidado para montar um novo programa de ensino de Estruturas para a Universidade de Minnesota, em 1959, Heino Engel apresentou os resultados de sua pesquisa em uma publicação de 1967⁴. Ali, o autor adverte quanto ao dilema do arquiteto na modernidade: o de que prevalece uma recorrente discrepância entre a *amplitude dos conhecimentos* exigidos, por um lado, e as *limitações individuais* do profissional, por outro.

Segundo Engel, em virtude dos avanços técnicos e da permanente ampliação do alcance do conhecimento – isto é, do aumento da *cadeia teleológica* que envolve a Arquitetura, nos termos de Georg Simmel –, é impensável que o arquiteto, por si só e em si mesmo, articule domínio e plena liberdade em todos os aspectos particulares do ofício, necessários ao ato de projetar. Logo, a atividade deve ser auxiliada por outros especialistas e subsidiada por saberes de áreas correlatas para se concretizar enquanto construção – forma física no mundo.

Entretanto, nesse mesmo texto, Heino Engel defende que o arquiteto somente estará capacitado para exercer um *juízo esclarecido* e para *coordenar* todos os aspectos que

⁴ ENGEL, Heino. **Tragsysteme**: structure systems. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1967. Obra consultada: ENGEL, Heino. **Sistemas de estructuras**. Madrid: Blume, 1970. Versão espanhola de Fernando de Aguirre e Yarola, Juan Batanero García do original em alemão.

compõem sua prática se agregar um mínimo sólido de cada campo de conhecimento específico. Assim, o estudante de Arquitetura e Urbanismo precisa desenvolver a capacidade de interpretar fatos e processos pertinentes a diferentes áreas do saber – incluindo a Engenharia de Estruturas – ao menos de uma maneira *criativa*, extraindo dali referências e manipulando-as com desenvoltura em sua atividade como projetista e construtor.

No que concerne às questões relacionadas com a concepção estrutural, o autor observa que, devido às inovações tecnológicas vividas nas últimas décadas, elas assumem uma importância crescente no fazer arquitetônico. Isso porque, enquanto antigamente o projeto estrutural era concebido a partir do conhecimento adquirido por *experiência e tradição* para atender às formas passíveis de aplicação na composição estrutural de um edifício, a constante superação das barreiras naturais, no campo da construção, possibilitou a criação de variadas formas que exigem a solução de problemas estruturais de maior *complexidade*.

Explico melhor: em tempos passados, as técnicas de construção impunham às formas limites claros e era a compreensão dessas restrições que tornava tão explícita a presença dos procedimentos construtivos e dos sistemas estruturais na Arquitetura. Já atualmente, as exigências estruturais colocam quase nenhuma restrição à liberdade formal. Contudo, ainda que os limites que vinculavam matéria e forma tenham sido expandidos, a necessidade de se garantir a *estabilidade mecânica* e a *integridade física* dos artefatos arquitetônicos não desapareceu. Pelo contrário, aumentou sua complexidade. Dessa maneira, no novo contexto, o conhecimento de como se comportam as Estruturas em seus adequados regimes de trabalho tem se tornado, para o arquiteto – profissional responsável pela adoção de um partido estrutural na concepção de um espaço –, cada vez mais importante: tanto para a proposição de soluções arquitetônicas racionalmente coerentes, quanto para o desenvolvimento de novas soluções aos problemas advindos do aparecimento de técnicas de construção e de materiais inéditos.

Retomando as reflexões de Simmel, poderíamos aventar que, para ocorrer formação (ou *Bildung*), faz-se necessária a existência de consciência do processo. Logo, a construção do conhecimento sobre qualquer campo do saber (incluindo o das Estruturas) deve pautar-se não no acúmulo de informações – que apenas vão continuar a se acumular de forma crescente –, mas no desenvolvimento de um raciocínio que possibilite compreender como ocorre a constituição dos produtos específicos dessa área do conhecimento. No caso particular das Estruturas, considerando que não seria cabível colecionar integralmente toda a gama de possibilidades em termos de materiais e sistemas disponíveis, prevalece a necessidade de se orientar para uma apropriação de “*como*” tais materiais e sistemas se comportam, permitindo sua manipulação a partir da compreensão analítica das diversas possibilidades construtivas.

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*. Por isso, ao enunciar as formas de transferência do conhecimento sobre Estruturas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, esta pesquisa pretende verificar como o “*sentimento estrutural*” dos discentes vem sendo (ou não) cultivado.

Consideramos que a escola constitui um privilegiado local de ensaio para a reavaliação da prática profissional, justamente porque é ali que se articulam, sintética e analiticamente, as *partes* que compõem o *todo* de um ofício. Isto posto, questionar a lógica de formação dos arquitetos e urbanistas pelo exame dos processos de ensino do Comportamento Estrutural representa uma tentativa de esboçar um campo de limitações que, se existentes, podem restringir-lhes a capacidade *criativa* e *investigativa* como profissionais. É sobre o desenvolvimento dessa consciência crítica que a discussão presente neste estudo se fundamenta.

Além disso, apesar de vários autores terem se dedicado ao tema – como os capítulos seguintes irão demonstrar –, a literatura ainda se ressentia com a falta de uma sistematização mais apurada das reflexões e argumentos por eles defendidos, bem como do mapeamento das experiências didáticas diferenciadas que vêm sendo colocadas em prática nos diversos cursos Brasil afora. É certo que este trabalho não pretende alcançar todo o universo de circunstâncias que se avolumam, principalmente se for considerado o atual contingente de escolas de Arquitetura e Urbanismo implantado no país⁵. Porém, é propósito desta investigação levantar, sistematizar e analisar algumas propostas inequivocamente relevantes (encerradas ou ainda em processo de implantação), que possam ajudar a melhor compreender os aspectos positivos e as reais deficiências do processo de ensino/aprendizado do Comportamento Estrutural.

Por menor que seja a contribuição que os argumentos aqui reunidos possam representar, espera-se que, ao menos, consigam retomar o debate (tão profícuo em outros tempos) sobre o campo de ação e reflexão da Arquitetura, (re)introduzindo as seguintes dúvidas: “Como chegamos até aqui?”, “Já foi diferente?”, “Ainda tem jeito de mudar?”, “Valeria a pena mudar?”. Os tantos “E se...?” que fizeram o conhecimento sobre as Estruturas

⁵ A Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA) apontava, em 2008, a existência de 183 cursos de Arquitetura e Urbanismo, distribuídos por todo o país. Cf. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARQUITETURA. Disponível em: <<http://www.abea-arq.org.br/cursos.html>>. Acesso em: 16 out. 2008. Pelo portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), foram identificadas outras 17 escolas superiores de Arquitetura e Urbanismo, integralizando um total de 200 cursos brasileiros. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

avançarem desde que o homem começou a moldar o ambiente e que talvez tenhamos de nos perguntar novamente em favor de uma responsável *práxis*.

1.1 Organização do trabalho

O cumprimento dos objetivos propostos nesta pesquisa dependeu de duas formas diversas de abordagem do objeto de estudo: uma teórica, composta por revisão bibliográfica e documental, ligada à compreensão do estado da arte; e outra empírica, referente à realização de pesquisas de campo, entrevistas e levantamentos de dados. Para a efetivação de tais abordagens, o trabalho foi organizado em quatro etapas gerais.

A primeira delas – esta *Introdução* –, como se viu, apresenta a problemática da pesquisa: qual seja, o *processo de formação dos arquitetos e urbanistas em Estruturas no Brasil*. Assim, esta parte da investigação procurou comprovar o papel e a importância das Estruturas para o fazer arquitetônico, demonstrando que, se existirem deficiências no modelo educativo dos profissionais dedicados à concepção estrutural, eles ficam tolhidos, em parte, de sua capacidade de intervenção crítica sobre os espaços que produzem. Nesse sentido, o primeiro capítulo também teve o intuito de compreender o que poderia ser considerado como um processo de formação apropriado, à luz das reflexões de Georg Simmel e de Heino Engel. A partir do estudo de suas argumentações, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de um *raciocínio estrutural* por parte dos futuros arquitetos, para que os mesmos se tornem capazes de compreender e colocar em prática, na atividade projetual, as inúmeras possibilidades construtivas existentes – tanto em termos de materiais, quanto de sistemas estruturais disponíveis.

A segunda etapa da investigação, reunida no *Capítulo 2*, por sua vez, tratou de perceber como foi se transformando a compreensão sobre as Estruturas ao longo do tempo, por meio da literatura especializada e de depoimentos fornecidos pelos profissionais que vivenciaram tal processo⁶. Através do panorama histórico traçado, tornou-se possível verificar os principais recursos utilizados para se conhecer o Comportamento Estrutural. Em

⁶ Ao longo do ano de 2009, realizamos uma série de entrevistas com arquitetos e engenheiros civis atuantes no Brasil, cuja contribuição acadêmica e profissional foi considerada importante para os objetivos deste trabalho. Cronologicamente, o quadro dos entrevistados ficou assim composto: Yopanan Conrado Pereira Rebello (04 de maio); Aluízio Fontana Margarido (04 de maio); Siegbert Zanettini (26 de maio); José Lourenço de Almeida Braga Castanho (27 de maio); Augusto Carlos de Vasconcelos (27 de maio); João Antonio Del Nero (15 de junho); Vitor Amaral Lotufo (16 de junho); Mario Franco (30 de junho); Maxim Bucarechi (08 de outubro); Maria Amélia Devitte Ferreira D'Azevedo Leite (09 de outubro); Henrique Lindenberg Neto (13 de outubro); Anália Maria Marinho de Carvalho Amorim (14 de outubro); Paulo Fernando Neves Rodrigues (21 de outubro); Adolpho Polillo (22 de outubro); Roberto Eustáquio dos Santos, Margarete Maria de Araújo Silva e Vanessa Borges Brasileiro (17 de novembro); Francisco Carlos Rodrigues (18 de novembro); e Luís Eustáquio Moreira (20 de novembro). Para a transcrição completa das entrevistas, consultar os ANEXOS A a Q.

um primeiro momento, por exemplo, o desenvolvimento das edificações estava fundamentado na observação dos exemplos precedentes, no conhecimento acumulado sobre as propriedades dos materiais de construção, como também no uso da geometria para o estabelecimento das dimensões mais pertinentes aos elementos estruturais.

Já entre os séculos XVII e XVIII, surgiu e estabeleceu-se o conhecimento científico sobre as Estruturas. A partir de então, os fenômenos físicos determinantes do Comportamento Estrutural passaram a ser explicados e ensinados mediante procedimentos matemáticos. Contudo, ainda nesse momento, com exceção das grandes obras de Engenharia, a construção das edificações continuava dependente de tradições construtivas milenares. Apenas em meados do século XIX, com a ampliação da escala de produção do ferro e do vidro e em virtude do aparecimento de tipologias arquitetônicas inéditas, é que ocorreu a aplicação prática da Teoria de Estruturas desenvolvida no período anterior.

O século XX, ao seu lado, pode ser caracterizado pela retomada dos métodos experimentais no processo de investigação estrutural. Em parte, tal retomada se justifica pelo nascimento da disciplina de Ciência dos Materiais – responsável por comprovar a existência de uma estrutura ao nível atômico da matéria. Outro motivo que explicaria o resgate dos procedimentos empíricos refere-se à necessidade de atender, no período, aos sistemas escultóricos em concreto armado e às estruturas espaciais de peso mínimo. Afinal, para esses casos, a complexidade das fórmulas matemáticas necessárias ao seu dimensionamento dificultava a aplicação exclusiva de uma abordagem analítica. Somente após o desenvolvimento dos programas computacionais, entre os anos 1960 e 1980, tal dificuldade seria vencida.

De qualquer modo, importante foi perceber, nesta fase da pesquisa, a existência de várias publicações literárias – decorrentes de estudos realizados pelos profissionais ligados à área após 1920 – que defendiam: o uso de modelos físicos reduzidos no aprendizado da Teoria de Estruturas, a observação dos exemplos naturais para a concepção de soluções estruturais diferenciadas e a inadequação do ensino universitário da época (por continuar a privilegiar apenas a transmissão de modelos numéricos). São estas as referências bibliográficas que iriam influenciar a discussão sobre o ensino de Estruturas no Brasil.

A *terceira* etapa da dissertação pretendeu justamente examinar como a reflexão sobre o ensino de Estruturas se desenvolveu no território brasileiro, apontando os trabalhos teóricos e as experiências didáticas pioneiras, voltadas ao questionamento e à proposta de alternativas em relação ao modelo tradicional de ensino do Comportamento Estrutural. Entre os vários aspectos analisados pelos autores, percebidos como fundamentais para a formação dos arquitetos e urbanistas nesse campo, destacaram-se: a observação das estruturas naturais; a análise das

edificações históricas; o conhecimento sobre as propriedades dos materiais e das técnicas de construção; o desenvolvimento de uma apreensão intuitiva do funcionamento estrutural; bem como a integração entre a sequência de Estruturas e os demais campos disciplinares que compõem um processo de formação em Arquitetura.

Em função do não atendimento, por parte das escolas, a esses aspectos didático-metodológicos considerados importantes para o aprendizado sobre o funcionamento das Estruturas, identificou-se, neste momento do trabalho, a existência do *argumento do déficit de formação dos arquitetos e urbanistas em Estruturas no Brasil*. Segundo os autores consultados, tal qualificação precária seria uma decorrência do processo histórico de constituição dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e dos profissionais no país.

Em virtude disso, no *Capítulo 4*, foram investigados a origem e o desenvolvimento tanto do ensino, quanto da profissão de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. O intuito de tal abordagem sócio-histórica era compreender como teria surgido esse modelo de ensino considerado deficitário pelos autores revisados. Assim, na primeira parte do capítulo, percebeu-se a ocorrência de uma dupla origem das escolas destinadas à educação formal da categoria: ou seguiam o modelo das Belas Artes, ou aquele politécnico. Apenas com a regulamentação de seu ofício em 1933 e com o surgimento do movimento moderno na Arquitetura, os profissionais empreenderam uma campanha em favor da autonomia das escolas em relação aos dois modelos que vigoravam, bem como de sua profissão em relação à Engenharia. Passou-se então a defender a Arquitetura enquanto uma atividade liberal, afeita à realização de projetos.

Analisando a estreita colaboração entre arquitetos e engenheiros civis para a concepção das edificações de caráter moderno, foi possível observar a importância que as Estruturas assumiram, a partir de 1930, para a profissão. Além disso, em virtude do prestígio alcançado pelas obras brasileiras – dentro e fora do país –, apontou-se a existência de uma situação contraditória: *apesar da constante afirmação de que o processo de formação dos arquitetos brasileiros no campo das Estruturas seja insuficiente, a produção da classe obteve reconhecimento derivado da consideração dos aspectos estruturais*.

Assim, os demais subcapítulos desta fase da pesquisa buscaram resgatar as causas da configuração desse paradoxo, analisando: o fechamento inicial das escolas de Arquitetura ao movimento de renovação arquitetônica; o processo de revisão do ensino superior brasileiro ocorrido na década de 1950, incluindo o de Arquitetura e Urbanismo; a interrupção dos movimentos de reforma com a instauração da ditadura militar no país em 1964; as experiências didáticas diferenciadas e pontuais que surgiram após 1964, visando propor alternativas aos padrões tradicionais de educação dos arquitetos; a massificação do ensino com a reforma

universitária de 1969 – responsável por permitir a rápida expansão das instituições, sem assegurar condições mínimas de qualidade para seu funcionamento; e as tentativas de retomada da qualidade desse ensino massificado por meio de legislações específicas.

Além do mais, esta parte da investigação também elaborou um panorama atual sobre os cursos existentes no Brasil, especificamente no que se refere aos processos de aprendizado do Comportamento Estrutural, como uma maneira de tentar verificar se a qualidade pretendia das escolas realmente foi alcançada através de sua regulamentação. A tabulação dos dados colhidos demonstrou, no entanto, o atendimento apenas parcial aos quesitos identificados como importantes para o aprendizado de Estruturas, sugerindo uma real deficiência do processo de formação da categoria no campo estrutural – sobretudo em virtude do grande número de escolas atualmente em funcionamento no Brasil.

Nesse sentido, revendo as principais questões desenvolvidas durante o trabalho, o *Capítulo 5* assinala as seguintes hipóteses que poderiam justificar a percepção de um quadro de formação precário dos profissionais brasileiros em Estruturas: a grande fragmentação entre os campos do saber necessários à formação dos arquitetos; a falta de uma autonomia inicial dos cursos brasileiros destinados à educação da classe (que teria originado um processo de formação cindido); e a criação de um ideário profissional de que seu ofício seja “de exceção” – cuja produção reconhecida também se refere a *obras de exceção*. Noção esta, portanto, contraposta ao processo de massificação do ensino que ocorreu. Por fim, além de tecer considerações acerca de concepções de ensino de Estruturas, ainda possíveis de serem adotadas pelas escolas diante do quadro diagnosticado, o trabalho apresenta a proposta de novos caminhos – decorrentes de outros questionamentos que surgiram durante seu desenvolvimento –, com o intuito de orientar pesquisas futuras referentes à mesma problemática.

2.

REVISÃO DA LITERATURA:

O conhecimento sobre Estruturas ao longo do tempo

Créditos das imagens:

Acervo pessoal de Simone Saramago, 2010.

ADDIS, 2009.

www.educacional.com.br/reportagens/arquitetura/classica.asp

NERVI, 1951.

Em outubro de 1972, a revista *The Structural Engineer*, publicada pela *Institution of Structural Engineers* de Londres, anunciava a formação do grupo “History of structural engineering” – atualmente denominado “The History Study Group”¹. O seu intuito era discutir, em encontros informais, aspectos históricos da Engenharia de Estruturas, de maneira a entender como se deu a evolução dos métodos de projeto e de construção nessa área, reunindo referências do passado para tentar solucionar os problemas do presente. Surgia então uma vertente do campo estrutural preocupada em entender sua própria produção, como decorrência não só de condicionantes técnicos, mas também sócio-econômicos. É com base nas pesquisas de um de seus membros, Bill Addis² – doutor em História e Filosofia do Projeto de Engenharia pela *University of Reading* de Londres –, que parte dos argumentos apresentados nesta etapa da investigação se fundamenta.

Afinal, indo ao encontro das idéias defendidas pelo grupo inglês, acreditamos que, antes de investigar a situação atual, importa ter ciência dos antecedentes que levaram à configuração do quadro contemporâneo, ou seja: *como ocorreu o desenvolvimento do conhecimento sobre Estruturas ao longo do tempo e de que maneira esse conhecimento tem sido apreendido pelos profissionais responsáveis por sua aplicação?*

Para melhor responder a essa questão, outros autores que já se debruçaram sobre o tema também foram consultados, bem como alguns dos arquitetos e engenheiros civis brasileiros envolvidos no processo que, por meio de entrevistas, ajudaram a reconstruir o caminho aqui exposto. Contudo, como o foco do trabalho incide sobre o ensino de Estruturas no Brasil – pretendendo-se apenas esboçar o pano de fundo de onde ele se originou e sobre o qual evoluiu –, sugerimos uma pesquisa direta às fontes para maiores esclarecimentos em relação a cada um dos períodos revisitados. A importância de se analisar as discussões estrangeiras reside no fato de que foram os autores de outras terras estudados quando os nacionais pretenderam questionar a prática de ensino consolidada dentro das nossas fronteiras – como será analisado mais adiante.

2.1 Da Antiguidade ao Renascimento: experiência e tradição

Desde que o homem resolveu se proteger das mudanças do tempo e do entorno hostil,

¹ Sobre o grupo, consultar: THE INSTITUTION OF STRUCTURAL ENGINEERS. **About the study group**. Disponível em: <http://www.istructe.org/technical/study_groups.asp?CID=207>. Acesso em: 16 ago. 2010. Entre os profissionais que já fizeram parte do grupo, podem ser citados: Frank Nweby, James Sutherland, Lawrence Hurst, Alec Skempton, David Billington e Rowland Mainstone.

² Cf. ADDIS, Bill. **Edificação**: 3000 anos de projeto, engenharia e construção. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2009. Obra originalmente publicada sob o título *Building: 3,000 years of design and engineering*, em 2007, pela *Phaidon Press* de Londres, Inglaterra.

construindo abrigos, desenvolveu a percepção da existência das estruturas: aquilo que fazia com que as combinações de materiais e de elementos por ele propostas parassem em pé. O único relato da Antiguidade que chegou até o tempo atual confirma essa percepção, quando Vitruvius³, em I a.C., afirma em latim que a Arquitetura é *utilitas*, *venustas* e *firmitas* – ou, em português, “funcionalidade, beleza e solidez”.

O primeiro componente básico vitruviano, *utilitas*, compreende a exigência de que os espaços projetados realmente sirvam ao propósito para o qual foram concebidos. *Venustas*, por sua vez, é o termo que se liga ao efeito exercido por um artefato sobre as sensibilidades estéticas daqueles que com ele entram em contato. Finalmente, o elemento *firmitas* poderia ser definido como a habilidade da obra em preservar sua integridade física e sobreviver enquanto um objeto material. É nesse aspecto que se encontra a compreensão da necessidade das estruturas, pois, apesar de não constituir finalidade única ou mesmo primeira da Arquitetura, sua resistência (ou solidez) representa uma condição indispensável para que possa materializar-se e permanecer no tempo.

Mas, em uma época anterior à do próprio Vitruvius, quando ainda não conheciam a Física e a Matemática que nos é familiar, como os homens pré-históricos criavam seus sistemas estruturais? A resposta pode parecer simples: observando. Primeiramente, observaram o que existia no seu entorno imediato (as formas e estruturas da natureza) e experimentaram possibilidades de agrupar os elementos encontrados. As experiências bem sucedidas serviram de referência para os novos arranjos e, assim, num processo contínuo de *tentativa* e *erro*, os primeiros construtores foram edificando os espaços que se faziam necessários, repassando o que haviam aprendido para as gerações sucessoras. O que talvez seja mais importante é que, agindo desse modo, adquiriram um *conhecimento intuitivo* das propriedades dos materiais: manipulando-os e moldando-os, foram percebendo as melhores maneiras de *estruturá-los*.

Em outro momento, quando egípcios e gregos começaram a refletir sistematicamente sobre o funcionamento do mundo, desenvolveu-se uma ferramenta que em muito auxiliou a concepção dos espaços arquitetônicos: a geometria. Como explica Bill Addis, os desenhos geométricos, feitos com esquadro e compasso, tornaram possível calcular, por meio de simples regras abstratas e antes mesmo do início das obras, as dimensões gerais da edificação e de seus componentes, facilitando o processo de trabalho. Com o uso da geometria e de

³ Marcus Vitruvius Pollio foi um engenheiro que trabalhou durante o século I a.C., a serviço dos imperadores Júlio César e Otávio Augusto. Escreveu *De Architectura*: um tratado dividido em 10 volumes e que constitui o único registro escrito sobre o projeto e a construção de edificações do período greco-romano a ser conservado até o presente. Para uma versão em português, consultar: MACIEL, Manuel Justino Pinheiro. **Vitrúvio**: tratado de arquitetura. Lisboa: IST Press, 2006.

alguns instrumentos mecânicos que passaram a ser empregados na construção, podia chegar-se a resultados dotados de maior grau de confiabilidade e previsibilidade⁴.

Os arquitetos e engenheiros militares romanos continuaram a fazer uso da *observação*, do *conhecimento dos materiais* e da *geometria* para criarem os grandes espaços do seu Império. Roma vinha crescendo em importância desde 509 a.C., desenvolvendo seus avanços na área da construção junto com aqueles das demais cidades-Estado helênicas. Assim, inexistiu uma transição repentina entre a cultura grega e a romana, sendo que os romanos mantiveram o alto nível de conhecimentos alcançado pelos gregos principalmente por intermédio da estrutura formal de ensino por eles estabelecida:

[...] No apogeu do Império romano, o ensino de engenharia florescia no principal “politécnico” ou escola de engenharia, em Alexandria, e nas muitas escolas locais nas quais eram treinados os milhares de engenheiros militares necessários aos exércitos romanos. Lá se ensinavam a geometria e a mecânica desenvolvidas pelos grandes matemáticos, cientistas e engenheiros da Grécia antiga. A geometria permitia aos engenheiros visualizar e comunicar formas bi e tridimensionais, e lhes fornecia os meios para definir o desenho tanto de um pequeno componente como de uma grande edificação, de modo que se pudesse instruir os artesãos ou empreiteiros. Era lecionado o comportamento mecânico dos quatro meios fundamentais para se obter vantagem mecânica, da mesma forma que ainda (ou melhor, novamente) eles eram ensinados no século XIX: a alavanca, a cunha, a polia e o parafuso⁵.

Em relação aos métodos construtivos, durante os 2.000 anos seguintes (incluindo o período medieval), ocorreu um aprofundamento do conhecimento sobre os recursos materiais existentes e um aprimoramento das habilidades técnicas exigidas para se erguer as edificações – permitindo o teste de estruturas cada vez maiores e mais complexas (particularmente se comparadas às primitivas cabanas uma vez erigidas). É o que também observa Bill Addis, ao analisar as catedrais da Idade Média:

[...] Em vez de transferir as forças da gravidade e do vento ao solo através de paredes e pilastras imponentes, como faziam os romanos, as abóbadas e nervuras de pedra [das catedrais] concentram essas forças em elementos estruturais finos, os quais transferem suas forças a colunas delgadas de seções transversais relativamente

⁴ Entre 3000 e 500 a.C., surgiu a necessidade de se planejar e erguer edificações de grandes dimensões, em virtude da prosperidade econômica e dos conhecimentos intelectuais – aplicáveis ao campo da construção – que se desenvolviam rapidamente durante o mesmo período nas civilizações egípcia, babilônica e grega. Dois papiros são as fontes principais de informações referentes aos conhecimentos matemáticos dos egípcios antigos, por exemplo. O papiro *Golonishev* (ou de Moscou), datado aproximadamente no ano 1850 a.C., traz um texto matemático que contém 25 problemas. Já o papiro *Rhind* (ou *Ahmes*), escrito por volta de 1650 a.C., apresenta um texto matemático na forma de manual prático, contendo 85 problemas copiados em escrita hierática. Quanto aos babilônicos, eles estavam familiarizados com regras gerais de cálculo da área do retângulo e do triângulo, bem como desenvolveram uma fórmula para calcular o perímetro da circunferência. Por outro lado, as primeiras evidências claras quanto ao uso da matemática, da geometria e de procedimentos de projeto formais e sequenciais datam do surgimento de registros escritos, sobretudo, com a emergência da cultura grega (aproximadamente em 500 a.C.). Entre os matemáticos e geômetras gregos que contribuíram para o avanço do campo, podem ser citados: Arquimedes, Pitágoras, Tales de Mileto e Euclides. Para mais, Cf. ADDIS, 2009, passim. EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. Campinas: Unicamp, 1997.

⁵ ADDIS, 2009, p.45-46.

pequenas para criar um esqueleto de pedra de extrema delicadeza. O equilíbrio desse complexo fluxo de forças em três dimensões exigia grande perícia⁶.

Figura 1 – Esquema estrutural de uma catedral
Fonte: Organizado pela autora

Por outro lado, o surgimento desses imponentes e sofisticados artefatos, sem o uso da ciência moderna da Engenharia de Estruturas, deveu-se, em grande parte, ao emprego da alvenaria e da pedra como principais componentes dos elementos estruturais, já que a estabilidade desses materiais – no caso de edificações apenas sujeitas a compressão simples –, independe da escala⁷. Então, por exemplo, se um arranjo de abóbada de tijolo de um metro conseguia sustentar-se, da mesma forma seria capaz de resistir uma abóbada de geometria similar vinte ou trinta vezes maior. Isso porque, como os esforços de

compressão na pedra e na alvenaria são muito pequenos em comparação à resistência do próprio material (menos de cerca de 10%), a capacidade portante dos elementos individuais torna-se virtualmente irrelevante ao sucesso do sistema estrutural como um todo. É por causa dessa característica que Bill Addis acredita que, desde tempos remotos, as maquetes – além da geometria – passaram a ser adotadas como instrumentos de estudo das soluções desenvolvidas⁸.

Apenas em meados do Renascimento, com o aparecimento de novas formas de pensar, é que a compreensão sobre o comportamento das Estruturas começou a mudar – bem como os métodos empregados para transmitir esse conhecimento –, passando de uma abordagem empírica para uma análise quantitativa. Explicamos a seguir.

⁶ ADDIS, 2009, p.95.

⁷ Isso não é válido para as edificações que envolvem elementos estruturais sob flexão. Os métodos de projeto usados em algumas armas para o arremesso de projéteis de pedra do século V a.C. indicam que os construtores da Antiguidade clássica sabiam que nem todos os fenômenos variam em relações lineares. Essa compreensão não seria reconhecida novamente (de forma escrita) antes do início do século XVII, por Galileu Galilei. Em 1638, Galileu mostra que quando se comparam dois corpos geometricamente semelhantes, as forças resistentes estão em relação entre si como o quadrado da escala geométrica, ao passo que os pesos próprios se relacionam com o cubo dessa escala. Quando se passa de um modelo reduzido à escala real, a importância relativa do peso próprio cresce de tal maneira que, ao ser atingido um tamanho limite, o “gigante” rui pela ação exclusiva de seu peso próprio, ao passo que a pequena maquete é capaz de suportar cargas adicionais, além do próprio peso. Essa propriedade ficou conhecida como a “fraqueza relativa dos gigantes”. Para mais, Cf. CARNEIRO, Fernando Luiz Lobo Barboza. Galileu e a Teoria da Semelhança Física. In: Seminário Internacional 350 Anos dos Discorsi Intorno a Due Nuove Scienze, de Galileu Galilei. São Paulo: Marco-Zero, 1989.

⁸ ADDIS, op. cit., p.91-92.

2.2 Séculos XVII e XVIII: o desenvolvimento do conhecimento científico

Conforme visto, até a Renascença, a edificação de espaços empregava um método baseado em observação e generalização: os construtores recolhiam informações sobre o que funcionava e sobre as tentativas que não davam certo, posteriormente criando fórmulas práticas (resumos da experiência consolidada), expressando sua racionalização sobre o processo – ou seja, o conhecimento intuitivo era transformado em dedutivo (e geral), assim que racionalizado. Através dessa forma de trabalho, o conhecimento pôde ser armazenado e passado adiante ao longo dos anos.

O homem renascentista – redescobrimdo o legado greco-romano e envolto numa atmosfera de prosperidade econômica –, contudo, elaborou novas maneiras de entender a realidade, percebendo que a organização de experimentos racionais (não apenas empíricos) poderia fornecer-lhe melhores condições de transformar as coisas nessa mesma realidade. No campo estrutural, um dos principais exemplos de tal método inovador de aproximação ao conhecimento é aquele fornecido por Leonardo da Vinci (1452-1519), cujos esboços e anotações sobre suas experiências pessoais – baseadas na criação de modelos abstratos de funcionamento do mundo – demonstram que explorou questões sobre o comportamento básico das Estruturas. A título de ilustração, foi da Vinci o primeiro a expressar *graficamente* a idéia de equilíbrio estático, desenvolvida pelos gregos, fazendo-o com linhas que representavam a magnitude e a direção das forças⁹.

Figura 2 – Primeiro teste científico sobre tensão em cordas, por Leonardo da Vinci
Fonte: PARSONS, 1939.

Entretanto, Stephen Timoshenko¹⁰ avalia que os importantes avanços feitos por esse pensador continuaram em suas notas privadas, afastados dos círculos formais de Matemática e de Ciência que estavam se desenvolvendo em algumas localidades pela Europa¹¹; sendo que

⁹ ADDIS, 2009, p. 141-142.

¹⁰ Cf. TIMOSHENKO, Stephen Prokofievich. **History of strength of materials**. New York: Dover Publications, 1983. p.2-6. O engenheiro ucraniano Timoshenko (1878- 1972) trabalhou em São Petesburgo e, posteriormente, nos Estados Unidos. Este livro é resultado de uma série de aulas dadas pelo autor em universidades norte-americanas. Nele, Timoshenko explora as origens iniciais da disciplina Resistência dos Materiais, traçando seu desenvolvimento, por meio da apresentação das descobertas científicas e matemáticas ocorridas entre o século XVII e os anos 1950. A versão original, publicada em 1953, recebeu o título *The History of the Resistance of Materials: from Leonardo da Vinci and Galileo to the Present Day*.

¹¹ Durante os séculos XIV e XV, houve progresso nas áreas de matemática, astronomia e ciências naturais. Como a Igreja controlava as universidades, foram criadas as chamadas Academias para reunir os interessados no estudo livre da “Nova Filosofia”, motivando a realização de trabalhos experimentais. O movimento iniciou-se na Itália, com a fundação da primeira academia em 1560 em Nápoles. Galileu Galilei foi membro da *Accademia dei*

os construtores dos séculos XV e XVI mantiveram aquela forma habitual de estabelecer o tamanho dos elementos estruturais a partir da experiência e da tradição acumuladas.

As primeiras tentativas de encontrar as dimensões das estruturas analiticamente foram feitas somente no século XVII. Empregando modelos matemáticos, Galileu Galilei (1564-1642), por exemplo, começou a responder algumas das questões propostas pelos estudiosos gregos, medievais e renascentistas – que, por falta de uma representação numérica dos esforços, persistiam sem solução. Por meio da comparação entre seções diferentes de cordas, Galileu conseguiu distinguir claramente o que seria a resistência de um material da resistência de um objeto feito do mesmo material (ou seja, de um sistema estrutural). O livro por ele escrito durante o final de sua vida e publicado pela primeira vez em 1638 – *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze* – pode ser considerado como um marco para o início da ciência da Estática e da Resistência dos Materiais.

A obra de Galileu ficou conhecida por toda a Europa, possibilitando a formulação de outras questões, primeiramente respondidas mediante os experimentos realizados por Robert Hooke (1635-1703), na *Royal Society* de Londres, e Edme Mariotte (1620-84), na *Académie des Sciences* de Paris. Hooke desenvolveu seu até hoje utilizado *princípio da elasticidade* – segundo o qual as deformações sofridas pelos corpos, até um determinado limite, são diretamente proporcionais às forças que se aplicam sobre eles – em 1650, quando realizava experimentos com molas para aprimorar os mecanismos de balanceamento dos relógios. Porém, somente publicou os resultados obtidos em 1678, como um anagrama (*ceiinossstuv*¹²). Nessa mesma época, Mariotte tornou públicas suas próprias investigações a respeito da flexão das vigas.

Figura 3 – Experimentos sobre flexão em vigas por Mariotte
Fonte: TIMOSHENKO, 1983

Durante o período, a aplicação da abordagem científica desenvolvida por esses pesquisadores, na área da edificação, ocorreu somente de forma pontual, sendo viabilizada, sobretudo, pelo intercâmbio de idéias entre Robert Hooke e Christopher Wren (1632-1723) –

Licei, criada em 1603 em Roma. Quase no mesmo período, são organizados, na Inglaterra, encontros de pesquisadores, culminando na formação da Royal Society (1662). A *Académie des Sciences* de Paris também se originou de reuniões informais, ganhando caráter oficial em 1666. Sociedades científicas baseadas nos modelos italiano, inglês e francês foram fundadas nos estados alemães, Rússia, Espanha e Escandinávia durante a primeira metade do século XVIII. Cf. TIMOSHENKO, 1983, p.15-17.

¹² Traduzido como *Ut tensio sic vis* – em português, “o comprimento é diretamente proporcional à força”.

seu companheiro de trabalho na *Royal Society*. Foi Wren quem utilizou pela primeira vez o teorema de Hooke sobre a curva catenária (publicado, assim como a lei da elasticidade, na forma de anagrama em 1676¹³) na concepção da cúpula da *Saint Paul's Cathedral* (1675-1711), em Londres. Como consequência do emprego de tal teorema, Bill Addis explica que a relação entre espessura e vão fazem com que a cobertura dessa catedral seja mais leve e econômica em comparação com os outros exemplares de alvenaria antecedentes.

Figura 4 – Projeções da *Saint Paul's Cathedral*
Fonte: ADDIS, 2009.

Importa perceber outra mudança que ocorreu nessa época no que tange à organização social do trabalho no campo da construção. Isso porque, como argumenta Edgar Graeff¹⁴, no Renascimento, tornou-se possível a substituição da figura do “arquiteto-mestre-de-obras” pelos pintores e escultores nas atividades de concepção dos espaços arquitetônicos renascentistas. Dentro desse contexto, é que poderia ser entendido o renome alcançado por Michelangelo (escultor e pintor, antes de se dedicar à Arquitetura) e Filippo Brunelleschi (cujo treinamento inicial era de ourives), entre outros. Segundo o autor, é nesse momento que tem origem o que denomina de *divórcio entre*

arte e técnica na Arquitetura: a partir do distanciamento entre desenho (proposta teórica) e construção (realização prática da obra)¹⁵. Tal processo de alienação acentua-se quando a escola de formação dos novos arquitetos passa dos ateliês para as Academias¹⁶, pois significa um ainda maior afastamento do aprendiz em relação ao canteiro de construção.

Já na metade do século XVII, quando as exigências de crescimento da sociedade

¹³ A solução para este anagrama é *Ut pendet continuum flexile, sic stabit contiguum rigidum invertsum*, que pode ser traduzida da seguinte maneira: “assim como pende a corda flexível, também se sustenta, de forma invertida, o arco rígido”.

¹⁴ Cf. GRAEFF, Edgar de Albuquerque. **Arte e técnica na formação do arquiteto**. São Paulo: Studio Nobel, 1995. O livro representa uma publicação póstuma de textos escritos pelo autor em 1984.

¹⁵ Voltaremos a essa questão posteriormente. Cf. Capítulo 3, p.99.

¹⁶ O ensino, nas academias, baseava-se em três elementos principais: desenho a partir da observação, desenho das formas clássicas da antiguidade e instrução em geometria da perspectiva. A primeira Academia francesa seguidora do modelo italiano – *Académie Royale d'Architecture* – surge em 1671, posicionando-se contra a atuação das corporações de ofício. Em 1676, essa instituição funde-se com a *Académie de Rome*. Cf. SANTOS, Roberto Eustaáquio dos. **Atrás das grades curriculares**: da fragmentação do currículo de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. p.139-141.

começaram a ultrapassar as possibilidades científicas e tecnológicas dos conhecimentos acadêmicos, insistia-se em considerar a arquitetura enquanto apenas manifestação das artes plásticas. Para comprovar a inadequação desse conservadorismo frente à nova realidade que se delineava, basta citar a decisão por fechar a *Académie Royale d'Architecture* em 1793. Além disso, ocorreu a fundação de uma série de escolas especializadas para atender à crescente demanda por profissionais capazes de conceber e construir fortificações, portos, canais e pontes – as obras de infra-estrutura para as cidades em expansão. A primeira escola técnica desse tipo surgiu em Praga, em 1344 (posteriormente transformada em Escola Pública de Engenharia em 1707), mas foi na França que mais se desenvolveram¹⁷.

Além de treinar a mão-de-obra necessária para os trabalhos de construção, a grande contribuição desses estabelecimentos consistiu na consolidação (e divulgação) do corpo de conhecimentos escritos do que veio a ser chamado de Engenharia Civil: muitos dos professores publicaram as anotações de suas aulas em livros-textos, reunindo os avanços – inclusive de cálculo¹⁸ – do período. Entre eles, destaca-se *L'Architecture hydraulique* de Bernard de Bélidor (1698-1761), pioneiro em determinar a maneira de se transmitir o conhecimento científico como é feito até hoje, isto é, utilizando métodos matemáticos para explicar fenômenos físicos.

Um ano após decretado o fechamento da Academia – portanto, em 1794 –, foi criada a Escola Politécnica pelo governo napoleônico. Seu currículo estabelecia um biênio básico comum (de formação em Matemática e Física), seguido por três anos de aplicação, a serem desenvolvidos dentro das instituições especializadas recém-fundadas. Assim, com a Revolução Francesa de 1789, o pensamento científico e matemático consolidou-se definitivamente como método de ensino, mediante o desenvolvimento e a difusão do modelo politécnico por vários países.

Já em relação à formação dos arquitetos, destaca-se a abertura da *École de Beaux-Arts* de Paris em 1806. Reagrupando antigos mestres, constituiu-se, na verdade, como uma “reencarnação” da Academia do regime anterior. Desse fato, de acordo com Edgar Graeff, decorre que a violência reacionária contra a instituição teria suas causas na crença dos

¹⁷ Em 1675, formou-se o *Corps des ingénieurs du génie militaire*, seguido por várias outras escolas, como a *École royale du génie de Mézières* (1748) e a *École royale militaire* (1751). A famosa *École des ponts et chaussées* foi inaugurada em 1747. Colégios navais foram criados em vários dos principais portos, tais como o em Le Havre, fundado em 1773, e a *École de Mines*, em 1783. Cf. ADDIS, 2009, p.219-220.

¹⁸ As origens do cálculo podem ser encontradas na Grécia antiga, mas sua forma moderna se deve a Isaac Newton (1642-1727) e a Gottfried Leibniz (1646-1716). Particularmente importantes na história das Estruturas foram os especialistas em matemática aplicada que usaram o cálculo para criar, pela primeira vez, modelos matemáticos de fenômenos físicos. Os quatro homens que mais contribuíram nesse período eram originários da Basileia, na Suíça. Jakob Bernoulli (1654-1705) e seu irmão mais novo, Johann (1667-1748), interessaram-se principalmente pela mecânica. Daniel Bernoulli (1700-82), filho de Jakob, é lembrado pelos seus estudos sobre a movimentação e o fluxo dos fluidos. Já Leonhard Euler (1707-83), pupilo de Johann, ficou conhecido, na engenharia estrutural, por ter elaborado a fórmula usada para calcular a flambagem. Ele também introduziu o conceito de segundo momento de inércia. Cf. TIMOSHENKO, 1983, passim; ADDIS, op. cit., passim.

fundadores da Escola Politécnica de que a Engenharia, embasada em ciência e tecnologia, poderia ocupar o campo de atuação da Arquitetura, ou que a mesma se constituiria como uma de suas especializações¹⁹. A criação da nova escola, por outro lado, confirmou que o modelo de formação centrado na ênfase sobre aspectos de composição ainda permanecia válido.

Nesse contexto, com exceção das grandes obras de engenharia da época, que faziam uso dos procedimentos analíticos, a concepção das edificações continuava a adotar os métodos práticos tradicionais. Seria preciso aparecer um novo material de construção – o ferro –, desprovido de uma “longa história de desenvolvimento e melhoramento contínuos”²⁰, para que o conhecimento sobre Estruturas desse outro salto.

2.3 Século XIX: o ferro e a aplicação da ciência

Desde os tempos pré-históricos, utensílios de ferro têm sido criados. A utilização do ferro em obras arquitetônicas também é antiga, principalmente enquanto reforço estrutural, em tirantes e elementos de consolidação de paredes. Seu uso, na verdade, já era bastante difundido em torno de 1600. Entretanto, foi apenas em meados do século XVIII, a partir do desenvolvimento de novos métodos industriais de produção – responsáveis por aumentar a quantidade de produtos e diminuir o custo de fabrico –, que esse material passou a ser aplicado em maior escala, como elemento estrutural de edificações e obras de engenharia²¹. Roberto Santos avalia que a ampliação de escala da utilização do ferro no setor de construção deveu-se justamente à necessidade de escoar a abundante produção deste material, visto que o rápido desenvolvimento industrial ocorrido no continente europeu teve o ferro como insumo básico²².

Nas edificações, seu emprego inicial ocorreu na segunda metade do século XVIII, para atender aos novos programas que tinham se tornado parte fundamental da vida dos cidadãos iluministas: museus, bibliotecas, teatros e casas de ópera, entre outros. O aumento gradual da complexidade desses espaços, somado à necessidade de protegê-los contra incêndios, levou à substituição dos elementos de piso e de cobertura, feitos geralmente de madeira, por ferro.

¹⁹ GRAEFF, 1995, p.59. Como se verá adiante, esta idéia vigorou entre os educadores da área até fins da década de 1950 no Brasil.

²⁰ ADDIS, 2009, p. 245.

²¹ Cf. KÜHL, Beatriz Mugayar. **A arquitetura do ferro e a arquitetura ferroviária em São Paulo**: reflexões sobre a sua preservação. São Paulo: Ateliê Editorial; FAPESP; Secretaria da Cultura, 1998. Esse livro é fruto da tese de doutoramento da autora, obtida junto à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em 1996. Apesar de focalizar exemplares de São Paulo, também traz uma reconstrução sobre o surgimento e o desenvolvimento da tecnologia do ferro no mundo.

²² SANTOS, Roberto Eustáquio. **A armação do concreto no Brasil**: história da difusão da tecnologia do concreto armado e de sua hegemonia. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. p.82.

Nesse contexto, o novo *Théâtre Français* de Paris, inaugurado em 1790, constitui o primeiro exemplo a fazer uso do ferro em vários de seus componentes²³.

Apesar da aceitação que obteve essa construção, os eventos políticos do período – 1790 é também o ano do ataque à Bastilha – impediram que a tecnologia continuasse a ser aprimorada na França. As experiências francesas chegam à Inglaterra nesse mesmo momento, quando, como consequência dos inúmeros incêndios ocorridos nas fiações de algodão durante os anos 1780, a criação de construções à prova de fogo passou a ser considerada uma questão de urgência. As primeiras fábricas completamente incombustíveis (pelo amplo uso que faziam desse material) foram edificadas em 1810.

Por outro lado, a difusão da aplicação do metal em construções deveu-se, principalmente, ao crescimento de um novo meio de transportes por volta da década de 1830: o ferroviário. Afinal, para que as ferrovias pudessem ser viabilizadas, além das linhas, foram erigidas diversas pontes e, nas cidades, estações. Dentro das últimas, a “gare” – como era chamado o local coberto em que se localizavam as plataformas de embarque – exibia os recentes avanços no emprego do ferro e do vidro²⁴.

Com relação às pontes, a introdução do ferro data ainda do final do século XVIII, através do exemplar sobre o rio Severn em Coalbrookdale (1777-81), na Inglaterra. Seguindo o modelo dessa experiência, realizou-se uma série de outras pontes para conectar os trajetos das ferrovias; tipologia que então se constituiu como um campo de experimentação único. Nelas é que primeiramente se testaram as novas teorias e conceitos estáticos desenvolvidos, tornando-se referências de soluções para os outros tipos de edificações que surgiam.

Figura 5 – Interior do Palácio de Cristal, em Londres

Fonte: KÜHL, 1998.

Entre as tipologias arquitetônicas inovadoras do período, destacam-se os pavilhões criados para a realização de exposições internacionais, cujo exemplar inicial foi o Palácio de Cristal. Erguido no Hyde Park de Londres, em 1851, para abrigar a “Grande Exposição dos Trabalhos da Indústria de Todas as Nações” – pioneira a colocar em evidência os produtos concebidos pela Revolução Industrial –, essa obra obteve

grande repercussão mundial. A idéia de se utilizar uma estrutura de ferro e vidro partiu de

²³ ADDIS, 2009, p. 256.

²⁴ KÜHL, 1998, p.58-60.

Joseph Paxton (1801-65). Quando se tornou responsável pelo projeto da grande galeria de exibição, em conjunto com o engenheiro William Barlow (1812-1902) e de seu amigo Robert Stephenson (1803-59), Paxton pôde aproveitar muitas das idéias que já havia experimentado na produção de estufas – para as quais o uso desses materiais se tornara popular no decorrer dos anos 1830 e 1840. Portanto, a tecnologia não era nova, o diferencial estava na proporção em que foi aplicada. Posteriormente, tal qual o precedente estabelecido pelo Palácio de Cristal, um número crescente de exposições internacionais favoreceu a exaltação da trama estrutural de ferro. É o caso da mostra ocorrida em Paris, em 1867, cujo prédio principal representou o primeiro grande contrato da *Eiffel et Cie*, a empresa fundada por Gustave Eiffel (1832-1923)²⁵.

Ao passo que esse conjunto de experiências foi sendo colocado em prática, ficou evidente a necessidade de se analisar as particularidades da construção com ferro. O impacto financeiro dos incêndios nas fábricas inglesas, por exemplo, não só resultou no uso generalizado desse metal, como também originou pesquisas sobre como empregá-lo eficientemente para diminuir os custos das obras. Tal exigência de cunho econômico levou, por sua vez, à investigação quanto aos limites de seu desempenho estrutural, de maneira que os engenheiros passaram a elaborar estudos sobre a resistência e o comportamento estático do ferro, com o intuito de fornecer uma apropriação mais adequada de suas características – que fugisse à simples adaptação das soluções aos padrões previamente estabelecidos pelos materiais de construção convencionais.

Dentro desse contexto, quem originariamente tentou sintetizar os conhecimentos até então disponíveis para utilizá-los na construção foi um professor da *École Polytechnique*, Claude Louis Henri Navier (1785-1836). Os estudos por ele realizados sobre a resistência dos materiais deram origem a um tratado em 1826, intitulado *Leçons sur l'Application de la Mécanique à l'Etablissement des Constructions et des Machines*²⁶.

Na Inglaterra, por sua vez, os avanços ocorreram, de forma inicial, fora dos estabelecimentos de ensino superior, mediante a ação conjunta de William Fairbairn (1885–1960) e Eaton Hodgkinson (1789-1861). No final de 1820, Fairbairn – que administrava a maior metalúrgica existente, em Manchester – percebeu que talvez conseguisse economizar, caso estudasse racionalmente o formato e as dimensões mais adequados às das vigas de ferro. Como não recebera treinamento científico, recorreu a seu colega, Hodgkinson. Mediante experimentos, este demonstrou, definitivamente, que a linha neutra fica na posição central da seção, comprovando que a maneira mais econômica de distribuir material em uma viga seria por meio de

²⁵ ADDIS, 2009, p. 354.

²⁶ KÜHL, 1998, p.24.

um perfil “I”. Contudo, a principal contribuição do trabalho desses ingleses residiu não da defesa do perfil “I” – que já vinha sendo usado por muitos profissionais –, mas na elaboração de um raciocínio que embasava a utilização de métodos de projeto mais precisos.

Os principais avanços do período no campo estrutural, por outro lado, referem-se ao desenvolvimento de métodos gráficos e da estática gráfica; responsáveis por fornecer aos engenheiros de habilidade aritmética limitada – equipados apenas com réguas de cálculo²⁷ – as mesmas condições para projetar estruturas complexas que os eminentes matemáticos possuíam. Sendo assim, os métodos gráficos, elaborados a partir de 1840, favoreceram a realização de cálculos por permitirem condensar dados e fazer interpolações de uma maneira mais fácil. No caso da estática gráfica, a influência dominante para sua elaboração foi a do alemão Karl Culmann (1821-81). Segundo Bill Addis, “Culmann foi o primeiro a fazer uso regular de diagramas de momento fletor e de esforços de cisalhamento que mostram de maneira distinta como uma viga está trabalhando como uma estrutura”²⁸. É justamente por tornar *visível* a ação dos esforços que a estática gráfica passou a ser amplamente utilizada desde 1860.

Em conjunto, as novas teorias e métodos elaborados tornaram possível a concepção e a concretização de qualquer tipologia construtiva do período, incluindo a dos arranha-céus com estrutura independente, surgidos entre as décadas de 1870 e 1880 nos Estados Unidos, especialmente em Nova York e Chicago. Destaca-se, nesse processo, a atuação de William LeBaron Jenney (1832-1907), o engenheiro que, em duas edificações de Chicago – o *First Leiter Building* (1878-79) e o *Home Insurance Building* (1883-85) –, definiu as características do arcabouço estrutural de ferro. Foi ele quem também começou a usar o aço como substituto ao ferro em 1880, aproximadamente. A partir de então, nenhum dos vários prédios de múltiplos pavimentos edificadas durante o século XX foram realmente inovadores. Pelo contrário, continuaram a seguir técnicas de construção e métodos de projetos elaborados no século anterior, tendo por base a ciência da Matemática e da Engenharia que se desenvolvera no mesmo período. Outra vez, apenas com a criação de um material inédito – o concreto armado – é que iriam mudar os princípios sobre os quais se apóiam a prática e o ensino de Estruturas.

²⁷ Esse instrumento consiste em um computador mecânico analógico que permite a realização de cálculos por meio de guias graduadas deslizantes. Foi criada por William Oughtred (1515-1660), em 1638, com base na tábua de logaritmos – desenvolvida por John Napier (1550-1617) em 1614. Ao longo do tempo, elaboraram-se versões com diferentes escalas e formas (cilíndricas ou circulares). Precursora das calculadoras eletrônicas modernas, a régua de cálculo apresentou amplo uso até a década de 1970, quando então a versão eletrônica foi largamente difundida. Para mais, consultar: ADDIS, 2009, p.279 e <<http://www.sliderule.ca/>>. Acesso em: 04 out. 2010.

²⁸ Ibid., p.373.

2.4 Final dos anos 1800: surge o concreto armado

Assim como o ferro, também o concreto possui uma história mais antiga que a forma como atualmente é empregado nas edificações. De fato, já os romanos faziam uso desse material – misto de cal e *pozzolona* – como aglomerante para as argamassas das suas cúpulas e abóbadas em alvenaria. A partir da década de 1750, quando John Smeaton (1724-92) publicou os benefícios do cimento hidráulico, o “concreto massa” – dessa forma denominado por não possuir armadura – passou a ser aplicado em fundações, como substituto à madeira ou à pedra. Ainda de forma similar ao desenvolvimento do ferro, a ampliação da escala de uso do concreto em diversos elementos da edificação ocorreu, primeiramente, em função de sua maior resistência ao fogo. Em 1844, Henry Hawes Fox (1788-1851) foi o primeiro a patentear um sistema de piso cuja incombustibilidade dependia do concreto e não do tijolo²⁹.

Contudo, o concreto, cada vez mais usado devido à sua incombustibilidade, atraiu também a atenção de paisagistas, em virtude de outra propriedade sua: a impermeabilidade à água. Desse modo, no mesmo ano em que Fox obteve sua patente, o engenheiro e paisagista francês Joseph Louis Lambot (1814-87) desenvolveu e patenteou um método de moldar objetos impermeáveis “[...] a partir da aplicação de cimento a uma trama, ou malha, de finas barras de ferro que tinham entre 2 e 3,5 milímetros de diâmetro cada, totalizando uma casca com diâmetro de 30-40 milímetros”³⁰.

Figura 6 – Embarcação em concreto por Lambot
Fonte: ADDIS, 2009.

Seguindo o exemplo de Lambot, o jardineiro Joseph Monier (1823-1906) adquiriu os direitos sobre um sistema similar, em 1867, com o objetivo de fabricar vasos para arbustos ornamentais, além de recipientes e tubos à prova d’água. Todavia, ao contrário do colega francês, Monier percebeu rapidamente o potencial de aplicação de sua idéia na construção civil, construindo vários reservatórios para o armazenamento de água. É o que também observa o professor Augusto Carlos de Vasconcelos³¹ – quem traçou as origens da tecnologia do concreto armado no Brasil –, ao discorrer sobre o surgimento do concreto: “Lambot era um engenheiro, mas não tinha senso comercial e não tirou proveito do que ele inventou, deixou que Monier fizesse tudo” (informação verbal). No início da década de 1870, Monier realizou novos

²⁹ ADDIS, 2009, p.418.

³⁰ Ibid., p.346. Esta é a origem do ferro-cimento, material que voltaria a ser usado um século depois, por Pier Luigi Nervi.

³¹ Augusto Carlos de Vasconcelos, em entrevista realizada no dia 27 de maio de 2009 em São Paulo (SP). Para mais, ver a transcrição completa no ANEXO E. Sobre o desenvolvimento do concreto no Brasil, consultar: VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil**: recordes, realizações, história. São Paulo: Copiare, 1985.

experimentos em relação à variação da colocação da armadura de ferro no concreto, quando descobriu os benefícios de se usar o metal nas partes tracionadas. Sua patente de 1878 ilustra claramente essa descoberta, à medida que a armadura é colocada para resistir às forças de tração e de cisalhamento – da mesma maneira como é aplicada contemporaneamente.

Figura 7 – Patente Monier de 1878
Fonte: KURRER, 2008.

Entretanto, até esse momento, a utilização do concreto permanecia restrita a casos isolados. Para que sua adoção ocorresse verdadeiramente em larga escala, dependeu do apoio comercial de construtoras. Uma das primeiras empreiteiras a aplicar o concreto armado em todo o arcabouço estrutural foi a de Gustav Adolf Wayss (1851-1917) que, em 1885, comprou os direitos sobre o sistema Monier. Outra firma responsável pela divulgação do concreto foi aquela criada por François Hennebique (1842-1921), mediante um sistema próprio, patenteado em 1892. Mas não é só o interesse comercial dessas empresas a razão de seu sucesso, visto que ele também resultou do investimento em pesquisas – tanto de maneira independente quanto em colaboração com equipes de universidades –, para o aprimoramento da qualidade e da uniformidade dos produtos. A companhia Wayss & Freitag, por exemplo, contratou o professor Emil Mörsch³² (1872-1950), que, segundo Augusto Vasconcelos, “foi o primeiro a encontrar uma fórmula, uma expressão matemática, para determinar qual era a armadura necessária para resistir a um determinado momento!” (informação verbal)³³.

É justamente pela percepção de que um projeto bem-sucedido de estruturas de concreto armado exigia um entendimento completo da base teórica da análise estrutural que os engenheiros alemães assumiram a proeminência no desenvolvimento dessa tecnologia, após a liderança inicial da França nesse campo. Dentro desse contexto, o próprio Wayss escreve, em 1887, em colaboração com Matthias Koenen, o primeiro livro alemão sobre os princípios estruturais das construções de concreto armado sob o título *Das System Monier*³⁴. Além disso, durante o processo, a empresa germânica Dyckerhoff & Widmann, fundada em 1865, apresentou uma

³² O engenheiro Emil Mörsch realizou inúmeros ensaios até definir as bases do que se conhece hoje por Método Elástico ou Método Clássico no dimensionamento da peças em concreto armado. Cf. SANTOS, 2008, p.121.

³³ Informação fornecida por Augusto Carlos de Vasconcelos em São Paulo (SP), em 27 de maio de 2009.

³⁴ SANTOS, op. cit., p.121.

atuação de destaque, pois, logo na primeira década do século XX, realizou experimentos com quase toda forma de construção em concreto armado, favorecendo sua evolução.

Outra inovação importante no uso do concreto armado consistiu na criação de finas lâminas estruturais, sendo que um dos primeiros profissionais a explorar o material desse modo foi o suíço Robert Maillart (1872-1940). Percebendo que o concreto armado poderia ser usado para criar estruturas cuja capacidade portante dependia tanto de sua forma quanto da resistência do próprio material, ele começou a testar modelos de suas “lajes cogumelo” (sem vigas) em 1908. Nesse e em outros experimentos que realizou, por outro lado, reside uma contribuição ainda mais significativa de Maillart: a compreensão de que o comportamento do concreto armado não poderia ser comparado ao de materiais homogêneos, como o aço.

Em um artigo de sua autoria, escrito 1909 e intitulado “A segurança das estruturas de concreto armado”, o engenheiro defende que este material, embora seja composto por outros conhecidos, deve ser visto como completamente novo, na medida em que suas propriedades não derivam simplesmente da soma dos componentes que o constituem. Ou seja, o concreto armado, enquanto um material inédito, demandava também uma diferente maneira

Figura 8 – Prova de carga em um protótipo de laje lisa de Maillart

Fonte: GIOVANNARDI, 2007.

de pensar – abordagem esta que seria melhor desenvolvida anos depois. Para entender como surgiu essa nova forma de se estudar e compreender o Comportamento Estrutural, contudo, precisamos investigar as demais transformações que aconteceram no período e que impulsionaram a disseminação de tal abordagem diferenciada.

2.5 Início do século XX: a ciência dos materiais nasce entre guerras

Durante as primeiras décadas do século XX, avanços na Física e na Química experimentais influenciaram o estudo teórico de todos os materiais. Por volta de 1910, o físico alemão Max von Laue (1879-1960) descobriu que raios X podem ser difratados pelos átomos de um cristal conforme a estrutura deste. Alguns anos depois, William Henry Bragg (1862-1942) e seu filho William Lawrence (1890-1971) fizeram uso deste conhecimento para deduzir a natureza exata da estrutura dos cristais, desenvolvendo a técnica da “cristalografia de raios X”. Foram esses os primeiros passos para o estudo ao nível atômico da matéria. Em função da compreensão da existência de uma estrutura microscópica dos materiais, por sua vez, os profissionais passaram a

buscar explicações sobre o Comportamento Estrutural deles como decorrência de suas propriedades intrínsecas, dando origem a uma nova disciplina: a *Ciência dos Materiais*.

Esse campo sofreu um desenvolvimento significativo principalmente durante as duas guerras mundiais (1914-18 e 1939-45), quando se buscou obter componentes mais leves que pudessem ser aplicados em *estruturas de peso mínimo*, como balões dirigíveis e aeronaves. Nesse contexto, foi particularmente importante para o campo estrutural o trabalho do cientista de materiais do *Royal Aircraft Establishment* (RAE, localizado em Farnborough, Inglaterra), Alan Arnoldo Griffith (1893-1963). Isso porque Griffith, em 1920, mediante a realização de testes, alertou quanto ao perigo em potencial de qualquer concentração de esforços³⁵.

Um aspecto importante a ser considerado refere-se ao fato de que as investigações então realizadas originaram, posteriormente, publicações que condensavam os resultados obtidos e os argumentos delas surgidas. Nesse sentido, uma vertente de produções bibliográficas originou-se do desenvolvimento da análise experimental³⁶, quando os profissionais, apoiados na experiência inicial de Griffith (que adotara testes para resolver os problemas sob sua investigação), passaram a advogar a importância da realização de ensaios com maquetes na concepção de estruturas e em sua prática cotidiana. Desse modo, muitas universidades que, anteriormente realizavam somente estudos de cunho teórico, direcionaram seus esforços para o trabalho experimental. Da mesma forma, surgiu um número cada vez maior de institutos e centros de pesquisa independentes.

O pioneiro nesse campo de publicações foi o engenheiro britânico Alfred Pippard (1891-1969). Na Primeira Guerra Mundial, Pippard juntou-se ao *Admiralty Air Department*, onde estudou as tensões sofridas pelas aeronaves. Findo o conflito, passou a trabalhar com consultoria aeronáutica e continuou atuando nesse campo até 1930, quando um acidente envolvendo uma das aeronaves que projetara resultou na morte de amigos seus. Pippard transferiu-se então para o *Imperial College* de Londres, assumindo a gestão do Departamento de Engenharia Civil, em que encorajou a aplicação de um método de ensino mais centrado na pesquisa. O livro *The experimental study of structures*³⁷, publicado em 1947, é exatamente baseado em um curso dado pelo professor para docentes de escolas técnicas quanto às vantagens do uso de modelos físicos

³⁵ ADDIS, 2009, p. 457.

³⁶ A análise experimental desenvolveu-se principalmente com o surgimento de duas ferramentas: uma delas foi extensômetro resistivo e a outra, a fotoelasticidade. O princípio de operação do extensômetro baseia-se na deformação de um elemento quando se encontra fixado a um material sujeito a carregamento. A deformação é indicada pela medida da variação da resistência deste elemento sensor. Já a análise da tensão fotoelástica consiste em uma técnica óptica que usa maquetes feitas de um material transparente, permitindo que se enxergue o que ocorre no interior de um elemento sob carregamento e que se meça a magnitude da diferença entre duas tensões ortogonais em qualquer ponto. Cf. Ibid., p.478.

³⁷ PIPPARD, Alfred John Sutton. **The experimental study of structures**. London: Edward Arnold & Co, 1947.

reduzidos no ensino da teoria estrutural, descrevendo o equipamento e a metodologia empregados pelo Laboratório de Modelos de Estruturas desta escola.

Também *Utilização de modelos no dimensionamento das estruturas*³⁸, de 1952, escrito por Manuel Rocha (1913-81), aponta os benefícios do uso das maquetes no aprendizado sobre o Comportamento Estrutural. Em ambos os casos, tal importância é justificada pelo fato de que esses instrumentos permitem um melhor entendimento do que efetivamente acontece: deformando-se, os modelos indicam *visualmente* como agem as forças sobre os elementos estruturais. Rocha é considerado, por isso, precursor do ensino experimental de Estruturas em Portugal. Ainda graduando em Engenharia, entre 1938 e 1939, participou de um estágio no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT – em Boston, nos Estados Unidos). De volta a Portugal e já formado, o engenheiro organizou, no Instituto Superior Técnico de Lisboa, o Centro de Estudos de Engenharia Civil, que dirigiu até à sua integração, em 1947, ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – pertencente ao Ministério de Obras Públicas do país.

O engenheiro italiano Mario Salvadori (1907-97) constitui outro exemplo de profissional defensor do emprego de protótipos como um meio de facilitar a compreensão sobre Estruturas. Formado pela Universidade de Roma, Salvadori deixou a Itália em direção aos Estados Unidos – por ser contrário ao regime do fascista Benito Mussolini (1883-1945) – no mesmo período em que Rocha chegava ao país para atuar como estagiário no MIT. Após a Segunda Guerra Mundial, Salvadori passou a lecionar na *Columbia University* de Nova York, onde se tornou professor da Escola de Arquitetura em 1959.

Os livros que escreveu – *Structure in architecture*³⁹, de 1963, em colaboração com o colega Robert Heller, e *Structural design in architecture*⁴⁰, de 1967, redigido em conjunto com seu ex-aluno Matthys Levy – retratam a metodologia usada nessa escola. Fixando que o graduando em Arquitetura não se interessará pelas Estruturas a menos que seja devidamente motivado, Salvadori e Heller explicam que, na *Columbia University*, as Estruturas são, em um primeiro momento, estudadas desde um ponto de vista físico e compreendidas enquanto desenho preliminar para a solução de um problema. Ou seja, os autores, nesta obra, apontam a necessidade do desenvolvimento de um conhecimento intuitivo do Comportamento Estrutural, sendo que tal intuição, segundo eles, poderia ser refinada pela experiência, através da realização de testes em laboratórios de modelos físicos.

³⁸ Cf. ROCHA, Manuel Coelho Mendes Rocha. **Utilização de modelos no dimensionamento das estruturas**. Lisboa: LNEC, 1952.

³⁹ Cf. SALVADORI, Mario George; HELLER, Robert. **Structure in architecture**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1963.

⁴⁰ Cf. SALVADORI, Mario George; LEVY, Matthys. **Structural design in architecture**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1967.

Já na segunda etapa do curso, os discentes são introduzidos no conhecimento de modelos numéricos, com o objetivo de obter respostas quantitativas que permitam comparar as soluções empregadas. Afinal, como afirma Salvadori, apesar de não explicar o comportamento físico, a matemática é capaz de *descrevê-lo* – expressando idéias que demandariam várias páginas para serem expressas verbalmente. Por isso, o livro de 1967 aborda a quantificação dos princípios primeiramente detalhados⁴¹.

Uma última contribuição que merece ser citada é a de Henry Jacob Cowan (1919-2007). Nascido em Glogau (Polônia), Cowan mudou-se para a Inglaterra em 1934, fugindo da perseguição aos judeus iniciada com a guerra. Ali, graduou-se em Engenharia Civil e Mecânica pela *Manchester University*. Em 1945, após sofrer um acidente desarmando minas, iniciou sua carreira acadêmica, lecionando em universidades britânicas. Em 1954, Cowan transferiu-se para a Austrália, onde passou a ministrar *Ciência da Arquitetura* na Universidade de Sidney.

Segundo o engenheiro, essa cadeira inédita pode ser entendida a partir do desenvolvimento da idéia de que a Arquitetura perderia sua liderança caso não estivesse embasada em ciência e tecnologia. Tal noção, propagada inicialmente pelo *Royal Institute of British Architects* (RIBA), chegou até a Austrália por volta de 1950, resultando na vaga que Cowan ocupou. Em Sidney, o professor criou laboratórios para o estudo de diversos aspectos da produção arquitetônica. O seu livro *Models in architecture*⁴², de 1968, apresenta o conjunto das experiências desenvolvidas nesses laboratórios e na disciplina sob sua responsabilidade, defendendo a utilização de modelos no aprendizado de Estruturas.

Paralelamente ao desenvolvimento da ciência dos materiais nos primeiros anos do século XX, nascia a *idéia abstrata de estrutura*. Nesse sentido, ganhou repercussão a noção de que a forma estrutural na natureza seria literalmente o reflexo de leis matemáticas e científicas, sobretudo após a contribuição do escocês D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948). Estudando a obra dos matemáticos e biólogos da Grécia antiga, por meio do acervo de seu pai (um professor universitário da língua grega), Thompson foi o primeiro a analisar como os animais e plantas funcionam como estruturas que transferem esforços, sendo, por isso, considerado precursor da

⁴¹ Importa ainda relatar que, depois de aposentado, Mario Salvadori começou um trabalho voluntário com estudantes de escolas públicas da cidade de Nova York. O sucesso que obteve em explicar conceitos estruturais complexos por meio de exemplos do mundo real o levou a desenvolver suas idéias em um currículo formal, que se tornou a base do *Salvadori Educational Center on the Built Environment*, fundado em 1987 para a formação de professores do ensino fundamental em Matemática e Ciências. Este trabalho, por sua vez, deu origem a outro livro, em que o autor descreve como os princípios físicos foram aplicados em uma variedade de edificações históricas. Este livro, portanto, está mais próximo à linha de investigação do grupo inglês, ao indicar a necessidade do conhecimento de precedentes históricos para a proposta de soluções estruturais adequadas. Cf. SALVADORI, Mario George. **Why buildings stand up: the strength of architecture**. Nova York: Norton, 1980.

⁴² Cf. COWAN, H. J.; GERO, J. S.; DING, G. D. **Models in architecture**. London: Elsevier, 1968.

biomecânica. Em suas investigações, observou que as formas de muitos seres vivos poderiam ser descritas matematicamente – a espiral logarítmica da concha de um náutilo constitui o exemplar mais famoso – e que as estruturas naturais são formadas a partir da repetição de unidades únicas. No livro publicado em 1917, *On Growth and Form*, Thompson reuniu os resultados de suas pesquisas⁴³.

Figura 9 – Concha de um náutilo
Fonte: THOMPSON, 1917.

Seguindo a linha de raciocínio estabelecida por Thompson, outros pesquisadores dedicaram-se ao exame especialmente das estruturas naturais – entendidas como fontes importantes de aprendizado para a concepção de artefatos –, dando origem a uma segunda vertente de publicações. É o caso de *Structure, form and movement*, escrito pelo alemão Heinrich Hertel (1901-82) em 1963⁴⁴. Nesta obra – que agrupa as experiências desenvolvidas pelo engenheiro ao longo de sua carreira, dedicada, sobretudo, ao aprimoramento de estruturas leves –, Hertel indica a necessidade de colaboração entre Biologia e Engenharia, analisando a presença dos princípios estruturais em vários tipos da natureza: insetos, aves e peixes, entre outros.

Do mesmo modo, pode ser inserida a contribuição do escocês James Gordon (1913-98). O livro de sua autoria, *Structures: or why things don't fall down*⁴⁵, de 1978, reflete justamente a admiração que Gordon sentia pelo trabalho de Thompson, defendendo, como anteriormente o outro colega escocês fizera, a interdisciplinaridade no estudo de Estruturas⁴⁶. Afinal, pela observação dos fenômenos físicos que agem em cada um dos sistemas existentes, o arquiteto acreditava ser possível perceber a presença das estruturas em todos os campos da vida e, portanto, a conexão existente entre as diversas áreas do conhecimento. Assim, com o intuito de ilustrar que os mesmos princípios físicos atuam sobre qualquer tipo estrutural, o autor, nesta

⁴³ Cf. THOMPSON, D'Arcy Wentworth. **On growth and form**. Cambridge: University Press, 1917.

⁴⁴ Cf. HERTEL, Henry. **Structure, form and movement**. Tradução Milton Katz. New York: Reinhold, 1966. Versão inglesa do original em alemão *Struktur, Form, Bewegung*, publicado em 1963. Após estudar Engenharia Civil na *Technische Hochschule* de Munique e de Berlim, Hertel tornou-se assistente em um laboratório de aviação, assumindo o encargo da realização de testes. Entre 1930 e 1940, passou a trabalhar como professor universitário, mas não abandonou suas pesquisas nos campos da aeronáutica e da biomecânica.

⁴⁵ Cf. GORDON, James Edward. **Structures: or why things don't fall down**. London: Penguin Books, 1978. Depois de se formar em Arquitetura Naval pela Glasgow University, Gordon trabalhou em estaleiros, ajudando a construir embarcações. Durante a Segunda Guerra Mundial, foi levado para o RAE, onde suas habilidades no projeto de embarcações foram empregadas para a concepção de aeronaves. Ali também ajudou a introduzir outros materiais ao projeto aeronáutico – plásticos e compósitos de fibra, para além da usual madeira. Nos anos 1960, ele se tornou professor de Tecnologia dos Materiais na *University of Reading* de Londres.

⁴⁶ Mais adiante, neste capítulo, comentaremos também o desdobramento dessa abordagem de estudos sobre as estruturas naturais, ao situar as pesquisas de Frei Otto, Buckminster Fuller e Peter Jon Pearce, bem como suas interações com outros pesquisadores brasileiros, no Capítulo 3 deste trabalho.

obra, estuda uma série de exemplos – pipas, pára-quedas, velas de navios, moinhos, barbatanas de peixes, asas de morcegos e águas-vivas, para citar apenas alguns deles.

Enfim, considerando as teses desses diversos autores, é possível perceber que, inspirados nos avanços da Física e da Química, os profissionais voltaram a usar métodos empíricos, observando o existente, como formas de se prever o Comportamento Estrutural. É essa abordagem qualitativa – apoiada no desenvolvimento de uma ciência experimental da Arquitetura e da Engenharia, em geral, e na adoção de maquetes em escala, em particular – que irá influenciar a evolução do conhecimento sobre Estruturas nos anos seguintes.

2.6 1920 a 1960: a retomada da experimentação

O progresso no campo estrutural durante o século XX seguiu duas correntes principais: a manipulação do concreto para a criação de formas geométricas diferenciadas e o desenvolvimento de estruturas espaciais de peso mínimo. Ambas são soluções cuja estabilidade não obedece mais à mesma relação linear dos antigos arcos romanos e das abóbadas das catedrais medievais. Conforme exposto, o equilíbrio estático dessas tipologias dependia basicamente da geometria que assumiam, de maneira que seus projetistas podiam ampliar em escala, diretamente, as informações obtidas a partir de uma maquete.

Figura 10 – Modelo de catenária por Antoni Gaudí

Fonte: Acervo pessoal da autora, 2009.

Estruturas tensionadas simples também independem do tamanho. Nesse sentido, Robert Hooke, em 1676, já havia comprovado que os resultados oriundos de um modelo de catenária poderiam ser usados (invertidos) para determinar o formato de estruturas sob compressão. Tendo ciência desse fato, o arquiteto catalão Antoni Gaudí (1852-1926), entre o final do século XIX e o início do XX, pôde criar artefatos de geometria complexa, utilizando apenas maquetes físicas (de catenárias tridimensionais), que demonstravam a forma mais adequada para as várias abóbadas de alvenaria desenvolvidas para as suas edificações.

O emprego desse mesmo processo, contudo, seria inviável para a concepção de estruturas sob flexão ou que podem entrar em colapso por flambagem – tais como as formas escultóricas e tridimensionais que surgiram no século XX –, à medida que tais fenômenos não variam linearmente em função da escala. Por causa disso, o uso de modelos reduzidos, como

instrumentos para simular o comportamento desses elementos estruturais, apenas se tornou possível em meados do século XIX, quando o engenheiro britânico William Froude (1810-79), desenvolvendo uma relação adimensional para projetar cascos de navios em 1867, forneceu as bases necessárias para a correta transposição dos dados fornecidos pelas maquetes⁴⁷.

O primeiro uso generalizado de testes com maquetes, ampliadas por meio de constantes não-dimensionais, consistiu no desenvolvimento de cascas de concreto armado durante os anos 1920. Dentro desse contexto, destaca-se a atuação de Walter Bauersfeld (1879-1959). Engenheiro-chefe de projeto da firma Zeiss – localizada em Jena (Alemanha) e voltada às áreas da astronomia e da óptica –, Bauersfeld desejava criar um novo tipo de planetário para a companhia, segundo o qual a cúpula hemisférica permitiria realizar projeções na sua parte interior. Para tanto, percebeu que seria preciso construir uma grelha regular e leve. Bauersfeld conhecia Ernst Haeckel (1834-1919) – o professor de botânica da faculdade de Jena que havia catalogado meticulosamente milhares de estruturas orgânicas – e, consultando seu livro de 1862 (o qual também Thompson lera quando da elaboração de suas próprias investigações), encontrou o icosaedro mais adequado para a estrutura que pretendia construir.

Tal icosaedro foi triangulado à semelhança das cúpulas previamente concebidas por Johann Schwedler (1823-94) e August Föppli (1854-1924)⁴⁸ – que Bauersfeld havia estudado durante a graduação. Para auxiliar no projeto dessa primeira cúpula geodésica, o engenheiro também contou com a colaboração de Franz Dischinger (1887-1953). O sistema por eles

Figura 11 – Planetário de Jena

Fonte: ADDIS, 2009.

proposto em 1922 – uma combinação de estrutura metálica independente e revestimento de concreto –, foi patenteado um ano depois, tendo sido denominado de “Zeiss-Dymidag” (junção dos nomes da firma Dyckerhoff & Widmann, em que Dischinger trabalhava).

Como considerava o potencial das coberturas esféricas limitado, Dischinger passou a se dedicar à concepção de estruturas de casca cilíndrica, cujas fôrmas e cálculos seriam mais simples. Bauersfeld e Dischinger construíram a primeira abóbada de berço, de acordo com

⁴⁷ ADDIS, 2009, p.480.

⁴⁸ Johann Schwedler projetou, em 1862, a cúpula da nova sinagoga de Berlim – tornada estaticamente determinada pelo uso de triangulações e que inspirou outro engenheiro alemão, August Föppli, a explorar a área das estruturas tridimensionais. Föppli criou muitos modelos de suas treliças espaciais, como também estudou a possibilidade de se usar barras para formar o que hoje chamaríamos de uma casca discretizada. Cf. Ibid., p.439.

esse raciocínio, em 1924. O jovem engenheiro Ulrich Finsterwalder (1897-1988) auxiliou-os nessa empreitada. Ao longo da década seguinte, Dischinger e Finsterwalder, por sua vez, continuaram a elaborar diferentes métodos de projeto para formatos variados de cascas. No processo de concepção, todos esses profissionais utilizavam tanto maquetes em escala, quanto testes de protótipos em tamanho real para partes específicas das estruturas. Hubert Rüsch (1903-79) juntou-se a eles em 1926.

Além de trabalhar com cascas de concreto armado, Dischinger, Finsterwalder e Rüsch foram pioneiros na introdução da tecnologia do concreto protendido⁴⁹ entre o final da década de 1930 e ao longo dos anos 1940. Sobre esse aspecto, o professor Augusto Vasconcelos conta que coube a esses engenheiros a responsabilidade por formular a primeira norma alemã do material, em 1954 (informação verbal)⁵⁰. O conjunto dos métodos por eles desenvolvidos foi divulgado mundialmente, mediante publicações científicas, passando a ser usados como referências na concepção de diferentes tipos de estruturas em concreto.

Como decorrência dessas primeiras experiências, entre as décadas de 1930 e 1960, a obra de arquitetos e engenheiros tornou-se popular, fora do âmbito do ofício, justamente em função da maestria com que utilizavam o concreto na criação de formas geométricas diferenciadas. Para que isso se tornasse possível, encontraram subsídio não só nas teorias desenvolvidas pelos predecessores alemães, mas, principalmente, no aprimoramento da *abordagem experimental* por eles adotada. A seguir, um apanhado de suas contribuições.

2.6.1 As cascas de concreto

Um dos pioneiros no emprego do método experimental foi o espanhol Eduardo Torroja (1899-1961). Depois de trabalhar para uma construtora entre 1923 e 1927, Torroja abriu um escritório de projetos próprio em Madri, criando, em 1933, a cúpula laminar do *Mercado de Abastos de Algeciras* – obra que obteve grande reconhecimento. Já para a

⁴⁹ A protensão pode ser definida como o artifício de introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar seu comportamento. No caso do concreto, a protensão consiste em introduzir esforços prévios nos elementos estruturais que reduzam ou anulem as tensões de tração sob ação das solicitações em serviço. O intuito é minimizar a importância da fissuração como condição determinante de seu dimensionamento. Apesar da teoria sobre as estruturas protendidas ser antiga, as hipóteses fundamentais que garantiram o êxito obtido pelo concreto protendido somente foram estabelecidas corretamente por Eugène Freyssinet (1879-1962) em 1928. Para mais, consultar: LEONHARDT, Fritz. **Construções de concreto**. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

⁵⁰ Informação fornecida por Augusto Carlos de Vasconcelos em São Paulo (SP), no dia 27 de maio 2009: “O Rüsch tinha dado uma cadeira de concreto armado na Escola de Engenharia e começou com uma cadeira nova, que não existia antes da guerra, cadeira de *Vorgespannte Konstruktionen* – quer dizer, Estruturas Protendidas, era o nome da cadeira. Ele começou em 53 e já mostrando para os alunos as coisas que saíram na norma de 53 mesmo! Então, ele aproveitou e mostrou: ‘Olha, as normas estão exigindo isso... A cadeira é assim...’. Eu cheguei em 54 e freqüentei a cadeira que ele estava dando pela segunda vez!”.

concepção dessa obra, o engenheiro usou modelos de estudo em tamanho reduzido, da mesma forma que faria com todas as outras estruturas futuramente projetadas. Após o intervalo imposto pela Guerra Civil espanhola (1936-39), tornou-se professor da Escola Especial de Caminhos, Canais e Portos, em Madri, lecionando disciplinas da cadeira de Estruturas. Torroja teve também importante papel no desenvolvimento de instituições de pesquisa, pois, em 1934, por iniciativa sua e de outros colegas, fundou-se o *Instituto de la Construcción y de la Edificación* – entidade privada dedicada exclusivamente ao estudo e à investigação no campo da construção e de seus materiais. Anos depois, juntou-se com o *Instituto del Cemento*, formando-se, assim, o *Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento*⁵¹, sob sua direção.

Figura 12 – Mercado de Abastos de Algeciras por Torroja

Fonte: ADDIS, 2009.

A contribuição de Torroja para a área de Estruturas ocorreu ainda no nível teórico. Conforme visto, Mario Salvadori, em 1963, apresentou a análise do Comportamento Estrutural por uma abordagem qualitativa. Contudo, quem primeiramente abordou a problemática de forma intuitiva foram os profissionais envolvidos com o desenvolvimento da

tecnologia do concreto armado nesse período (1930-1960), sendo que Torroja representa uma das gêneses desta postura. Ele criou um verdadeiro tratado sobre Estruturas, abrangendo aspectos que antes apareciam de forma fragmentada nos outros livros, e que passou a influenciar a organização das publicações a partir de então⁵².

Assim, em *Razón y ser de los tipos estructurales*⁵³, publicado em 1958, Torroja primeiramente introduz a problemática de sua época: isto é, a supervalorização do cálculo em detrimento da intuição. Segundo o autor, esse raciocínio seria equivocado pelo fato de que as

⁵¹ Em junho de 1961, após o falecimento de Torroja e como uma homenagem ao mesmo, o nome da entidade mudou para *Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja* (IETcc).

⁵² Se bem observamos as obras publicadas a partir de 1960, poderemos identificar uma estrutura comum quanto à introdução dos conteúdos (respeitadas as variações), que se assemelha ao trabalho de Torroja: justificativa para a adoção de uma abordagem qualitativa sobre o tema; explicação sobre conceitos fundamentais que influem sobre o Comportamento Estrutural; descrição das propriedades dos principais materiais estruturais (às vezes, traçando um panorama histórico sobre sua aplicação); indicação dos sistemas estruturais básicos, bem como das combinações possíveis entre eles; e considerações sobre aspectos específicos da problemática. Como exemplos de livros que são assim organizados, podem ser citados, entre outros: ROSENTHAL, H. W. **Structural decisions**. London: Chapman & Hall, 1962; MORGAN'S, W. **The elements of structures**. London: Pitman, 1977; MACDONALD, A. J. **Structure and architecture**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. Importante também registrar o quanto o livro de Torroja influenciou (e ainda influencia) todas as gerações de profissionais entrevistados durante a realização desta pesquisa, como pode ser comprovado pela consulta aos ANEXOS.

⁵³ Cf. TORROJA, Eduardo. **Razon y ser de los tipos estructurales**. Madrid: Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, 1958.

estruturas não derivam diretamente da aplicação de fórmulas matemáticas – por mais avançadas e complexas que elas sejam –, mas sim da compreensão sobre os fenômenos físicos que determinam seu comportamento. Em suas palavras:

El cálculo no es más que una herramienta para prever si las formas y dimensiones de una construcción, simplemente imaginada o ya realizada, son aptas para soportar las cargas a que ha de estar sometida. No es más que la técnica operatoria que permite el paso de unas concepciones abstractas de los fenómenos resistentes a los resultados numéricos y concretos de cada caso o grupo especial de ellos. El asombroso avance, que en las teorías mecánicas de las estructuras o elementos sustentantes de las construcciones han producido los siglos XIX y XX, hace menospreciar excesivamente el estudio ontológico de la morfología resistente. Todo proyectista que descuide el conocimiento de sus principios, está expuesto a graves fracasos; y el caso es que en las escuelas hay tanto que aprender que rara vez queda tiempo para pensar⁵⁴.

O livro apresenta então quais são esses princípios básicos (equilíbrio, resistência e estabilidade) que condicionam as formas de trabalho dos sistemas estruturais. Além disso, para desenvolver o “*íntimo sentimiento*”⁵⁵ sobre o funcionamento das Estruturas, de que fala Torroja, o autor sugere a utilização de modelos físicos como uma maneira de aprimorar a intuição por meio da experimentação. Afinal, de acordo com o engenheiro, quanto maior a vivência de casos semelhantes, mais rápida será a capacidade do profissional em prever o estado de tensão ou de deformação sob o qual se encontra o arranjo sob sua investigação e, quanto menor a experiência adquirida, maior será a necessidade de que o projetista realize verificações detalhadas para julgar determinada situação.

Além das maquetes, também o conhecimento dos materiais é considerado importante para o aprendizado, na medida em que suas propriedades intrínsecas (conforme a Ciência dos Materiais demonstrou no início de 1900) delimitam os tipos de forças internas que eles podem suportar e, portanto, os tipos de elementos para os quais são mais adequados. É nesse sentido que pode ser entendido o conceito de “*mensaje*” do material, defendido por Torroja; segundo o qual, em virtude de suas características únicas, cada material endereçaria um significado diferente ao produto final da edificação⁵⁶. Dos materiais, a análise do autor passa para os principais tipos de sistemas estruturais existentes, enfocando: a aplicação dos elementos ao longo do tempo, as particularidades de cada sistema (relação entre estrutura, geometria e material) e as possíveis associações entre eles.

Todos esses aspectos, como já exposto, são destrinchados sob um ponto de vista qualitativo, dentro de uma concepção que entende o cálculo enquanto *verificación de una*

⁵⁴ TORROJA, 1958, p.1. Na última frase da citação, é possível observar uma denúncia da contraposição entre formação e instrução, característica dos tempos modernos e já anunciada no início deste trabalho.

⁵⁵ Ibid., p.13.

⁵⁶ Ibid., p.61.

idéia – o modelo matemático existiria apenas para testar aquilo que foi concebido anteriormente pela mente humana. Contudo, é preciso perceber que tal concepção não surgiu ao acaso, pelo contrário, derivou da inaptidão da teoria matemática de então em solucionar as novas formas que passaram a ser propostas. Isso porque, embora os métodos gráficos e numéricos existentes também fossem aplicáveis a essas estruturas, a complexidade da geometria tridimensional e da trigonometria necessária para resolvê-las desanimaria qualquer um, salvo os matemáticos mais talentosos. Daí, a retomada da experimentação.

Nesse contexto, tal qual Torroja, o engenheiro Pier Luigi Nervi (1891-1979) foi um dos primeiros a empregar maquetes em escala no processo de concepção estrutural. Nervi formou-se em 1913, quando o concreto armado estava sendo introduzido na Itália. Após a graduação, passou a trabalhar na *Società per Costruzioni Cementizie*, dirigida por Attilio Muggia (1859-1936) – seu ex-

Figura 13 – Hangar de Orvieto por Nervi
Fonte: NERVI, 1951.

professor e precursor da tecnologia no país. Em 1932, Nervi começou uma sociedade com Giovanni Bartoli, que permaneceu ativa até a sua morte. Nesse período, realizou importantes investigações no campo da pré-fabricação, como é o caso da série de hangares geodésicos, formados por elementos estruturais pré-fabricados e projetados para o governo italiano entre 1935 e 1943 (portanto, para Mussolini). Nos anos 1940, outra importante contribuição do engenheiro consistiu no aprimoramento da técnica do ferro-cimento, inicialmente desenvolvida por Lambot.

Justamente em 1945, quando Nervi iniciou sua carreira docente, ensinando Técnicas de Construção no curso de Engenharia da Universidade de Roma, foi publicado seu primeiro livro: *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*⁵⁷. Uma obra posterior reúne oito palestras conferidas pelo engenheiro, em 1950, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Buenos Aires⁵⁸. Nela, é possível identificar os principais argumentos defendidos por Nervi e presentes nas demais publicações de sua autoria⁵⁹.

A primeira dessas teses se refere à necessidade de *união entre ciência e arte* – contrária, portanto, à situação de dicotomia identificada por Edgar Graeff. Segundo Nervi, a viabilidade

⁵⁷ Cf. NERVI, Pier Luigi. **Scienza o arte del costruire?** Caratteristiche e possibilità del cemento armato. Roma: Della Bussola, 1945.

⁵⁸ Cf. NERVI, Pier Luigi. **Lenguaje arquitectónico**. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 1951.

⁵⁹ Nervi também é autor de: *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, publicado pela Hoepli de Milão, em 1954; *Structures*, da editora Dodge de Nova York, em 1956; e *Aesthetics and technology in building*, publicado em Cambridge, pela Harvard, em 1966.

dessa união poderia ser justificada pelo fato daquilo que foi considerado como um bom resultado estético de suas obras ter derivado de considerações de ordem técnica e econômica. O desenvolvimento de métodos de pré-fabricação e do ferro-cimento, por exemplo, resultou de tentativas de se fabricar fôrmas com melhor qualidade e menor custo de produção:

Por mi parte debo declarar que al idear la estructura en hierro-cemento o al aplicar en vasta escala la prefabricación estructural (hangares, o salones de la Exposición de Turín), he sido guiado casi exclusivamente por la finalidad técnica y económica, encontrando sólo más tarde, casi con sorpresa, aquellos valores estéticos y arquitectónicos que vinieron ocultos.

Quizá sea ésta una prueba más, aunque no atribuirle al caso, del indisoluble vínculo que, por vía misteriosa, une técnica y arquitectura⁶⁰.

Por outro lado, essa técnica proclamada por Nervi não deve ser entendida como apoiada exclusivamente no avanço da Matemática. O engenheiro reconhece a importância do desenvolvimento da teoria sobre Estruturas, mas também aponta aquela sua incapacidade, acima identificada, em solucionar os problemas estruturais de maior complexidade. Para esses casos, Nervi propõe o caminho alternativo da investigação experimental: “Es decir, que en vez de presuponer, por un camino teórico, a través de inevitables aproximaciones y simplificaciones, el estado de equilibrio de un complejo resistente, sólo habremos de buscarlo y determinarlo con simples operaciones de medición directa”⁶¹.

Em função disso, Nervi considerava existir um *problema no ensino universitário* de sua época – tanto de engenheiros, quanto de arquitetos –, na medida em que o mesmo continuava a se fundamentar unicamente sobre uma abordagem analítica. Na concepção do engenheiro italiano, entretanto, para que os estudantes pudessem adquirir um profundo conhecimento do Comportamento Estrutural (imprescindível à sua boa atuação profissional), deveriam receber uma formação também embasada em demonstrações experimentais:

El alumno che ha visto todo esto con sus propios ojos (y los modernos equipos de laboratorio, sean extensimétricos, sean fotoelásticos, permiten que se realicen esta visión directa de los estadios de coacción de los materiales) puede, mucho más fácilmente que a través de la sola enseñanza matemática, hoy únicamente usada, llegar a una clara comprensión del mundo estático-resistente, base indispensable para la invención estructural⁶².

Aplicando o que defendia, Nervi trabalhou, durante vários anos, em conjunto com o professor Arturo Danusso (1880-1968), no Instituto Politécnico de Milão. Ali, criaram técnicas para construir e carregar protótipos de sistemas estruturais, medindo suas deformações e esforços. Como explica Bill Addis, o engenheiro frequentemente solicitava a

⁶⁰ NERVI, 1951, p.21.

⁶¹ Ibid., p.48.

⁶² Ibid., p.22-23.

realização de testes com maquetes em escala para complementar os cálculos teóricos, por ele realizados, também em virtude de estar projetando estruturas totalmente inovadoras⁶³.

Com relação à concepção de sistemas estruturais inéditos, merecem destaque as experiências realizadas pelo engenheiro francês Bernard Lafaille (1900-55), a partir de 1933, sobre uma nova forma estrutural para cascas: o parabolóide hiperbólico⁶⁴. Esta família de superfícies curvas anticlásticas é especialmente importante por consistir a única forma estrutural inventada pelo homem, com o uso da ciência, antes de ter sido primeiramente construída⁶⁵. Um dos principais profissionais a empregá-la foi o arquiteto espanhol Félix Candela.

A vida de Candela (1910-97) pode ser dividida em três períodos, correspondentes aos anos que passou na Espanha, no México e nos Estados Unidos. Foi no primeiro país que se formou, em 1935. Um ano depois, Candela venceu uma bolsa de estudos com o trabalho: “A influência das novas tendências da técnica do concreto armado sobre a forma arquitetônica”. O seu intuito inicial era estagiar na Alemanha, com Dischinger e Finsterwalder, porém, devido ao golpe militar de Francisco Franco (1892-1975), deixou de viajar.

Com a vitória da ditadura em 1939, Candela transferiu-se para o México, em que realizou uma série de obras, fundando a empresa de projetos e de construção *Cubiertas Ala*. Em 1951, usando um parabolóide hiperbólico, o arquiteto projetou sua primeira obra de fama internacional, o *Pabellón de Rayos Cósmicos*, na Cidade do México. Dois anos depois, tornou-se professor do Departamento de Arquitetura da Universidade

Figura 14 – Teste de resistência de um *paraguas*
Fonte: CHURTICHAGA, 2010.

Autônoma do México. No período, começou a colaborar com os principais profissionais do país. Foi quando desenvolveu seu sistema estrutural mais requisitado: o *paraguas* (guarda-

⁶³ ADDIS, 2009, p.491-492.

⁶⁴ As cascas são estruturas de superfície, de parede fina, que podem ser divididas em diferentes grupos de acordo com a forma assumida por sua superfície média e com a natureza de sua curvatura. Classificando-as pela curvatura, existem as cascas simples (como o cilindro e o cone) e cascas de dupla curvatura (cascas de revolução ou de translação). O parabolóide hiperbólico constitui uma casca de translação, cujas curvaturas são opostas (e, por isso, pertence à família das superfícies curvas ditas anticlásticas). Ao ser seccionado por um plano perpendicular ao eixo z, obtêm-se dois ramos de uma hipérbole. Ainda que seja uma superfície curva, pode ser construído com linhas retas. Por isso, diz-se que o parabolóide hiperbólico é uma superfície duplamente regrada, ou seja, por cada ponto de sua superfície passam duas retas totalmente contidas nessa mesma superfície. Para mais, consultar: FONTES, Roberto. **Análise de casca de alvenaria cerâmica armada: tipo parabolóide hiperbólico**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005, p.15-22.

⁶⁵ ADDIS, op. cit., p.495.

chuvas) – como ficou conhecido o arranjo composto por quatro parabolóides hiperbólicos, dotado de um mastro central para o escoamento de águas pluviais.

Fausto Giovannardi, contudo, analisa que as estruturas por ele criadas somente puderam ser construídas no México, em função da disponibilidade de mão-de-obra especializada a baixo custo⁶⁶. Afinal, aumentado o salário mínimo mexicano, as cascas (que exigiam grande quantidade de operários para que pudessem ser edificadas) deixaram de ser viáveis – fato que explica o declínio da empresa *Cubierta Ala* no final dos anos 1960. Em 1971, Candela mudou-se para os Estados Unidos, passando a lecionar na Universidade de Illinois e a trabalhar em associação com o escritório *Idea Center* de Toronto. Morando nesse país, projetou uma série de estruturas internacionais, incluindo a *Ciutat de les Arts i de les Ciències* de Valência (1996-98), em conjunto com o arquiteto e engenheiro catalão Santiago Calatrava (nascido em 1951).

À parte sua contribuição profissional para o campo de Estruturas, Candela, assim como os demais engenheiros apresentados, também teve uma significativa produção teórica. Ele começou a escrever artigos sobre seu trabalho no final da década de 1940 e, em 1951, enviou um protótipo do livro *Hacia una nueva filosofía de las estructuras*⁶⁷ ao II Congresso Científico Mexicano. O texto, conforme conta Josemaría de Churtichaga, provocou uma grande controvérsia entre os participantes⁶⁸. Seu tema central era a defesa em favor da necessidade de se desenvolver uma nova metodologia para analisar as estruturas de concreto armado (diferente daquela apoiada na teoria da elasticidade e exclusivamente ensinada aos profissionais). Como afirma Candela, se este material não é homogêneo, tampouco terá um rigor elástico e, portanto, os métodos empregados até então não refletiam seu verdadeiro comportamento – situação esta que já havia sido apontada por Robert Maillart em 1909.

Além disso, no seu livro, Candela empreende um esforço no sentido de escolher um método adequado através do qual as formas resistentes pudessem ser classificadas, de maneira a serem tornadas inteligíveis quanto ao seu comportamento estrutural. A organização que encontra baseia-se naquilo que chama de “habilidade das formas em reagir contra as forças externas a que estão submetidas” – ou seja, de resistir aos fenômenos físicos. Nesse sentido, de acordo com o autor, o objetivo de qualquer projetista não seria resolver as exigências estruturais de uma forma determinada (por meio de regras pré-estabelecidas), mas sim

⁶⁶ GIOVANNARDI, Fausto. **Félix Candela**: costruttore di sogni. Borgo San Lorenzo: Studio Giovannardi e Rontini, 2006. Disponível em: <<http://www.costruzioni.net/articoli/F%C3%A9lix%20Candela%20Costruttore%20di%20sogni.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2010.

⁶⁷ CANDELA, Félix. **Hacia una nueva filosofía de las estructuras**. Buenos Aires: Ediciones, 1962.

⁶⁸ CHURTICHAGA, Josemaría de. La estructura veloz: trayectorias estructurales a proposito de la obra de Emilio Perez Piñero y Feliz Candela. Disponível em: <http://www.chqs.net/archivos/informes/archivo_1_040310_la+estructura+veloz.pdf>. Acesso em: 05 out. 2010.

encontrar a forma certa (usando diferentes recursos, como protótipos, modelos físicos e matemáticos) para solucionar os problemas em questão.

A partir dos anos 1950, o conjunto das experiências desenvolvidas por esses pioneiros⁶⁹ começou a frutificar, na medida em que as estruturas diferenciadas deixaram de ser usadas apenas em coberturas excepcionais, passando a ser empregadas, em todo o mundo, para edificações de dimensões moderadas, tais como: escolas, fábricas, postos de gasolina, garagens e depósitos. Contudo, conforme exposto no início deste subcapítulo, o progresso no campo das Estruturas durante o século XX, além de ocorrer pelo uso inovador do concreto, também resultou do desenvolvimento de estruturas tridimensionais leves. É o que agora vamos analisar.

2.6.2 *As estruturas espaciais de peso mínimo*

Até o final do século XIX, a maior parte das estruturas de ferro (tanto aquelas das coberturas, quanto dos edifícios de múltiplos pavimentos) era bidimensional; de maneira que, para calculá-las, considerava-se que as ações estruturais agiam conforme planos. A tridimensionalidade resultava simplesmente da repetição de uma série de elementos em duas dimensões, como pórticos, arcos e treliças. O objetivo de se adotar essa forma de trabalho consistia tanto em aproveitar as vantagens econômicas de tais métodos repetitivos de construção, como, principalmente, em manter os cálculos de projeto simples e confiáveis⁷⁰.

A cúpula – com antecedentes em alvenaria datando da época romana – representava a única exceção quanto ao uso geral de estruturas bidimensionais. A partir de 1880, August Föppli explorou a terceira dimensão justamente pela criação dessas tipologias. E, apesar das cúpulas discretizadas, por ele propostas, não terem sido efetivamente concretizadas, serviram de referência para outros alemães, quando, em 1920, decidiram construir suas próprias cascas em concreto. Independentemente de Föppli, um engenheiro russo, Vladimir Shukhov (1853-1939), também pesquisou estruturas tridimensionais. É dele o projeto de quatro pavilhões para a “Exibição da Indústria e das Artes Russas” (realizada em Novgorod, em 1896), cujas coberturas consistiam em membranas tensionadas de faixas entrelaçadas de aço. Esse sistema estrutural sem precedentes apenas foi visto novamente na década de 1950, quando Frei Paul Otto (nascido em 1925) retomou as investigações sobre estruturas espaciais de peso mínimo.

⁶⁹ Outros profissionais também podem ser considerados pioneiros no desenvolvimento da tecnologia do concreto. Contudo, foram aqui enfocados aqueles que também mais contribuíram para a reflexão sobre o ensino de Estruturas – influenciando a discussão nas escolas brasileiras. Registramos os demais profissionais: Oscar Faber (1886-1956), Ove Arup (1895-1988), Ricardo Morandi (1902-97), Nicolas Esquillan (1902-89), Anton Tedesko (1903-94), René Sarger (1917-88) e Henz Isler (nascido em 1926).

⁷⁰ ADDIS, 2009, p. 478-490.

Figura 15 – Cobertura da Exibição de Novgorod
Fonte: ADDIS, 2009.

Otto atuou como piloto de caça nos últimos anos da Segunda Guerra Mundial. Tendo sido preso durante o conflito, na França, realizou suas primeiras experiências sobre estruturas leves, ao construir tendas no campo de concentração de Chartres. De 1948 a 1952, por sua vez, estudou Arquitetura na Universidade Técnica de Berlim, realizando, em 1950, uma viagem de estudos aos Estados Unidos. Ali, entrou em contato com o escritório de Fred Severud (1899-1990), que

estava trabalhando nas plantas para a arena pretendida do *Raleigh Stadium* – um projeto que exerceu influência sobre a trajetória posterior de Otto, estimulando a investigação das estruturas tensionadas. Este foi, de fato, o tema desenvolvido em sua tese de doutorado, obtida em 1953 e publicada um ano depois, com o título *Das hängende Dach*.

No corpo da tese, aparecem algumas das formas estruturais que seriam futuramente estudadas. Membranas, tendas, redes de cabos e coberturas pretendidas, por exemplo, são apresentadas como frutos de pesquisas realizadas com modelos reduzidos, feitos de materiais diversos – cordões, correntes, tecidos e lâminas elásticas. O conjunto do trabalho representa um esforço de sistematização desses novos tipos estruturais: Otto (assim como outro colega de profissão, Candela) tentou estabelecer uma classificação das formas, que servisse, ao mesmo tempo, para criar uma ordenação das estruturas.

Além disso, no texto, já aparece formulado o conceito de *natürliches Tragwerk* (Estrutura natural), aprimorado em outras ocasiões pelo arquiteto, enquanto “la forma de una estructura que, con la menor cantidad de material, transporta los esfuerzos que recibe a los puntos de reacción o de apoyo”⁷¹. Trata-se de um princípio que nos remete à busca pela *otimização* da forma resistente; de maneira que os sistemas estruturais investigados não despertam interesses por si mesmos, mas por constituírem meios de se atingir este intuito primário (construir mais, gastando menos energia e material) – o que originaria uma estrutura natural, mesmo se decorrente de um processo técnico.

Por ocasião da elaboração da tese, Frei Otto escreveu para diferentes empresas, objetivando colher dados sobre as estruturas tensionadas. Somente lhe respondeu Stromeier & Co., tradicional fabricante de tendas e lonas de circo. Foi assim que teve início sua colaboração

⁷¹ OTTO, Frei. **Cubiertas colgantes**. Tradução Francisco Folguera. Barcelona: Labor, 1958. Versão espanhola do original *Das hängende Dach*, publicado em 1954. p.88.

Figura 16 – Cobertura tensionada em Kassel
Fonte: ADDIS, 2009.

com a firma, permitindo a construção de algumas das formas presentes na tese. A primeira de suas estruturas protendidas com dupla curvatura é de 1955 – uma cobertura para abrigar apresentações de música ao ar livre em Kassel (Alemanha). Como conta Bill Addis, “ela cobria um vão de 18 metros de uma diagonal a outra – o dobro do vão que as lonas de circo tradicionais de Strohmeyer costumavam vencer”⁷².

Dois anos depois, Otto fundou, em Berlim, o *Entwicklungsstätte für den Leichtbau* (Centro de Desenvolvimento de Construções Leves), de caráter privado, com o propósito de dar continuidade aos estudos teóricos e experimentais. Foi nesse centro que, após 1958, o arquiteto e seus colaboradores introduziram uma metodologia diferenciada, ao utilizarem modelos feitos de bolha de sabão na pesquisa sobre membranas e estruturas pneumáticas de peso mínimo. Seu interesse referia-se, portanto, aos processos físicos que geram essas tipologias estruturais. Uma publicação posterior⁷³ condensa esta postura, bem como o sentido que adquire sua metodologia experimental, afirmando que a natureza vivente não se revela a quem tem a finalidade única de imitá-la, mas sim em intercâmbio com quem indaga suas causas e feitos, sem intenções premeditadas.

É importante destacar essa concepção do que seja *natural* nas Estruturas para Frei Otto e de como tal natureza pode ser trabalhada em termos de apropriação do comportamento e não necessariamente em um sentido onomatopaico, mimético. Afinal, aquilo que Otto entende como *natural* – fundamento de sua tese – são os fenômenos físicos a que todos os corpos estão sujeitos (e não a plasticidade assumida por esses elementos orgânicos). Compreendendo os processos físicos, uma segunda etapa metodológica de estudo seria pensar em como introduzi-los e aproveitá-los naquilo que é construção – uma *segunda natureza*, porque já transformada pela ação humana. Importa compreender bem a diferença entre os dois tipos de concepção, porque a idéia de natural defendida por Otto nada tem a ver com o caráter figurativo e formalista atribuído ao existente pelos expoentes do *Art Nouveau*, em um primeiro momento, e da arquitetura orgânica, posteriormente⁷⁴.

⁷² ADDIS, 2009, p. 507.

⁷³ OTTO, Frei et al. **Natürliche Konstruktionen**: formen und strukturen in natur und technik und prozesse ihrer entstehung. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1982.

⁷⁴ O *Art Nouveau* (1890-1914) surgiu como uma tendência arquitetônica, em que se destacam as formas orgânicas. Os edifícios, em geral, apresentam linhas curvas, irregulares e assimétricas. Como exemplos de

Retomando a trajetória de Otto, as investigações iniciadas no centro de Berlim prosseguem com a fundação do *Institut für leichte Flächentragwerke* (Instituto de Estruturas Leves), da Universidade de Stuttgart, em 1964. No instituto, os estudantes, a partir de livre escolha, integram-se às tarefas de grupos de pesquisa interdisciplinares (por reunirem arquitetos, engenheiros, biólogos, físicos e filósofos), empreendendo suas próprias pesquisas por meio do emprego de métodos experimentais variados: fotografias, maquetes, equipamentos mecânicos de medição e, em tempos mais recentes, recursos computacionais.

Figura 17 – Instituto de Estruturas Leves
Fonte: Universität Stuttgart, 2011.

A busca pela eficiência de estruturas de peso mínimo é também central no trabalho de Richard Buckminster Fuller (1895-1983). Esse inventor estadunidense lecionou no *Black Mountain College* da Carolina do Norte no final da década de 1940 e foi ali que teve início, entre outras especulações construtivas, o desenvolvimento da tipologia correspondente à concretização de suas pesquisas: a cúpula geodésica, patenteada em 1954. Embora o Comportamento Estrutural dessa cúpula não diferisse daquela criada por Bauersfeld anos antes, a inovação de Fuller foi perceber que ela funcionaria como uma estrutura de cobertura de peso leve (formada por treliças espaciais feitas com peças padronizadas), capaz de ser transportada com facilidade e montada com rapidez.

Além disso, outra diferença residia no método de cálculo desenvolvido por Fuller. Isso porque, apesar do processo de triangulação da esfera ser antigo – como vimos, Johann Schwedler e August Föppli foram pioneiros em sua aplicação –, ainda não havia sido criada uma metodologia que permitisse melhorar a forma de padronização das peças: “Partindo do cálculo matemático, Fuller chegou à esquematização do processo de divisão da esfera em triângulos”⁷⁵. Logo, sua principal contribuição residiu em descobrir as leis formadoras das geodésicas, construindo e divulgando suas propriedades.

profissionais adeptos do movimento, podem ser citados: Victor Horta (1861-1947) e Hector Guimard (1847-1942). Já o organicismo teve como precursor o arquiteto americano Louis Sullivan (1856-1924) – quem cunhou o termo “arquitetura orgânica”. Posteriormente, o belga Henry Van de Velde (1863-1957) desenvolveu uma linguagem impregnada de referências vegetalistas e de linhas curvas. Outro dos caminhos seguidos pela arquitetura organicista consistiu no movimento expressionista, cujo principal expoente foi o arquiteto alemão Erich Mendelsohn (1887-1953). Na Torre Einstein, em Potsdam (1921-1924), através do uso de formas curvas, Mendelsohn criou uma clara referência biomórfica. Para mais, Cf. ARGAN, Giulio Carlo. **Projeto e destino**. São Paulo: Ática, 2001. passim.

⁷⁵ LOTUFO, Vitor Amaral; LOPES, João Marcos de Almeida. **Geodésicas & cia**. São Paulo: Projeto, 1981.p.4.

O governo norte-americano reconheceu a importância deste trabalho, contratando sua firma, *Geodesics*, para criar pequenas cúpulas para o exército. Durante as décadas seguintes, Fuller desenvolveu muitas idéias, projetos e invenções, particularmente sobre sistemas de habitação e de transporte a baixo custo (explorando, portanto, princípios de eficiência energética e material). Suas experiências foram reunidas em aproximadamente 30 publicações, com destaque para o livro *Synergetics*⁷⁶, de 1975, responsável por introduzir este termo por ele cunhado para comunicar os conceitos geométricos pesquisados e, mais especificamente, enquanto referência à visão sistêmica de mundo que desenvolvera – segundo a qual é preciso enfatizar o comportamento global do ambiente, que não pode ser previsto apenas pelo funcionamento isolado de seus componentes.

Figura 18 – Cúpula geodésica em Montreal por Fuller
Fonte: FULLER, 1975.

Entre 1967 e 1968, o *designer* Peter Jon Pearce colaborou com Fuller, preparando textos e ilustrações para esse livro. Também ele realizou um importante trabalho acerca das estruturas espaciais de peso mínimo. Em 1965, quando lecionava na *California State University* de Northridge, Pearce ganhou uma bolsa de pesquisa para elaborar uma teoria morfológica que fundamentasse a criação de sistemas construtivos de alto desempenho. Seus estudos (apoiados na associação entre recursos geométricos, matemáticos, físicos e computacionais), resultaram na publicação de *Structure in nature is a strategy for design*, em 1978⁷⁷; em que o autor, estudando a composição das estruturas naturais, propõe o desenvolvimento de uma estratégia de construção eficiente, baseada na utilização de sistemas modulares e triangulações.

Vistos em conjunto, os trabalhos de Otto, Fuller e Pearce podem ser considerados como continuadores da tradição estabelecida por D'Arcy Thompson, ao encararem a natureza como fonte de aprendizado para se atingir economia de meios – da mesma forma anteriormente preconizada pelo matemático e biólogo escocês. As pesquisas mais recentes empreendidas por esses profissionais, contudo, se apóiam em um último recurso que acabou revolucionando a maneira de entender e de ensinar Estruturas: o computador.

⁷⁶ Cf. FULLER, Richard Buckminster. **Synergetics**: explorations in the geometry of thinking. New York: Macmillan, 1975.

⁷⁷ Cf. PEARCE, Peter Jon. **Structure in nature is a strategy for design**. Cambridge: MIT, 1978.

2.7 De 1960 em diante: o computador no contexto contemporâneo

Os primeiros programas computacionais aplicáveis ao campo estrutural, por permitirem o dimensionamento de esforços e de deformações, foram desenvolvidos no final da década de 1950, sobretudo dentro de universidades. Nessa época, contudo, em função do alto custo dos *softwares* de cálculo, os profissionais ainda não os utilizavam em sua prática cotidiana. Além disso, o longo tempo de resposta dos programas fez com que, mesmo durante a década de 1970, ferramentas tradicionais (como régua de cálculo e calculadoras mecânicas) continuassem a ser usadas para o projeto de estruturas simples e repetitivas⁷⁸.

Por outro lado, desde os anos 1960, os computadores eram mais amplamente empregados para outra tarefa da Arquitetura e da Engenharia: a produção de desenhos. Foi quando ocorreu o aparecimento dos *softwares* tipo CAD (*Computer-Aided Design*). Já no final de 1970, os resultados dos comandos passaram a ser exibidos simultaneamente em uma unidade de representação visual (VDU – *Visual Display Unit*), substituindo a necessidade de impressão para se obter os desenhos. O uso de VDU, associado aos sistemas computacionais CAD, permitiu que os profissionais realizassem *simulações* (tal qual realizavam no ensaio de modelos reduzidos), fornecendo respostas imediatas aos seus questionamentos projetuais.

Uma importante mudança ocorreu quando também os *softwares* gráficos foram dotados de tridimensionalidade – a exemplo das maquetes físicas –, no final dos anos 1980. Afinal, de um desenho bidimensional, tornou-se possível realizar um verdadeiro processo de “*modelagem*”, construindo-se, virtualmente, uma réplica em três dimensões de um objeto do mundo real. Nesse momento, a velocidade dos computadores aumentou o suficiente para viabilizar os cálculos iterativos necessários às estruturas de maior complexidade, evitando, por fim, “a parte massacrante do projeto de Estruturas que é fazer conta” – como testemunha o engenheiro civil, entrevistado neste trabalho, João Del Nero⁷⁹.

Os computadores, portanto, transformaram o trabalho de arquitetos e de engenheiros em três áreas principais: a realização de cálculos, a produção de desenhos e o emprego de simulações. Contudo, apesar das vantagens obtidas com a adoção dessa ferramenta, as maquetes em escala não deixaram de serem usadas no processo projetual, como ilustra a produção do alemão Heinz Hossdorf (1925-2006).

Seguindo o modelo do engenheiro espanhol que admirava (Torroja), Hossdorf montou seu próprio laboratório na Basiléia (Suíça), em 1966, para realizar pesquisas sobre Estruturas.

⁷⁸ ADDIS, 2009, p.541.

⁷⁹ João Del Nero em entrevista realizada no dia 15 de junho de 2009 em São Paulo (SP). Para mais, ver a transcrição completa no ANEXO F.

Um ano depois, ele foi o primeiro a fazer uso do aparecimento do computador, automatizando o processo de testes com maquetes. Para tanto, criou o método de “ensaios híbridos”, resultado da combinação de informações analógicas (mais adequadas para solucionar equações diferenciais lineares e não lineares) e digitais (melhor para a análise de equações algébricas).

Figura 19 – Ensaio da cobertura da biblioteca de Basileia por Hossdorf
Fonte: CASSINELLO, 2006.

Além de desenvolver novas técnicas de estudo de modelos, Hossdorf usou esse recurso com o objetivo de conceber formas estruturais inovadoras. No livro *Modellstatik*⁸⁰, o engenheiro retoma justamente algumas das investigações e avanços que realizou em seu laboratório sobre o ensaio com modelos reduzidos, associado ao auxílio computacional.

Santiago Calatrava (nascido em 1951) constitui um exemplo mais contemporâneo de profissional que associa os dois tipos de ferramentas. Nesse sentido, esse arquiteto e engenheiro catalão também mantém um laboratório na Suíça, onde um grupo de técnicos especializados desenvolve protótipos para simular, em miniatura, as principais engrenagens concebidas para seus

Figura 20 – Museu de arte de Milwaukee por Calatrava
Fonte: O ANJO..., 2010.

edifícios – caracterizados por formas de inspiração em elementos da natureza e baseadas no princípio de movimento (além da estática, incorpora efeitos dinâmicos em seus trabalhos). É por causa da grande complexidade dessas obras que elas não poderiam ser concebidas sem o emprego de sofisticados programas computacionais – como Calatrava faz.

Outra característica da atualidade consiste na rápida introdução de novos materiais (como polímeros, alumínio e madeiras laminadas) aos processos construtivos e à concepção estrutural – em contraposição à lenta incorporação exigida pelo ferro e pelo concreto armado nos séculos anteriores. Afinal, a partir do avanço alcançado pela Ciência dos Materiais, os profissionais tornaram-se capazes de analisar suas propriedades sistematicamente, prevendo seu comportamento com maior precisão.

⁸⁰ Cf. HOSSDORF, Heinz. **Modellstatik**. Berlin: Bauverlag GMBH, 1971.

E foi assim que o conhecimento sobre Estruturas evoluiu desde que o homem começou a transformar o ambiente: da observação empírica, passou para a abstração matemática e, posteriormente, à experimentação científica (primeiro, fazendo uso de maquetes e, depois, empregando computadores). Contudo, apesar da comprovação das vantagens da abordagem experimental desenvolvida nos últimos anos, a crítica da literatura nacional, conforme será visto a seguir, reside sobre a impressão de que os cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil tenham parado no tempo: continuaram apenas a ensinar aqueles métodos analíticos elaborados para o dimensionamento das Estruturas, entre os séculos XVII e XIX.

3.

REFLEXÕES PIONEIRAS:

A discussão sobre o ensino de Estruturas chega ao Brasil

Créditos das imagens:

Acervo pessoal de João Marcos Lopes, 1997.

Acervo pessoal de João Marcos Lopes, s.d.

Esta parte da investigação pretende analisar como a discussão sobre o ensino de Estruturas se desdobrou no Brasil, constituindo-se, portanto, como uma continuação da revisão da literatura empreendida no capítulo anterior. Por isso, aborda as publicações brasileiras dedicadas ao processo de transmissão de conhecimentos sobre Comportamento Estrutural para futuros arquitetos e urbanistas – sem analisar especificamente como se deu o desenvolvimento da relação entre Estruturas e Arquitetura no âmbito do ofício. Tal relação, por sua vez, será melhor analisada na próxima etapa deste trabalho e, como veremos, começou a mudar entre os anos 1920 e 1930, com o surgimento do movimento moderno na Arquitetura e a difusão da tecnologia do concreto armado pelo país.

Já o questionamento sobre o modelo didático-pedagógico de ensino de Estruturas para estudantes de Arquitetura e Urbanismo que se praticava no Brasil tem início por iniciativa de engenheiros (que conheciam o trabalho experimental e as discussões teóricas dos profissionais estudados no segundo capítulo), sendo que a primeira reflexão a respeito é de Adolpho Polillo (nascido em 1928). Logo após a graduação em Engenharia Civil pela Escola Nacional de Engenharia da então Universidade do Brasil – atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – em 1952, Polillo tornou-se assistente de Aderson Moreira da Rocha (catedrático de “Estabilidade das Construções” do curso de Engenharia Civil e de “Concreto Armado” da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU/UFRJ), com quem também trabalhava como sócio de um escritório de projetos. Como explica o engenheiro em entrevista¹, sua percepção de que a transmissão de conhecimentos acerca do Comportamento Estrutural deveria seguir outra perspectiva partiu justamente da observação da inadequabilidade da metodologia empregada por esse e por outros professores durante as aulas para as turmas da FAU/UFRJ.

Desde 1957, em conjunto com Aderson Rocha, Polillo editava a revista *Estrutura: revista técnica das construções*, na qual eram postadas as principais obras e produções teóricas que surgiam sobre o tema, tais como os trabalhos de Pier Luigi Nervi e Félix Candela. Tendo ciência da abordagem diferenciada desenvolvida por esses profissionais e entrando em contato com o livro de Eduardo Torroja de 1958, Polillo aprofundou suas próprias reflexões a respeito da problemática. Sendo assim, quando o professor Aderson mudou-se para Brasília, decidiu elaborar uma tese que abrangesse suas concepções pessoais sobre como deveria ser organizado

Figura 21 – Capa da revista Estrutura, volume 2
Fonte: Acervo pessoal da autora.

¹ Adolpho Polillo, em entrevista realizada pela autora no dia 22 de maio de 2009 no Rio de Janeiro (RJ). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO N.

um curso de Estruturas para arquitetos, defendendo-a durante o concurso aberto para a cátedra de Concreto (que seu sócio anteriormente ocupava), em 1968².

No corpo da tese, o autor argumenta que a adoção quase exclusiva de métodos matemáticos para o ensino do Comportamento Estrutural não condiz com as aptidões cognitivas da maioria dos estudantes de Arquitetura. Por isso, segundo Polillo, ainda que esses alunos saibam apreciar as soluções estruturais melhor concebidas, ficam tolhidos de apreender o funcionamento das Estruturas quando, para a criação dessas soluções, utiliza-se apenas o caminho analítico. Para resolver esse impasse, o professor afirma que caberia aos docentes o papel de despertar o interesse dos graduandos, a partir do estabelecimento de interligação entre os conteúdos estruturais e as demais disciplinas do curso de Arquitetura.

Na sequência, o autor apresenta sua proposta de curso, dividida em quatro fases: Intuição, com a criação de modelos por tentativa e erro; Análise, uma etapa quantitativa; Integração entre Intuição e Análise, a partir da realização de ensaios científicos; e Integração com Projeto³. Essas fases seriam distribuídas entre as seguintes disciplinas:

Tabela 1 – Disciplinas que compõem a proposta de ensino de Estruturas de Polillo

Disciplina	Ano	Semestre	Fase
Composição e modelagem das estruturas	1	2º	Intuição
Estática dos corpos rígidos	2	1º	Análise
Estática dos corpos elásticos	2	2º	Análise
Estruturas de aço e madeira	3	1º	Análise
Estruturas de concreto armado e protendido I	3	2º	Análise
Estruturas de concreto armado e protendido II	4	1º	Análise
Análise experimental	4	2º	Integração Intuição/ Análise
Composição estrutural aplicada à arquitetura	5	1º	Integração com Projeto

Fonte: POLILLO, 1968. Organizado pela autora.

O objetivo da primeira disciplina, correspondente a uma etapa introdutória de caráter conceitual, seria o de estimular o *sentimento estrutural* do aluno (aqui está a influência de Torroja). Para tanto, a metodologia empregada consistiria no uso de modelagens e experimentações, com a construção de maquetes físicas dos diversos sistemas estruturais. Sobre o emprego de métodos empíricos, o engenheiro justifica sua validade pelo fato de promoverem uma ação ativa do estudante na construção do conhecimento, permitindo, além do desenvolvimento de sua capacidade motora, também de sua criatividade.

Com relação às disciplinas quantitativas subseqüentes, o professor sugere tanto a realização de exercícios matemáticos, quanto o uso de outros tipos de recursos didáticos. É o

² POLILLO, Adolpho. **Considerações sobre o ensino de estruturas nos cursos de formação de arquitetos**. 1968. Tese (Concurso para cátedra de Concreto Armado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1968.

³ Ibid., p.27-28.

caso, por exemplo, dos filmes, slides e animações: “Uma vez compreendidos os fenômenos da maneira amena, e, até certo ponto divertida, é que seriam apresentadas as fórmulas fundamentais através de deduções analíticas”⁴. De acordo com o autor, esses instrumentos são especialmente adequados para aqueles que possuem grande capacidade de observação visual – como os graduandos em Arquitetura e Urbanismo.

Quanto ao ensino dos métodos numéricos, Adolpho Polillo considera que o importante, para um futuro arquiteto, é ter noção da ordem de grandeza dos esforços envolvidos, de modo que seja capaz, mediante cálculos aproximativos, de pré-dimensionar um determinado elemento estrutural – tornando-se apto a escolher entre diferentes possibilidades. Contudo, novamente o autor adverte sobre a necessidade de que os conceitos sejam bem compreendidos, pois, ainda que as fórmulas e os processos de quantificação mudem ao longo do tempo, os fenômenos físicos permanecem os mesmos:

Se esta conceituação não for bem apresentada, o estudante não terá a percepção do problema e, amanhã, profissional, agindo como autômato, limitar-se-á ao uso de uma determinada fórmula até que seja substituída por outra, permanecendo, em seu espírito, o mais denso mistério sobre o assunto ou o que é pior, julgando que não está ao seu alcance. [...] Parece-nos que é mais importante do que fazer decorar um determinado preceito da Norma, comentar-lhe o porquê; tecendo considerações e críticas construtivas favoráveis ou não⁵.

A concepção da disciplina “Análise experimental”, responsável pela junção entre as fases de Intuição e Análise, por sua vez, derivou da experiência portuguesa, sobretudo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, dirigido, conforme visto, pelo engenheiro Manoel Rocha, e dos métodos utilizados por Edgar Mesquita Cardoso⁶. A realização de experimentações nessa disciplina, segundo Polillo, seria importante para a criação de soluções espontâneas que, apenas analiticamente, não poderiam ser concebidas. Afinal, por meio da visualização das deformações sofridas pelos modelos, torna-se possível uma maior precisão na determinação das tensões atuantes e, portanto, das dimensões adequadas para suportá-las.

Figura 22 – Autoinfluciôgrafo da UnB, projetado por Edgar Cardoso
Fonte: POLILLO, 1968.

⁴ POLILLO, 1968, p.46.

⁵ Ibid., p.71-72.

⁶ Adolpho Polillo explica que a Universidade de Brasília, por iniciativa do professor Aderson Moreira da Rocha, no período, já havia instalado um Laboratório de Modelos reduzidos, projetado e montado pelo professor Edgar Cardoso. Nesse laboratório, Polillo assistiu à confecção de modelos, como também realizou alguns ensaios. Entre eles, destaca o de uma ponte em arco, destinada à Cachoeira Dourada (GO), projetada pelo Escritório Técnico Aderson Moreira da Rocha, do qual fazia parte. Ver: Ibid., p. 90-92.

Por fim, o autor apresenta a última disciplina de sua proposta, “Composição estrutural aplicada à Arquitetura”, de união entre Projeto e Estruturas, através: da concepção estrutural para propostas arquitetônicas; da realização de seminários coletivos entre as duas áreas sobre a criação de novas formas e sistemas estruturais decorrentes; e do incentivo à participação conjunta em bienais e concursos de Arquitetura.

Apesar da validade dessa nova metodologia de ensino, Adolpho Polillo explica que não conseguiu implementá-la completamente, com exceção da criação da disciplina introdutória qualitativa no currículo da FAU/UFRJ (que existe até hoje) e da aplicação da proposta em uma única turma do curso, quando assumiu todas as disciplinas da sequência de Estruturas, acompanhando a evolução dos alunos. É o que conta: “Eu gostei tanto, me empolguei tanto, que acabei dando para eles todas as matérias [...]. Tinha dado todas as disciplinas. E pensava: Uma vez eu tenho que dar esse curso que eu imagino, que está na minha cabeça, e isso está acontecendo agora” (informação verbal)⁷.

Contemporaneamente à proposta de Polillo para a FAU/UFRJ, a partir do ingresso do professor Aluizio Fontana Margarido (nascido em 1938) no corpo docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), também as disciplinas de Estruturas dessa instituição passaram a contar com uma abordagem diferenciada. Margarido formou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1960, tornando-se sócio do então chamado Escritório Técnico José Carlos de Figueiredo Ferraz quatro anos depois. Foi justamente o professor Ferraz⁸ – docente de ambos os cursos e primeiro chefe do Departamento de Tecnologia da FAU-USP, fundado em 1964 – quem o convidou para dar aulas na Faculdade de Arquitetura nesse mesmo ano (informação verbal)⁹.

Um dos aspectos que Margarido observou como inadequado em sua experiência acadêmica referia-se à existência de uma defasagem de tempo, pois os alunos de Arquitetura, nos primeiros períodos do curso, ficavam afastados das disciplinas de caráter analítico – necessárias à cadeira seguinte de Estruturas. Como consequência, começou a propor a retomada gradual dos conceitos matemáticos e físicos principais, segundo uma aproximação

⁷ Informação fornecida por Adolpho Polillo no dia 22 de outubro de 2009 no Rio de Janeiro (RJ).

⁸ José Carlos de Figueiredo Ferraz (1918-1994) foi professor titular de duas cátedras da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Resistência de materiais e Estabilidade de construções. Lecionou também na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da mesma universidade. Foi prefeito de São Paulo entre 1971 e 1973. Coube a Ferraz a responsabilidade pelo início da construção da linha Norte-Sul do Metrô de São Paulo e pela lei do zoneamento da cidade. Fundou, em 1941, a Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S.A. Cf. FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S.A. José Carlos de Figueiredo Ferraz. Disponível em: <<http://www.figueiredoferraz.com.br/empresa/fundador/>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

⁹ Aluizio Fontana Margarido, em entrevista realizada pela autora no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO B.

mais didática¹⁰. Além disso, para complementar a explicação e favorecer o entendimento do Comportamento Estrutural – sob a influência do trabalho pioneiro de Alfred Pippard e, posteriormente, de Eduardo Torroja e Mario Salvadori – introduziu, nas aulas, a utilização de modelos físicos, cujas deformações indicavam visualmente o funcionamento dos sistemas estruturais sob investigação (informação verbal)¹¹.

Outro professor que sugeriu mudanças para o curso de Arquitetura da USP foi Mario Franco (Livorno, Itália, 1929). Formado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP em 1951, no ano seguinte à graduação, fundou com Julio Kassoy (de quem era estagiário quando estudante) o escritório de projetos onde ainda trabalha. Em 1957, tornou-se professor assistente de Estruturas na Escola Politécnica. Já em 1969, por sua vez, teve a primeira experiência quanto à aplicação de uma abordagem mais experimental de ensino para futuros arquitetos, ao ministrar um curso de Teoria de Estruturas na Universidade de Brasília, fazendo uso de modelos físicos como instrumentos didáticos. Dois anos depois, em 1971, em virtude de divergências ocorridas com o antigo professor das disciplinas, recebeu o convite para lecionar na FAU-USP, assumindo “Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções” e “Sistemas Estruturais I”. Assim, passou a dividir as disciplinas da cadeira de Estruturas – oferecidas ao curso de Arquitetura pela Escola Politécnica – com o colega Margarido, além de outros professores, como Plácido Loriggio¹².

Mario Franco relata que, tal qual Polillo, observou que o ensino de Estruturas para os graduandos em Arquitetura geralmente seguia uma perspectiva inadequada. Ao ingressar na FAU-USP, por exemplo, tomou conhecimento da noção prevalecente de que o curso de Estruturas nessa escola, independentemente dos esforços de alguns professores (como os acima citados), era considerado “uma espécie de mini-curso da Engenharia”. Contrário a essa postura, o professor buscou desenvolver uma metodologia própria, marcada pelas seguintes fases: introdução conceitual por meio de aulas expositivas; realização de exercícios numéricos para a verificação dos princípios analisados; organização de aulas sobre História das Estruturas; e desenvolvimento de trabalhos práticos (informação verbal)¹³.

Sobre as aulas conceituais, Mario Franco explica que seguiam o mesmo rigor das aulas

¹⁰ Tal proposta foi formalizada em uma publicação posterior: MARGARIDO, Aluizio Fontana. **Fundamentos de estruturas**: um programa para arquitetos e engenheiros que se iniciam no estudo das estruturas. São Paulo: Zigurate, 2001.

¹¹ Informação fornecida Aluizio Margarido, no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

¹² Plácido Loriggio graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo em 1954 e atuou como docente da Escola Politécnica e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo nessa mesma instituição. Publicou: LORRIGIO, Plácido. **Geometria descritiva**. São Paulo: Edição do autor, 1970.

¹³ Entrevista realizada pela autora com o engenheiro Mario Franco no dia 30 de junho de 2009 em São Paulo (SP). Para transcrição completa, consultar o ANEXO H.

dadas na Escola de Engenharia. A importância dos exercícios numéricos é justificada pela concepção de que também os números ajudam a melhor compreender um problema, ao fornecerem noções de grandeza. Já a análise de exemplos do patrimônio histórico representava uma forma de se ampliar o repertório de soluções estruturais dos alunos. Enfim, os trabalhos práticos eram vistos como uma maneira de se desenvolver a intuição dos estudantes. Por isso, solicitava-se a resolução estrutural e arquitetônica de determinado tema, com a realização de protótipos sobre os sistemas concebidos.

São justamente esses três engenheiros (Adolpho Polillo, Mario Franco e Aluizio Margarido) – fomentadores de novas possibilidades de ensino do Comportamento Estrutural no Brasil – que organizam o 1º Encontro Nacional de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura, ocorrido em São Paulo, entre os dias 06 e 08 de junho de 1974. O evento representou, desse modo, a primeira ocasião em que a discussão sobre o ensino de Estruturas foi amplificada para se tornar uma questão de ofício, assumindo abrangência nacional. O trabalho inicial apresentado pelos participantes¹⁴ foi o de Siegbert Zanettini, único arquiteto presente no encontro.

Em seu texto, Zanettini aponta aspectos considerados como negativos em relação ao ensino de Estruturas vigente nas escolas brasileiras: o excesso de abstração (com disciplinas essencialmente quantitativas e verificativas); a ênfase sobre um único material estrutural (o concreto armado), sem a consideração do avanço de soluções a partir da adoção de outros materiais (como a madeira, ou o ferro e o aço); o afastamento da matéria e do conhecimento sobre suas propriedades; e a inadequabilidade da organização curricular da sequência de Estruturas, desconectada dos demais campos que compõem uma formação em Arquitetura¹⁵.

Em contraposição a essas características, indica outra proposta de ensino, em cujo período inicial seriam estudadas as Estruturas no tempo (ou seja, seu desenvolvimento histórico) e no espaço (as várias escalas – objetos, edificações e cidades – e tipologias em que ocorre o fenômeno

¹⁴ Estiveram presentes no encontro, as seguintes instituições, com seus representantes: Universidade Federal do Rio de Janeiro (Adolpho Polillo, Paulo César Siciliano); Faculdade de Arquitetura Santa Úrsula e Instituto Bennet da Guanabara (Dílson Cunha); Universidade Gama Filho da Guanabara (Arnaldo Rocha Filho); Faculdade de Arquitetura Silva e Souza (Dyvarado da Silva e Souza); Universidade de São Paulo (Mario Franco, Aluizio Margarido, Siegbert Zanettini); Universidade Metodista Mackenzie (Michel Haddad); Faculdade de Arquitetura de São José dos Campos (Roberto Oliveira, Hércules Merigo); Universidade Católica de Santos (Cyro Laurenza); Faculdade de Arquitetura de Guarulhos (Antonio Crispino); Universidade Católica de Goiás (Newton de Castro); Universidade de Brasília (Erico Weilde); Universidade Federal de Minas Gerais (Otávio Amaral); Universidade Federal do Ceará (José Valdir Campello); Universidade Federal de Pernambuco (Carlos Breda, Geraldo Santana); Universidade Federal da Bahia (Walter Gordilho); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Achylles Meloni); Universidade Federal do Paraná (Inaldo Vieira); e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Raul Rublescki). Cf. ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FAUUSP, 1974. p.3-4.

¹⁵ Cf. ZANETTINI, Siegbert. Aspectos do ensino de estrutura para arquitetos. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FAUUSP, 1974. p.1-5.

estrutural). Após essa fase introdutória, seguiriam: a concepção estrutural e o pré-dimensionamento, por meio da construção e do teste de modelos reduzidos; e o dimensionamento final. Zanettini destaca ainda a importância do contato com obras e exemplos construídos similares aos casos de estudo ao longo de todo o processo. Por fim, expõe um quadro, contendo a possibilidade de uma estrutura curricular a ser adotada segundo sua proposta:

Tabela 2 – Níveis que compõem a proposta de ensino de Estruturas de Zanettini

Semestre	Nível	Conteúdo
1º e 2º	Introdução	1ª abertura global
3º e 4º	Concepção e Pré-Dimensionamento	A construção e o teste do modelo Contato com a obra edificada e com os materiais
5º e 6º	Dimensionamento Final	Contato com a obra edificada
7º e 8º	Escala Urbana das Estruturas	Contato com as propostas realizadas
9º e 10º	Teses de Graduação	Com trabalho acessório e com trabalho específico

Fonte: ZANETTINI, 1974. Organizado pela autora.

Em seguimento à exposição de Zanettini, o professor Adolpho Polillo relatou sua própria proposta de ensino de Estruturas, desenvolvida na tese de 1968, acima detalhada. A importância da História para o aprendizado da Teoria de Estruturas, por sua vez, ficou comprovada pelo trabalho apresentado por Mario Franco. Segundo o professor, a literatura especializada geralmente não se dedica à elucidação sobre o surgimento e o desenvolvimento dos sistemas estruturais ou sobre a evolução da ciência das Estruturas. Essa condição representa uma falha na formação dos arquitetos e engenheiros, pois, além da análise técnica e do dimensionamento dos sistemas estruturais, esses profissionais são encarregados pela concepção de soluções diferenciadas e inovadoras aos problemas presentes. Em suas palavras:

[...] Por outro lado, no instante em que se examinar o sistema arco em seus diversos momentos históricos; em que analisar o processo evolutivo que do arco romano passa pela abóbada cruzada românica, gerando depois a ogiva gótica; em que se acompanhar a revolução industrial e o surto das grandes pontes metálicas de um Eiffel, e de concreto de um Maillart; em que se conseguir relacionar o espaço gótico com o sistema estrutural que o homem medieval desenvolveu para realizá-lo; em que se conseguir interpretar a obra de um Gaudí através do estudo de suas idéias e métodos estruturais, estaremos nos preparando não só para uma melhor e mais profunda compreensão do sistema estrutural arco, mas também, e talvez principalmente, para novas interpretações do mesmo sistema, dentro do momento histórico-tecnológico atual, o que uma simples análise matemática jamais poderá sozinha conseguir¹⁶.

Dando continuidade à sua argumentação, Mario Franco fornece exemplos de exercícios e de aulas expositivas em que foi aplicado o ponto de vista histórico, indicando o aumento do interesse dos alunos pelo aprendizado de Estruturas, da criatividade das soluções propostas para os trabalhos práticos e do repertório sobre os conceitos básicos envolvidos na teoria estrutural.

¹⁶ FRANCO, Mario. O papel da história no ensino da teoria das estruturas. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FAUUSP, 1974. p. 2-3. Grifo do autor.

Já Aluizio Margarido desenvolveu o último tema proposto para o encontro (pesquisa experimental), mediante trabalho em que divulgou os modelos por ele pesquisados, com fins didáticos, bem como forneceu explicações sobre o processo de fabricação e emprego desse tipo de material. De acordo com o engenheiro, a dificuldade de apreensão dos fenômenos físicos que regem o Comportamento Estrutural, por parte dos discentes, reside no fato de que, embora sejam mais simples que os princípios dinâmicos cotidianamente operados pelas pessoas, não são intuitivos à percepção humana. Daí a necessidade dos modelos: “É tornarmos ‘visíveis’ os fenômenos utilizando recursos instrumentais que ‘ampliem’ os fenômenos de maneira que os mesmos sejam perceptíveis organicamente”¹⁷.

Ao término da apresentação dos trabalhos, formou-se uma comissão de redatores, objetivando elaborar um “Documento de Recomendações” que sintetizasse as várias contribuições e os debates surgidos durante o evento. Além de insistir na necessidade de análise do problema estrutural ao longo de toda a graduação e do emprego do enfoque histórico como imprescindível ao aprendizado do Comportamento Estrutural, o documento formulado apresentava uma proposta de organização do curso. Reunindo as sugestões, defendia-se a divisão da seqüência de Estruturas em três fases: análise qualitativa; análise quantitativa; e integração com a cadeira de Projeto¹⁸.

A primeira, de caráter introdutório, teria o objetivo de colocar o aluno em contato com o fenômeno estrutural a partir de uma abordagem conceitual, fazendo uso de recursos de aprendizagem por “ensaio e erro” – como a manipulação de modelos, por exemplo. Após esta etapa inicial, os alunos aprofundariam estudos quantitativos, comparando os resultados obtidos nesse momento com os da fase intuitiva, integrando-os de forma progressiva. Já na terceira fase, a ser realizada nos ateliês, caberia à própria atividade projetual uma síntese mais ampla, estabelecendo as condições práticas de enfrentamento dos problemas estruturais.

Contudo, apesar das recomendações do encontro, não ocorreu uma continuidade das reflexões em âmbito nacional. Uma segunda tentativa de reiniciar os debates em maior escala somente seria empreendida em 1985, através da realização de nova edição do “Encontro Nacional de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura” em Goiânia¹⁹ –, mas que não

¹⁷ MARGARIDO, Aluizio Fontana. Pesquisa experimental aplicada ao ensino de estruturas nas escolas de arquitetura. ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FAUUSP, 1974. p.2.

¹⁸ ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FAUUSP, 1974. p.11-12.

¹⁹ Não encontramos registros escritos sobre esse encontro. Em sua dissertação de mestrado, Yopanan Rebello relata que eles não existem: “O segundo encontro, infelizmente, não apresentou publicação semelhante, ficando as discussões ocorridas restritas aos participantes”. Cf. REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Contribuição ao**

contou com a participação dos fomentadores da primeira experiência²⁰. As discussões que surgiram a partir de 1974, portanto, corresponderam a iniciativas pontuais. É o caso da análise da evolução histórica dos sistemas estruturais, empreendida pelo engenheiro civil Plácido Loriggio²¹, em 1975, e de outro trabalho defensor das vantagens do emprego de métodos experimentais para o aprendizado do Comportamento Estrutural – a dissertação de mestrado de José Amaro dos Santos, de 1983²². Nesse sentido, a pesquisa de Santos traz vários exemplos de protótipos que podem ser construídos e utilizados por professores e alunos durante o curso.

Figura 23 – Modelo de flambagem, construído segundo proposta de José Amaro Santos
Fonte: Acervo da Universidade de Passo Fundo

Conforme visto no capítulo anterior, é justamente nesse período que Buckminster Fuller (em 1975) e Peter Pearce (no ano de 1978) publicam suas investigações a respeito da constituição mecânica e estrutural dos seres naturais. Essa vertente de estudos sobre a concepção estrutural também encontra espaço no Brasil, primeiramente através do trabalho desenvolvido pelo engenheiro Augusto Carlos de Vasconcelos (nascido em 1927). Convidado pelo professor Nadir Cury Mezerani, em 1978, para dar uma palestra sobre os sistemas estruturais criados pelo homem, dentro da disciplina de *Composição de Arquitetura* na Universidade Mackenzie, Vasconcelos encontrou nos arranjos da natureza uma forma mais apropriada de demonstrar a relação existente entre Estruturas e Arquitetura: “E eu abordei esse assunto de maneira mais intuitiva, mostrando que os animais, sem nenhum conhecimento de Matemática, de Estruturas, conseguiam fazer barragens, conseguiam fazer os cupinzeiros, conseguiam fazer os favos das abelhas, de uma maneira extraordinária!” (informação pessoal)²³.

A fórmula por ele encontrada para captar a atenção dos estudantes foi tão bem sucedida que se transformou em objeto de investigações constantes. Vale destacar que, para fundamentar suas pesquisas, Vasconcelos baseou-se na obra do biólogo austríaco Karl Ritter von Frisch

ensino de estrutura nas escolas de arquitetura. 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. p.6.

²⁰ Adolpho Polillo, Mario Franco e Siegbert Zanettini, quando indagados sobre o Encontro de 1985, ou afirmaram não participarem do mesmo (caso de Polillo), ou não lembram sobre o ocorrido (Mario Franco e Zanettini). Consultar ANEXOS N, H e C, respectivamente.

²¹ LORIGGIO, Plácido. **Sistemas estruturais.** 1975. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

²² SANTOS, José Amaro dos. **Sobre a concepção, o projeto, a execução e a utilização de modelos físicos qualitativos na engenharia de estruturas.** 1983. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

²³ Informação fornecida por Augusto Vasconcelos no dia 27 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

(1886-1982), professor de Zoologia da Universidade de Munique e quem primeiramente analisou cientificamente o comportamento das abelhas. Frisch dedicou aproximadamente cinquenta anos de sua vida ao estudo desse animal, apresentando os resultados de suas investigações na obra *Tanzsprache und Orientierung der Bienen* (Linguagem da Dança e Orientação das Abelhas) de 1965²⁴. Em uma obra posterior – *Tiere als Baumeister* – publicada em 1974, por sua vez, Frisch mostrou e descreveu a construção das colméias²⁵.

Do mesmo modo, no final dos anos 1980, Vasconcelos decidiu organizar suas próprias pesquisas formalmente, dando origem a dois livros: *Estruturas arquitetônicas: apreciação intuitiva das formas estruturais* (publicado em 1991)²⁶ e *Estruturas da natureza: um estudo da interface entre Biologia e Engenharia* (de 2000)²⁷. A última obra possui uma ênfase maior sobre a temática investigada e foi dividida em três partes: a primeira trata das estruturas minerais (arcos de arenito, grutas calcárias e cristais de neve, entre outras), a segunda parte fala sobre os abrigos feitos pelos animais e, na última, são analisados os sistemas vegetais. De acordo com Vasconcelos, uma observação minuciosa da natureza seria relevante por ajudar a conceber soluções alternativas para os problemas estruturais das edificações. Assim, o autor instiga o leitor a expandir sua visão sobre Estruturas para além dos sistemas usualmente apresentados durante o curso universitário.

Figura 24 – Exemplo de estrutura natural analisada na obra de Vasconcelos
Fonte: VASCONCELOS, 2000.

Paralelamente à iniciativa inicial dos engenheiros, nesse período, também os arquitetos começam a se mobilizar em favor da adoção dos *modelos físicos* e da observação das *estruturas naturais*, como formas de melhor desenvolver a compreensão sobre o funcionamento das Estruturas. É o caso de Vitor Amaral Lotufo na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito – atualmente Universidade de Guarulhos –, com sua proposta de promover integração entre projeto e construção, por meio da confecção de protótipos. Assim, Lotufo explica que, nos anos 1970, em conjunto com Eduardo Kneese de Mello, o outro professor da disciplina de *Projeto*, demandou dos alunos da escola a construção de

²⁴ FRISCH, Karl Von. **Tanzsprache und Orientierung der Bienen**. Berlin: Springer-Verlag, 1965.

²⁵ FRISCH, Karl Von. **Animal architecture**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974. p.85-93. Tradução de Lisbeth Gombrich do original *Tiere als Baumeister*, do mesmo ano.

²⁶ VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **Estruturas arquitetônicas: apreciação intuitiva das formas estruturais**. São Paulo: Studio Nobel, 1991.

²⁷ VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **Estruturas da natureza: um estudo da interface entre biologia e engenharia**. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

modelos em escala real, de maneira a exigir um maior comprometimento com a realidade:

Todo ano tinha um ponto em que a gente executava alguma “coisa”. A gente falava em escala 1:1. Quer dizer, algo que a gente pudesse entrar dentro, que não fosse um “modelinho”... Porque o modelo engana muito! Você põe um pingô de cola e às vezes ela é tão poderosa que encobre o efeito do que está acontecendo (informação verbal)²⁸.

Comprovando a importância dessa experiência didática, Vitor Lotufo conta que os protótipos executados pelos alunos foram expostos e premiados no Congresso dos Arquitetos de São Paulo de 1976²⁹. Uma iniciativa posterior, por sua vez, sofreu influência direta do trabalho de Buckminster Fuller. Isso porque, quando ele esteve em São Paulo, em março de 1980, palestrando durante o seminário “Alternativas para a Tecnologia e o Desenvolvimento”, Vitor Lotufo e seu então estagiário João Marcos de Almeida Lopes (que já acompanhavam as propostas do estadunidense) faziam parte do auditório.

Três meses depois, ambos organizavam, ainda na Farias Brito, o curso de extensão “Geodésicas & Cia”. Em novembro do mesmo ano, repetiram a experiência para o Sindicato dos Arquitetos do Estado de São Paulo. Já em 1981 saiu o livro homônimo derivado desses cursos³⁰. Após uma breve exposição sobre o processo de investigação e principais contribuições de Fuller, esta obra – mediante imagens de exemplos reais, desenhos e croquis feitos à mão e a partir de uma linguagem didática – traz explicações sobre os princípios geométrico-estruturais de formação das geodésicas. São indicadas ainda possibilidades de aplicação, bem como outras referências teóricas para consulta (como as publicações do Instituto de Frei Otto em Stuttgart e o livro de Peter Pearce).

Figura 25 – Exemplo de ilustração presente no livro Geodésicas & cia

Fonte: LOTUFO; LOPES, 1981.

É justamente pela publicação deste livro que o trabalho dos autores fica conhecido, levando ao convite para integrarem o corpo docente de uma instituição que nascia, a partir de uma concepção mais abrangente sobre a relação entre Estruturas e Arquitetura: a Escola de Belas Artes de São Paulo (1980-86). As origens dessa experiência, por sua vez, remetem-se à trajetória profissional de Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite.

²⁸ Entrevista realizada pela autora com o arquiteto Vitor Amaral Lotufo no dia 16 de junho de 2009 em São Paulo (SP). Para transcrição completa, consultar o ANEXO G.

²⁹ LOTUFO, Vitor Amaral. Reflexões sobre o canteiro experimental. In: CANTEIRO experimental: 10 anos na FAU USP. São Paulo: FAUUSP, 2008. p.52-54.

³⁰ Cf. LOTUFO, Vitor Amaral; LOPES, João Marcos de Almeida. **Geodésicas & cia**. São Paulo: Projeto, 1981.

O engenheiro Yopanan Rebello (nascido em 1949) formou-se pela Universidade Mackenzie em 1971. Dois anos depois, tornou-se professor do curso de Engenharia Civil dessa mesma instituição e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Santos (FAU SANTOS). Como conta em entrevista³¹, nos primeiros anos de sua carreira docente, a metodologia de ensino que empregava coincidia com a que havia vivenciado durante a graduação, isto é, um processo centrado na transmissão de procedimentos de cálculo, sem demonstrar a conexão existente entre esses modelos matemáticos e os fenômenos físicos do mundo real que os mesmos descreviam.

É por causa dessa falta de ligação entre Estruturas e realidade que uma de suas alunas da FAU SANTOS, Maria Amélia Leite (nascida em 1957), começou a questionar a metodologia por ele empregada em Sistemas Estruturais – a disciplina do terceiro ano do curso que, assim como as anteriores da cadeira de Estruturas, baseava-se no seguimento retilíneo de um conjunto de tópicos, expostos em aulas teórico-expositivas e verificados apenas por meio de exercícios matemático-dedutivos. Insegura sobre a utilização futura dos conceitos aprendidos na atividade projetual, em conjunto com Paulo Lacreta (colega da classe de 1977), procura Yopanan Rebello para a realização do Estágio de Aperfeiçoamento para Ingresso no Corpo Docente, quando, durante um ano, acompanham a disciplina para identificar suas falhas (informação verbal)³².

As reflexões desenvolvidas ao longo do estágio foram discriminadas em um relatório final³³. Dentro desse documento, como causa da dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos de Estruturas, apontou-se justamente a sistemática de ensino usada. Para reverter essa situação, foi proposto um encaminhamento diferenciado do curso de Sistemas Estruturais, em 1980, para as turmas do VI e VII períodos, cujas principais diretrizes eram: a interligação entre Estruturas e Projeto e o incentivo à apreensão intuitiva do Comportamento Estrutural (sem a qual, o instrumental de cálculo poderia tornar-se inócuo) – portanto, traçando caminhos diferentes, eles chegaram às mesmas conclusões de Adolpho Polillo.

Como meios de se desenvolver a intuição, fizeram uso dos seguintes recursos: modelos reduzidos, feitos com palitos e linhas; e testes com protótipos de sistemas estruturais em madeira balsa e argamassa armada. Em relação aos modelos, Yopanan Rebello lembra que a referência inicial consistiu no trabalho de Mauymi Watanabe de Souza Lima (uma das responsáveis pela proposta do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de São José

³¹ Entrevista realizada pela autora com Yopanan Conrado Pereira Rebello no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP). Para transcrição completa, consultar o ANEXO A.

³² Entrevista realizada pela autora com Maria Amélia Leite no dia 09 de outubro de 2009 em Valinhos (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO J.

³³ LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira D'Azevedo. **Estágio**. Santos: FAUSANTOS, 1980. Relatório de estágio de aperfeiçoamento para ingresso no corpo docente.

dos Campos, onde Paulo Lacreta havia estudado antes de se transferir para a FAU SANTOS): “Eu soube que ela fazia isso. Ela não tinha modelo mesmo, mas pegava coisas, como papel, e fazia umas experiências. Foi até o Paulo quem me contou isso [...]” (informação verbal)³⁴.

Segundo Maria Amélia Leite, a implantação dessas primeiras mudanças colaborou para cativar o interesse dos alunos e melhorar o aproveitamento das turmas. Contudo, surgiram outras questões não previstas, como a má distribuição da seqüência e da carga horária dos conteúdos. Ou seja, seria preciso uma reorganização global do ensino de Estruturas para garantir a eficiência do novo método proposto. Tal oportunidade surgiu logo, quando Jorge Caron (ex-professor de Maria Amélia que acompanhou o trabalho desenvolvido pelos três durante o estágio), realizou o convite para que organizassem a seqüência de Estruturas do curso de Arquitetura da Escola de Belas Artes de São Paulo (informação verbal)³⁵.

Yopanan e Maria Amélia elaboraram uma proposta a nível geral, mas também outra específica para o ano de 1981 que se iniciava. Dentro da matriz do curso, o ensino de Estruturas começava no IV semestre (2º ano), com as disciplinas de “Resistência dos Materiais” e “Estabilidade das Construções”. Segundo Maria Amélia Leite, em documento que relata a experiência desenvolvida nesse ano letivo³⁶, os professores decidiram trabalhar o conteúdo de ambas em conjunto, estabelecendo como seu objetivo básico desenvolver a *compreensão intuitiva* dos fenômenos estruturais. Para tanto, o primeiro passo consistiu em estimular a capacidade de observação dos estudantes, através da demonstração da existência de um universo próximo que poderia ser apropriado para o estabelecimento de associações e comparações: os artefatos construídos, o corpo humano e os sistemas da natureza.

Figura 26 – Objeto de estudo na FEBASP: cesta
Fonte: LEITE, 1982.

Figura 27 – Teste de modelo estrutural na FEBASP
Fonte: LEITE, 1982.

A cada exemplo estudado, os professores procuravam identificar os princípios físicos que agiam sobre eles, introduzindo a linguagem estrutural usada para descrevê-los. Como

³⁴ Informação fornecida por Yopanan Conrado Pereira Rebello no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

³⁵ Informação fornecida por Maria Amélia Leite no dia 09 de outubro de 2009 em Valinhos (SP).

³⁶ LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo. **Introdução ao ensino de sistemas estruturais em curso superior de arquitetura e urbanismo**. Curitiba: Concurso Nacional de Pesquisa em Educação, 1982.

apoios dessas explicações, utilizavam-se de modelos reduzidos – feitos de bolinhas de isopor, barras de madeira balsa e massa de modelar. O objetivo era tanto facilitar a compreensão dos conceitos mais complexos, quanto dinamizar as aulas – motivação esta já defendida por Adolpho Polillo em 1968.

Novos conceitos eram então apresentados, com um maior grau de aprofundamento, incluindo sua quantificação numérica. Nesse momento, comprovou-se que a compreensão intuitiva do Comportamento Estrutural realmente facilitava o entendimento dos modelos matemáticos (por exemplo, os alunos deduziram, sozinhos, o formato dos diagramas de momento fletor³⁷). As aulas teóricas eram intercaladas com a realização de exercícios práticos (teste de protótipos), que forneciam provas concretas sobre o funcionamento estrutural.

Em seu texto, Maria Amélia Leite explica ainda a metodologia adotada para o semestre seguinte, correspondente à disciplina “Sistemas Estruturais I”. Introdutória como as antecessoras, seu intuito era o de demonstrar a incidência dos fenômenos estruturais nas diversas tipologias existentes, ampliando o campo de conhecimentos sobre possibilidades estruturais para um melhor aproveitamento da sequência de Projeto. Em vista disso, as aulas expositivas dessa disciplina – da mesma maneira que as anteriores – foram alternadas com exercícios de construção e ensaio de protótipos para cada tipo de sistema estrutural estudado.

Figura 28 – Modelo estrutural explicativo na FEBASP
Fonte: LEITE, 1982.

Figura 29 – Teste de modelo em argamassa armada
Fonte: LEITE, 1982.

Após analisar a fase inicial da sequência de Estruturas, a autora indica, por fim, as disciplinas que dariam continuidade ao curso, destinadas ao ensino de procedimentos analíticos para o dimensionamento dos componentes estruturais: Sistemas Estruturais II (fibras vegetais), Sistemas Estruturais III (concreto e alvenarias), Sistemas Estruturais IV (estruturas metálicas), Sistemas Estruturais V (estruturas em poliéster; simulação de canteiro de obras) e Sistemas Estruturais VI (propostas para trabalho final de graduação).

Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite consideram que o desenvolvimento da proposta para a Belas Artes representou um verdadeiro processo de experimentação, em que

³⁷ LEITE, 1982, p.17.

as hipóteses sobre o que seria um adequado processo de formação de arquitetos em Estruturas – por eles também formuladas a partir da consulta aos trabalhos anteriores de Eduardo Torroja, Henry Cowan e James Gordon – eram testadas a cada aula (informação verbal)³⁸.

Gradualmente, outros professores que compartilhavam as mesmas idéias juntaram-se a eles (como Vitor Lotufo em 1982 e João Marcos Lopes um ano depois). Entretanto, as reflexões desenvolvidas na escola encerraram-se prematuramente, quando, em 1986, praticamente todo seu corpo docente original foi demitido. Por outro lado, embora não tenha sido possível aplicar de maneira global os preceitos planejados, outras experiências continuaram a empregar, em escalas diferentes, a metodologia desenvolvida. Isso ocorreu, por exemplo, na Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Camp) e na Universidade São Judas Tadeu (USJT).

Com relação à PUC-Camp, a ligação com a iniciativa da Belas Artes, em um primeiro momento, refere-se à reformulação da disciplina “Sistemas Estruturais”, com sua proposta de materialização de vários arranjos construtivos e estruturais em escala real. A mudança dessa disciplina foi preconizada pelo professor Vitor Lotufo (que passou a lecionar na escola em 1980) e, posteriormente, partilhada e consolidada pelo professor João Marcos de Almeida Lopes (que integrou seu quadro docente em 1995).

Figura 30 – Exemplos de exercícios desenvolvidos na PUC-Camp
Fonte: Acervo pessoal de João Marcos de Almeida Lopes.

Embora com outro enfoque, Maria Amélia Leite também retoma a iniciativa de ensino diferenciado de Comportamento Estrutural elaborada na Belas Artes, quando passa a lecionar “Industrialização da Construção” na PUC-Camp em 1987 (onde ainda atua). Com relação a essa disciplina, a arquiteta explica³⁹ que, a cada semestre, são realizadas atividades de produção de protótipos em argamassa armada, em escala 1:1, tendo como referência sistemas pré-fabricados. O objetivo é reproduzir um ciclo completo de atuação do arquiteto, pois, além de conceber e construir os protótipos, os alunos devem elaborar orçamentos, cronogramas de projeto e de produção, memoriais e demais documentos referentes aos componentes sob sua responsabilidade.

³⁸ Informação fornecida por Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite, em São Paulo e Valinhos, respectivamente.

³⁹ Informação fornecida por Maria Amélia Leite no dia 09 de outubro de 2009 em Valinhos (SP).

Figura 31 – Protótipo de escadas drenantes em elementos pré-fabricados
Fonte: Acervo pessoal de Maxim Bucarechi.

Já a proposta curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da USJT foi concebida em 1990, em torno de uma seqüência vertical dedicada exclusivamente ao ensino de Estruturas. Desse modo, alguns dos pressupostos desenvolvidos na Belas Artes continuaram a ser aplicados: discussão conceitual sobre os fenômenos que regem o Comportamento Estrutural; demonstração da existência desses princípios em todos os sistemas estruturais existentes; uso de modelos físicos demonstrativos; e apresentação de sua tradução matemática, com a realização de exercícios numéricos e o teste de protótipos.

Além disso, também foram acrescentadas experimentações construtivas – a exemplo da iniciativa da PUC-Camp – como recursos para facilitar o aprendizado das Estruturas. Nesse último caso, as atividades se tornaram mais intensas a partir de 1996, quando foi criado o “Laboratório de Estruturas”, atualmente coordenado por Yopanan Rebello⁴⁰. Tal espaço de ensino, por sua vez, representa uma decorrência do laboratório concebido inicialmente para a Escola de Belas Artes (em 1985).

Dentro da forma de organização proposta para a USJT, cada ano do curso deveria promover a integração entre suas disciplinas constituintes por meio de objetivos comuns. Assim, no primeiro ano (fase de intuição), por exemplo, todas as componentes curriculares se voltariam ao desenvolvimento da capacidade de observação dos alunos. As fases didáticas seguintes eram assim denominadas: repertório; elaboração e intervenção.

Para além das práticas didáticas aplicadas nessas escolas, outra contribuição ao campo do ensino de Estruturas, resultante das iniciativas desenvolvidas na Escola de Belas Artes, na PUC-Camp e na Universidade São Judas Tadeu, refere-se à produção teórica que delas se originou. Yopanan Rebello, por exemplo, decidiu reunir e continuar suas reflexões dentro de uma pesquisa de mestrado, entre 1988 e 1993, orientada por Aluizio Margarido⁴¹. Este

⁴⁰ Embora tenha auxiliado na criação do curso, Yopanan Rebello não participou de seu início, pois somente passou a fazer parte do corpo docente da USJT em 1996. João Marcos Lopes, por sua vez, participou desde 1990. Informação fornecida por João Marcos Lopes no dia 18 de janeiro de 2011 em São Carlos (SP).

⁴¹ Cf. REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Contribuição ao ensino de estrutura nas escolas de arquitetura**. 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

trabalho pode ser visto como um esforço de tentar entender o significado dos conceitos de ensino e aprendizado, relacionados ao processo de transmissão de conhecimento sobre Estruturas.

Assim, Yopanan Rebello, após estudar diferentes abordagens didáticas e de analisar a grade curricular de cinco escolas de Arquitetura, formula uma nova proposta de ensino (resultante das anteriores), baseada no favorecimento da independência intelectual do estudante em relação ao conhecimento do Comportamento Estrutural. Tal proposta tomava como princípio a consideração de que o ensino/aprendizado de Estruturas efetuava-se até então de maneira fragmentada nas escolas brasileiras, prejudicando uma plena apreensão dos conteúdos por parte dos alunos. Além disso, a ênfase nos aspectos quantitativos, em detrimento do conhecimento conceitual, resultaria na formação de um profissional despreparado para conceber, manipular e aplicar em projeto as várias possibilidades estruturais existentes.

Um ponto importante presente na dissertação diz respeito à consideração de que esse modelo deficitário de ensino de Estruturas seria consequência direta da constituição histórica dos cursos, dentro da qual as reais atribuições do arquiteto, ao longo do tempo, foram sendo deturpadas: o compromisso técnico do projeto (com a realização material das obras) passou para um segundo plano em favor de uma perspectiva que considera simplesmente seu caráter formal. Além do mais, nesse processo, as disciplinas de Estruturas ficaram isoladas dentro dos departamentos de Tecnologia e, sendo ministradas por professores engenheiros, perderam sua conexão com a atividade projetual: “professores engenheiros afastados do projeto arquitetônico ensinam uma estrutura afastada do projeto arquitetônico”⁴².

Essas primeiras reflexões são aprofundadas em sequência durante o doutorado (realizado entre 1994 e 1999)⁴³, quando Yopanan Rebello, justamente ao tratar da interface entre Arquitetura e Estrutura, cria um método para auxiliar a organização do processo mental da Concepção Estrutural, através do estabelecimento do conceito de sistemas estruturais básicos. Segundo este método, a partir do conhecimento de um número determinado de elementos (são seis os sistemas estruturais básicos por ele considerados – cabo, arco, viga de alma cheia, treliça, viga vierendeel e pilar), seria possível ao profissional, pelo estabelecimento de associações adequadas entre eles, criar um número infinito de possibilidades e formas estruturais.

Contemporaneamente, Maria Amélia Leite expande as reflexões desenvolvidas por Yopanan Rebello, em relação ao campo estrutural, para abranger a área de Tecnologia como um todo. Talvez por não ter se restringido a ensinar Estruturas, ministrando também

⁴² REBELLO, 1993, p.4.

⁴³ Cf. REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Uma proposta de ensino da concepção estrutural**. 1999. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

disciplinas das áreas de Controle do Ambiente e Industrialização da Construção. Em sua pesquisa de mestrado⁴⁴, desenvolvida entre 1990 e 1998, a autora aponta justamente a prática de um ensino “proto-tecnológico” (e não verdadeiramente tecnológico) nas escolas brasileiras de Arquitetura e Urbanismo, caracterizado, entre outros fatores, por: grande fragmentação e abstração dos conteúdos, comportamento didático-pedagógico “enciclopédico” e reprodutivo e ausência de contato com a realidade – há uma grande semelhança, portanto, com os aspectos negativos apontados pelo trabalho de Siegbert Zanettini de 1974.

Nesse mesmo período, as discussões desses professores começam a atingir um maior alcance nacional, tanto pela publicação do livro que reúne as conclusões da tese de Yopanan⁴⁵, quanto pela série de artigos sobre Estruturas publicados na revista *Arquitetura e Urbanismo (aU)*, entre 1998 e 2008, e escritos em conjunto por Yopanan Rebello, João Marcos Lopes e Marta Bogéa – colegas na USJT⁴⁶. Esses artigos, também frutos de discussões didáticas entre os professores e seus

Figura 32 – Comparação entre Estruturas e Dança
Fonte: BOGÉA et al., 2005.

alunos, por sua vez, foram reunidos em outra publicação, de 2006⁴⁷. Nela, depois de uma abordagem geral sobre o tema, os autores partem para o estudo de três famílias de estruturas (pontes, grandes coberturas e torres), dando exemplos reais sobre os princípios investigados.

Assim, gradualmente, as reflexões pioneiras passam a influenciar algumas outras escolas. É o caso, por exemplo, do professor João Eduardo Di Pietro que, com base na tese de Polillo e na dissertação de Rebello, além de outras referências estrangeiras – como Mario Salvadori e James Gordon –, procurou testar as propostas por eles defendidas em sua própria prática docente na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Isso porque, entre 1997 e 1999, Di Pietro estabeleceu um processo de investigação que procurava comprovar a validade da abordagem experimental.

Para tanto, aplicou duas sistemáticas diferentes de ensino, dividindo as turmas da disciplina “Experimentação e Introdução à Análise das Estruturas”, criada em 1996 para o curso

⁴⁴ Cf. LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo. **O ensino de tecnologia em arquitetura e urbanismo**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

⁴⁵ Cf. REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2000.

⁴⁶ Marta Bógea começou a lecionar na USJT em 1993, enquanto João Marcos Lopes, como visto, participou desde o princípio do curso (1990). Destaca-se que, a partir de 2005, os artigos da *Revista aU* passaram a ser elaborados por Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite.

⁴⁷ Cf. LOPES, João Marcos de Almeida; BOGÉA, Marta; REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Arquiteturas da engenharia, ou, engenharias da arquitetura**. São Paulo: Mandarim; PINI, 2006.

de Arquitetura e Urbanismo, em duas: em uma delas, aplicou o processo tradicional de ensino (ou seja, aulas expositivas em quadro negro, com ilustração dos fenômenos mais complexos apenas por slides e transparências) e, para a outra, a nova metodologia formulada (com a utilização de modelos físicos, desenvolvidos em laboratório pelos próprios alunos para a visualização dos princípios investigados). Posteriormente, avaliou o desenvolvimento das turmas por meio da aplicação de provas sobre os conceitos estudados, concluindo, em virtude do melhor resultado obtido pela segunda, a validade de tal abordagem diferenciada de ensino⁴⁸.

Da mesma forma, o arquiteto Renato Carrieri, após experiência pessoal de ensino sobre a dificuldade dos alunos em compreender o Comportamento Estrutural (era então professor das faculdades de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Anhembi Morumbi e da Universidade Mackenzie), traz uma revisão dos autores sobre o tema em sua tese de doutorado de 2001⁴⁹: Adolpho Polillo, Plácido Loriggio, José Amaro Santos, Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite. Carrieri empreende, na verdade, um apanhado sobre os vários aspectos defendidos por esses profissionais, abordando: os referenciais históricos dos sistemas estruturais, as etapas de um projeto arquitetônico, os principais conceitos estruturais, a relação entre materiais e arranjos estruturais, bem como um roteiro contendo regras de pré-dimensionamento.

Já o trabalho de Reginaldo Ronconi de 2002⁵⁰, docente da FAU-USP, assim como a dissertação de Rebello, defende que a formação centrada no projeto criou uma falsa dicotomia entre arte e técnica, propondo como solução a inserção do *Canteiro Experimental* enquanto meio de articulação entre as disciplinas integrantes da formação escolarizada do arquiteto. O levantamento dos dados sobre as instituições de ensino de Arquitetura e Urbanismo existentes na época, contudo, revelou que, apesar da discussão empreendida por esses profissionais, a formação arquitetônica continuava afastada da produção material, pois apenas 28,79% delas possuíam canteiros de obras e/ou laboratórios de construção em seus domínios.

Segundo o autor, o levantamento foi feito a partir de informações oriundas do Ministério da Educação e da Cultura, do Guia das Universidades, de páginas publicadas na Internet sobre os cursos e de questionários enviados por carta às instituições. Dos questionários encaminhados, apenas 21 responderam à solicitação. Porém, recolhendo dados nessas diferentes fontes, Ronconi chegou aos seguintes resultados sobre os 132 cursos de

⁴⁸ Cf. DI PIETRO, João Eduardo. **O conhecimento qualitativo das estruturas das edificações na formação do arquiteto e do engenheiro**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

⁴⁹ Cf. CARRIERI, Renato. **Concepção estrutural, um guia para estudantes de arquitetura**. 2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

⁵⁰ Cf. RONCONI, Reginaldo Luiz Nunes. **Inserção do canteiro experimental nas faculdades de arquitetura e urbanismo**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

Arquitetura e Urbanismo então em funcionamento: 11 contavam com Canteiro Experimental e 28 afirmaram trabalhar em laboratórios de construção, sendo que, dessas escolas, 5 delas possuíam ambos os ambientes de aprendizagem⁵¹. Considerando a intersecção, 33 cursos (ou

Figura 33 – Exercício no Canteiro Experimental da FAU-USP
Fonte: RONCONI, 2002.

seja, 28,79% de um total de 132) demonstravam um interesse mais pragmático por esse tipo de atividade. Diante desse quadro, o autor examina a forma de manejo, as disciplinas de apoio e exemplos de exercícios executados no canteiro da FAU-USP para indicar uma possibilidade concreta de mudança.

A tese de doutorado de Maria Amélia Leite⁵², publicada em 2005, constitui uma continuação das investigações propostas no trabalho de mestrado. Na nova pesquisa, por sua vez, a arquiteta realiza análises históricas que buscam comprovar a existência de uma certa desvalorização da formação tecnológica do arquiteto frente à formação teórica e projetual. Para reverter esse quadro, propõe conceitos que norteiem práticas didáticas voltadas à inovação curricular. São eles: domínio tecnológico do arquiteto; resolução global dos problemas e complexidade evolutiva; aprendizado por problematização e estímulo à inventividade; conhecimento vivenciado em atividade pública; e competência e compromisso com o acerto.

A autora também revisa três paradigmas – arquiteto, currículo e tecnologia – vigentes, defendendo a reorganização do ensino de Arquitetura a partir de novos pressupostos: arquiteto

⁵¹ A presença conjunta de canteiro experimental e laboratório de construção foi verificada nas seguintes instituições: Universidade de Uberaba (Uberaba, MG); Faculdades Metodistas Integradas Isabela Hendrix (Belo Horizonte, MG); Universidade de Alfenas (Alfenas, MG); Centro Universitário Filadélfia (Londrina, PR); e Universidade de Passo Fundo (Passo Fundo, RS). Os cursos que, na ocasião, possuíam apenas canteiro experimental eram: Universidade de São Paulo (São Paulo, SP); Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Campinas, SP); Universidade Metodista de Piracicaba (Santa Bárbara D'Oeste, SP); Universidade São Marcos (São Paulo, SP); Centro Universitário Barão de Mauá (Ribeirão Preto, SP); e Universidade do Vale do Paraíba (São José dos Campos, SP). Já as escolas que informaram possuir somente laboratórios de construção foram as seguintes: Universidade Estadual do Maranhão (São Luís, MA); Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal, RN); Universidade Federal de Pernambuco (Recife, PE); Universidade Tiradentes (Aracajú, SE); Faculdades Planalto (Brasília, DF); Universidade de Brasília (Brasília, DF); Faculdade de Belas Artes (São Paulo, SP); Centro Universitário Nove de Julho (São Paulo, SP); Escola de Engenharia de São Carlos (São Carlos, SP); Universidade Estadual de Campinas (Campinas, SP); Universidade do Grande ABC (Santo André, SP); Universidade de Marília (Marília, SP); Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia, MG); Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, MG); Centro Universitário da Grande Dourados (Dourados, MS); Centro Universitário Plínio Leite (Niterói, RJ); Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, RJ); Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Curitiba, PR); Faculdades Integradas Ritter dos Reis (Porto Alegre, RS); Universidade Caxias do Sul (Caxias do Sul, RS); Universidade do Vale do Itajaí (Itajaí, SC); Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC); e Universidade do Sul de Santa Catarina (Palhoça, SC). Cf. RONCONI, 2002, p.19; 302-310.

⁵² Cf. LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira D'Azevedo. **A aprendizagem tecnológica do arquiteto**. 2005. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

como construtor (a ser incorporado à noção predominante de “arquiteto desenhador”); currículo enquanto vivência integral no período da graduação (e não como grade de disciplinas); e tecnologia associada à inventividade (diferentemente de tecnologia enquanto produto técnico).

Portanto, tanto Yopanan Rebello quanto Reginaldo Ronconi e Maria Amélia Leite, em suas argumentações, entendem que a evolução histórica do ensino autônomo de Arquitetura e Urbanismo contribuiu para a instalação de um comportamento de “estranhamento” entre o que se entende por concepção arquitetônica (projeto) e a resolução tecnológica dos ambientes projetados (obra). Essa mesma forma de pensamento é compartilhada por Edgar Graeff (1921-90), quando, lecionando na Universidade Católica de Goiás (UCG), produz um texto em 1984 (publicado postumamente), que faz um balanço crítico das transformações pelas quais passou o ensino universitário de Arquitetura e Urbanismo no Brasil⁵³.

Tendo vivenciado o desmantelamento das universidades com a instauração da ditadura no país em 1964, Edgar Graeff procura analisar o que ocorreu a partir de então, apontando a existência de um quadro de crise no exercício da Arquitetura. Isso porque, de acordo com o autor, apesar do campo de trabalho do arquiteto ser amplo (pela grande demanda existente), sua atuação neste mercado seria restrita: seja pela incapacidade financeira de grande parte da população de arcar com o custo dos serviços prestados pela categoria, seja pelo fato de que outros profissionais acabam assumindo os encargos que os arquitetos deveriam exercer, ou, sobretudo, justamente por sua *má formação profissional*.

Visando descobrir as origens dessa precária qualificação, além de traçar um panorama histórico sobre a constituição dos cursos brasileiros, o autor examina as transformações através das quais passou a produção arquitetônica em todo o mundo. É quando identifica o aparecimento da tese do *divórcio entre arte e técnica*, segundo a qual alguns pesquisadores atribuem esta ruptura à incapacidade dos arquitetos em acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico na área da construção gerado pela Revolução Científica dos séculos XVI, XVII e XVIII e, principalmente, com o advento da Revolução Industrial no século XIX. Nesse momento, foram os engenheiros – recém-nascidos como profissionais – que teriam assumido a vanguarda do desenvolvimento tecnológico no campo da construção.

Porém, o autor adverte quanto à importância de se investigar com maior cuidado a denúncia feita por esses pesquisadores. Afinal, observando que a linguagem da construção em ferro e vidro foi primeiramente desenvolvida por arquitetos (e não pelos engenheiros) e que, posteriormente, a produção mais relevante em concreto (com predominância dos engenheiros)

⁵³ Cf. GRAEFF, Edgar de Albuquerque. **Arte e técnica na formação do arquiteto**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

constituiu-se como *obras de exceção*, essa tese seria equivocada. Conforme analisado no Capítulo 2 deste trabalho, para o autor, a origem do divórcio encontrar-se-ia, na verdade, no Renascimento, quando a figura do *arquiteto-mestre-de-obras* foi substituída pelos pintores e escultores nas tarefas da concepção dos espaços. Como consequência, o “saber fazer arquitetura foi dando lugar, na formação do arquiteto, ao saber desenhar e discursar sobre arquitetura”⁵⁴, ao passo que o projeto assumiu uma conotação cada vez mais formalista.

Contudo, cabe ponderar o ponto de vista de Edgar Graeff no que se refere à distinção que esse autor estabelece entre arquitetos e engenheiros em relação ao desenvolvimento dos novos princípios construtivos em ferro e vidro: os profissionais por ele considerados como arquitetos assim o eram realmente? E arquitetos a partir de qual concepção? Tal questionamento importa na medida em que estamos discutindo uma época – do ferro e do vidro (séculos XVIII e XIX) – em que as demarcações entre as duas profissões permaneciam muito tênues. Não havia regulamentações precisas e, embora alguns expoentes pudessem se denominar enquanto engenheiros ou arquitetos, na prática, assumiam atribuições que hoje entendemos como pertencentes a ambos os ofícios. Como Sérgio Ferro parece tecer uma formulação mais clara a respeito desse assunto – isto é, o *divórcio entre arte e técnica no âmbito da construção* –, recorreremos às suas reflexões para melhor entendê-lo⁵⁵.

Em sua crítica sobre a produção arquitetônica, Sérgio Ferro entende que o processo de separação que ocorreu entre as fases de concepção e de execução nas atividades construtivas não pode ser entendido fora de uma análise histórica da organização social do trabalho. Isso porque o aumento do grau de especialização no canteiro de obras, conforme o autor, seria fruto de momentos importantes do confronto de classes nesse espaço. Ferro, ao contrário da historiografia da Arquitetura vigente, defende a idéia de que a produção do espaço construído não seja regida pela lógica do desenvolvimento técnico ou pela evolução dos estilos, mas sim pela lógica do controle sobre os processos construtivos. O autor identifica então duas grandes transições históricas em que é possível notar essa fragmentação de maneira mais enfática: a passagem do gótico para o clássico (no Renascimento), entre os séculos XV e XVI; e a passagem do ecletismo para a arquitetura moderna, nos séculos XIX e XX.

A primeira transição, principal objeto das investigações de Ferro, marca justamente a mesma ruptura identificada por Edgar Graeff entre desenho e canteiro – ou seja, entre projeto e realização material das obras. Se passou a existir tal oposição, isso significa que, no

⁵⁴ GRAEFF, 1995, p.130.

⁵⁵ Para tanto, usamos como base a obra que reúne os principais textos escritos pelo autor sobre o processo de produção em Arquitetura: FERRO, Sérgio. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac & Naify, 2006.

momento anterior, deveria haver uma relativa unidade entre os dois lados do fazer arquitetônico. Desse modo, o autor explica que tal unidade era assegurada por meio de um processo de produção fundamentado na cooperação simples: um grupo de trabalhadores com níveis de conhecimento e de hierarquia semelhantes criavam e, simultaneamente, edificavam os espaços sob sua responsabilidade. Essa forma de produção perdurou até o apogeu do gótico. Já em seu momento tardio (conhecido como *flamboyant*), a integridade do canteiro foi rompida, pois surgiu a figura do arquiteto: profissional que passou a ser responsável pela antecipação da etapa de concepção, destacando-se, portanto, do corpo produtivo. Assim, a principal característica da primeira passagem histórica refere-se à perda da possibilidade de elaboração do projeto pelo próprio canteiro de obras⁵⁶.

Mas por que ocorreu essa mudança? Segundo Sérgio Ferro, para compreender a transição é preciso analisar também o contexto sócio-econômico do período; sendo que os meados do século XV (data da primeira passagem) são marcados pela crescente urbanização e pela construção de obras de dimensões expressivas: as muralhas que circundavam as cidades em expansão, juntamente com suas grandiosas catedrais. Foi então que se percebeu o quanto o canteiro de obras representava um espaço valioso para a acumulação do capital. Sobre este aspecto, é importante destacar que Sérgio Ferro elabora duas hipóteses fundamentais para o entendimento do processo de produção em Arquitetura: a primeira delas aponta que a construção, por ser manufaturada⁵⁷, constitui, juntamente com a agricultura, a principal fonte de acumulação primitiva do capital; e, a segunda, diz respeito ao fato de que, também em virtude de seu caráter manufatureiro, a construção tornou-se um dos recursos utilizados para enfrentar a queda tendencial da taxa de lucros no capitalismo⁵⁸.

Ou seja, contando com uma composição orgânica do capital atraente, recebendo somas significativas de investimentos e empregando uma força de trabalho abundante, as atividades construtivas permitem a obtenção de altos índices de mais-valia – muito superiores aos outros setores da produção menos sensíveis à pressão exercida pelo “exército de reserva” da força de trabalho. São essas elevadas taxas de lucro geradas nos canteiros

⁵⁶ FERRO, 2006, p. 330-340.

⁵⁷ Karl Mark, no volume I de *O capital* apresenta uma série de definições para caracterizar os diferentes processos de produção – artesanato, cooperação simples, manufatura e indústria –, quanto às formas de exploração, de direção, de submissão (formal ou efetiva) e de divisão do trabalho. Em relação especificamente à manufatura, embora promova uma especialização avançada do trabalho, sua principal distinção refere-se ao fato de que a unidade de produção continua sendo o próprio trabalhador: “A maquinaria específica do período da manufatura é, desde logo, o próprio trabalhador coletivo, produto da combinação de muitos trabalhadores parciais”. Para mais, consultar: MARX, Karl. **O capital**. Tradução de Regis Barbosa e Flávio Kothe. São Paulo: Abril Cultura, 1983, v.1, t.1, p.275.

⁵⁸ FERRO, op. cit., p. 323.

que acabam irrigando os demais setores da economia pela elevação geral da taxa média de lucros. De acordo com o autor, “Isso basta para explicar [...] porque o arquiteto e a manufatura da construção nascem juntos, apoiados no capital”⁵⁹.

Além da especialização do canteiro de obras, o período pode ser caracterizado pela mudança da linguagem arquitetônica, através da consolidação do estilo clássico. Para Sérgio Ferro, não existe uma razão plausível que justifique a retomada de regras, proporções e formas das obras gregas e romanas da Antiguidade, senão a necessidade de substituição do método de produção vigente, em favor dos interesses capitalistas: “Nada, mas nada mesmo, legitima o renascimento do antigo – exceto a necessidade de submeter o trabalho à exploração do capital, a necessidade de instaurar a manufatura no lugar da cooperação simples”⁶⁰. Por isso, o autor descreve o estilo clássico como sendo expressão e um dos motores da primeira fase do capitalismo. Exigindo uma mão-de-obra relativamente pouco preparada (e, portanto, menos dispendiosa) e fazendo uso de um vocabulário desconhecido por esses mesmos trabalhadores, o clássico favoreceu a dominação dos canteiros pelo desenho dos arquitetos e, num período posterior, pelos cálculos dos engenheiros.

Do mesmo modo, o segundo momento histórico apontado por Ferro – passagem do ecletismo ao modernismo –, corresponderia ao resultado de outra fase da luta de classes no canteiro. Segundo essa interpretação, o advento da arquitetura moderna poderia ser entendido como uma reação contra o avanço do sindicalismo revolucionário do século XIX⁶¹ – que reclamava para o operariado todo o poder de decisão e de gestão (não apenas recompensas pontuais, como férias e reposição salarial). Como expressão do movimento operário, encontrava-se a linguagem eclética. É por isso que, de acordo com o autor, o ornamento – um dos índices do trabalho no ecletismo –, passou a ser combatido pelos profissionais adeptos ao modernismo. Neste ponto, Sérgio Ferro inverte o raciocínio predominante da estética moderna, passando a valorizar o ornamento (entendido enquanto “expressão da alegria no trabalho”), em detrimento daquilo que denomina de “falso ornamento”: tanto as formas ostensivas de decoração, quanto a camada de revestimento branca e lisa das novas obras arquitetônicas (capaz de encobrir o trabalho nelas condensado)⁶².

⁵⁹ FERRO, 2006, p.324.

⁶⁰ Ibid., p.339.

⁶¹ O Sindicalismo Revolucionário surgiu no movimento operário de vários países da Europa Ocidental no final do século XIX. Os sindicalistas negavam a necessidade da luta política da classe operária. Em seu lugar, acreditavam que os sindicatos, pela via exclusiva da organização de uma greve geral sem revolução, poderiam contrapor-se ao capitalismo, assumindo o controle da produção. Para mais, consultar: PEREIRA, Joana Dias. **Sindicalismo Revolucionário: a história de uma idéia**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008.

⁶² FERRO, op. cit., p.419-420.

Novamente, muda-se a linguagem arquitetônica com o objetivo de se retirar a autonomia do saber de seus produtores. Neste caso, tratava-se de substituir a competência dos pedreiros e dos carpinteiros – que haviam crescido em importância no seio do sindicalismo revolucionário –, bem como de buscar a real submissão do trabalho ao capital obtida pelas indústrias. Isso porque, após a Revolução Industrial, procurava-se atingir, no setor da construção, a mesma submissão obtida pelas fábricas (com a exteriorização do processo produtivo no maquinário). Contudo, sendo manufatureiro, tal submissão permanecia apenas formal, pois o núcleo da produção ainda dependia da sabedoria e da habilidade do operário.

Como vimos no Capítulo 2, embora a Teoria de Estruturas até esse momento tivesse progredido bastante, não havia conseguido superar a experiência depositada no saber-fazer dos operários: as edificações continuavam a ser erguidas segundo suas tradições construtivas. Para mudar essa situação, de acordo com o raciocínio de Ferro, tentou-se substituir a exteriorização das forças produtivas industriais por uma troca de materiais: “Se a dita experiência milenar do operário estava vinculada à terra, à pedra e à madeira, ela perderia sua força se fossem empregados materiais novos, sem tradição”⁶³. É somente a partir desse contexto que, conforme o autor, poderia ser entendida a rápida difusão da tecnologia do ferro – e, posteriormente, do concreto armado – que ocorreu no período.

Qualquer que seja a interpretação adotada, certo é que permanece uma recorrente afirmação de que exista uma má formação dos arquitetos e que tal qualificação precária, em parte, derivou do processo histórico de constituição dos profissionais. Em outras palavras, *formação deficitária* que reverbera a tradicional cizânia histórica entre arte e técnica. Porém, será que este “divórcio”, insistentemente apontado pelos autores, não foi funcional?⁶⁴

Afinal, talvez a dinâmica do processo histórico tenha instruído um campo de abstração tão grande que, ao ali adentrar, o conhecimento prático da construção – que certamente o instruiu – acaba tornando-se refém de si mesmo: dá o subsídio necessário para a formulação abstrata do conhecimento, mas perde sua autonomia e importância dentro da crescente especialização das atribuições. Retomando novamente o segundo capítulo, é significativo que ele comece com “experiência e tradição” e termine com “o computador”: engenheiros formam-se “pilotos” de *VectorWorks* e arquitetos “condutores” de *AutoCAD* – enquanto a

⁶³ FERRO, 2006, p. 420.

⁶⁴ Sobre esta discussão, agradeço a contribuição do professor João Marcos Lopes, quem apresentou tal questionamento durante o processo de defesa desta dissertação de mestrado.

construção e o conhecimento qualitativo do Comportamento Estrutural (ou seja, o desenvolvimento de um *raciocínio estrutural*) são colocados em segundo plano. Neste ponto, valem muito as noções de cadeia teleológica e de labirinto de meios que Georg Simmel coloca – investigadas na primeira parte deste trabalho.

De todo modo, no caso brasileiro, ao passo que essas teses surgiam, atentando para a deficiência do ensino, como estava a prática projetual? Por que a discussão inicial quanto à precariedade do ensino de Estruturas surge é nesse período (entre o final de 1960 e o início de 1970)? O que acontecia no Brasil? Será que a hipótese da fragmentação dos conhecimentos relativos à construção basta para justificar a qualificação precária dos arquitetos brasileiros? Se as causas do surgimento do *argumento do déficit de formação* parecem estar na conjuntura histórica, é hora então de nos debruçarmos sobre o desenvolvimento da profissão e do ensino superior de Arquitetura e Urbanismo no Brasil.

4.

ENSINO E PROFISSÃO DE ARQUITETURA NO BRASIL:

Entre 2 modelos e 200 cursos

Créditos das imagens:

rionaveia.com.br/2009

Acervo Público do Distrito Federal: <www2.camara.gov.br>

MELENDEZ, 2009.

Como testemunha Paulo Nathanael, o Brasil, como território português, “não teve a sorte das Américas Espanhola e Inglesa, que viram surgir o ensino superior para o seu povo ainda no início do período colonial”¹. A metrópole lusitana, que fazia de sua colônia um mero entreposto comercial e de fornecimento de riquezas agrícolas e minerais, não se preocupou em educar a população nela instalada. Dentro desse quadro, João Baptista Vilanova Artigas explica, a seu ver, os primeiros passos da profissão no país:

O exercício da atividade do arquiteto estava aberto, independente de qualificações, normas e legislação específica. Cada um construía a seu modo, com os recursos e limitações do momento.

Por isso, poder-se-ia dizer, a Arquitetura não era profissão. Ela se confundia, inclusive, com a atividade popular. E estava codificada pelos mestres construtores da mais sofisticada tradição desde o período colonial até o Império. Os poucos profissionais com instrução para suas artes, formaram-se em escolas européias. [...] ².

A caracterização que Vilanova Artigas empreende é pertinente para a arquitetura civil praticada no Brasil colonial. Contudo, no que tange às estruturas governamentais e militares, o mesmo autor lembra que Portugal cuidou da educação formal dos profissionais, para que os artefatos produzidos, segundo os padrões construtivos e conhecimentos científicos desenvolvidos até então, pudessem garantir a capacidade de defesa do território conquistado.

Nesse contexto, Adolfo Morales de los Rios apresenta uma reconstrução histórica do ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, indicando cronologicamente as Aulas e Escolas de Engenharia que influenciaram seu surgimento até a fundação dos primeiros estabelecimentos de ensino exclusivamente nacionais. Em 1699, por exemplo, decorrente do crescimento da necessidade de defesa das terras brasileiras e da construção de obras civis, ocorreu a criação da Aula de Fortificação do Rio de Janeiro e da Aula de Fortificação e Artilharia da Bahia. Anos depois, em 1719, foram fundadas a Aula de Fortificação, a Academia Militar e a Aula de Geometria em Pernambuco³.

Entretanto, os procedimentos de ensino adotados por essas instituições ainda não podem ser considerados como universitários, na medida em que se dedicavam mais ao adestramento dos profissionais no uso de técnicas correntes que à formação de uma verdadeira consciência crítica, no sentido de permitir a autonomia da Arquitetura produzida no país em relação à orientação portuguesa.

¹ SOUZA, Paulo Nathanael Pereira de. **Estrutura e funcionamento do ensino superior brasileiro**. São Paulo: Pioneira, 1991. p.9.

² ARTIGAS, João Baptista Vilanova. Contribuição para o relatório sobre ensino de arquitetura. 1974. In: **SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p. 31.

³ RIOS, Adolfo Morales de los. Evolução do ensino da engenharia e da arquitetura no Brasil. 1947. In: *Ibid.*, p. 9-13.

Essa situação permaneceu assim até a chegada da corte portuguesa ao Brasil, em 1808. Paulo Nathanael, de forma irônica, comenta que devemos a Napoleão Bonaparte a instituição dos primeiros cursos superiores no país, pois, caso a Península Ibérica não tivesse sido invadida pelos exércitos franceses, a família real não teria se refugiado na colônia e, como consequência, Dom João também não teria assinado os atos que criaram as Faculdades de Medicina na Bahia e no Rio de Janeiro nesse mesmo ano.

No plano do ensino de Arquitetura e Urbanismo, um dos principais acontecimentos do período foi a vinda da Missão Artística Francesa para o país. Com o fim do governo napoleônico, em 1815, Portugal iniciou um processo de normalização de suas relações diplomáticas, comerciais e culturais com a França. Dentro desse ambiente de renovação, uma das medidas tomadas consistiu no convite a um grupo de artistas franceses para que se transferissem à colônia, exercendo aqui trabalhos de cunho cultural. Assim, em 1816, formou-se a chamada Missão Artística Francesa: organizada por Joaquim Lebreton, era constituída pelo arquiteto Grandjean de Montigny – que exercia a função de diretor –, além de outros pintores, gravadores e artistas⁴.

Entre as ações implementadas pela Missão, encontra-se a proposta de instauração de uma nova metodologia de ensino artístico, mediante a criação de uma escola superior de Belas Artes, com disciplinas sistematizadas – a exemplo da recém-criada *École de Beaux-Arts* em Paris (1806), como visto no Capítulo 2. Assim, em 1820, foi fundada a Real Academia de Desenho, Pintura, Escultura e Arquitetura Civil⁵. Além da Escola de Belas Artes, outro modelo francês (o das Politécnicas) também se implantou no Brasil. Isso porque, em 1874, a Escola Central – primeiro estabelecimento nacional de ensino autônomo para a formação em Engenharia Civil, criada em 1835 – transformou-se em Escola Politécnica do Rio de Janeiro. No mesmo ano, surgiu o Instituto Politécnico Brasileiro na cidade⁶.

Embora tivesse início a constituição de cursos superiores no país, nesse momento, ainda não se contava com uma estrutura verdadeiramente universitária. Somente a partir da Proclamação da Independência (1888), o Brasil presencia o alargamento dessa incipiente rede de escolas superiores, que continuaram a seguir o mesmo modelo de unidades desconexas entre si e voltadas para a formação profissional. O crescimento do número de instituições também pode ser explicado por uma série de mudanças sociais, econômicas e políticas, como bem

⁴ SOUZA, 1991, p.9-13.

⁵ Denominada de Academia Imperial de Belas Artes em 1824, essa escola recebeu o nome de Academia de Belas Artes três anos depois. Após a Proclamação da República, passou a se chamar Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) em 1890 e é hoje pertencente à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ver: FICHER, Sylvia. **Os arquitetos da Poli: ensino e profissão em São Paulo**. São Paulo: EdUSP, 2005. p.233.

⁶ ANDRADE, Francisco de Paula Dias. A construção de edifícios. In: VARGAS, M. (Coord.). **Contribuições para a história da engenharia no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1994. p.48.

observa Gilberto Cotrim. Isso porque, após a decadência da economia açucareira e da exploração do ouro, o café tornou-se o principal produto agrícola de exportação do país. Nas fazendas cafeicultoras, o trabalho escravo – motor da sociedade colonial – foi sendo gradualmente substituído pela mão-de-obra assalariada e imigrante. Parte dos lucros obtidos com a venda do café passou a ser aplicada no desenvolvimento da industrialização brasileira. Como consequência do aumento da população urbana e do impulso à indústria, as cidades cresceram, aumentando a demanda por serviços de infra-estrutura e por edificações⁷.

É nesse contexto que pode ser entendido o surgimento das seguintes escolas: Escola Politécnica de São Paulo (1894), Escola Politécnica da Bahia (1896) e Escola de Engenharia Mackenzie (1897). As duas primeiras formavam arquitetos desde o início, enquanto a última somente criou uma especialização em Arquitetura em 1917, conforme esclarece Sylvia Ficher⁸. A autora enfatiza a questão da imbricação entre as profissões de engenheiro e de arquiteto nesse período, ao estudar justamente a formação de engenheiros-arquitetos pela escola paulista.

Em suas investigações, Ficher comprova o quanto os dois ofícios permaneceram entrelaçados no país, pois, quando as primeiras escolas de nível superior surgiram no Brasil, ofereciam formação semelhante para ambas as categorias. Até 1931, por exemplo, havia um período introdutório na Escola Politécnica, comum a todas as especialidades; sendo que, apenas no quarto ano, optava-se por uma delas. Portanto, a Arquitetura era realmente entendida como uma das especializações da Engenharia (justificando a percepção dos primeiros profissionais que propuseram, anos mais tarde, mudanças na metodologia de ensino prevalecente nos cursos, de acordo com o exposto no capítulo anterior).

Nesse ponto, cabe avaliar os dois tipos de currículos praticados pelos cursos de Arquitetura então existentes: o de orientação Belas Artes e o de orientação Politécnica. Segundo Flávio Motta, o exame das condições históricas demonstra que, no Brasil, o ensino de Arquitetura – ainda que não exclua, em estudo mais aprofundado, seu aparecimento em outras localidades do país – possui dois exemplos principais, em função da influência que exerceram: um originário da Escola Nacional de Belas Artes (antiga Academia Imperial), no Rio de Janeiro; e outro, oriundo da Escola Politécnica, em São Paulo⁹.

Conforme analisado na segunda parte deste trabalho, essas duas vertentes possuem uma mesma origem francesa, mas são derivadas de dois modelos diferenciados de ensino: de um lado, está o modelo *Beaux-Arts*, adaptado da academia italiana e que pode ser incluído na categoria

⁷ COTRIM, Gilberto. **História global**: Brasil e geral. São Paulo: Saraiva, 1999. p.336-340.

⁸ FICHER, 2005, p.175.

⁹ MOTTA, Flávio L. Subsídios para relatório sobre ensino de arquitetura. 1974. In: SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p. 17-27.

de ensino humanístico; do outro, encontra-se o modelo *Polytechnique*, uma criação genuinamente francesa – centrada em sistematização, especialização e aplicação prática de conhecimentos –, podendo ser entendido como um ensino de caráter tecnicista.

Roberto Santos, em sua dissertação de mestrado, argumenta que o modelo empregado pela escola de Belas Artes influenciou o método de ensino de Arquitetura brasileiro por meio do que denomina de “pedagogia do ateliê” – ou seja, da preservação da interação mestre-aprendiz para a transmissão dos métodos de projeção. Porém, no campo da organização dos conteúdos técnicos e tecnológicos, foi a perspectiva politécnica – caracterizada pela ênfase sobre a divisão do conhecimento para a sua instrumentação e pela realização de exercícios matemático-dedutivos como aplicação prática dos conteúdos ensinados – que predominou¹⁰.

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 apontando “divórcio entre arte e técnica”) se reproduziria no processo de formação dos profissionais.

João Vilanova Artigas retoma a questão do surgimento de instituições de ensino superior dedicadas à formação de engenheiros e arquitetos, analisando que tal processo também resultou da construção das primeiras ferrovias brasileiras, à medida que o contato com técnicos estrangeiros demonstrou a necessidade de formação de quadros nacionais, capazes de responder às missões técnicas que o desenvolvimento do país demandava¹¹.

É nesse momento – início do século XX –, que a construção se transforma em uma atividade econômica em si. Especificamente em São Paulo, conforme Milton Vargas, o campo da construção civil prosperou sob a influência do ensino politécnico e devido ao trabalho de Francisco de Paula Ramos de Azevedo (1851-1928) – profissional que organizou um grande escritório técnico de projetos arquitetônicos ao lado de sua casa comercial de materiais de construção, bem como montou uma das primeiras companhias financiadoras da construção de edifícios, além de participar de inúmeros outros empreendimentos¹².

Milton Vargas considera que a expansão da indústria da construção civil, a partir de 1920, foi ainda possibilitada pelo advento do concreto armado – cujo emprego passou a exigir o

¹⁰ SANTOS, Roberto Eustáquio. **Atrás das grades curriculares**: da fragmentação do currículo de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. p.51-53.

¹¹ ARTIGAS, 1974, p.30.

¹² VARGAS, Milton. Os cem anos da Escola Politécnica de São Paulo. In: _____. (Coord.). **Contribuições para a história da engenharia no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1994. p.20.

desenvolvimento do cálculo matemático e a realização de pesquisas científicas¹³. Como consequência, em 1926, o Gabinete de Resistência dos Materiais da Escola Politécnica de São Paulo foi convertido em Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM), dedicando-se à realização de testes para o setor construtivo. Assim, é possível verificar que, no período, tem verdadeiramente início a consolidação da Engenharia brasileira sobre bases científicas – sendo que, para tanto, o conhecimento sobre Estruturas adquiriu importância significativa¹⁴.

É dessa época o aparecimento do debate sobre associação e regulamentação das profissões. Até a Proclamação da República, em virtude da manutenção da doutrina liberal pelo Império – de livre exercício das profissões –, não surgiu uma efetiva normatização sobre os ofícios. A ordem republicana, ao seu lado, defendia uma “ideologia do progresso”, embasada em sua política de ampliação da rede de ensino superior, sob intervenção estatal. Desse modo, apoiada na estratégia intervencionista do governo e no aumento do contingente de profissionais, a regulamentação das profissões passa a ser justificada e buscada pelos órgãos de classe.

Nesse processo, destaca-se a criação da Sociedade de Arquitetos e Engenheiros de São Paulo – fundada em 1911 e posteriormente denominada de Instituto de Engenharia (IE – 1916) –, pois essa entidade, desde o início, manteve campanha para que as profissões fossem regularizadas. Sylvia Ficher, inclusive, advoga que a influência exercida pelo IE foi expressiva a ponto de deslocar a mobilização de classe do Rio de Janeiro para São Paulo depois de 1920¹⁵. É nessa década que a categoria profissional dos arquitetos também começa a se organizar, demonstrando suas primeiras inquietudes sobre a qualidade e o significado cultural de sua produção. Segundo Edgar Graeff, tais inquietudes estariam relacionadas com a realização da

¹³ No caso brasileiro, a introdução do concreto na indústria da construção ocorreu por meio de Lambert Riedlinger, funcionário da firma Wayss & Freytag. Essa empresa, fundada em 1893, conforme analisado no Capítulo 2, financiou e desenvolveu pesquisas sobre o uso estrutural do concreto armado, ajudando a consolidar a técnica como um método de construção reconhecido na Alemanha. Posteriormente, em 1912, Riedlinger, transferido para o Brasil, fundou uma empresa denominada de Companhia Construtora em Cimento Armado. Logo emcampada pela Wayss & Freytag, foi chamada oficialmente de Companhia Construtora Nacional S.A. somente em 1924, tendo funcionado com esse nome até 1974. Cf. VASCONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. São Paulo: Studio Nobel, 2002. p.229.

¹⁴ Sobre esta questão, é importante destacar a crítica de Roberto Santos. Isso porque o autor chama atenção para o fato de que a historiografia do concreto armado geralmente está centrada em grandes personagens, obras de vulto e cronologias de eventos marcantes, principalmente os relacionados à regulação do exercício profissional e à normalização de procedimentos técnicos. Por outro lado, indica a necessidade de uma revisão crítica quanto aos aspectos sócio-econômicos envolvidos na difusão do concreto. De acordo com o autor, a idéia de perícia técnica e de especialização do conhecimento, base para o desenvolvimento da tecnologia do concreto, refere-se, na verdade, a uma tentativa de distinção entre engenheiros e arquitetos (diplomados) e os demais trabalhadores da construção civil (não-diplomados). A partir desses argumentos e com base na revisão dos periódicos do período (responsáveis pela propaganda e divulgação sobre o novo material), Santos levanta a hipótese de que o concreto armado foi apropriado e utilizado no Brasil como um mecanismo nas disputas por mercado de trabalho e pelo controle do espaço construído. Para mais, ver: SANTOS, R. E. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e de sua hegemonia**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

¹⁵ FICHER, 2005, p. 245-248.

Semana de Arte Moderna de São Paulo (1922), bem como com os episódios políticos e sociais do período (nascimento do movimento operário no Brasil e surgimento do tenentismo)¹⁶.

Dentro desse contexto, em 1921, por exemplo, é criado o Instituto Brasileiro de Arquitetos no Rio de Janeiro, com o objetivo de estabelecer uma tabela de honorários para a categoria e regular os concursos públicos de projetos arquitetônicos. Como dissidência do Instituto, surgiu a Sociedade Central dos Arquitetos em 1922. Dois anos depois, essas entidades foram reunidas no Instituto Central dos Arquitetos (ICA) – renomeado como Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB) em 1935. A formação desses órgãos se dá segundo uma perspectiva de afirmação social, em que o discurso da classe e suas campanhas políticas incidem sobre os seguintes temas: divulgação do papel social do arquiteto, abertura de mercado de trabalho e definição de suas reais atribuições – isto é, busca por autonomia em relação à Engenharia. Tais questões também estavam presentes em São Paulo, onde havia duas facções de associados: a Divisão de Arquitetura do Instituto de Engenharia (IE) e o Instituto Paulista de Arquitetos (IPA)¹⁷.

Contudo, a possibilidade de privilégio de motivações corporativas apenas se tornou possível após a Revolução de 1930, com a posse do governo provisório de Getúlio Vargas (1930-1934), quando ocorreu definitivamente o abandono da política do liberalismo oligárquico em favor do populismo intervencionista. Roberto Santos considera que o ensino e a profissão de Arquitetura foram “inventados” justamente sob a presidência de Vargas¹⁸. Afinal, ao passo que, no âmbito da educação, montou-se uma estrutura burocrática estatal encarregada pela definição de novos padrões de ensino¹⁹; no campo da profissão, foi criado um mecanismo de controle do seu exercício, por meio do Decreto nº 25.369 de 1933 – que estabeleceu o sistema CONFEA-CREAs.

Esse sistema ficou composto pelo Conselho Federal (CONFEA) e pelos Conselhos Regionais (CREAs) de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Do ponto de vista institucional, a organização constituiu-se como uma autarquia ligada ao Ministério do Trabalho, ou seja, representava uma entidade autônoma – descentralizada da Administração Pública –, mas sujeita à fiscalização e tutela do Estado. Como explica Roberto Santos:

A partir da edição do Decreto n. 23.569/1933 fica definido que a prática da engenharia e da arquitetura, inclusive em todos os níveis do serviço público, só pode ser exercida por portador de diploma conferido por escola brasileira ou por portador de diploma reconhecido pela burocracia brasileira. Além disso, para que tenham

¹⁶ GRAEFF, 1995, p.17-18.

¹⁷ FICHER, 2005, p. 180-182.

¹⁸ SANTOS, 2002, p. 61.

¹⁹ Através da criação do Ministério dos Negócios da Educação e da Saúde Pública (MES), pelo Decreto nº 19.402, de 14 de novembro de 1930 e da fundação do Conselho Nacional da Educação (CNE), pelo Decreto nº 19.850, de 11 de abril de 1931.

valor legal, projetos e obras devem ser desenvolvidos e executados por profissionais com registro profissional outorgado pelo CREA. E mais, todas as empresas que desempenhem trabalhos de engenharia e arquitetura devem ter profissionais registrados encarregados dos serviços²⁰.

Porém, embora tal legislação passasse a defender o privilégio dos diplomados, não distinguia entre engenheiros civis e arquitetos:

Por fim, ao tratar das especializações profissionais, a norma deixava indefinida a diferenciação de competência entre engenheiros civis e arquitetos. Pelos art. 28 e 30, eram comuns às duas especializações “o estudo, projeto, direção, fiscalização e construção de edifícios, com todas as suas obras complementares” e “o projeto, direção e fiscalização dos projetos de urbanismo”, ficando adstritas aos arquitetos somente “as obras que tenham caráter essencialmente artístico ou monumental”, “as obras de arquitetura paisagística” e “as obras de grande decoração arquitetônica”²¹.

Portanto, pela observação das atividades consideradas específicas aos arquitetos, a única diferença da categoria, inicialmente, centrava-se no caráter “artístico” da profissão²². Por causa disso, Vilanova Artigas considera que, no lugar de garantir a afirmação da importância da Arquitetura, a regulamentação profissional acabou comprometendo sua credibilidade, bem como a formação dos profissionais:

Os arquitetos e o ensino de Arquitetura saíram deste processo bastante prejudicados. Não se compreendeu o papel que os arquitetos teriam que desempenhar nesse período histórico. Na verdade prevaleceu o conceito que o tipo de formação na antiga Academia de Belas Artes tinha criado para o arquiteto. Uma espécie de técnico menor, um desenhador, ignorante da exigência das leis da gravidade e do comportamento das estruturas. [...] ²³.

Essa situação começou a mudar a partir da campanha pela valorização profissional, empreendida entre as décadas de 1920 e 1940, quando alguns arquitetos passaram a preconizar a união da Arquitetura com os movimentos de arte moderna, defendendo sua atividade como liberal, bem como a separação das escolas em relação aos dois modelos de ensino que vigoravam (Belas Artes e politécnico). De acordo com o que foi apresentado, muitos são os autores que identificam uma deficiência no processo de formação dos arquitetos brasileiros,

²⁰ SANTOS, 2008. p.231-232.

²¹ FICHER, 2005, p. 189.

²² Por outro lado, vale destacar que, no âmbito dos CREAs, entendia-se a Arquitetura como uma subdivisão da Engenharia, sendo que o título conferido aos profissionais era o de “engenheiro-arquiteto”. Apenas no final dos anos 1980 esse título passou a ser de “arquiteto urbanista”. Conforme Roberto Santos, enquanto minoria, a classe não obteve uma posição de decisão na estrutura de poder da instituição. Cf. SANTOS, op. cit., p.234-235. Isso pode explicar a tentativa de criação do Conselho Federal de Arquitetura, em 1958, separado do Sistema CONFEA-CREAs. Porém, tal iniciativa não foi concretizada, à medida que a edição da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966 – que até pouco tempo controlava o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo – manteve a Arquitetura atrelada ao CONFEA. Recentemente teve início uma nova movimentação dos profissionais pela separação da área em relação ao Sistema CONFEA-CREAs. Assim, através do Projeto de Lei nº 4413, de novembro de 2008, solicitava-se a constituição do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR) para regulamentar o exercício da profissão, com autonomia. Em 31 de dezembro de 2010, através da Lei nº 12.378, finalmente criou-se este conselho independente de Arquitetura.

²³ ARTIGAS, 1977, p.32-33.

como decorrência da contraposição colocada em sua profissão entre arte e técnica: *Seria esse o nascedouro da problemática? Uma falta de autonomia original dos estabelecimentos de ensino destinados à formação da classe?* É o que tentaremos entender, analisando as tentativas de mudança que foram empreendidas no sentido de garantir esta autonomia.

4.1 Entre 1930 e o golpe militar: reconhecimento da arquitetura e revisão do ensino

Provavelmente o primeiro questionamento dos padrões vigentes de educação dos arquitetos no país ocorreu com a proposta de reforma da Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) no Rio de Janeiro. A partir de convocação pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), Lúcio Costa assumiu a direção dessa escola em dezembro de 1930. Ali, montou uma equipe de professores já identificados com o ideário da arquitetura moderna, como Gregori Warchavchik²⁴. Os métodos de ensino desse corpo docente tiveram grande aceitação pelos estudantes, que passaram a preferir as disciplinas da nova proposta.

Como consequência, os professores catedráticos realizaram protestos nos meios profissionais. Ainda que essa reação contrária à reestruturação do curso tenha sido inicialmente neutralizada pelo apoio do chefe de gabinete do MEC, Lúcio Costa teve de abandonar o cargo. Com o retorno do diretor anteriormente deposto, José Mariano Filho, a orientação da ENBA continuou a moldar-se por antigos parâmetros, enquanto a introdução da arquitetura moderna no ensino formal se postergou em alguns anos²⁵. Porém, embora os princípios modernistas não tenham conseguido se introduzir no ensino de imediato, os profissionais de vanguarda continuaram sua movimentação em prol da renovação arquitetônica²⁶.

Lauro Cavalcanti, por sua vez, considera que o movimento teve origem em São Paulo, sendo que o ano de 1925 assinala os primeiros dois manifestos paulistas em favor do novo estilo: “Acerca da arquitetura moderna”, escrito por Gregori Warchavchik²⁷ e “A arquitetura e

²⁴ Em 1923, Gregori Warchavchik (1896-1972), arquiteto ucraniano, instala-se em São Paulo – adquirindo, futuramente, cidadania brasileira. Dois anos depois, publica o primeiro manifesto sobre arquitetura moderna no Brasil. Posteriormente, é responsável por conceber e construir as primeiras residências com características modernistas no país. Em 1930, por indicação de Le Corbusier, torna-se representante dos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna (CIAM), tendo sido encarregado por montar, em São Paulo, a “Exposição de uma Casa Moderna”. No ano seguinte, é convidado a integrar o corpo docente da ENBA, por Lucio Costa. Cf. GRAEFF, 1995, p. 55.

²⁵ Ibid., p.18 e SANTOS, 2002, p.80-81.

²⁶ Logo, a proposta de Lúcio Costa realmente influenciou os estudantes, sendo que, naquele momento, muitos dos que posteriormente comporiam a primeira geração de arquitetos modernos do Brasil estudavam na ENBA: Affonso Eduardo Reidy, Alcides da Rocha Miranda, Alvaro Vital Brasil, Carlos de Azevedo Leão, Ernani Mendes Vasconcelos, Jorge Machado Moreira, Luiz Carlos Nunes de Souza, Milton Roberto, Oscar Niemeyer, Renato Soeiro, Thomaz Estrella e Zenon Lotufo, entre outros. Cf. SANTOS, 2008, p.203.

²⁷ O texto foi publicado originalmente em italiano, com o título “Futurismo?”, no Jornal *Il Piccolo*, em São Paulo, 14 jun. 1925. Já a versão portuguesa saiu na edição do *Correio da Manhã*, Rio de Janeiro, 1 nov. 1925.

a estética das cidades”, uma carta enviada da Itália pelo então estudante Rino Levi²⁸. Nesse primeiro período modernista, também se destacam as propostas de Flávio de Carvalho²⁹. Esse conjunto de manifestações teóricas pôde se concretizar três anos depois, através da construção da residência projetada por Warchavchik para si próprio.

Contudo, a primeira obra de vulto a consolidar o movimento brasileiro foi o edifício criado para a sede do Ministério da Educação e da Saúde Pública (MES) no Rio de Janeiro (projetado em 1936 e concluído em 1945). Nesse sentido, Cavalcanti analisa que a arquitetura moderna no Brasil estabeleceu-se justamente por meio de obras governamentais. Tal situação, segundo o autor, pode ser entendida em virtude do momento de desenvolvimento econômico pelo qual passava o país, existindo um esforço estatal em vistas de sua modernização³⁰.

Dentro desse contexto, em 1935, um ano após a nomeação de Gustavo Capanema como diretor do MES, realizou-se um concurso nacional para eleger a proposta de seu edifício-sede. O júri escolheu como vencedor o projeto de Archimedes Memória, que possuía caráter neocolonial – sendo contrário à intenção de Capanema para o mesmo. Por causa disso, embora legitimando o vencedor, o ministro convocou Lucio Costa para compor uma nova equipe e desenvolver outro projeto. Tal equipe contava com os seguintes integrantes: Affonso Reidy, Carlos Leão, Ernani Vasconcellos, além do ainda estagiário Oscar Niemeyer e do paisagista Roberto Burle Marx.

De acordo com Cavalcanti, a equipe formada por egressos da ENBA também possuía em comum o domínio do idioma francês, necessário à compreensão das palestras conferidas por Le Corbusier – primeiramente, em 1929, quando ele esteve em São Paulo e no Rio de Janeiro (em viagem pela América do Sul) e, anos depois, durante o mês que o arquiteto passou no Rio (de 13 de julho a 15 de agosto de 1936), atendendo a um convite para prestar consultoria no projeto do MES e naquele de um *campus* universitário a ser implantado na capital federal³¹.

No período, Le Corbusier já havia escrito a obra que lhe conferiu reconhecimento internacional enquanto formulador dos novos princípios da Arquitetura – *Vers Une Architecture*

²⁸ Publicada pelo *Estado de São Paulo*, no dia 15 de outubro de 1925.

²⁹ Flávio de Carvalho (1889-1973) era engenheiro e artista plástico. Produziu uma série de propostas, prédios e trabalhos críticos, como a *performance* em que trajava uma saia ao circular pelo centro comercial da cidade de São Paulo nos anos 1950. Cf. CAVALCANTI, Lauro. **Moderno e brasileiro**: a história de uma nova linguagem na arquitetura, 1930-1960. Rio de Janeiro: Zahar, 2006, p.147.

³⁰ Ibid., p.12.

³¹ Sobre a importância do domínio da língua, Roberto Santos analisa que, no caso da Arquitetura, a dificuldade de ler em alemão pode ter colaborado para a pequena influência que Walter Gropius exerceu no Brasil nesse período. As orientações germânicas chegam aos currículos brasileiros entre 1960 e 1970 – como veremos adiante. Por outro lado, grande parte da primeira geração de modernos tinha fluência na língua francesa, o que teria facilitado o contato com Le Corbusier. Em relação à Engenharia, maior é o número de calculistas eméritos de sobrenome alemão – Riedlinger, Baumgart, Langendonck, Tietz. Segundo Santos, provavelmente isso está relacionado com o fato de que foi na Alemanha que se deu a sistematização e a divulgação, por meio de publicações científicas, do cálculo estrutural – conforme tratamos no Capítulo 2. Cf. SANTOS, 2008, p.205-206.

(1923) –, sendo que os cinco elementos que passaram a caracterizar seu programa arquitetônico são: pilotis, planta livre, terraço-jardim, fachada livre e janelas horizontais. O projeto realizado para o edifício do MES reflete a tentativa do grupo brasileiro de incorporar tais preceitos. Além disso, destaca-se por ser a primeira realização mundial da *curtain wall* (fachada envidraçada) e do *brise-soleil* (quebra-sol) em larga escala, inventado três anos antes pelo arquiteto francês³².

Importa perceber que o emprego desses novos elementos não pode ser analisado isoladamente. Afinal, a mudança da linguagem arquitetônica foi possibilitada pelo surgimento de materiais inéditos (como o concreto armado e o ferro); o que, por sua vez, como estudamos na segunda parte desta pesquisa, permitiu o desenvolvimento de diferentes sistemas estruturais. Portanto, a reflexão sobre Estruturas constitui um aspecto fundante da arquitetura moderna, tanto internacionalmente quanto em termos brasileiros. A tese de Le Corbusier – comungada por Lucio Costa e equipe –, em última instância, é a de que o aparecimento da estrutura independente implicava a necessidade de se fazer outro tipo de Arquitetura:

Figura 34 – Fachada Sul do MES
Fonte: INOJOSA, 2010.

Com o concreto armado *suprimimos inteiramente as paredes*. Assentamos os pisos em pilares delgados, dispostos a grandes distâncias um do outro. [...]

Onde estão, em nossa casa de concreto, as paredes em que se apóiam os pisos e que são penosamente perfuradas pelas janelas? *Não existem paredes*, mas ao contrário, se eu assim desejar, posso fazer janelas em todas as superfícies das fachadas da casa [...]. É uma modificação total das condições tradicionais³³.

A nova técnica reclama a revisão dos valores plásticos tradicionais. O que a caracteriza e, de certo modo, comanda a transformação radical de todos os antigos processos de construção é a *ossatura independente*. [...] Parede e suporte representam hoje, portanto, coisas diversas. Duas funções nítidas, inconfundíveis... é este o segredo de toda nova arquitetura³⁴.

Especificamente no caso brasileiro, como o conhecimento sobre o Comportamento Estrutural dos sistemas em concreto armado se tornou imprescindível à realização das novas propostas arquitetônicas, é possível entender a associação que ocorreu, nesse momento, entre arquitetos e engenheiros civis³⁵. O edifício-sede do MES, por exemplo, não poderia ter sido concretizado

³² CAVALCANTI, 2006, p.52.

³³ LE CORBUSIER. **Precisões:** sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo. São Paulo: Cosac & Naify, 2004. p.50-52. Grifo do autor. Versão portuguesa do original *Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme*, publicado em 1930.

³⁴ COSTA, Lucio. Razões da nova arquitetura. In: XAVIER, Alberto (Org.). **Depoimento de uma geração**. São Paulo: Cosac & Naify, 2003. p.46. Texto publicado pela primeira vez na Revista da Diretoria de Engenharia da Prefeitura do Distrito Federal, em 1936.

³⁵ Não podemos deixar de fazer nova referência à análise crítica de Roberto Santos, segundo a qual tal preferência pelos sistemas estruturais em concreto armado também estava associada à tentativa de diferenciação profissional entre diplomados e os demais trabalhadores da construção civil: “A mudança de tecnologia foi uma

sem a colaboração de Emílio Baumgart³⁶, responsável pelo seu projeto estrutural.

Afinal, Baumgart precisou inovar, desrespeitando regras vigentes no corrente uso do concreto armado para atender à solução arquitetônica criada. Entre essas inovações, encontra-se a utilização da “laje cogumelo” de uma maneira diferente: mantendo o teto liso exigido pela equipe de arquitetos, através do engrossamento da cabeça dos pilares (em lugar do emprego dos tradicionais capitéis). Também as soluções de contraventamento representaram uma novidade, na medida em que o engenheiro propôs que as lajes trabalhassem apenas como vigas horizontais, enquanto as escadas e os poços dos elevadores é que garantiriam a rigidez do conjunto – em uma localidade próxima ao mar (e, portanto, sujeita a fortes rajadas de vento), entende-se a audácia da solução proposta³⁷.

Figura 35 – Esquema estrutural do MES
Fonte: VASCONCELOS, 2005.

Baumgart colaborou novamente para a concretização do ideário moderno entre 1939-1940, dimensionando a solução estrutural do Pavilhão do Brasil na Feira Internacional de Nova Iorque. Afinal, Lucio Costa e Oscar Niemeyer – encarregados pela configuração

oportunidade mediante a qual esse grupo se organizou contra os construtores práticos e mestres de obra, sobretudo no âmbito da construção imobiliária, no setor de edificações da indústria da construção civil. A instalação de uma cultura baseada em projetos arquitetônicos e de cálculo, orçamentos, cadernos de encargos e normalização, conferiram um caráter científico ao ato de construir que acabou por legitimar o grupo dos diplomados nas posições de mando (administrativas) da produção do espaço construído”. SANTOS, 2008, p.51. Conforme analisado no Capítulo 3, essa postura também é compartilhada por Sérgio Ferro.

³⁶ Emílio Baumgart (1889-1943) formou-se engenheiro civil em 1919 pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Porém, desde 1912, trabalhava na Companhia Construtora de Cimento Armado – que, como assinalamos anteriormente, introduziu a tecnologia do concreto armado no Brasil. Ainda como estudante, projetou a Ponte Maurício de Nassau, em Recife – a maior da época em concreto armado. Já formado, fundou sua própria construtora que, contudo, faliu dois anos depois. Em 1925, por sua vez, criou o primeiro escritório especializado em cálculo estrutural no Brasil – responsável por ajudar a formar muitas gerações de calculistas. É dele ainda a ponte sobre o Rio do Peixe, em Santa Catarina, a primeira a ser construída utilizando a técnica dos balanços sucessivos. Por causa de todas essas realizações, Augusto Vasconcelos considera que o engenheiro seja “o pai do concreto armado no Brasil”. Cf. VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil: recordes, realizações, história**. São Paulo, Copiare, 1985. p.29-30.

³⁷ Cf. TELLES, Pedro Carlos Silva. **História da engenharia no Brasil: século XX**. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1993. p.498.

espacial do local de exposições – convocaram sua participação quando os engenheiros norte-americanos se recusaram a executar o Pavilhão segundo as idéias defendidas pelos brasileiros:

O projeto estrutural de Emílio Baumgart, já conhecido e respeitado no Brasil como autor de soluções originais para grandes estruturas, provou a segurança de seu método de cálculo ao demonstrar aos engenheiros norte-americanos responsáveis pela Feira a estabilidade de sua estrutura, dimensionada em cerca de 30% menos volume de concreto que o previsto pela norma estadunidense³⁸.

Ainda em relação ao Pavilhão, outro ponto de destaque se refere ao início da afirmação de uma linguagem moderna brasileira, independente da matriz européia. Nessa obra, embora fizessem uso do vocabulário básico proposto por Le Corbusier, Costa e Niemeyer anteciparam futuras tendências, sobretudo quanto a uma maior liberdade formal – em que as curvas (presentes na rampa e marquises do Pavilhão) aparecem enquanto elementos expressivos principais³⁹.

Figura 36 – Pavilhão do Brasil em Nova York
Fonte: MARQUARDT, 2005.

Figura 37 – Interior do Pavilhão do Brasil
Fonte: MARQUARDT, 2005.

Tal linguagem seria definitivamente consolidada no conjunto do Parque da Pampulha (1942-1943), concebido por Oscar Niemeyer a pedido de Juscelino Kubistchek, então prefeito de Belo Horizonte (MG). O conjunto, disposto em torno de um lago artificial, compreendia: Casa de Baile, Cassino, Iate Clube e a Capela de São Francisco de Assis. O primeiro edifício, composto por um pequeno restaurante e salão de baile público, assumiu uma forma circular, cuja cobertura de concreto prolonga-se para além da edificação como uma marquise de linhas sinuosas. O Cassino, por sua vez, abrange salões de jogos, bar e restaurante, distribuídos em dois volumes: um deles é retilíneo e o outro circular, sendo conjugados por meio de rampas. Já a cobertura de dupla inclinação do Iate Clube visa atender aos pés-direitos diferenciados, requeridos internamente para o restaurante e para o salão de estar (localizado no segundo pavimento). Por fim, a Capela abriga seu programa – nave, altar, sacristia e anexos – em abóbadas de diferentes dimensões⁴⁰.

³⁸ SCHWARTZ, Jorge (Org.). **Da antropofagia a Brasília**: Brasil 1920-1950. São Paulo: Cosac & Naify, 2002. p.378. Versão portuguesa do original em espanhol *Brasil 1920-1950: de la antropofagia a Brasília*. Publicado por ocasião da exposição de mesmo nome realizada em São Paulo, entre novembro de 2002 e março de 2003.

³⁹ CAVALCANTI, 2006, p.184.

⁴⁰ FICHER, Sylvia; ACAYABA, Marlene. **Arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Projeto, 1982, p.15-17.

Figura 38 – Casa de Baile da Pampulha
Fonte: INOJOSA, 2010.

Figura 39 – Cassino da Pampulha
Fonte: INOJOSA, 2010.

Figura 40 – Iate Clube da Pampulha
Fonte: FICHER; ACAYABA, 1982

É devido à adoção de abóbadas autoportantes nesta obra que ela é considerada como um marco do afastamento efetivo de Niemeyer em relação aos princípios estritamente funcionalistas do movimento europeu. Sobre a ligação entre Estruturas e Arquitetura nas obras de Belo Horizonte, especialmente em relação à Capela, Lauro Cavalcanti argumenta que: “Outro fator importante na igreja de São Francisco é a fusão completa entre estrutura e arquitetura [...]. Uma vez a estrutura erguida, a igreja estava pronta. A arquitetura nasce da estrutura”⁴¹. Nesse caso, a solução espacial pôde se materializar em virtude da parceria estabelecida por Niemeyer com outro engenheiro cuja contribuição foi fundamental para a criação das obras arquitetônicas modernas: Joaquim Cardozo⁴² – profissional que seria responsável, futuramente, pelo cálculo estrutural das principais edificações de Brasília.

Figura 41 – Abóbadas da Capela da Pampulha
Fonte: FICHER; ACAYABA, 1982.

Figura 42 – Capela de São Francisco de Assis
Fonte: Acervo pessoal da autora, 2009.

São essas três obras iniciais – o edifício-sede do MES, o Pavilhão Brasileiro da Feira de Nova York e o conjunto da Pampulha – que tornaram a nova produção arquitetônica brasileira

⁴¹ CAVALCANTI, 2006, p.200.

⁴² Em 1915, Joaquim Cardozo (1897-1978) ingressa na Escola Livre de Engenharia em Pernambuco, curso que interrompeu em 1919 para servir o exército. Somente retomou seus estudos em 1927 (em virtude de dificuldades financeiras), graduando-se três anos depois. Durante o período, Cardozo realizou diversos trabalhos como topógrafo e participou ativamente dos movimentos precursores do modernismo. Mudando-se para a capital do país em 1939, passou a fazer parte do Serviço de Patrimônio Histórico Artístico e Nacional (SPHAN), ao lado de Rodrigo de Mello, Lucio Costa, Roberto Burle Marx e Oscar Niemeyer. O último fez o convite para que realizasse o cálculo estrutural dos edifícios da Pampulha. Cf. SANTANA, Geraldo. O engenheiro da poesia. Disponível em: <<http://www.joaquimcardozo.com/paginas/joaquim/depoimentos/engenheiro.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

reconhecida internacionalmente⁴³. Atraídos pela repercussão obtida pelo Pavilhão do Brasil, por exemplo, o arquiteto norte-americano Philip Goodwin e o fotógrafo Kidder-Smith passaram seis meses do ano de 1942 no país, com o objetivo de preparar a exposição *Brazil Builds* – reunida em livro homônimo e realizada no Museu de Arte Moderna (MoMA) de Nova York em 1943⁴⁴.

Também as revistas especializadas – tais como as americanas *Architectural Review* e *Architectural Forum* e a francesa *Architecture d'Aujourd'hui* – publicam artigos sobre a arquitetura brasileira. No caso do periódico francês, existiram edições (1947 e 1952) dedicadas exclusivamente ao Brasil. As obras nacionais passam a fazer parte ainda de análises históricas da Arquitetura, como naquelas de Leonardo Benevolo, Bruno Zevi e Siegfried Giedion. Em 1950, o arquiteto Stamo Papadaki publica *The work of Oscar Niemeyer*; enquanto Henrique Mindlin, cinco anos depois, escreve *Modern architecture in Brazil*. Este último livro trazia mais de cem projetos brasileiros, incluindo propostas de: Affonso Reidy, Alcides da Rocha Miranda, Alvaro Vital Brasil, Eduardo Kneese de Melo, Gregori Warchavchik, João Baptista Vilanova Artigas, Lina Bo Bardi, Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Oswaldo Bratke, Rino Levi, os irmãos Roberto, Roberto Burle Marx e Sergio Bernardes⁴⁵.

Considerando a quantidade de arquitetos citados, Edgar Graeff adverte justamente que a nova arquitetura não pode ser vista como fruto do trabalho de alguns poucos profissionais de talento, visto que se generalizou rapidamente, mantendo o mesmo nível de qualidade⁴⁶. Nesse contexto, nos anos 1950, o movimento estende-se por todo o país. Particularmente em São Paulo, as propostas do período são caracterizadas pela defesa da forma enquanto decorrência direta da solução estrutural – originando o que ficou conhecido como movimento brutalista brasileiro. A linha de raciocínio estabelecida pelo brutalismo encontrou vários adeptos a partir de 1960. Lauro Cavalcanti e André Lago consideram que as principais realizações do movimento sejam: o Museu de Arte Moderna (MAM) do Rio de Janeiro, criado por Affonso Reidy (1953-1968); o Museu de Arte de São Paulo (MASP), projetado por Lina Bo Bardi (1956-1968), e a sede da FAU-USP, concebida por Vilanova Artigas (1961-69)⁴⁷.

Quanto à importância que as Estruturas assumiram para os arquitetos nesse momento, José Castanho – engenheiro que calculou o MASP – apresenta seu testemunho sobre Lina Bo Bardi, explicando que, nas conversas originárias da concepção do museu: “O que ela fazia,

⁴³ CAVALCANTI, Lauro; LAGO, André Corrêa do. Ainda moderno? Arquitetura brasileira contemporânea. *Vitruvius*, ano 6, nov 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.066/404>>. Acesso em: 19 out. 2010. Este artigo é a introdução do livro de mesmo nome, publicado por ocasião da exposição *Encore moderne? Architecture brésilienne 1928-2005*, em Paris.

⁴⁴ CAVALCANTI, 2006, p.58.

⁴⁵ SANTOS, 2008, p.137-138.

⁴⁶ GRAEFF, 1995, p.19.

⁴⁷ CAVALCANTI; LAGO, op. cit., s.p.

‘no duro, no duro’, era orientar! Porque ela queria que a estrutura representasse, entende?!” (informação verbal)⁴⁸. Da mesma forma, Jorge Schwartz afirma:

Liberdade formal e leveza estrutural serão a tradução nacional da idéia-força de Le Corbusier da “técnica como base do lirismo”. A arquitetura moderna brasileira passaria a ser, em seus exemplos mais significativos, a expressão de uma concepção estrutural avançada. Das clássicas colaborações entre Lucio Costa e Emílio Baumgart à simbiose entre Oscar Niemeyer e Joaquim Cardozo e à elegância incomum das obras de Affonso E. Reidy se afirma progressivamente a noção de que a arquitetura é, antes de tudo, estrutura⁴⁹.

Figura 43 – MASP em construção
Fonte: INOJOSA, 2010.

Figura 44 – Museu de Arte de São Paulo
Fonte: Acervo pessoal da autora, 2009

Por outro lado, segundo Edgar Graeff, são dois os motivos principais que justificam a consolidação dos novos princípios arquitetônicos no Brasil: em primeiro lugar, como investigamos acima, o fato do movimento ter alcançado abrangência nacional; e, em segundo, por ter atingindo a dimensão urbana. Nesse contexto, a construção de Brasília, em 1960, comparece como o coroamento das experiências pioneiras na área do planejamento urbano. Isso porque, durante o século XX, foram criadas várias cidades por arquitetos e urbanistas no Brasil – tais como Belo Horizonte, Goiânia, Londrina e Maringá – e empreendidas propostas para o direcionamento do crescimento de aglomerados urbanos tradicionais. Ainda que a concretização desses planos urbanísticos tenha ocorrido de maneira incompleta, o autor advoga que, no caso das propostas de alguns conjuntos, ocorreu uma total aplicação dos princípios previstos, “[...] oferecendo à população uma antevisão dos valores estruturais, espaciais e plásticos do que viria a ser, em breve, a nova capital do Brasil”⁵⁰.

Na verdade, a intenção de mudar a capital federal do Rio de Janeiro para a região centro-oeste era antiga, sendo que, já em 1914 havia sido delimitado o local de implantação da futura cidade. Porém, apenas em 1956, o recém-eleito presidente Juscelino Kubistchek (1956-1961)

⁴⁸ Informação fornecida por José Castanho, em entrevista realizada no dia 27 de maio de 2009 em São Paulo (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO D.

⁴⁹ SCHWARTZ, 2002, p.378.

⁵⁰ GRAEFF, 1995, p.32.

transformou tal idéia em prioridade de seu governo. Para tanto, criou a Companhia de Urbanização da Nova Capital (Novacap), confiando a Oscar Niemeyer a direção de todos os projetos arquitetônicos. O traçado urbano da cidade, por sua vez, ficou definido após concurso organizado pelo IAB, que elegeu a proposta de Lucio Costa como vencedora⁵¹.

Também nas edificações concebidas para Brasília é possível observar a colaboração existente entre arquitetos e engenheiros civis – particularmente entre Oscar Niemeyer e Joaquim Cardozo. Por exemplo, logo no primeiro edifício construído em Brasília – o Palácio da Alvorada (1956-1957), antes mesmo da aprovação do plano de Lucio Costa –, procurou-se seguir a noção de “leveza estrutural”, apontada por Jorge Schwartz. Afinal, a idéia de Niemeyer era a de que a colunata externa do Palácio desse a impressão de que estivesse delicadamente “pousada” sobre o solo. Para obter esse efeito, Cardozo criou uma estrutura auxiliar, composta por apoios internos, responsáveis por receber a maior parte das solicitações. Assim, os pilares da fachada (cujas fundações foram enterradas no final das obras) passaram a exercer uma função secundária, suportando apenas as cargas mais leves da cobertura e da laje do passadiço perimetral. Além disso, neste trecho, a laje da varanda – que se afina em direção à borda – não apresenta continuidade com aquela da parte interna, reduzindo ainda mais os esforços transferidos para as colunas do exterior. Soluções similares foram utilizadas no Palácio do Planalto e no Edifício do Supremo Tribunal Federal, ambos de 1958⁵².

Figura 45 – Corte, mostrando a estrutura do Palácio da Alvorada
Fonte: VASCONCELOS, 1985.

Figura 46 – Pilares do Palácio da Alvorada
Fonte: VASCONCELOS, 1985.

Importa destacar ainda que as colunas de formas geométricas diferenciadas, previstas para esses edifícios, desrespeitaram as convenções existentes para os sistemas em concreto armado, em virtude de sua alta taxa de armação:

[...] as colunas precisaram ser tão intensamente armadas que corre a anedota – não sei se verdadeira – de ter o Cardozo recomendado a colocação de tantas barras de aço quantas coubessem, depois preenchendo os vazios com concreto: tais seções

⁵¹ FICHER; ACAYABA, 1982, p.36. As autoras descrevem detalhadamente a configuração urbana resultante da proposta de Lucio Costa, consultar: Ibid., p.36-43.

⁵² VASCONCELOS, 1985, p.86-90.

estão, assim, mais para aço-à-milanesa do que para concreto armado. Com sua audácia, Cardozo desrespeitou, conscientemente, as normas técnicas corriqueiras e nos deu a viabilidade, para sempre, da beleza dos palácios⁵³.

Outra obra que se destaca no conjunto das edificações de Brasília é aquela da Catedral Metropolitana (1959). Trata-se de uma estrutura auto-equilibrada, formada por 16 pilares, distribuídos, em planta, ao longo de uma circunferência de 60 metros de diâmetro. Unidos por dois anéis de concreto armado, as colunas assumem a forma de um parabolóide hiperbólico. O primeiro anel contorna a base da estrutura, funcionando como um tirante sob tração. Já o segundo anel, que absorve os esforços de compressão, passa por dentro dos pilares no ponto em que se encontram (é, portanto, imperceptível para um observador externo). A laje de cobertura serve apenas como vedação. Entre os pilares e o anel inferior, foram colocadas placas de neoprene, transferindo, assim, somente solicitações verticais para as fundações⁵⁴.

Figura 47 – Catedral Metropolitana em construção
Fonte: GALVANE JÚNIOR, 2005.

Figura 48 – Catedral Metropolitana de Brasília
Fonte: INOJOSA, 2010.

Nessa edificação, portanto, a própria estrutura – gerada através do simples gesto de repetição radial de dezesseis pilares de concreto armado – configura-se como definidora da aparência final do espaço arquitetônico. Por outro lado, contrapondo-se a essa suposta simplicidade, o alto nível de complexidade da solução proposta, em termos de execução, pode ser comprovado pelo fato de que foi necessário construir as fôrmas dos pilares no próprio canteiro de obras, com o auxílio de desenhos em escala real – já que a secção das colunas (em “caixão perdido”) varia ao longo de todo o seu comprimento. Além disso, para o escoramento dessas fôrmas, criaram-se 16 blocos de fundação, apoiados em 80 estacas metálicas. Os blocos foram cortados no nível do piso inferior, sendo que as estacas continuam sob o solo.

⁵³ Segundo o engenheiro José Carlos Sussekkind, que atualmente colabora com Niemeyer. In: NIEMEYER, Oscar; SUSSEKIND, José Carlos. **Conversa de amigos**: correspondência entre Oscar Niemeyer e José Carlos Sussekkind. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002, p. 13.

⁵⁴ PESSOA, Diogo Fagundes; CLÍMACO, João Carlos Teatini.

. **Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil**, vol. 2, n. 2, p.21-30, dez. 2002.

Figura 49 – Pilares da Catedral em construção
Fonte: GALVANE JÚNIOR, 2005.

Figura 50 – Escoramento dos pilares da Catedral
Fonte: PESSOA; CLÍMACO, 2002.

Uma obra ainda mais complexa estruturalmente é aquela do Congresso Nacional, formado por: uma grande plataforma horizontal (de 200 por 80 metros de cobertura), com três pavimentos – sobre a qual se apóiam a cúpula do Senado e a cúpula invertida da Câmara dos Deputados; além de dois edifícios idênticos de 27 andares, que abrigam os demais serviços. É a cúpula invertida (na verdade, ambas as cúpulas são calotas esféricas) que, conforme Leonardo Inojosa, constituiu “mais um desafio proposto por Niemeyer a Joaquim Cardozo”⁵⁵. Comprovando tal fato, Niemeyer conta que o engenheiro lhe telefonou imediatamente para dizer: “Encontrei a tangente que vai permitir que a cúpula da Câmara pareça apenas pousada na laje”⁵⁶. O grande empuxo produzido por esta cobertura constitui o ponto crucial do projeto, sendo que, para resisti-lo, a estrutura ficou assim composta (Figura 53 da página seguinte):

1. Pilares inferiores – sustentam a grande laje de cobertura da plataforma horizontal;
2. Cortinas de concreto – formam as paredes do salão do Plenário;
3. Vigas de sustentação da grande laje;
4. Anel inferior de compressão – em que se apóia a estrutura da cúpula e abre-se o vão na laje da plataforma para o plenário;
5. Primeira casca – limitada pela superfície de uma zona de elipsóide de revolução, abaixo do equador em que está apoiada a arquibancada da galeria do plenário;
6. Anel intermediário no ponto de tangência entre a primeira e a segunda casca – sobre o qual se apóia a estrutura da cobertura;
7. Segunda casca – uma superfície de um cone de tronco invertido;
8. Laje de forro;
9. Pilares do forro – funcionam como tirantes de sustentação da laje de forro;

⁵⁵ INOJOSA, Leonardo da Silveira Pirillo. **O sistema estrutural na obra de Oscar Niemeyer**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. p.119.

⁵⁶ NIEMEYER; SUSSEKIND, 2002, p. 18.

10. Terceira casca – uma cúpula côncava formada por uma calota esférica;
11. Pilares superiores – apóiam a laje superior na terceira casca;
12. Anel superior – reforço da segunda casca, no ponto em que se liga à laje superior;
13. Laje superior – de vedação, com um vazio circular em seu centro⁵⁷.

Figura 51 – Congresso Nacional em construção
Fonte: INOJOSA, 2010.

Figura 52 – Congresso Nacional, em Brasília
Fonte: INOJOSA, 2010.

Figura 53 – Elementos estruturais da cúpula da Câmara dos Deputados
Fonte: INOJOSA, 2010.

Observando os depoimentos fornecidos pelos profissionais entrevistados neste trabalho⁵⁸, destaca-se justamente uma polêmica surgida em torno da obra de Oscar Niemeyer, em virtude da complexidade das edificações por ele propostas – que, em maior escala, corresponde à própria discussão do reconhecimento da Arquitetura enquanto arte e/ou técnica. Siegbert Zanettini, por exemplo, entende esse profissional como alguém que propõe esculturas em grande escala (o que, em sua opinião, não seria nem Arquitetura, nem Estrutura): “[...] um artista do lápis e do traço, mas são esculturas. Definitivamente esculturas em grande escala!” (informação verbal)⁵⁹. Da mesma forma, Augusto Vasconcelos indica Niemeyer como uma referência profissional que não conhece Estruturas: seu posicionamento frente à profissão estaria mais próximo ao de um artista plástico. Segundo o professor, o mérito por seus trabalhos deveria ser concedido aos engenheiros que com ele trabalharam e que realmente conseguiram

⁵⁷ INOJOSA, 2010, p.127-129.

⁵⁸ Como as colocações se encontram em diferentes entrevistas, sugerimos uma consulta posterior aos ANEXOS.

⁵⁹ Informação fornecida por Siegbert Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

garantir a estabilidade das soluções arquitetônicas imaginadas. Por outro lado, João Del Nero, entendendo que estruturas também podem ser esculturas, afirma que Niemeyer foi capaz de conceber obras arrojadas por ter um bom nível de conhecimento sobre funcionamento estrutural e contar com engenheiros competentes: “O Niemeyer se apoiou sempre em alguns projetistas, calculistas, de concreto armado de grande nível! Para fazer as Estruturas que ele fez... A obra do Niemeyer é marcada pela Estrutura” (informação verbal)⁶⁰.

Independentemente da contraposição “escultura x arquitetura x estrutura”, fica evidente a colaboração entre os profissionais, apontada por Lauro Cavalcanti e André Lago. Afinal, conforme esses autores, seria possível contar a história do início da arquitetura moderna brasileira justamente mediante o exame da cooperação de arquitetos com engenheiros calculistas⁶¹. Nesse contexto, outros profissionais atuantes no período – como Carlos Millan, Gian Carlo Gasperini, João Filgueiras Lima (Lelé), Joaquim Guedes, Lina Bo Bardi, Plínio Croce, Roberto Aflalo e Vilanova Artigas – são citados por Aluizio Margarido, João Del Nero, José Lourenço Castanho e Mario Franco, como exemplos de arquitetos que também entendiam sobre Estruturas e, portanto, com quem esses engenheiros bem se relacionavam. Assim, como frutos dessa interação produtiva, é que surgiam as obras detentoras de prestígio dentro e fora do campo do ofício.

Sobre esse aspecto, surge uma questão contraditória: *como explicar a recorrente afirmação de que o processo de formação dos arquitetos no campo das Estruturas seja deficitário, quando a produção da categoria obtém reconhecimento (inclusive internacional), que passa pela consideração dos aspectos estruturais?* Não estamos avaliando o que seja ou não uma “boa arquitetura”, porém, também não podemos deixar de chamar atenção para o fato de que, ao menos nesse momento, existia certa correspondência entre as expectativas para um objeto arquitetônico e o atendimento às leis da Física determinantes de seu Comportamento Estrutural.

Talvez tal correspondência possa derivar exclusivamente da colaboração estreita com engenheiros, capazes de calcular e executar o que se propunha de inovador. Contudo, para que existisse algum diálogo entre os profissionais, pressupomos que os arquitetos também deveriam possuir um mínimo de conhecimento sobre o funcionamento das Estruturas. Assim, à primeira vista, o que parece ser questionado pelo movimento da classe não é tanto um processo precário de ensino no que tange aos aspectos técnicos do ofício, mas sim em relação à *adequação da linguagem arquitetônica* ensinada nas escolas e a nova proposta que emergia. Entretanto, para tentar encontrar alguma orientação que possa melhor esclarecer essas hipóteses, torna-se preciso voltar à análise da situação do ensino de Arquitetura e Urbanismo no país.

⁶⁰ Informação fornecida por João Del Nero no dia 15 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

⁶¹ CAVALCANTI, LAGO, 2005, s.p.

4.1.1 1930-1964: revisão do ensino e interrupção pela ditadura

Segundo Edgar Graeff, entre 1930 e 1950, enquanto a arquitetura brasileira consolidava-se no plano da cultura nacional e angariava reconhecimento além de suas fronteiras, a universidade constituía um fator de retardamento do processo, como exemplifica o caso da proposta de criação da Faculdade Nacional de Arquitetura (FNA). De acordo com o autor, tal proposta pode ser entendida dentro de um contexto marcado pela entrada do Brasil na guerra contra o nazi-fascismo; fato que gerou o enfraquecimento da ditadura de Vargas e, por conseguinte, favoreceu a mobilização estudantil. Assim, os estudantes da ENBA, apoiados pelo IAB, deram início à luta pela autonomia do ensino de Arquitetura, entregando ao presidente da República um memorial que defendia a criação de uma escola independente. A solicitação foi atendida em 1945, com a fundação da FNA⁶².

Até então, a formação de arquitetos, conforme exposto – com exceção da Escola de Arquitetura da Universidade de Minas Gerais (criada em 1930, de forma autônoma, mas também atrelada ao modelo carioca) –, ocorria em cursos oferecidos ou por escolas de Belas Artes, ou por Escolas de Engenharia. Já a FNA representava uma segunda tentativa, após a mal-sucedida reforma da ENBA, de se formular uma pedagogia própria para o curso de Arquitetura, compatibilizando o ensino com a produção de vanguarda que se consolidava.

Todavia, não foi possível realmente modificar a estrutura do curso, à medida que a congregação docente se recusou a adotar o plano curricular elaborado, a pedido dos estudantes, por Lucio Costa. Segundo Roberto Santos, essa situação representou uma consequência da anulação do concurso para o edifício do MES, pois a recusa em se construir a proposta de Archimedes Memoria contribuiu para o fechamento da ENBA à corrente moderna de Arquitetura⁶³. Portanto, o modelo oficial de ensino adotado conservou seu aspecto tradicional, caracterizado por um ajuntamento de conhecimentos artísticos e técnicos – enquanto a nova linguagem arquitetônica passou a ser ensinada exclusivamente por seus defensores em escritórios particulares de projeto.

Nos anos seguintes, entre 1945 e 1955, os demais cursos de Arquitetura do país foram transformados em faculdades, com currículos equiparados por força de lei ao da escola do Rio de Janeiro⁶⁴. Dentro desses cursos, continuou-se o movimento pela reforma do ensino. Edgar

⁶² GRAEFF, 1995, p.43.

⁶³ SANTOS, 2008, p.205.

⁶⁴ Foram criadas as seguintes escolas: Faculdade de Arquitetura Mackenzie, separada da Escola de Engenharia Mackenzie em 1947; Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, oriunda da Escola Politécnica em 1948; Faculdade de Arquitetura da Universidade do Rio Grande do Sul, separada do Instituto de Belas Artes, em 1952; e Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, originária da Escola de Belas Artes da Bahia, em 1959. Cf. UNIÃO INTERNACIONAL DOS ARQUITETOS. Relatório sobre o ensino de arquitetura

Graeff atribui aos seguintes eventos a organização de uma campanha em favor da reestruturação: a conquista crescente de prestígio pela arquitetura moderna brasileira, a derrota do regime ditatorial getulista e o processo de abertura democrática, mediante a convocação da Assembléia Nacional Constituinte⁶⁵. Afinal, a recomposição da ordem democrática favoreceu o desenvolvimento de um intercâmbio cultural de abrangência nacional – com o envolvimento de estudantes, professores e profissionais de diversos estados do país. No caso específico da Arquitetura, ativistas do movimento moderno e da defesa pela independência do processo de formação da classe começaram a integrar o corpo docente das escolas brasileiras.

A partir da segunda metade dos anos 1950, tal mobilização em favor da reestruturação do ensino de Arquitetura – inicialmente espontânea e esporádica – assumiu o caráter de uma verdadeira campanha nacional. Coroando essa campanha, por iniciativa da organização estudantil e contando com o apoio do IAB, foram realizados os Encontros Nacionais de Arquitetos, Estudantes e Professores de Arquitetura, entre os anos de 1958 e 1962. As discussões desses encontros enfatizavam justamente a necessidade de compatibilizar o ensino com a qualidade da produção arquitetônica que tinha sido desenvolvida no país, através da reformulação dos cursos e de seus conteúdos didáticos.

Durante o evento de São Paulo, realizado em 1962, apresentou-se finalmente a proposta de um Currículo Mínimo para a área – posteriormente aprovado pelo Conselho Federal de Educação (CFE), mediante o Parecer nº 336, de 17 de novembro do mesmo ano. Essa conquista muito representou para o movimento pela reforma do ensino, pois a parcial liberdade concedida às instituições quanto à formulação de seus currículos plenos poderia criar possibilidades de mudança, permitindo a regionalização do ensino e o desenvolvimento de experiências didáticas diferenciadas. Nesse contexto, quando a nova proposta curricular recebeu aprovação, algumas escolas, que já estavam com seus planos de reforma claramente definidos, voltaram-se à sua real implantação. É o caso, por exemplo, da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Rio Grande do Sul, da FAU-USP e da Escola de Arquitetura da Universidade de Minas Gerais⁶⁶.

Apesar da desvinculação quanto ao modelo oficial carioca, a nova regulamentação continuou a estabelecer determinados conteúdos como obrigatórios, sendo que, no corpo do texto do Parecer, comparece uma divisão entre disciplinas culturais e instrumentais⁶⁷. De acordo

no Brasil. 1974. In: SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p. 54.

⁶⁵ GRAEFF, 1995, p.43-44.

⁶⁶ Ibid., p.45.

⁶⁷ No primeiro grupo, foram enquadradas: História da Arte, História da Arquitetura, Sociologia, Organização Social da Cidade, Evolução Urbana, Econômica e Política e Estudos Brasileiros. Já no segundo, encontram-se matérias de aplicação direta (Cálculo, Mecânica, Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções,

com essa demarcação, no primeiro grupo, encontram-se as matérias cuja função é interpretar a Arquitetura enquanto fenômeno artístico e sócio-cultural e, portanto, são compreendidas como meios de formação dos arquitetos. Já as componentes do segundo grupo se destinam à aplicação prática das cadeiras de Composição e de Planejamento – isto é, têm o objetivo de fornecer elementos que possibilitem a concepção de projetos, tanto arquitetônicos, quanto urbanísticos. Portanto, se bem observarmos, embora haja avanços quanto à concessão de uma parcial liberdade para a elaboração dos currículos plenos, a separação entre dois grupos distintos de disciplinas parece indicar a persistência da noção de que a formação em Arquitetura seja uma mescla entre conhecimentos técnicos e artísticos, isolados entre si e que se encontram apenas eventualmente, quando da elaboração de um projeto ou plano.

Como iniciativa de mudança do período, destaca-se ainda o surgimento, em 1962, do curso-tronco de Arquitetura da Universidade de Brasília (UnB). O currículo previsto para essa escola estava inscrito dentro de uma proposta geral, em que a própria organização acadêmica, coordenada por Darcy Ribeiro e Heron de Alencar, constituiu-se como inovação. Assim, conforme elucida Jaime Almeida, a Universidade de Brasília representa o primeiro exemplo brasileiro oriundo de um plano definido (e não de uma justaposição de cursos pré-existent), cuja estrutura organizacional compunha-se de dois níveis de ensino. A responsabilidade pelo primeiro nível (universitário) cabia aos institutos, distribuídos por área de ensino, ao passo que as faculdades ficaram encarregadas pela formação profissional⁶⁸.

Desse modo, a educação dos arquitetos dependia de duas instâncias pedagógicas diferentes: a primeira ocorria no Instituto Central de Artes (ICA) e a segunda na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU); sendo que, antes de ingressar no curso profissionalizante oferecido pela FAU, o estudante passava pelas disciplinas de formação artística e cultural do primeiro. Entre as unidades de ensino do ICA, estavam as de Desenho, Cinema, Fotografia, Gráfica, Maquete, Teatro e Música. O ensino nesse Instituto ocorria por meio de oficinas, que pretendiam desenvolver a criatividade e a habilidade motora do alunado.

A proposta do curso de Arquitetura e Urbanismo da UnB também inovou ao introduzir dois elementos inéditos na experiência de ensino de Arquitetura no Brasil: a adoção do regime de tempo integral para o corpo docente; e a criação do Centro de Planejamento (CEPLAN),

Sistemas Estruturais), sistemas e métodos de construção (Técnica da Construção, Materiais de Construção, Física Aplicada, Higiene e Saneamento) e os meios de representação e expressão (Desenho, Plástica, Geometria Descritiva e Perspectiva e Topografia). Cf. BRASIL. Parecer nº 336, de 17 de novembro de 1962. Determina o currículo mínimo do curso de arquitetura e urbanismo. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 39, n.89, p. 134-136, jan/mar. 1963.

⁶⁸ ALMEIDA, Jaime Gonçalves de. A formação do arquiteto e a universidade. 1997. In: GOUVÊA, L. A. C. et al. (Orgs.). **Contribuição ao ensino de arquitetura e urbanismo**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 1999. p. 101-119.

junto à Faculdade. Isso porque, enquanto a primeira medida garantia a presença constante de professores-pesquisadores na escola, a segunda iniciativa possibilitava a realização concreta dos princípios professados pelos docentes. Além disso, Roberto Santos ressalta outra característica de acordo com a qual o curso proposto para Brasília poderia ser considerado diferenciado: sua orientação didática bauhausiana⁶⁹, que buscava uma ligação com a produção industrial⁷⁰. É o que também observa Jaime Almeida:

Algumas das atividades de ensino do Instituto tinham um objetivo claro, o desenvolvimento de uma linguagem industrial. Por exemplo, o desenho de móveis, sob a responsabilidade do arquiteto Elvin Dubugras, e a pré-fabricação de edifícios, sob a coordenação do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé), vinculada à FAU/Ceplan (Centro de Planejamento de Arquitetura e Urbanismo). Idênticos princípios orientavam o ensino das artes. Esse é o caso do desenho de objetos modulados, sob a direção do professor Avatar Moraes. Nesses aspectos, o ensino do ICA-FAU se assemelhava ao ensino da Bauhaus⁷¹.

Concomitante à criação da FAU/UnB em 1962 e similar à sua proposta de ampliação da atuação dos arquitetos para incluir a orientação da matriz alemã, pode ser enquadrada a Reforma da FAU-USP, coordenada por Artigas. De acordo com Pedro Arantes, “a principal novidade da Reforma foi justamente a introdução da disciplina de Desenho Industrial (D.I.), apoiada pela renovação do curso de Comunicação Visual”⁷². Além dessas mudanças, a Reforma também contribuiu para consolidar a noção de arquiteto enquanto um profissional liberal, dedicado à atividade projetual, ao propor a divisão do curso em três áreas: Teoria e História, Tecnologia e Projeto – encarregada de condensar as informações advindas dos dois outros campos.

Convém ponderar a integração pretendida, na medida em que a divisão da formação dos arquitetos e urbanistas em três campos diversos – Teoria e História, Tecnologia e Projeto – corresponde à operação de códigos já naturalizados, isto é, depende da organização de conteúdos dentro de grades curriculares a partir da orientação reguladora nacional – em que essas áreas aparecem dissociadas. Por causa disso, os esforços de integração conferidos à

⁶⁹ Surgida da *Kunsthochschule* (Instituto Superior de Belas Artes), a Bauhaus funcionou entre 1919 e 1933. Nasceu como instituição estatal, financiada pelos fundos dos conselhos municipais das cidades que a hospedaram (Weimar, de 1919-25; Dessau de 1925-32 e Berlim de 1932-33). Com a criação da Bauhaus, pretendia-se recuperar a qualidade do produto fabricado mecanicamente. Para tanto, essa escola propunha a formação de figuras profissionais dotadas, simultaneamente, de conhecimentos artístico-teóricos e de capacidade técnico-prática – portanto, muito próxima dos princípios defendidos para a UnB. Tal concepção original partia do princípio de “arquitetura integral”, formulado pelo idealizador da Bauhaus Walter Gropius (1883-1969) – ou seja, a idéia de que o arquiteto deve estar preparado e formado para trabalhar numa equipe multidisciplinar que implique, por exemplo, especialistas em Estruturas. O sistema de ensino era composto então por dois subsistemas operativos interligados: a escola (encarregada pelo aporte conceitual) e o grupo das oficinas (responsáveis por constituir a ligação da instituição com a indústria – mediante o desenvolvimento e a produção de protótipos, encomendados). Para mais, ver: WICK, Rainer. **Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

⁷⁰ SANTOS, 2002, p.106-107.

⁷¹ ALMEIDA, 1997, p.111-112.

⁷² ARANTES, Pedro Fiori. **Arquitetura Nova**: Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre, de Artigas aos mutirões. São Paulo: Editora 34, 2002. p.33.

atividade projetual podem não ser concretizados. Afinal, um currículo fragmentado em disciplinas isoladas, como o que se praticava, dificulta a implementação de uma proposta de ensino baseada em Projeto – que é um processo essencialmente sintético e integrativo.

De qualquer modo, ambas as experiências – de Brasília e de São Paulo – foram minadas a partir da instauração do regime militar no Brasil em 1964. Assim, por exemplo, na FAU/UnB, em 1965, como decorrência de perseguições e de atos arbitrários de repressão, 250 professores apresentaram um pedido coletivo de demissão (incluindo-se todo o corpo docente do curso de Arquitetura). No mesmo ano, Pedro Moacir Cruz assumiu a direção da FAU-USP e, malgrado o protesto de professores e alunos, abandonou as diretrizes estipuladas pela Reforma de 1962, orientando o curso para o modelo da Escola Politécnica⁷³. Em virtude de novas ações impositivas que geraram outros protestos, o diretor foi afastado e a escola temporariamente fechada⁷⁴.

Em paralelo, Ariosto Mila tornou-se diretor da FAU-USP, promovendo o 2º Fórum de Ensino para discutir as mudanças do curso. Contudo, ao contrário do espírito otimista que norteou a Reforma de 1962, Pedro Arantes explica que o Fórum de 1968 foi caracterizado por um clima de tensão política, refletindo-se nos debates travados: de um lado, liderados por Vilanova Artigas, estavam aqueles que continuaram a defender a primazia do Projeto; do outro, sob a influência de Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre⁷⁵, encontravam-se os que questionavam a possibilidade de se opor à ditadura apenas por meio da Arquitetura, defendendo a luta armada. Nessa disputa, venceu o regime militar, na medida em que, no ano seguinte ao Fórum, vários professores foram cassados (inclusive Artigas), desmobilizando-se a organização universitária.

A intervenção militar não ficou restrita a essas duas escolas, visto que várias instituições de ensino do país sofreram atos de repressão, com a demissão de professores, de funcionários e a violência contra alunos. Além disso, a política implantada no país também atingiu o plano da produção arquitetônica. Por volta de 1971, não se encontrava em circulação no Brasil nenhum periódico especializado em Arquitetura (cujas redações sofreram controle pelos militares), enquanto vários profissionais de renome foram discriminados, e não raro, tiveram que deixar o território brasileiro – caso do próprio Sérgio Ferro.

⁷³ Justifica-se, portanto, a percepção de Mario Franco, em 1970, de que, nessa instituição, entendia-se o curso de Arquitetura como um “mini-curso” da Engenharia – como vimos no terceiro capítulo deste trabalho.

⁷⁴ ARANTES, p.91-97; GRAEFF, 1995, p.51.

⁷⁵ Sérgio, Flávio e Rodrigo começaram a trabalhar juntos em 1961, quando formaram o grupo que representou a FAU-USP no Concurso Internacional de Escolas de Arquitetura da IV Bienal de Artes de São Paulo. Os projetos que elaboraram em conjunto a partir dessa primeira experiência são frutos de seu programa de atuação de crítica à produção arquitetônica elitista vigente, testando em algumas obras, soluções possíveis para a problemática da habitação popular. A partir de 1964, em função do desaparecimento das condições sociais que poderiam garantir a aplicação dos princípios desenvolvidos, os três arquitetos diminuíram suas atividades, até realizarem, em 1968, a última obra do grupo que posteriormente ficou conhecido como “Arquitetura Nova”. Cf. ARANTES, op. cit., p. 49.

Em princípios da década de 1960, portanto, quando surgia possibilidade de um primeiro encontro entre o movimento da categoria profissional e o da comunidade universitária, a instauração do regime militar paralisou o processo de revisão do ensino iniciado. Sendo assim, as perspectivas de uma pretendida segunda etapa de desenvolvimento da Arquitetura brasileira – em que compareceria, dessa vez, a universidade como fator de multiplicação dos novos conhecimentos e das experiências –, não pôde ser concretizada.

Contudo, embora os acontecimentos políticos posteriores ao movimento militar de 1964 tenham colocado fim à campanha nacional em prol de mudanças estruturais nas universidades, novas iniciativas para a transformação dos padrões de ensino praticados nas escolas de Arquitetura e Urbanismo do país (e em particular, do ensino de Estruturas dentro dessas instituições) continuaram a ser empreendidas. Dessa forma, torna-se necessário mapear as principais experiências didáticas realizadas, de maneira a identificar se, no seio dessas propostas, é possível identificar alguns novos indícios para o enfrentamento da questão (ou falsa questão) do déficit da formação da categoria no Brasil, apontada pela literatura. Afinal, como não é possível provar se a experiência inovadora de Brasília realmente cumpriria seu papel de solucionadora dos problemas do ensino, cabe-nos verificar se existiram outras contraprovas ao longo do tempo.

4.2 Experiências nas escolas de Arquitetura após 1964

Inicialmente, dentro de um contexto caracterizado pela perseguição política, as tentativas de mudança colocadas em prática durante os primeiros anos década de 1970 foram marcadas por seu período de rápida duração: persistiram até serem suspensas pela repressão. A primeira delas consistiu na formulação de uma nova estrutura de ensino para a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Santos (FAU SANTOS), com a transferência de Mauymi Watanabe e Sérgio de Souza Lima – que haviam participado da criação do curso da UnB –, além de Sérgio Ferro e Francisco de Oliveira – integrantes das discussões da FAU-USP – para essa escola em 1969. O programa original do curso, que passou a funcionar em 1970, incluía a proposta de uma ampla experimentação, destinada à habitação popular. Contudo, ao final do primeiro ano, a instituição sofreu intervenção militar e a experiência encerrou-se precocemente⁷⁶.

Mayumi seguiu para São José dos Campos, onde, em conjunto com Siegbert Zanettini e Hélio Duarte (professores da FAU-USP e membros dos fóruns), ajudou a formar o Instituto de Artes, Arquitetura e Comunicação da Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso. Criada

⁷⁶ FERRO, Sérgio. Experimentação em arquitetura: práxis crítica e reação conservadora. 2008. In: CANTEIRO experimental: 10 anos na FAU USP. São Paulo: FAU USP, 2008. p.19-23.

oficialmente pela Fundação Valeparaibana de Ensino, com corpo docente composto por professores saídos da USP e da UnB, a Faculdade iniciou suas atividades em 1971, propondo a implantação de uma escola de Arquitetura que agregasse as Artes em sua grade curricular, reverberando o esforço primeiramente empreendido em Brasília⁷⁷.

Nesse sentido, um dos símbolos da nova metodologia adotada foi o Ateliê Integrado, em que funcionava o Instituto de Projetos de Artes. Nele, durante um período introdutório de dois anos, eram realizados trabalhos de fotografia, audiovisuais, desenho, música e de outras manifestações artísticas. Segundo Siegbert Zanettini, coordenador didático do curso, o objetivo dessa formação básica era o de conscientizar os alunos quanto à relevância do seu ingresso na universidade: “Antes de você falar em profissão, nós estávamos preocupados em ver se aquelas cabeças começavam a pensar como homens, conscientes do seu mundo, da sua época, do seu papel!” (informação verbal)⁷⁸!

De acordo com o professor, além do curso introdutório, outra inovação desenvolvida nessa escola refere-se ao estudo sobre a realidade sócio-econômica da cidade de São José dos Campos. Sendo assim, durante o período matutino, os graduandos tinham aulas teóricas e práticas em laboratório, já às tardes realizavam trabalhos de campo. Contudo, dois anos após a fundação da Faculdade, grande parte do corpo docente foi demitida, prejudicando a organização didática proposta. O curso continuou a funcionar até 1975, quando a instituição foi definitivamente fechada pelo regime militar.

Apesar de seu encerramento prematuro, a experiência não se restringiu à Faculdade de São José dos Campos, pois foi parcialmente implantada na FAU-USP, com a proposta do Curso Integrado de Projeto e Desenho Industrial do primeiro ano, iniciado em 1975. Importa perceber que essa última experiência também sofreu influência de outra: a da *École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble*, na França. Quem conta o caminho é Pedro Arantes: enquanto Mayumi Lima, da FAU SANTOS, transferiu-se para São José dos Campos; Sérgio Ferro, depois de sair da prisão⁷⁹, seguiu para Grenoble, tornando-se professor da Escola de Arquitetura em 1972. Rodrigo Lefèvre passou um ano na cidade (de 1975 a 1976), onde lecionou com Sérgio Ferro. Vivenciando a metodologia empregada na escola e continuando as reflexões primeiramente desenvolvidas em colaboração com Sérgio Ferro e Flávio Império, o arquiteto retornou para a FAU-USP no ano seguinte, passando a fazer parte do corpo docente

⁷⁷ Cf. RAMON, M. FAU, a escola extinta sob o regime militar. **Jornal ValeParaibano**, São José dos Campos, 07 mar. 2004.

⁷⁸ Informação fornecida por Siegbert Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

⁷⁹ Sérgio Ferro, preso em 1970, foi demitido da FAU-USP no mesmo ano segundo o argumento de “abandono de cargo”. Ainda em 1970, sai da prisão e muda-se para a França. Ver: CONVERSA com Sérgio Ferro. São Paulo: FAUUSP, 2002. p.9.

responsável pelas disciplinas integradas do primeiro ano, cuja experiência tinha sido iniciada por Zanettini em 1975⁸⁰. Existe um relato justamente sobre as atividades desenvolvidas em 1977, ano da volta de Rodrigo Lefèvre para São Paulo, conforme será apontado adiante.

Tendo ingressado no corpo docente da Escola de Grenoble em 1972, Sérgio Ferro elaborou um programa de formação de arquitetos que continha suas hipóteses de pesquisa e ensino. Considerando que o modo de produção arquitetural, por promover a exploração do trabalhador da construção civil, não poderia ser utilizado como guia para a elaboração de uma nova consciência sobre a profissão, em seu plano de trabalho, o professor propunha a adoção de uma conduta metodológica experimental que, resumidamente, seria composta por três etapas principais: apropriação dos meios de produção arquitetônicos (para a reorganização do saber estabelecido tendo em vista sua transformação); aprofundamento da crítica à forma de organização vigente da Arquitetura; e ensaio de novos modos de produção (como fundamento para uma posterior também nova forma de organização social). A partir dessas considerações, realizou uma primeira experiência didática: a criação de um canteiro experimental⁸¹.

Contudo, Sérgio Ferro explica que, por não haver reconhecimento recíproco do título de arquiteto entre Brasil e França, ficou impedido de exercer a profissão na Europa, restringindo sua atuação de tentativa de alteração do modo de produção arquitetural para uma dimensão pedagógica em escala reduzida: “Por isso foi muito pouco o que fizemos, pequenininho, no canto da escola, tudo em escala pedagógica. Era um canteiro pedagógico, não tinha que seguir a legislação, mas também não tinha impacto social nenhum, coisinha fechada”⁸².

Retomando a análise da prática diferenciada realizada na FAU-USP a partir de 1975, Elvira Almeida apresenta as atividades empreendidas dois anos depois⁸³. Dentro da proposta, os trabalhos a serem desenvolvidos pelos alunos deveriam seguir três aspectos fundantes: desenvolvimento de tecnologias alternativas, concepção de um equipamento de uso comunitário e localização desse equipamento em vilas da periferia de São Paulo. Em função desses aspectos, o programa do curso previa que os trabalhos deveriam antever a viabilidade dos equipamentos propostos, segundo as condições locais de recursos físicos, sociais e econômicos. Porém, também se permitiu a concepção de projetos que não se destinassem à concretização imediata

⁸⁰ ARANTES, 2002, p.174.

⁸¹ FERRO, 2006, p.203-213.

⁸² Ibid., p.287.

⁸³ Cf. ALMEIDA, Elvira P. S. de. (Org.). **Atelier no primeiro ano**: projeto de edificações e desenho industrial. São Paulo: FAUUSP, 1978. Participaram da iniciativa as seguintes disciplinas: Introdução ao Projeto e Introdução ao Desenho Industrial (ou Meios de Expressão e Representação). Da primeira disciplina, os seguintes professores formavam o corpo docente: Siegbert Zanettini, Rodrigo Botero Lefèvre, Felix Alves de Araújo, Dario Montesano e Eideval Bolanho. Eram professores da segunda: Ermínia Menon Maricato, Telmo Luiz Pamplona, Persival Brosig, Walter Hiraki Ono e Yvonne Mautner.

no local escolhido, mas cujo enfoque incidisse sobre o estudo de novos materiais, estruturas e processos, no recinto da escola, coerentes com as necessidades previamente levantadas⁸⁴.

Sobre essa experiência, Pedro Arantes analisa que o Curso Integrado, ao conduzir o graduando em Arquitetura à periferia como sujeito capaz de criar alternativas de intervenção, permitiu a revisão da concepção de projeto como única possibilidade de pensamento, “abrindo espaço para o surgimento de algo novo”⁸⁵: o desenvolvimento de tecnologias alternativas que fossem apropriáveis pelos construtores e permitissem seu aprendizado pelas comunidades.

Figura 54 – Exemplo de trabalho do Curso Integrado: projeto do processo de produção de tijolo solo-cimento
Fonte: ALMEIDA, 1978.

Essa primeira tentativa de integração foi posteriormente expandida, com o acréscimo gradual de outras áreas⁸⁶, formando-se o Curso Integrado do primeiro ano da FAU-USP – a exemplo da proposta da Faculdade de Arquitetura em São José dos Campos⁸⁷. O Curso Integrado permaneceu até 1987, ano em que Siegbert Zanettini deixou sua coordenação. Durante o período, o arquiteto destaca a experiência desenvolvida com a turma de 1983, no Parque Maria Fernanda (informação verbal)⁸⁸. Com relação à metodologia utilizada, o professor avalia que novos progressos foram efetuados a partir dessa experiência. Como evolução, cita a concessão de maior espaço para que cada área de conhecimento pudesse fornecer os conceitos e instrumentos práticos específicos, necessários ao desenvolvimento das atividades previstas.

Tendo como base esse intuito, realizaram-se exercícios que, embora extraídos da realidade global do Parque Maria Fernanda, enfatizavam as problemáticas particulares aos

⁸⁴ ALMEIDA, 1978, p.9-10.

⁸⁵ ARANTES, 2002, p.175-176.

⁸⁶ Projeto de Edificações (PR) e Desenho Industrial (DI), conforme visto, entraram já em 1975. Em 1979, incorporou-se a disciplina de Planejamento (PL) e, em 1980, a disciplina de Construção e de Tecnologia Básica da Construção do Departamento de Tecnologia da FAU-USP. Outras disciplinas, como Paisagismo e Conforto Ambiental, também participaram de alguns exercícios comuns. Para mais, ver: PARQUE Maria Fernanda: uma experiência interdisciplinar. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. p.9 e 89.

⁸⁷ Ainda sobre o Curso Integrado, importa destacar que o mesmo se articulava com um amplo movimento social defensor da habitação popular, iniciado entre o final dos anos 1980 e início da década de 1990 no Brasil. Sobre esse movimento, consultar: ARANTES, 2002, p.163-218.

⁸⁸ Informação fornecida por Siegbert Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

campos diferenciados (Desenho Industrial, Projeto de Edificações e Planejamento). Em cada um dos exercícios específicos, por outro lado, os professores de todas as áreas – incluindo a de Tecnologia – expressavam sua avaliação dos trabalhos, de acordo com os critérios definidos pelo campo em comando. Assim, contribuíam para além de suas especialidades.

O trabalho coletivo do primeiro semestre, em 1983, consistiu na realização de um levantamento dos imóveis existentes no Parque Maria Fernanda para a produção de plantas destinadas à regulamentação destes junto à Prefeitura. Esse trabalho inicial correspondia à concepção de Zanettini de que o estudante de Arquitetura também deve ser compreendido enquanto um prestador de serviços à sociedade: “O ‘cara’ que chegou numa universidade, não tem que ser só um aluno, tem que ser um sujeito que está devolvendo para a sociedade o seu conhecimento!” (informação verbal)⁸⁹.

Como retribuição ao serviço prestado pelos alunos, a comunidade permitiu o desenvolvimento de um novo levantamento, dessa vez, do equipamento interno às habitações. A partir dessa atividade, objetivava-se criar referências para a definição de projetos futuros de intervenção nos ambientes. Assim, considerando o quadro físico-social das unidades existentes no Parque Maria Fernanda, a próxima atividade consistiu na proposta de intervenção individual arquitetônica ao nível do lote, das edificações e das famílias ali situadas.

Figura 55 – Levantamento de mobiliário de habitação no Parque Maria Fernanda
Fonte: PARQUE..., 1985.

Já a terceira etapa de levantamentos buscou detectar um panorama geral da área de estudo, elaborando-se um diagnóstico sobre os seguintes aspectos: saneamento básico; serviços urbanos; transporte e circulação; desenvolvimento social; e desenvolvimento urbano. Finalmente, considerando os últimos dados coletados, demandou-se a solução para alguns dos problemas analisados, sintetizando as carências constatadas. Sobre a importância da

⁸⁹ Entrevista realizada pela autora com Siegbert Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

experiência quanto à criação de estruturas mais flexíveis de ensino de Arquitetura e Urbanismo, quem apresenta um depoimento é Marcos de Souza Dias, professor de Planejamento que passou a compor o quadro docente do Curso Integrado:

Quando o Zanettini me apresentou uma possibilidade de ação dentro do primeiro ano, quando vi o entusiasmo do pessoal (alunos e professores), comecei a ficar alegremente interessado.

Uma coordenação de métodos e conteúdos, convergindo em profundidade interesses vindos da realidade social. E que realidade! Nada consegue ser mais enfático que a carência.

Um dia, quando descíamos do ônibus no Parque Maria Fernanda, senti a fragilidade do “profissional liberal arquiteto”, que trabalha para uma “elite”, viabilizando pesadelos urbanos, dentro de leis produzidas por planejadores sem a visão de uma realidade que é, afinal, a maioria. Naquele momento que pusemos o pé na lama das “ruas” estreitas, o mundo das receitas literárias, dos índices e coeficientes, das extrapolações e simulações, dos modelos cibernéticos, tudo isso espocou flacidamente como um balão já murcho. Eu estava em meios aos alunos e o que eu podia dizer tinha ficado no campus universitário, imprensado nas letras de algum texto.

De frente ao “Parque” Maria Fernanda eu senti a inutilidade da academia.

Era preciso trazer à tona o que houvesse de essencial e verdadeiro no conhecimento do arquiteto, como consciência e instrumentação.

Chovia.

Chovia genericamente, sem nenhuma especificidade.

Nós todos ficamos encharcados de realidade⁹⁰.

Paralelamente à experiência da FAU-USP, outra prática diferenciada de ensino de Arquitetura e Urbanismo foi empreendida no período. Trata-se da iniciativa desenvolvida por Vitor Lotufo na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito – analisada no Capítulo 3 deste trabalho. Apesar de isolada, era similar à da Universidade de São Paulo, por também promover a integração entre a atividade projetual e sua posterior concretização, mediante a confecção de protótipos em escala 1:1.

Nesse período, em relação especificamente à área de Estruturas, destaca-se a atuação dos engenheiros Adolpho Polillo na FAU/UFRJ e de Aluizio Margarido e Mario Franco na FAU-USP. Isso porque, para além de aulas conceituais e da aplicação de exercícios numéricos, os três professores adotaram uma abordagem empírica (com o emprego de modelos físicos, análises históricas e realização de trabalhos práticos) para turmas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Juntos, foram ainda responsáveis pela organização do 1º Encontro Nacional de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura em 1974 que, entre suas recomendações, propunha a divisão da seqüência de Estruturas em três fases: análise qualitativa (de caráter intuitivo); análise quantitativa (ensino de métodos de dimensionamento); e integração com Projeto.

Em um momento posterior, inovadora foi a metodologia desenvolvida para a Escola de Belas Artes de São Paulo (FEBASP), em 1981, a partir da experiência inicial de Yopanan

⁹⁰ DIAS, Marcos Souza apud PARQUE..., 1985, p.16.

Rebello e Maria Amélia Leite dentro do curso da Universidade Católica de Santos (FAU SANTOS). Recordando, os pressupostos da proposta de ensino de Estruturas eram os seguintes: discussão conceitual sobre os fenômenos físicos que regem o Comportamento Estrutural; demonstração da existência desses conceitos nos sistemas estruturais naturais e cotidianos; uso de modelos físicos demonstrativos dos fenômenos; e, finalmente, apresentação de sua tradução matemática, com a realização de exercícios numéricos e o teste de protótipos.

Foi ainda exposto na terceira parte desta investigação que, embora não tenha sido possível aplicar de maneira global os preceitos professados, outras experiências deram continuidade, em menor escala, à metodologia criada na FEBASP. Isso ocorreu, por exemplo, na Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Camp), dentro das disciplinas “Sistemas Estruturais” (com sua proposta de experimentação de vários sistemas construtivos em escala real) e “Industrialização da Construção” (baseada na vivência de um ciclo completo de produção do arquiteto, por meio da realização de protótipos segundo sistemas pré-fabricados, desenvolvidos e consagrados pelo arquiteto João Figueiras Lima – Lelé), bem como durante a concepção da sequência de Estruturas da Universidade São Judas Tadeu (USJT).

Figura 56 – Estrutura com o corpo, prática construtiva e teste de protótipo na USJT
Fonte: Acervo pessoal de João Marcos de Almeida Lopes.

Já a criação do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) em 1994, em Santa Bárbara D'Oeste (SP), representou uma ampliação da proposta da disciplina de “Sistemas Estruturais” da PUC de Campinas, na medida em que seu projeto pedagógico foi embasado no relacionamento constante entre atividades teóricas e práticas, em canteiro. Antes de descrever essa iniciativa, contudo, é preciso analisar outra experiência educacional – o Projeto Favela USP – que, segundo um dos idealizadores do curso da UNIMEP, Maxim Bucarechi, influenciou sua concepção (informação verbal)⁹¹.

Entre os anos 1983 e 1988, foi desenvolvido o projeto piloto de reurbanização da Favela San Remo, situada ao lado da Cidade Universitária da USP, em São Paulo. O projeto em si, cuja promoção coube à Prefeitura Universitária, constava da reorganização espacial da favela, com a

⁹¹Maxim Bucarechi, em entrevista realizada no dia 08 de outubro de 2009 em Campinas (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO I.

implantação de núcleos de habitação, distribuídos em dois pavimentos⁹². O aspecto formativo da iniciativa centrou-se, para além da construção efetiva das edificações demandadas, na instauração de um processo de capacitação dos técnicos e da mão-de-obra envolvida. De acordo com Bucarechi, o aprendizado proporcionado por essa experiência foi o de estabelecer novos objetivos em relação ao projeto, ao canteiro de obras e à educação em Arquitetura:

Figura 57 – Tijolo produzido na usina criada para o Projeto Favela USP

Fonte: Acervo pessoal de Maxim Bucarechi.

[...] O novo paradigma era: o da produção – “pegar” matéria-prima e transformar em material de construção – e o do aproveitamento – “pegar” material já existente, que fosse dado como sucata, e reciclar –, produzindo uma habitação. Educando também a população, preparando a população para a Arquitetura (informação verbal)⁹³!

A proposta da Favela San Remo não teve seqüência (por razões diversas que aqui não caberia discutir), mas essa relação entre projeto, canteiro de obras e educação foi aprofundada posteriormente com a concepção do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP. Conforme os registros do Conselho de Ensino dessa instituição, já havia previsão para um curso de Arquitetura em 1983. Porém, apenas dez anos depois, o mesmo foi definitivamente criado, dentro do Centro de Tecnologia, passando a funcionar no ano seguinte. Para a estruturação dos objetivos e perfil da escola, uma série de reuniões foram realizadas ao longo do primeiro semestre de 1994. Segundo Bucarechi, a concepção original da proposta coube a ele e ao professor Antonio Domingos Battaglia (informação verbal)⁹⁴ – o último era egresso da experiência na Escola de Belas Artes, em que fazia parte do corpo docente da seqüência de Edificações (apoio inicial daquela de Estruturas, conforme exposto no terceiro capítulo).

Existe também uma ligação entre a UNIMEP e a Escola de Arquitetura de Grenoble, pois, na época em que Hélio Dias (um dos responsáveis pela estruturação do curso) estava realizando seu doutorado nessa instituição, discutia-se a possibilidade de implantação de um pólo de ensino, pesquisa e experimentação em Arquitetura. Tal centro de experimentação, vinculado ao

⁹² Vale salientar que a proposta também decorria de uma iniciativa do professor Sylvio Barros Sawaya que, com um grupo de recém-formados, pretendia sistematizar, enquanto tecnologia apropriada, a construção com terra crua. Era talvez umas das primeiras iniciativas, no âmbito paulista, de recuperação das técnicas tradicionais com terra. Posteriormente, esta iniciativa comporia os esforços que acabaram resultando na criação da Associação Brasileira dos Construtores com Terra (ABCTerra), fundada em abril de 1997. Informação fornecida por João Marcos de Almeida Lopes, no dia 18 de janeiro de 2011, em São Carlos (SP). A ABCTerra é uma organização não governamental, que visa divulgar, incentivar e promover o desenvolvimento da arquitetura com terra crua no país. Assim, através de pesquisas, capacitação técnica e execução de trabalhos, constitui-se como um centro de referência sobre o assunto. Sobre a ABCTerra, consultar: < <http://www.abcterra.com.br/index2.htm>>.

⁹³ Informação fornecida por Maxim Bucarechi no dia 08 de outubro de 2009 em Campinas (SP).

⁹⁴ Ibid.

Ministério da Construção da França, era previsto para a cidade de Isle D'Abeau e deveria reunir diferentes escolas das áreas de Arquitetura, Engenharia e Belas Artes. A coordenação do programa original coube aos Laboratórios *Craterre* (dirigido por Patrick Doat) e *Dessin/Chantier* (sob a orientação de Sérgio Ferro), ambos pertencentes à Escola de Arquitetura de Grenoble, tendo sendo redigido, em grande parte, por Ferro, em 1994⁹⁵.

Segundo a proposta inicial, o centro de experimentação seria formado enquanto um instrumento complementar às escolas, considerando seus programas pedagógicos e conectando-os à construção. Destinava-se então ao ensaio de novas possibilidades de produção arquitetônica, através da realização de equipamentos para populações de baixa renda. O processo de constituição, contudo, demorou anos, passando a funcionar apenas em 2001. Devido à alteração do programa concebido por Sérgio Ferro, empreendida pelo ministério francês, em que a proposta ficou destituída de seu conteúdo crítico, o laboratório *Dessin/Chantier* deixou de participar do projeto. Portanto, novamente se verifica que a implantação de uma experiência pedagógica inovadora não pôde ser plenamente cumprida:

Mas o ministério responsável pelas escolas de arquitetura só aceitou financiar o projeto com a edulcoração do programa: nada de *práxis* crítica. Nosso laboratório abandonou o projeto, que Doat conduziu a termo. Ele tem a paciência do camponês, que eu não tenho: recuou taticamente, esperou calado. Mas hoje, pouco a pouco, está voltando, na moita, ao projeto original⁹⁶.

Retomando a análise sobre a organização do curso da UNIMEP, o principal aspecto que lhe concedia um caráter diferenciado era a conexão estabelecida entre escola e canteiro. Dentro desse princípio, foram criados quatro núcleos de conhecimento, a partir de uma estrutura radial: Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura e Construção, Cultura Arquitetural e Culturas Construtivas, conforme pode ser visualizado no esquema ao lado.

Figura 58 – Estrutura pedagógica da UNIMEP em 1994
Fonte: UNIMEP, 2009.

Todas as disciplinas da área de Tecnologia (Sistemas Construtivos, Instalações Prediais, Industrialização da Construção, bem como aquelas da cadeira de Estruturas) contavam com a possibilidade de aplicação prática dos princípios estudados. Assim, por exemplo, na disciplina de Sistemas Construtivos, procurou-se desenvolver, com o aluno, um repertório de alternativas

⁹⁵ FERRO, 2006, p.222-232.

⁹⁶ FERRO, 2008. p.2. (Grifo do autor)

tecnológicas, a partir da manipulação de protótipos no canteiro. De acordo com Maxim Bucaretschi, essa conexão proposta entre concepção, capacitação e produção “[...] permite que o aluno desenvolva um projeto que reflita a construção, procurando estabelecer uma linguagem voltada para uma melhor compreensão do próprio projeto” (informação pessoal)⁹⁷.

Figura 59 – Exemplo de exercício construtivo desenvolvido na UNIMEP
Fonte: Acervo pessoal de Maxim Bucaretschi, 2009.

Em 1999, a Universidade passou por mudanças, com a substituição dos centros por faculdades. Desse modo, criou-se a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, desvinculada do Centro de Tecnologia. Sob a direção de Hélio Dias, o curso iniciou um período de revisão do seu projeto pedagógico. Divergências entre os professores e a Reitoria, quanto ao encaminhamento da nova proposta, resultaram no pedido de demissão do então diretor. Os debates sobre a modificação do curso seguiram até 2003, quando se aprovou o novo projeto pedagógico e foi criada a Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Porém, a estrutura curricular em si não sofreu transformações significativas: apenas a nomenclatura de algumas disciplinas foi alterada. A inovação do currículo ocorreu, na verdade, em 2008⁹⁸.

Dentro da nova proposta, os quatro núcleos originais foram substituídos por dois eixos definidores do curso: Arquitetura (abrangendo as disciplinas das áreas de Projeto, Linguagem e Tecnologia) e Urbanismo (em que se concentram as componentes de Planejamento e de Teoria). Sobre as alterações promovidas, Natanael Macedo Jardim, atual coordenador do curso, argumenta que, apesar da conservação dos espaços de experimentação, houve defasagem de alguns aspectos em relação à proposta original:

Na reformulação, o curso se tornou mais profissionalizante, o que também mascara algumas perdas, entre elas o debate conceitual naqueles espaços [de experimentação]. Somente aproveitamos alguns recortes de aulas mais iconográficas (imagem fundamentalmente), que foram inseridas nos conteúdos das ementas e como estratégia didática de aulas teóricas nas disciplinas de Técnicas Construtivas (informação pessoal)⁹⁹.

⁹⁷ Informação fornecida por Maxim Bucaretschi, durante o “Seminário Internacional: Sustentabilidade e Produção em Escala de Habitação de Interesse Social: Projetando o Futuro”, realizado em São Paulo, em nov. de 2009.

⁹⁸ Cf. UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA. **Do canteiro de obras à construção da catedral:** projeto pedagógico do curso de arquitetura e urbanismo. Santa Bárbara d’Oeste: UNIMEP, 2009. passim.

⁹⁹ JARDIM, N. M. **Informações curso Arquitetura UNIMEP** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 29 nov. 2009.

A partir desse depoimento e da observação da atual organização curricular, depreende-se que, de uma abordagem integrada entre projeto e construção, passou-se para uma aplicação pontual de exercícios de cunho empírico. Ou seja, não mais efetivamente presentes enquanto conteúdos próprios às disciplinas do curso.

Paralelamente ao desenvolvimento da experiência inicial da UNIMEP – sendo por ela influenciada –, outra iniciativa de ênfase sobre experimentações construtivas também foi empreendida: trata-se do início do canteiro experimental da FAU-USP. Em 1993, Antonio Battaglia (que, conforme visto, participou da experiência da Belas Artes e ajudou a formular o curso da UNIMEP) – em conjunto com as professoras Elisabetta Romano e Erica Yoshioka – durante um semestre, incorpora, na disciplina por ele ministrada, um momento de prática construtiva. Porém, ao contrário da constituição do curso da UNIMEP, a escola de São Paulo não contava com espaço adequado para tanto. Somente no segundo semestre de 1997 foram desenvolvidos o projeto e a construção de um canteiro experimental propriamente dito, em terreno específico para este fim¹⁰⁰. Tal canteiro se localiza na proximidade do Laboratório de Modelos e Ensaios (LAME), responsável por apoiar a realização das atividades ali previstas¹⁰¹.

Figura 60 – Exemplos de experimentações desenvolvidas no canteiro da FAU-USP

Fonte: RONCONI, 2002.

Passando a funcionar no ano seguinte, com o nome de “Canteiro Experimental Antonio Domingos Battaglia”¹⁰², abrange atualmente quatro disciplinas do curso de Arquitetura e Urbanismo: Tecnologia da Construção I e II (regulares, do primeiro ano), Tecnologia da Construção IV (também obrigatória, do terceiro ano) e Tecnologias Alternativas (optativa). Como já exposto no Capítulo 3, Reginaldo Ronconi defende a tese de que o Canteiro

¹⁰⁰ O projeto arquitetônico coube a Reginaldo Ronconi, recém-ingresso no corpo docente da FAU-USP (no ano de 1997) e que estudou Arquitetura na Escola de Belas Artes até seu fechamento – quando teve que concluir sua formação em Santos. Logo, havia participado das primeiras experiências inovadoras na área. Informação fornecida por João Marcos Lopes no dia 18 de janeiro de 2011 em São Carlos (SP).

¹⁰¹ RONCONI, 2002, p.165-167.

¹⁰² Uma homenagem póstuma ao seu idealizador, falecido em 1996.

Experimental – incluindo o da FAU-USP – seja um dos focos para a organização da formação do arquiteto, ao articular disciplinas integrantes do currículo. Contudo, por não haver ligação entre as componentes curriculares realizadas no canteiro com as demais áreas do curso, Vitor Lotufo avalia que a integração proposta não se realiza plenamente. Segundo o arquiteto, a importância dessa experiência estaria então na criação de um espaço institucional, específico para a organização de práticas construtivas (informação verbal)¹⁰³.

No caso da PUC-Camp, a integração de que fala Lotufo ocorria com a criação de momentos diferenciados ao longo das aulas, destinados ao estudo de História da Arquitetura, Geometria e Matemática, além dos conteúdos específicos sobre Comportamento Estrutural. Assim, procurava-se relacionar as Estruturas com os demais campos que influenciam sua concepção. Sobre as experimentações realizadas no período, o professor testemunha que:

Eu acho que as aulas que eu o João Marcos demos na PUC foi uma época profícua! Lá a gente deu uma aula teórica sobre cúpulas, como calculava cúpula, depois como construía, aí fomos construir a cúpula no pátio e, no fim da aula – a gente tinha levado farinha de trigo, fermento, mozzarella –, fizemos pizza! Em um dia! (informação verbal)¹⁰⁴

Na mesma linha de associação entre escola e canteiro, insere-se a iniciativa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Também em 1993 – ano da primeira tentativa de constituição de um canteiro experimental na FAU-USP –, foi criado o Escritório de Integração (EI) dentro da escola mineira: um núcleo simultaneamente de extensão, pesquisa e ensino. Em sua fase inicial, caracterizava-se por atender, sobretudo, a paróquias de comunidades carentes na elaboração de projetos de equipamentos coletivos. A partir de 2000, os objetivos do Escritório sofreram um redirecionamento teórico-metodológico, com ênfase sobre o atendimento a movimentos sociais organizados (nem sempre vinculados à ação da Igreja), conforme relata Margarete Araújo (informação verbal)¹⁰⁵.

O Canteiro de Obras surgiu, em 1998, como uma das linhas de atuação do Escritório de Integração. A partir dessa vertente, realizaram-se cursos de formação profissional, ministrados por estudantes de graduação, sob a coordenação de professores e egressos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Entre eles, destaca-se o desenvolvimento de treze edições do curso “Fundamentos da Construção”, dirigido aos movimentos de moradia de Belo Horizonte:

¹⁰³ Vitor Amaral Lotufo, em entrevista realizada no dia 16 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

¹⁰⁴ Ibid. O arquiteto atribui a essa experiência, inclusive, a tradição da construção de fornos de pizza, que se espalhou por entre as escolas brasileiras de Arquitetura e Urbanismo.

¹⁰⁵ Entrevista realizada pela autora com Margarete Maria de Araújo Silva no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG). Para transcrição completa, ver ANEXO O. Importa comentar que a arquiteta, por razões pessoais, trabalhou intensamente em São Paulo, prestando assessoria técnica aos mutirões habitacionais edificados durante a gestão de Luiza Erundina de Souza (1989-1993). Portanto, tinha experiência sobre o campo. Informação fornecida por João Marcos Lopes no dia 18 de janeiro de 2011 em São Carlos (SP).

Era um curso noturno, duas vezes por semana. Na verdade, ele funcionava duas vezes à noite e o sábado inteiro. Congregava gente dos vários grupos organizados por moradia: mulheres, adolescentes, homens... Não necessariamente com experiência na construção civil. A gente chamava esse curso de “Fundamentos da Construção”. A natureza desse curso foi, para nós, muito benéfica! Primeiro, porque quem eram os monitores desse curso eram os nossos alunos da Arquitetura: então a gente tinha que formá-los para que eles dessem conta disso (informação verbal)¹⁰⁶!

Figura 61 – Curso “Fundamentos da Construção” na PUC Minas
Fonte: Acervo pessoal de Roberto Eustáquio Santos, 2007.

Num período mais recente, a ação pontual da PUC Minas conseguiu ser globalizada, através da reformulação de seu projeto pedagógico em 2008. Fruto de discussões realizadas desde 1998 (ao longo de 10 fóruns, intitulados “O Ensino de Arquitetura e a Formação do Arquiteto”), a nova proposta organizou o currículo em dois ciclos: básico e profissionalizante. O primeiro tem a função de sensibilizar os estudantes para os problemas da cidade e do edifício, instrumentalizando-os para a representação do espaço. Já no ciclo profissionalizante predominam disciplinas práticas, realizadas em dois tipos de ambientes de ensino-aprendizagem: o ateliê de projeto e os Laboratórios de Extensão e de Pesquisa. Dessa maneira, os exercícios previstos nas disciplinas podem ser desenvolvidos tanto do modo tradicionalmente utilizado nas escolas de Arquitetura e Urbanismo (através do sistema de ateliê), quanto podem ser vinculados a projetos de pesquisa e de extensão, orientados pelos professores (informação pessoal)¹⁰⁷.

Contudo, segundo Roberto Santos, quando da finalização deste trabalho, esses espaços ainda estavam em fase de discussão sobre sua implementação. As únicas atividades desenvolvidas, para além dos exercícios empíricos específicos de algumas disciplinas, referiam-se à organização mensal, aos sábados, do “Canteiro de Obras” (informação verbal)¹⁰⁸.

No que concerne particularmente ao ensino de Estruturas, o currículo vigente até 2008 tratava os conteúdos dessa cadeira de modo convencional, isto é, em disciplinas estanques e específicas (Cálculo, Resistência dos Materiais, Estabilidade das Construções, Concreto

¹⁰⁶ Informação fornecida por Margarete Araújo Silva no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

¹⁰⁷ SANTOS, R. E. **Informações curso Arquitetura PUC MINAS** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 26 abr. 2009.

¹⁰⁸ Entrevista concedida à autora por Roberto Eustáquio dos Santos no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG). Para transcrição completa, consultar o ANEXO O.

Armado e Estruturas Metálicas e de Madeira), ministradas pelos professores do Departamento de Engenharia com viés quantitativo-verificativo. Roberto Santos avalia que, como resultado dessa forma de abordagem, “a maioria dos alunos, depois de frequentar cerca de 400 horas-aula desses conteúdos, mostrava-se incapaz de fazer um lançamento estrutural, e pior, não conseguia levar em conta tais aspectos na concepção do espaço” (informação pessoal)¹⁰⁹.

TUTOR EXERCÍCIOS PROJETUAIS	1	MODELOS DIGITAIS 1 [1/20] [5 ha / s]	REPRESENTAÇÃO 1 [1/20] [5 ha / s]	PRÁTICA PROJETUAL 1 [1/20] [5 ha / s]	ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS [1/60] [4 ha / s]	HISTÓRIA DA ARTE DA ARQUITETURA E DA CIDADE BRASILEIRAS [1/60] [4 ha / s]	FILOSOFIA 1 [1/60] [4 ha / s]	CICLO BÁSICO AMBIENTE OFICINA RECONHECIMENTO DO ALUNADO SEMIABILIZAÇÃO: CIDADE > EDIFÍCIO > CORPO TREINAMENTO OPERACIONAL BÁSICO: GEOMETRIA E REPRESENTAÇÃO DO ESPAÇO POR MEIO DE OPERAÇÕES PROJETUAIS TEÓRICAS INTRODUTÓRIAS PANORÂMICAS
	2	MODELOS DIGITAIS 2 [1/20] [5 ha / s]	REPRESENTAÇÃO 2 [1/20] [5 ha / s]	PRÁTICA PROJETUAL 2 [1/20] [5 ha / s]	ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS E CULTURAIS [1/60] [4 ha / s]	HISTÓRIA DA ARQUITETURA, DO PAISAGISMO E DO URBANISMO 1 [1/60] [4 ha / s]	CULTURA RELIGIOSA 1 [1/60] [4 ha / s]	
	3	MODELOS DIGITAIS 3 [1/20] [5 ha / s]	REPRESENTAÇÃO 3 [1/20] [5 ha / s]	PRÁTICA PROJETUAL 3 [1/20] [5 ha / s]	ESTUDOS MATEMÁTICOS [1/60] [4 ha / s]	HISTÓRIA DA ARQUITETURA, DO PAISAGISMO E DO URBANISMO 2 [1/60] [4 ha / s]	FILOSOFIA 2 [1/60] [4 ha / s]	
AUTONOMIA CRÍTICA	4	PROJETO E SUSTENTABILIDADE [1/20] - [4 ha / s]	PROJ. ALVENARIA ESTRUTURAL [1/20] - [5 ha / s]	PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO [1/20] - [5 ha / s]	PROJ. RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA [1/15] - [5 ha / s]	TEORIA DO URBANISMO [1/60] [4 ha / s]	CULTURA RELIGIOSA 2 [1/60] [2 ha / s]	CICLO PROFISSIONALIZANTE AMBIENTE ATELÊ 4h - EXERC. PROJETUAIS - ESTUDOS PRELIMINARES 5h - PROJETO - ANTE-PROJETO TECNOLOGIA APLICADA [E] [OU] AMBIENTE LABORATÓRIO PROJETOS LIGADOS ÀS ATIVIDADES DE PESQUISA PROJETOS LIGADOS ÀS ATIVIDADES DE EXTENSÃO TEÓRICAS TEORIA - PANORÂMICAS OPTATIVAS
	5	PROJ. PASSADISSIMO URBANO [1/20] - [4 ha / s]	PROJ. ESTRUTURA CONCRETO ARMADO [1/120] - [4 ha / s]	PROJ. INTERVENÇÃO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO [1/20] - [5 ha / s]	PROJ. EDIF. ANDARES MÚLTIPLOS E INST. PREDIAIS [1/15] - [5 ha / s]	TEORIA DA ARQUITETURA [1/60] [4 ha / s]	GESTÃO, MATERIAIS E TÉCNICAS DA CONSTRUÇÃO 1 [1/60] / [4 ha / s]	
	6	CARTOGRAFIA GEOPROCESSAMENTO SENSOR. REMOTO [1/20] - [4 ha / s]	PROJ. ESTRUTURA DE MADEIRA E AÇO [1/20] - [4 ha / s]	PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA [1/20] - [5 ha / s]	PROJ. EDIFÍCIO DE GRANDES VÃOS [1/15] - [5 ha / s]	TEORIA DA CONSTRUÇÃO [1/60] [4 ha / s]	OPTATIVA 1 [1/60] / [4 ha / s]	
APROFUNDAMENTO AVALIAÇÃO	7	PROJETO DE EDIFÍCIO [1/15] - [6 + 3 ha / s]		PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL [1/20] - [5 ha / s]		TEORIA E HISTÓRIA DA PRODUÇÃO HABITACIONAL [1/60] [4 ha / s]	ARQUITETURA E URBANIZAÇÃO MODERNAS [1/60] / [4 ha / s]	OPTATIVA 2 [1/60] / [4 ha / s]
	8	PROJETO DE INTERIORES [1/15] - [6 + 3 ha / s]		PROJETO URBANO [1/20] - [5 ha / s]		OPERAÇÕES SOBRE O PATRIMÔNIO CULTURAL [1/60] [4 ha / s]	ARQUITETURA E URBANIZAÇÃO CONTEMPORÂNEAS [1/60] / [4 ha / s]	OPTATIVA 3 [1/60] / [4 ha / s]
TÉCNICA	9	PROJETO EXECUTIVO DE EDIFÍCIOS 1 [1/15] - [8 + 4 ha / s]	PROJETO EXECUTIVO DE EDIFÍCIOS 2 [1/15] - [8 + 4 ha / s]	PROJETO EXECUTIVO URBANO 1 [1/20] - [8 + 4 ha / s]	PROJETO EXECUTIVO URBANO 2 [1/20] - [8 + 4 ha / s]	SEMINÁRIOS DO TFG [1/60] [4 ha / s]		PROJETO EXECUTIVO PLANO PARA INTERVENÇÃO URBANO PLANO REGIONAL
	10	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO [1/1] - [1 ha / s]						

ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATORIO

Figura 62 – Estrutura curricular do curso da PUC Minas

Fonte: Acervo pessoal de Roberto Eustáquio dos Santos, 2009.

Para reverter essa situação, no novo currículo, foram extintas as disciplinas de Estruturas (assim como as disciplinas de Instalações Prediais, Conforto Ambiental, Materiais e Técnicas), cujos conteúdos passaram a ser incorporados nas disciplinas de Projeto, em duas instâncias. Na primeira fase, durante o Ciclo Profissionalizante 1, de 12 disciplinas de Projeto, existem 7 que tratam as Estruturas a partir de uma perspectiva intuitiva (substituindo-se o viés quantitativo-verificativo por uma abordagem qualitativa-especulativa). São elas: Projeto de Alvenaria Estrutural, Projeto de Estruturas de Madeira e Aço, Projeto de Estruturas de Concreto, Projeto e Racionalização Construtiva, Projeto de Edifícios de Andares Múltiplos e Projeto de Edifícios de Grandes Vãos. Num segundo momento, no Ciclo Profissionalizante 2, são ministradas duas disciplinas de projeto, em que se desenvolve uma espécie de *design estrutural*, em maior profundidade. Quando indagados sobre a carência de informações que poderia surgir pela falta do ensino de procedimentos matemáticos (as disciplinas chegam apenas ao nível de pré-dimensionamento), a professora Vanessa Brasileiro respondeu que:

¹⁰⁹ SANTOS, R. E. **Informações curso Arquitetura PUC MINAS** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 26 abr. 2009.

A experiência que a gente tem com o currículo velho, com o currículo antigo, é uma experiência em que essas referências dos dimensionamentos não reverberam numa melhor qualificação material do projeto!

[...] Quer dizer, então vamos tentar, vamos experimentar de uma outra maneira e reverberar, em especializações [cursos de pós-graduação], para aqueles que venham a desenvolver as questões do cálculo estrutural (informação verbal)¹¹⁰.

Porém, importa destacar que essa nova abordagem de ensino de Estruturas ainda carece de uma análise mais aprofundada sobre sua validade, já que a única ação nesse sentido (até o término desta pesquisa) consistiria na realização de reuniões entre os professores do curso, em que seriam expostos os trabalhos dos alunos e a metodologia empregada nas aulas, com conseqüente discussão sobre a necessidade de possíveis transformações (informação verbal)¹¹¹.

Também em 2008 – ano de reformulação do projeto pedagógico da PUC Minas – outra iniciativa de interligação entre canteiro e escola foi realizada: o curso “Canteiro-Escola: formação e qualificação profissional em Arquitetura e Construção”, oferecido em conjunto pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) e pela organização não-governamental TEIA – Casa de Criação, com apoio da Prefeitura do Município de São Carlos. O curso destinou-se a 15 alunos de graduação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil da EESC/USP e 15 trabalhadores da construção civil – os últimos selecionados pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia de São Carlos.

Sua concepção partiu do pressuposto de que os conteúdos trabalhados nas escolas de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo não conseguem analisar em profundidade, em função da grande quantidade de conteúdos que precisam abordar em seus currículos, os seguintes aspectos: as estratégias de organização da força de trabalho envolvida num canteiro de obras, a manipulação de sistemas construtivos e a análise sobre processos mais corriqueiros de administração de obras. Como conseqüência, surgem deficiências no perfil profissional que a universidade forma, principalmente por se restringir, sob certos aspectos, o campo de diálogo entre teoria e prática dentro das instituições – ou seja, novamente aparece a questão da separação entre canteiro e desenho como prejudicial ao processo de formação dos arquitetos. Visando transformar esse quadro, sugeriu-se a realização do curso dentro de um único ambiente didático, compartilhado entre alunos de graduação e trabalhadores da construção civil, patrocinando uma relação de ensino-aprendizado que se constituísse pela construção conjunta do conhecimento – bastante similar, portanto, à proposta inicial do Canteiro de Obras da PUC Minas¹¹².

¹¹⁰ Vanessa Borges Brasileiro, em entrevista realizada pela autora no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (BH). Para mais, consultar a transcrição completa no ANEXO O.

¹¹¹ Informação fornecida por Roberto Santos no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

¹¹² LOPES, João Marcos de Almeida; SILVA, Eduardo Araújo. **Curso de difusão Canteiro-Escola**. São Carlos: EESC/USP, 2008.

Figura 63 – Aulas práticas do curso Canteiro-Escola da EESC/USP
Fonte: Acervo pessoal da autora, 2008.

Por outro lado, semelhante à linha de investigação iniciada na PUC de Campinas, em 1988, com a disciplina Industrialização da Construção, insere-se a proposta do curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola da Cidade. Segundo Ciro Pirondi, em entrevista concedida a Maurício Imenes, a concepção desse curso derivou da iniciativa realizada na Universidade de Braz Cubas (UBC), entre 1992 e 1996, quando o arquiteto tinha assumido a coordenação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo nessa escola¹¹³. Isso porque a principal intervenção implantada na UBC, que norteou o projeto para a Escola da Cidade, consistiu na criação do curso integral, com ênfase sobre a atividade projetual.

Assim, em 1996, com a saída dos principais fomentadores da experiência da Universidade Braz Cubas, originou-se a idéia de uma nova escola, concretizada pela fundação da Associação de Ensino de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo (AEAUs), mantenedora da então chamada Escola da Cidade – composta quase exclusivamente por professores arquitetos. No mesmo ano, as propostas da associação e da escola foram encaminhadas ao MEC. Porém, o curso começou a funcionar somente em 2001, enquanto sua aprovação efetiva aconteceu quatro anos depois, por representar uma experiência nova, que demandou a necessidade de uma avaliação também diferenciada do MEC¹¹⁴.

Tal como no caso da reestruturação da Universidade Braz Cubas, para essa nova instituição, foi proposto um *curso integral*, em que as disciplinas se agrupam em torno de temas distintos a cada dia da semana. Dessa forma, as aulas teóricas e práticas de cada tema são realizadas no primeiro período de aulas, enquanto os últimos períodos dedicam-se às atividades projetuais – conduzidas por professores de Projeto e pelos docentes responsáveis pelo tema do dia: Urbanismo, Tecnologia, Desenho e História¹¹⁵.

¹¹³ IMENES, Maurício. A escola de arquitetura do parque modernista. **Ponto 2**, 1998. Disponível em: <<http://www.ponto.org/2/entrevistas.html>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

¹¹⁴ Cf. CORBIOLI, Nanci. Ciro Pirondi: um dos idealizadores da Escola da Cidade em São Paulo. **PROJETODESIGN**, São Paulo, ed. 331, set. 2007. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/ciro-pirondi-um-dos-18-10-2007.html>>. Acesso em: 09 dez. 2009.

¹¹⁵ Ibid., s.p.

Tabela 3 – Organização curricular da Escola da Cidade

	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
1º Tempo	Urbanismo	Tecnologia	Desenho	História	Arquitetura
2º Tempo	Estúdio Vertical	Estúdio Vertical	Seminário	Estúdio Vertical	Arquitetura

Fonte: ESCOLA DA CIDADE, 2009.

Durante os exercícios de Projeto, alunos e professores do segundo ao quinto ano se reúnem no estúdio vertical para discutir um tema. Portanto, os grupos criados possuem estudantes em várias etapas de formação. O único dia da semana em que não há atividade projetual são as quartas-feiras, dedicadas à realização do Seminário de Cultura e Realidade Contemporânea, em que são conferidas palestras por profissionais de diversas áreas, como cineastas e políticos. Já o período matutino é deixado vago, segundo a professora Anália Amorim, com o objetivo de incentivar os alunos a desenvolverem outras atividades: “Para trabalhar, fazer estágio, ou mesmo acompanhar uma obra!” (informação verbal)¹¹⁶.

Dentro da Escola, também existem espaços destinados à realização de atividades práticas nesse sentido. São eles: Núcleo de Pesquisa, Núcleo de Comunicação e Núcleo de Aplicação. O último conforma-se como uma consultoria em Arquitetura e Urbanismo, sendo responsável por desenvolver trabalhos para clientes externos, sobretudo concernentes à resolução de questões socioambientais e urbanas¹¹⁷.

Outro aspecto que merece atenção sobre essa experiência refere-se à formulação da proposta de uma escola de técnicas de terceiro grau, baseada no trabalho desenvolvido por Lelé. É nessa ligação com a produção arquitetônica de Lelé, portanto, que se encontra uma aproximação entre a iniciativa da disciplina Industrialização da Construção da PUC-Camp e a Escola da Cidade – além, é claro, da participação, no quadro docente, de professores egressos da Escola de Belas Artes e da USJT (como Yopanan Rebello e Anália Amorim, entrevistados neste trabalho). No que concerne à iniciativa de criação da escola técnica, é ideal da instituição transformar o Laboratório de Construção, em que atualmente apenas são desenvolvidos protótipos em pequena escala, em uma verdadeira fábrica de produção de peças arquitetônicas pré-fabricadas (informação verbal)¹¹⁸.

Especificamente quanto à organização da sequência de Estruturas, Anália Amorim explica que os dois primeiros anos do curso são destinados a uma compreensão qualitativa do Comportamento Estrutural; sendo que, o primeiro ano – cujas disciplinas são por ela ministradas – trabalha os conceitos básicos envolvidos na Teoria Estrutural, enquanto o segundo

¹¹⁶ Entrevista realizada com Anália M. M. de Carvalho Amorim, no dia 14 de outubro de 2009 em São Paulo (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO L.

¹¹⁷ IMENES, 1998, s/p.

¹¹⁸ Informação fornecida por Anália Amorim no dia 14 de outubro de 2009 em São Paulo (SP).

– sob a responsabilidade de Yopanan Rebello – aborda as principais tipologias estruturais. Um aspecto importante apontado pela professora diz respeito à sua percepção pessoal de que a realização de experimentações construtivas isoladamente, embora amplie o repertório sensitivo dos alunos, não garante seu aprendizado sobre o funcionamento das Estruturas:

É porque não é colocando a “mão na massa” que você vai fazer com que o aluno tenha habilidades de concepção estrutural, competência para conceber estruturalmente! Por um lado, colocar a “mão na massa” é importante no sentido de sensibilizar para a resistência do material, para a organização espacial dos materiais. [...] Mas você não pode dizer que é isso o principal, que ensinar Estrutura é fazer com que o “cara” saiba fazer forno de pizza! É muito mais que isso! Ao fazer forno de pizza, ele consegue ampliar o seu repertório sensitivo. [...] E isso é muito válido! Qualquer tentativa de ampliar essa percepção e habilitar o “cara” para ele fazer a solução estrutural e espacial é extremamente válida! Quanto mais amplo for esse “leque” tecnológico, melhor (informação verbal)¹¹⁹.

Em virtude disso, analisa que o papel das disciplinas da área de Tecnologia seja o de fornecer subsídios para a configuração espacial, contribuindo para a síntese que constitui a Arquitetura. Mesmo porque, segundo Anália Amorim, nem sempre uma decisão correta sob o ponto de vista tecnológico representa uma solução arquitetônica também adequada. Na verdade, de acordo com seu pensamento, os vários aspectos constituintes do ofício devem ser pensados em conjunto para se atingir uma proposta espacial harmônica. Nesse sentido, “ter conhecimento das razões físicas dos fenômenos só melhora a poética!” (informação verbal)¹²⁰.

Ainda em relação ao estudo de experiências pedagógicas que enfocam o desenvolvimento de protótipos, é válido assinalar a existência de uma iniciativa que, apesar de não pertencer a uma escola de Arquitetura (e não mais se basear no princípio da pré-fabricação), merece ser citada por propor uma abordagem diferenciada de ensino do Comportamento Estrutural: aquela desenvolvida dentro Laboratório de Sistemas Estruturais (LASE) da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A idéia de formar esse laboratório, ao seu lado, derivou do conhecimento prévio de seu fomentador, Luís Eustáquio Moreira, sobre a metodologia empregada no Laboratório e Oficina de Treinamento e Desenvolvimento de Produtos (LOTDP) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

Criado em 1985, dentro do curso de Desenho Industrial da PUC-Rio, o LOTDP – atualmente denominado de Laboratório de Investigação em Living Design (LILD) –, sob a coordenação de José Luíz Mendes Ripper, congrega designers, engenheiros, arquitetos e alunos estagiários, com o objetivo de desenvolver objetos úteis e construções de baixo impacto. Logo, atende a demandas reais, utilizando-se, para tanto, de materiais compósitos de terra crua e de fibras naturais (especialmente o bambu).

¹¹⁹ De acordo com Anália Amorim, em entrevista realizada no dia 14 de outubro de 2009 em São Paulo (SP).

¹²⁰ Ibid.

Figura 64 – Domo geodésico e andador de bambu para criança, desenvolvidos pelo LILD
Fonte: Acervo pessoal do LILD, 2008.

No caso do projeto e construção de espaços edificados, resumidamente, a metodologia desenvolvida pelos pesquisadores do LILD pode ser descrita da seguinte forma: em um momento inicial, após o estudo das características do contexto local, são realizados experimentos empíricos, em campo e em laboratório, com a participação dos membros da comunidade para a qual se destina o produto a ser construído – é quando se definem os materiais e métodos de execução. A investigação prossegue mediante ensaios científicos, que permitem o controle e o aperfeiçoamento dos procedimentos utilizados para as técnicas construtivas escolhidas. Posteriormente, novos experimentos práticos em campo são feitos, com a participação da comunidade, para só então dar início ao processo de construção¹²¹.

Transferido para o Rio de Janeiro em 1989, onde realiza sua pesquisa de mestrado sobre estruturas treliçadas espaciais em bambu, o engenheiro Luís Eustáquio entrou em contato com o trabalho desenvolvido no então LOTDP, conforme relata em entrevista:

Quando eu conheci o professor Ripper, a metodologia deles era diferente. Eles não são matemáticos, são designers e o professor Ripper é arquiteto de formação [...]. Então lá a metodologia era completamente diferente! [...] Não trabalhavam com modelagens matemáticas, eles trabalhavam com experimentos mecânicos e criavam os objetos também!

[...] Eu adorava estudar no laboratório dele! Eu ficava era lá! Pegava minhas coisas de Engenharia e ficava lá, no laboratório dele, estudando (informação verbal)¹²².

Anos depois, em 2004, já pertencente ao corpo docente da Escola de Engenharia da UFMG, Luís Eustáquio resolve criar, nessa instituição, um laboratório para desenvolver a mesma metodologia do LILD – que vem a ser denominado de Laboratório de Sistemas Estruturais (LASE). Atualmente os projetos desenvolvidos pelo LASE abrangem alunos de iniciação científica e estudantes do curso de Engenharia Civil da disciplina Trabalho Integrado Multidisciplinar III (TIM III), correspondente ao trabalho final do curso. A partir da delimitação

¹²¹ Cf. ALVARES, Luciano Rosa Alonso. **Cúpula catenária de “fibrobarro” estruturado com bambu: concepção e processo construtivo**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. p.9-10.

¹²² Entrevista realizada pela autora com Luís Eustáquio Moreira no dia 20 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG). Para a transcrição completa da entrevista, ver o Anexo Q.

de um tema (de algum sistema estrutural ou edificação), inicia-se seu estudo, com o propósito de alcançar um estágio de concretização. Segundo Luís Eustáquio, ainda que não haja uma demanda imediata para o objeto sob investigação, os trabalhos são desenvolvidos visando à sua efetiva construção, pois tal materialização pode ocorrer depois.

Em sua fala, o professor insiste na importância de se compreender o modelo enquanto possibilidade de experimentação e não simples transposição tridimensional de uma idéia (como o seria uma maquete física, por exemplo). Nesse sentido, os protótipos constituem instrumentos de estudo, que permitem propor alterações e estimulam a criação de novas soluções para os problemas em questão (informação verbal)¹²³.

Figura 65 – Exemplos de modelos desenvolvidos no LASE

Fonte: Acervo pessoal da autora, 2009.

Importa salientar que a afinidade de Luís Eustáquio com os métodos de experimentação do LILD partiu de sua experiência pessoal em relação à dificuldade que encontrou quando, engenheiro civil recém-formado, precisou enfrentar as atividades cotidianas da construção. Segundo o professor, tal dificuldade existiu devido ao processo de educação que recebera:

Meu pai era construtor e me punha lá na construção dele e eu queria pensar tudo matematicamente! [...] Mas o “cara” queria dialogar comigo sobre o mundo físico! Ele não queria dialogar comigo sobre matemática, ele não sabia daquilo que eu estava falando! Quando ele estava “fazendo um concreto armado” lá, quando estava misturando o cimento, a brita, a areia, passando a pá por cima e puxando aquele “troço”, eu olhava aquilo e falava: “Meu Deus! E o fator água cimento? Com essa água escorrendo, como é que fica o fator água cimento?”. [...] Pra mim, era como se o mundo tivesse que ser uma equação matemática, funcionando “bonitinha”! [...] Eu sou uma pessoa super dedicada e tinha alguma coisa que fez isso comigo: o conhecimento que eu adquiri (informação verbal)¹²⁴.

Nesse ponto, parece válida a hipótese que levantamos ao final do Capítulo 3, quando se propôs que a dinâmica do processo histórico instruiu um extenso campo de abstração a ponto de colocar o conhecimento prático da construção – necessário à instrumentação inicial das profissões de Arquitetura e de Engenharia – em segundo plano. Afinal, usando outras palavras, o professor Luís Eustáquio chega a considerações semelhantes: “Mas nós, nesse ‘mergulho’

¹²³ Informação fornecida por Luis Eustáquio no dia 20 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

¹²⁴ Ibid.

nosso de matemática, de modelagem, de substituição do mundo por equações, por abstrações, paramos de ver as ‘coisas’! Mas precisa fazer com que as pessoas vejam, mesmo aquelas que estão trabalhando com abstração!” (informação verbal)¹²⁵. É por isso que incentivou a criação do LASE, de maneira a fornecer um método alternativo de trabalho para aqueles estudantes que, como ele próprio, sintam a falta de uma maior aproximação com a realidade em sua formação.

Assim como a reestruturação da proposta do LILD pelo LASE em 2004¹²⁶, a partir de 2000, observa-se justamente um movimento de retomada de experiências anteriores em outras escolas. Na FAU/UFRJ, por exemplo, sobretudo depois do ingresso do professor Paulo Fernando Rodrigues no corpo docente dessa instituição (em 2002), a proposta de ensino de Adolpho Polillo foi restaurada, com o acréscimo de novos recursos didáticos e o aprimoramento dos antigos. Com relação ao segundo caso, adotou-se a utilização de materiais flexíveis contemporâneos (como resinas e polímeros) na criação de modelos pelos alunos para melhor visualizar as deformadas das Estruturas, dentro da disciplina “Modelagem dos Sistemas Estruturais” – conforme analisado, criada a partir da tese de Polillo de 1968.

Figura 66 – Exemplos de modelos desenvolvidos pelos alunos na FAU/UFRJ
Fonte: Acervo pessoal do prof. Paulo Fernando Rodrigues, 2009.

Além da utilização de modelos para compreender de forma qualitativa o funcionamento das Estruturas, a disciplina também passou a fazer uso de modelos digitais e animações (Realidade Virtual). Sobre o processo, Paulo Fernando explica que:

Senti a necessidade de associar informações da Teoria das Estruturas nos modelos, uma vez que os alunos os manipulavam, mas as informações se restringiam apenas ao sentimento do comportamento e da configuração deformada. Quando era para falar sobre regiões tracionadas ou comprimidas e reações de apoio, por exemplo, tinha de usar o quadro de giz ou o *datashow*, gerando uma dissociação destas informações. Então, inicialmente, desenvolvemos uma aplicação da Realidade Aumentada (RA), já que é inevitável a utilização dos modelos físicos pela disciplina. Depois desenvolvemos também a mesma aplicação em Realidade Virtual (RV), porque a

¹²⁵ Informação fornecida por Luis Eustáquio no dia 20 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

¹²⁶ Destaca-se ainda que o LASE se encontra em fase de transição, já que está em andamento a proposta de sua transposição para o Laboratório de Biosistemas Estruturais (BIOLASE), a ser construído no Parque Ecológico de Belo Horizonte. Pretende-se, com essa mudança, atender a uma maior quantidade de alunos (o espaço atual comporta apenas 5 pessoas, enquanto o BIOLASE poderá ser utilizado por cerca de 10 pesquisadores), bem como constituir o início da institucionalização desse processo educativo que, localizado em ambiente aberto ao público, servirá para sua divulgação e crítica. Cf. Ibid.

aplicação da RA algumas vezes apresenta certa instabilidade, devido, principalmente, à qualidade da *webcam* usada, à iluminação do ambiente, à distância e posição da *webcam*, etc. No caso da RV, são necessários apenas o computador e um dispositivo de vídeo (informação verbal)¹²⁷.

Já na FAU-USP, após a aposentadoria dos professores que primeiro confirmaram a validade do uso de modelos para o estudo das Estruturas na década de 1970, coube a Henrique Lindenberg, engenheiro de formação, reestruturar a proposta inicial, a partir de 2006. Nesse ano, o curso da FAU-USP passou por uma modificação curricular, criando-se, para a cadeira de Estruturas, a disciplina introdutória “Estruturas na Arquitetura 1: Fundamentos”, assumida pelo professor. Considerando que o objetivo do arquiteto é conceber uma proposta estrutural (e não calcular ou dimensionar os elementos do sistema escolhido), a nova componente pauta-se no desenvolvimento do conhecimento intuitivo do Comportamento Estrutural. Para tanto, a metodologia utilizada consiste na realização de exercícios e de dois projetos – trabalhos práticos – sobre os conceitos estudados.

O primeiro desses trabalhos é de observação das estruturas do cotidiano, com o intuito de ampliar o repertório dos alunos sobre as possibilidades estruturais. Num segundo momento, solicita-se a criação do modelo matemático das estruturas analisadas por meio do programa *Ftool*. Segundo Lindenberg, tal aspecto implica geralmente em uma deficiência dos cursos de Arquitetura e de Engenharia: “[...] isso é uma falha grande dos nossos cursos! Nos nossos cursos, nós damos os modelos matemáticos prontos para os alunos, mas praticamente em nenhum momento eles criam seus próprios modelos!” (informação pessoal)¹²⁸.

A temática do segundo projeto da disciplina, por sua vez, varia ao longo dos anos, ainda que o objetivo inicial não mude, qual seja: a concepção de soluções estruturais por métodos experimentais. Nesse sentido, por exemplo, os alunos já desenvolveram estruturas conforme os procedimentos empíricos utilizados por Antoni Gaudí e Henri Isler¹²⁹, bem como foram responsáveis pela confecção de modelos didáticos – a serem empregados durante as aulas das turmas seguintes. Como suporte dessa atividade, utiliza-se o Laboratório de Resistência dos Materiais da EPUSP. Além de criar e analisar as estruturas, os alunos elaboram uma revisão histórica sobre os partidos estruturais e os profissionais estudados –

¹²⁷ Entrevista realizada pela autora com Paulo Fernando Neves Rodrigues no dia 21 de outubro de 2009 no Rio de Janeiro (RJ). Consultar a transcrição completa no ANEXO M.

¹²⁸ Henrique Lindenberg Neto, em entrevista realizada pela autora no dia 13 de outubro de 2009 em São Paulo (SP). Para a transcrição completa, consultar o ANEXO K.

¹²⁹ Após realizar testes com, o engenheiro suíço Heinz Isler (1926-2009) desenvolveu um novo método de concepção, baseado em membranas de tecido penduradas. Por exemplo, usava modelos dessas membranas e os deixava expostos ao clima de inverno para congelarem. Invertidos, indicavam a forma de um sistema submetido apenas à compressão. Cf. BILLINGTON, D. P. Swiss Engineers: Heinz Isler. **The Princeton University Art Museum**, 2003. Disponível em: <http://mcis2.princeton.edu/swisslegacy/engineers_6.html>. Acesso em: 02 fev. 2010.

assim, acreditamos que seja pelo menos curioso o fato de que esta disciplina não dialogue com o Canteiro Experimental, presente na mesma instituição.

Lindenberg, portanto, reuniu as contribuições de Mario Franco (quanto à relevância da História para a criação de um repertório de soluções estruturais) e de Aluísio Margarido (referente ao uso de modelos com o objetivo de garantir a visualização dos fenômenos físicos), acrescentando – da mesma maneira que Paulo Fernando na FAU/UFRJ – o uso do computador como instrumento didático adequado para favorecer o aprendizado do Comportamento Estrutural. Nesse último caso, além da proposta do uso de programas computacionais para a modelagem matemática das Estruturas, são também empregadas animações. Segundo Lindenberg, pela possibilidade de se introduzir, mediante a adoção de imagens dinâmicas, procedimentos que são dinâmicos por natureza – e difíceis de descrever apenas com palavras, é que reside o valor didático das animações. Ou, em suas próprias palavras: “É claro que é mais fácil a gente mostrar com imagens do que com palavras e com imagens que se mexem do que com palavras!” (informação verbal)¹³⁰.

Figura 67 – Fases de uma de animação referente ao conceito de esforços solicitantes
Fonte: VENTRI, LINDENBERG NETO, 2001.

Por outro lado, embora reconheça as vantagens desse recurso, o professor atenta para a necessidade de que deve ser usado de forma criteriosa como método de ensino, principalmente no que concerne à concepção estrutural:

[...] Hoje você tem programas de computador extremamente poderosos, em que você pode colocar um prédio inteiro para ser executado. O computador vai dar resultados, vai dar valores e aí você pode fazer o projeto de um “monstrengo”! E o computador aceita qualquer coisa: ele não vai dizer que é um “monstrengo”! (informação verbal)¹³¹

Uma última iniciativa mais recente empreendida na FAU-USP, sob a coordenação dos professores Henrique Lindenberg e Siegbert Zanettini, refere-se à criação do programa de dupla formação FAU-EPUSP, que representa uma tentativa de resgate da primeira conotação histórica

¹³⁰ Segundo Henrique Lindenberg Neto, em entrevista realizada no dia 13 de outubro de 2009 em São Paulo (SP).

¹³¹ Ibid. Essa também é a percepção de outros profissionais entrevistados, como José Castanho, Augusto Vasconcelos e Mario Franco. Para mais, consultar os ANEXOS E, D e H, respectivamente.

assumida pela profissão em São Paulo, a de engenheiro-arquiteto, conforme mencionado no próprio documento descritivo do projeto: “O Programa de integração visa superar uma clivagem histórica, que separa as duas profissões, e resgatar um período não muito distante da Universidade de São Paulo, quando nela engenheiros-arquitetos eram formados”¹³².

Sendo assim, entre 2003 e 2004, duas comissões (constituídas por representantes da FAU-USP e da EPUSP) ficaram encarregadas de elaborar uma proposta de aproximação entre as unidades, com a finalidade de promover a ampliação da formação de arquitetos e de engenheiros civis. A partir desse objetivo, além de cursarem todas as disciplinas das escolas de origem, durante dois anos, os estudantes participantes do Programa (inicialmente, 20 alunos de cada uma das áreas) realizam também componentes curriculares na unidade complementar. Ao final, o formando recebe o título do curso original, apostilado com uma habilitação da escola de destino.

Inspirado nos programas de duplo diploma existentes na USP¹³³, o curso de dupla formação FAU-EPUSP foi justificado pela complexidade crescente das exigências relativas às profissões de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil, que exigem a manipulação de informações diversificadas, relacionando-as de forma sistêmica – complexidade esta já apontada por Heino Engel em 1967, de acordo com o exposto no Capítulo 1. Nesse sentido, quando da formulação da proposta, pensou-se em dotar os futuros arquitetos de conhecimentos sobre tecnologia, materiais, processos construtivos e meios de trabalho, logística, gestão de projetos, de empreendimentos e de canteiros de obra. Já para os graduandos em Engenharia, percebeu-se que lhes faltava formação sobre questões de estética e de humanidades – ou seja – um caráter mais abrangente para além das questões técnicas específicas do curso tradicional. É o que confirma a fala de Zanettini:

Eu e o professor Lindenberg da Poli, mais dezessete professores, durante um ano e meio, estruturamos um curso em que todas as ausências da Arquitetura fossem para a Engenharia e todas as ausências da Engenharia fossem para a Arquitetura. Tudo aquilo que faltava para os engenheiros, que era humanismo, que era conhecimento urbanístico, conhecimento de projeto... [...] Por outro lado, nós não sabíamos nada de Tecnologia! Então nós “pegamos” todas as disciplinas da Poli, da área de Engenharia Civil (informação verbal)¹³⁴.

Segundo o professor Henrique Lindenberg, para além dessa formação de caráter mais abrangente, outra contribuição da realização do Programa pelos alunos remete-se à

¹³² PROGRAMA de dupla formação FAU-EPUSP. São Paulo: FAU-USP; EPUSP, 2004, p.6.

¹³³ A Universidade de São Paulo apresenta um convênio internacional com a *Faculté Polytechnique* de Mons, na Bélgica, e com a *École Centrale* de Lille, na França, em que os estudantes fazem uma parte de seu curso na sua instituição de origem e outra parte em uma universidade conveniada. Ao término, recebem o diploma das duas instituições. As duas escolas também realizam esse tipo de programa entre si – com oferecimento de formação em Engenharia pela primeira e em Arquitetura pela segunda.

¹³⁴ Informação fornecida por Siegbert Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

possibilidade de também ampliar a capacidade de socialização. Já Zanettini destaca como aspecto positivo a instauração de um processo de debate dentro das disciplinas, em que os alunos começaram a questionar os conteúdos e a metodologia de ensino empregada.

Considerando as várias experiências didáticas analisadas nesta parte da pesquisa, é possível verificar a existência de diferentes abordagens: propostas de reestruturação integral de cursos de Arquitetura e Urbanismo, com a busca por uma maior integração entre suas disciplinas constituintes; uso de modelos físicos como recursos para o aprendizado do Comportamento Estrutural; desenvolvimento e criação de protótipos em escala real; realização de experimentações construtivas em canteiro; organização de laboratórios para práticas didáticas e de extensão; produção de protótipos segundo princípios de pré-fabricação; e adoção de recursos computacionais como instrumentos de auxílio à concepção estrutural (Figura 68).

Essas diferentes abordagens indicam tentativas de solucionar duas discussões levantadas: *a primeira refere-se à questão da autonomia dos cursos de Arquitetura e Urbanismo quanto à formação de seus alunos; já a segunda se relaciona com a identificação de um processo deficitário de ensino de Estruturas dentro dessas escolas*. Assim, as propostas de reformulação global dos cursos, bem como a criação de novas instituições, buscam solucionar a primeira problemática identificada, estudando novas possibilidades metodológicas de se organizar o processo de formação dos arquitetos. Visando prover os graduandos de melhores condições de aprendizado sobre o funcionamento das Estruturas, por sua vez, surgiram os demais recursos identificados – com destaque para a ênfase sobre o emprego de modelos físicos e de exercícios de experimentação construtiva, considerados como ferramentas mais apropriadas à compreensão do Comportamento Estrutural.

Portanto, foram diversas as abordagens adotadas ao longo do tempo para se tentar reverter as deficiências de ensino identificadas pelos fomentadores dessas iniciativas, seja em relação à formação em Arquitetura e Urbanismo como um todo, seja na área específica de Estruturas. No entanto, a constante retomada de princípios de experiências anteriores (através da continuação de iniciativas por novos professores, ou da criação de propostas similares em diferentes instituições), além da recorrente interrupção de iniciativas que pareciam ser bem-sucedidas¹³⁵, sugere a permanência de algo que não se resolve.

¹³⁵ Yopanan Rebello informou que, a partir de 2009, por exemplo, não mais se realizam práticas de construção na USJT. Já no início de 2000, após o desligamento dos professores Vitor Lotufo e João Marcos Lopes da PUC-Camp, os vários sistemas construtivos e estruturais desenvolvidos pelos alunos foram destruídos pela administração da escola. Para mais informações, consultar os ANEXOS A e G.

Figura 68 – Linha do tempo das experiências

Nesse ponto, a proposta recente do curso de dupla-formação da FAU-USP é sintomática: considerando que a educação do arquiteto continua deficiente, a sugestão é de uma volta às origens, ao tempo em que se diplomavam engenheiros-arquitetos. Afinal, no início deste capítulo, apontávamos para a existência de uma origem cindida da profissão de arquiteto no Brasil (entre os artistas da Belas Artes e os engenheiros das Politécnicas) e agora o que se propõe é unir o já cindido: *Mas será que essa seria a solução final ao problema levantado? Ou a questão do déficit de formação permanece sem resposta?*

Até mesmo Zanettini relata a polêmica que surgiu em relação à última proposta, quando, em sua origem, previa-se a criação do duplo-diploma: “Fizemos não duplo-diploma, porque eu fui questionado pelo IAB, pelo Instituto de Engenharia, fui questionado pelo CREA: Como que você está fazendo isso agora, misturando as profissões?” (informação verbal)¹³⁶. Portanto, no dar a volta nesse círculo histórico, algo continua escapando às nossas avaliações. Talvez seja preciso então investigar mais a fundo o momento em que, por um lado, o debate nacional ficou interrompido e, por outro, surgiram as primeiras críticas quanto ao ensino de Estruturas nas escolas brasileiras, isto é: o período situado entre o final dos anos 1960 e início de 1970.

4.3 Reforma de 1969 e o novo ensino privado

Após a instauração do regime autoritário no Brasil, os problemas universitários, anteriormente discutidos de forma ampla, com a participação de órgãos representativos da sociedade, passaram a ser abordados por comissões de especialistas, com a intervenção direta de peritos estrangeiros. Tal situação de controle do campo universitário por parte do governo se fez possível, em grande parte, pela despolitização do movimento acadêmico, através da repressão (demissão, cassação e coação) de docentes e estudantes¹³⁷. Assim, quando a sociedade continuou a exigir uma reforma universitária, no sentido de propiciar maiores condições de acesso aos cursos de nível superior, “[...] a política educacional do regime autoritário seria confiada a um pequeno círculo escolhido e designado pelo poder central”¹³⁸.

O incremento da procura pelas universidades, por sua vez, decorreu de modificações econômicas pelas quais passou o Brasil, a partir de 1956, ao ingressar na fase de substituição da importação de bens de consumo duráveis e sua conseqüente implantação de indústrias de base.

¹³⁶ Informação fornecida por Zanettini no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

¹³⁷ Cf. OLIVEN, Arabela Campos. Resgatando o significado do departamento na universidade brasileira. In: MARTINS, Carlos Benedito (Org.). **Ensino superior brasileiro: transformações e perspectivas**. São Paulo: Brasiliense, 1989. p.49-66.

¹³⁸ MARTINS, Carlos Benedito. O novo ensino superior privado no Brasil. In: Ibid. p.22.

Em virtude da necessidade de investimento de grandes somas, os recursos que deveriam ser empregados no setor educacional foram desviados em favor da realização de obras de infraestrutura (sobretudo, na área de transportes e de energia). Por outro lado, as empresas criadas seguiam uma organização burocrática complexa e começaram a exigir o emprego de pessoal com níveis mais elevados de escolarização. Além disso, também o Estado, com o aumento de sua complexidade organizativa, passou a empregar contingentes crescentes de profissionais de nível médio e superior. Daí, a maior demanda por ensino universitário¹³⁹.

É nesse momento que surge o que ficou conhecido como “questão dos excedentes”: ou seja, candidatos aprovados nos vestibulares do setor público que, contudo, não conseguiam a classificação necessária para ocupar as escassas vagas dos cursos oferecidos. Para se ter uma idéia da dimensão dessa situação, em 1960, por exemplo, existiam quase 30 mil excedentes. Inicialmente, tal demanda represada foi incorporada como uma das bandeiras do movimento estudantil, cujas reivindicações – como analisamos no início deste capítulo – incidiam não só sobre a expansão das oportunidades de ingresso nas escolas, mas também para que ocorresse uma reforma do sistema de ensino superior em geral¹⁴⁰.

Dentro desse contexto, após a instauração do regime militar no país, o Ministério da Educação e da Cultura (MEC) encomendou ao professor americano Rudolph Atcon, em 1966, a realização de um estudo sobre o ensino superior brasileiro, objetivando a sua reestruturação. Carlos Martins argumenta que esse pedido constitui um fato significativo, na medida em que expressa uma opção aberta, por parte dos responsáveis pelas decisões educacionais, em favor das experiências pedagógicas norte-americanas¹⁴¹.

O relatório derivado dos trabalhos empreendidos por Atcon, em 1965, retomava a necessidade de crescimento do ensino superior do Brasil, tanto em relação ao número de alunos e de professores, quanto à própria rede física dos estabelecimentos – em virtude da expansão demográfica ocorrida, que pressionava o sistema de ensino. Contudo, enfatizava a inexistência de recursos financeiros para que a necessária expansão pudesse ser realizada, introduzindo, a partir dessa contestação, o princípio de “expansão com contenção” – que se tornou uma estratégia utilizada pelo regime autoritário¹⁴².

¹³⁹ UIA, 1977. p.45.

¹⁴⁰ DURHAM, Eunice Ribeiro; SAMPAIO, Helena. O setor privado de ensino superior na América Latina. *Cadernos de Pesquisa*, n.110, São Paulo, jul. 2000, p.15.

¹⁴¹ Tal postura condiz com a política econômica implementada pelo regime ditatorial de submissão ao capital, tecnologia e interesses estrangeiros. Nesse sentido, pode ser entendida a elaboração do Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG) durante a presidência de Castelo Branco (1964-1967), cuja principal proposta era o combate à inflação, por meio do favorecimento de investimentos internacionais, sobretudo norte-americanos. Cf. COTRIM, 1999, p. 474-475.

¹⁴² MARTINS, 1989, p.22-23.

No mesmo ano, como fruto de um acordo estabelecido entre o MEC e as *United States Agency for International Development* (USAID), criou-se uma Comissão Mista – formada por cinco consultores educacionais estadunidenses e outros cinco professores brasileiros –, para formular um conjunto de medidas visando ampliar a rede de ensino superior. Uma das medidas sugeridas pela Comissão, que compartilhava os mesmos pontos de vista de Atcon, consistia na modificação do vestibular. Como uma tentativa de resolver a “questão dos excedentes”, propunha-se que o exame fosse classificatório (e não eliminatório como era). Assim, na existência de vagas ociosas e recursos disponíveis, as instituições deveriam aproveitar todos os estudantes que tivessem concluído o nível secundário. Na mesma linha de propostas, insere-se o ciclo básico – segundo o qual as universidades receberiam uma maior quantidade de alunos em relação às vagas existentes, destinando, mediante nova seleção, os candidatos com menor aproveitamento para aqueles cursos que ainda tivessem postos vazios.

Um estudo posterior, intitulado “Relatório Meira Matos de 1967”, insistia sobre a insuficiência de recursos para concretizar a expansão desejada e, portanto, defendia a necessidade de racionalização e contenção dos investimentos. Segundo Carlos Martins, importa perceber que comparece no documento uma visão tecnicista sobre a educação, ao entender que os cursos e seus currículos deveriam ser pensados no sentido de se promover o desenvolvimento nacional – ou seja, enquanto *instrumentos* para o progresso¹⁴³. Já Marilena Chauí adverte quanto à postura autoritária do relatório, pois o mesmo refutava a idéia de autonomia universitária (dentro do documento, ela era entendida como uma possibilidade de se ensinar conteúdos considerados prejudiciais à ordem social)¹⁴⁴.

No ano seguinte, formou-se o “Grupo de Trabalho para a Reforma Universitária” que, dentro de trinta dias, deveria formular as diretrizes finais para a organização do campo universitário no Brasil. As recomendações redigidas foram institucionalizadas pela Lei nº 5.540, que ficou conhecida como Reforma de 1969. A partir de então, como argumenta Niuvenius Paoli, o sentido de reforma, destituído de seu conteúdo crítico, assumiu um caráter de operacionalização: “Assim, do ponto de vista legal, fechava-se o círculo em torno dos movimentos e encerravam-se as discussões sobre a substância da universidade, restando para reflexão apenas o como fazer para cumprir a legislação”¹⁴⁵.

Entre a série de propostas presentes na reforma, que visavam à redução do custo da matrícula adicional, podem ser citadas: a departamentalização; a matrícula por disciplina; a

¹⁴³ MARTINS, 1989, p.28-29.

¹⁴⁴ CHAUÍ, Marilena. **Escritos sobre a universidade**. São Paulo: Editora UNESP, 2001. p.47.

¹⁴⁵ PAOLI, Niuvenius J. Para repensar a universidade e a pós-graduação, 1985. In: MARTINS, Carlos Benedito. (Org.). **Ensino superior brasileiro: transformações e perspectivas**. São Paulo: Brasiliense, 1989. p.87.

instituição do curso básico; a unificação do vestibular por região (para uma mesma área, passou a ser aplicado um único exame) e o ingresso por classificação; e a fragmentação do grau acadêmico de graduação. Foi exposto acima o significado da modificação do vestibular e da instituição do curso básico. Já a última medida correspondeu à criação de cursos de menor duração, referentes a uma parcela da habilitação que o curso completo conferia. Com a departamentalização, por sua vez, extinguiu-se a cátedra (a unidade básica de organização da universidade), direcionando essa função para o departamento¹⁴⁶.

Contudo, no lugar de congregar professores de um determinado curso, o departamento alocava docentes por disciplina ou por áreas de conhecimento. Ainda que se tratasse de uma medida administrativa – cujo intuito era reverter a existência de disciplinas que ministravam os mesmos conteúdos, comum na antiga estrutura das faculdades –, tal mudança gerou outra consequência educacional: a perda de vínculo entre curso e departamento por parte do corpo docente. Isso porque os professores voltaram sua atenção para as necessidades específicas das componentes curriculares sob sua responsabilidade, perdendo a visão do curso como um todo.

Também a perspectiva do estudante foi fragmentada, por meio da instituição do regime de créditos. Segundo esse regime, os graduandos não mais se matriculariam em todo um conjunto de disciplinas – que compunham uma série –, mas em disciplinas isoladas, de acordo com os pré-requisitos determinados pelo estabelecimento de ensino e com os seus interesses pessoais (no caso das matérias eletivas). Como consequência, “[...] as suas sensações de ‘pertencimento’ se restringem a um espaço físico-temporal limitado, que é a existência de uma determinada disciplina, num determinado semestre”¹⁴⁷.

Especificamente no que tange ao ensino de Arquitetura e Urbanismo, Maria Amélia Leite defende que a departamentalização e o estabelecimento do regime de créditos acentuaram a fragmentação e a falta de integração entre as áreas do curso. No campo da Tecnologia – em que se encontra a cadeira de Estruturas –, essa situação teria sido agravada pelo fato de que o corpo docente e a bibliografia usada geralmente são provenientes de áreas afins – cujos interesses e afinidades nem sempre correspondem àqueles dos graduandos em Arquitetura¹⁴⁸.

Além de promover as diretrizes apresentadas, a Reforma de 1969 também fixou o tempo de duração e os conteúdos mínimos a serem observados quando da estruturação dos cursos de nível superior. No caso da Arquitetura, substituindo o Parecer de 1962, foi promulgada a Resolução nº 3 do Ministério da Educação e da Cultura, em 25 de julho de

¹⁴⁶ UIA, 1974, 45-47.

¹⁴⁷ PAOLI, 1989, p.90.

¹⁴⁸ LEITE, 2005, p.50-56.

1969, que continha a nova proposta curricular para a área. Na essência, porém, não surgiram diferenças substanciais em relação ao currículo de 1962, pois se mantiveram a mesma organização e os mesmos conteúdos como obrigatórios¹⁴⁹.

Por causa disso, Roberto Santos entende a proposta de 1969 enquanto um simples roteiro para a implantação de novos cursos – e não como um instrumento efetivo, responsável por garantir a qualidade do ensino –, na medida em que apenas forneceu uma lista dos conteúdos necessários à formação do arquiteto¹⁵⁰. Com o novo Currículo Mínimo, portanto, reafirmou-se a crença de que o sucesso do processo educacional depende da correta administração dessa lista de conhecimentos – em termos de encadeamento e duração das disciplinas. Constituindo-se como roteiro, o Currículo Mínimo pôde ser usado para a rápida proliferação das faculdades de Arquitetura e Urbanismo, que ocorreu durante a década de 1970 – como se verá a seguir.

O relatório do Grupo de Trabalho que deu origem à Reforma de 1969 reitera a questão da escassez de recursos financeiros para se realizar a expansão do ensino superior. Conforme o pensamento de Carlos Martins, o contínuo uso deste argumento contribuiria para, num momento posterior, evocar a participação da rede privada (cujos investimentos até o momento se concentravam no ensino de primeiro e de segundo graus), com o objetivo de atender à demanda existente. Além disso, pelo fato de ter permitido a fundação de estabelecimentos isolados, criou uma condição propícia justamente ao processo de privatização do ensino através desse tipo de instituições. A partir de então, surgem centenas de novos estabelecimentos isolados que dividem o espaço do campo educacional com apenas algumas dezenas de universidades¹⁵¹.

Afinal, como explica o mesmo autor, após algum tempo da implantação das medidas estipuladas pela reforma universitária, as instituições públicas ainda não haviam absorvido de forma significativa a demanda represada. Por outro lado, as instituições católicas – que surgiram na sociedade brasileira durante os anos 1940 e constituíam os exemplares do subcampo das escolas privadas no caso do ensino superior – mostravam-se reticentes em multiplicarem seus estabelecimentos. Desse modo, a iniciativa privada não confessional, ao perceber a hesitação da rede católica no atendimento às indicações favoráveis do governo para participar da expansão do ensino superior, começou a deslocar recursos para este nível de ensino, que representava uma boa oportunidade em termos de rentabilidade econômica. Para

¹⁴⁹ A nova proposta curricular continha uma divisão entre matérias básicas e profissionais – à semelhança do currículo anterior que distribuía as componentes entre culturais e instrumentais. Foram consideradas básicas: Matemática; Estatística; Física; Estética; História das Artes e da Arquitetura; Estudos Sociais; Desenhos e Outros Meios de Expressão; e Plástica. No segundo grupo, por sua vez, estavam: Teoria da Arquitetura; Arquitetura Brasileira; Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções; Sistemas Estruturais; Materiais de Construção; Instalações e Equipamentos; Higiene da Habitação; e Planejamento Arquitetônico. Cf. LEITE, 1998, p.210-212.

¹⁵⁰ SANTOS, 2002, p.101.

¹⁵¹ MARTINS, 1989, p.32.

justificar essa tese, Carlos Martins argumenta que o Conselho Federal da Educação (CFE) acatou vários pedidos de criação de novos cursos, oriundos principalmente da iniciativa privada não confessional. Em quatro anos (1968-1972), foram encaminhadas 938 solicitações para a abertura de novos cursos, das quais 759 obtiveram aprovação¹⁵².

O autor estabelece então uma diferenciação entre a presença da rede privada no Brasil até o final dos anos 1960 e o que chama de “novo” ensino privado. No primeiro caso, os estabelecimentos eram mantidos, em sua maioria, por universidades católicas, que objetivavam a reprodução de esquemas seculares de pensamento e de percepção do mundo. Assim, sua rentabilidade visava à satisfação das próprias necessidades materiais das escolas. Por outro lado, as instituições privadas que surgiram na década de 1970 passaram a organizar suas atividades acadêmicas com o intuito prioritário de obtenção de lucro. Desprovidas de uma ideologia educacional própria, tais instituições identificavam a “formação de recursos humanos” como seu papel – ou seja, a instrumentação do quadro técnico de que precisava o regime¹⁵³.

Importa perceber, contudo, que a privatização do ensino superior não ocorreu apenas no Brasil, mas foi um processo comum em toda a América Latina. Como explica Héliog Trindade, dois aspectos poderiam caracterizar a evolução do ensino superior latino-americano na segunda metade do século XX: massificação e privatização. O primeiro fenômeno traduz o rápido crescimento das matrículas nas escolas, enquanto o segundo expressa a tendência generalizada de expansão das instituições privadas nesses países¹⁵⁴.

A diferença reside nos momentos em que esses fatores passaram a ocorrer. Nos países de língua espanhola, por exemplo, a massificação inicial, a partir da década de 1960, foi empreendida pelas escolas públicas, sendo que, apenas nos últimos anos tem ocorrido o crescimento da rede privada. Já no Brasil, depois da constituição tardia das universidades (entre 1930 e 1970), o que se observa é uma grande expansão das instituições particulares, a ponto de inverter a relação global das matrículas (pública/privada): “[...] de 40% em 1960, o setor privado atinge 63% das matrículas em 1980 e a partir de 1994 atinge 65%, ficando, em consequência, o setor público reduzido a 35% dos estudantes”¹⁵⁵. Essa mesma situação é observada por Eunice Durham e Helena Sampaio:

O crescimento do setor privado constitui um fenômeno geral na América, apesar de não ter ocorrido, nos países analisados, nem na mesma época nem com a mesma

¹⁵² MARTINS, 1989, p.32-37.

¹⁵³ Ibid., p.39-40.

¹⁵⁴ TRINDADE, Héliog. As metáforas da crise: da universidade em ruínas às universidades na penumbra na América Latina. In: GENTILI, Pablo (org.). **Universidades na penumbra: neoliberalismo e reestruturação universitária**. São Paulo: Cortez, 2001. p.26.

¹⁵⁵ Ibid., p.29-30.

intensidade. Foi muito intenso no Brasil e na Colômbia nos anos 60 e 70. No Chile, Argentina e México, a expansão é mais recente, sendo característica do final dos anos 80 e 90. Essas diferentes ondas de expansão do setor privado são responsáveis pelo seu crescimento contínuo desde os anos 50 no conjunto da região¹⁵⁶.

Dessa forma, analisando as tendências de expansão do setor privado de ensino superior na América Latina, as autoras apontam a existência de três movimentos distintos: o primeiro refere-se ao surgimento (no caso brasileiro) ou consolidação (nos demais países) das universidades católicas; o segundo ocorre pela criação de instituições privadas de elite (no Brasil, a Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas e o Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro constituem exemplos); e o último período, que se intensifica a partir de meados do século XX, diz respeito às faculdades particulares voltadas para a absorção da demanda de ensino superior em grande escala.

Como as instituições confessionais representam uma diversificação pequena do sistema e as escolas privadas de elite são minoria, o terceiro tipo de iniciativa privada é que deve ser analisado com maior cuidado, segundo Durham e Sampaio. Afinal, pelo fato de se constituírem dentro e serem dependentes do mercado, introduzem uma nova relação nos modelos de ensino latino-americanos. Antigamente regulados pela Igreja, pelo Estado e pela comunidade acadêmica, a nova tensão que se estabelece é entre mercado e Estado. E, como o setor empresarial não depende de financiamento público, as autoras avaliam que aquele adquire maior controle que este sobre a organização do campo escolar¹⁵⁷.

Assim, entre 1955 e 1975, no Brasil, a rede privada deixa de ser paralela – com *status* e funções similares às do setor público –, adquirindo um caráter próprio, complementar às instituições públicas. Para se ter idéia das dimensões alcançadas por essa massificação do ensino superior de que falam os autores, apresentamos algumas análises quantitativas. Em relação especificamente ao ensino de Arquitetura e Urbanismo, observa-se que as taxas de crescimento têm-se mantido constantes, sendo que a expansão das escolas ocorreu da seguinte forma (Gráfico 1): enquanto entre 1974 e 1994 (após 20 anos), houve um aumento de 157% (de 28 cursos, passou-se para 72); entre 1994 e 2010 (durante um período menor, de 16 anos), o acréscimo resultante foi de 178% (das 72 escolas existentes em 1994, hoje são 200).

A distribuição geográfica dessas instituições, por região, também passou por mudanças no decorrer do tempo, conforme pode ser visualizado nos mapas que seguem (Figuras 69 a 71). Durante um primeiro período de expansão (entre 1974 e 1994), houve um crescimento da porcentagem de cursos localizados nas regiões Norte e Sul, com

¹⁵⁶ DURHAM; SAMPAIO, 2000, p.12.

¹⁵⁷ Ibid., p.30-32.

consequente redução relativa do número de escolas presentes nas demais regiões. Já na segunda etapa (de 1994 a 2010), a proporção aumentou nas regiões Centro-Oeste, Norte e, sobretudo, Sul, com relativo declínio da participação relativa das regiões Nordeste e Sudeste, em relação ao primeiro momento.

Gráfico 1 – Evolução dos cursos de Arquitetura ao longo do tempo
Fonte: CEAU, 1994; ABEA, 2008; INEP, 2010. Organizado pela autora.

Figura 69 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 1974
Fonte: CEAU, 1994. Organizado pela autora.

Figura 70 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 1994
Fonte: CEAU, 1994. Organizado pela autora.

Figura 71 – Distribuição dos cursos por estados e por região em 2010
Fonte: ABEA, 2008; INEP, 2010. Organizado pela autora.

Contudo, analisando o Gráfico 2, que contém as linhas de crescimento absoluto desses cursos por região, é possível depreender que Centro-Oeste, Nordeste e Norte passaram por uma expansão gradual, ao passo que no Sul e no Sudeste, principalmente durante a segunda fase, o aumento seguiu uma linha com maior inclinação e, portanto, foi mais acentuado. Atualmente os 200 cursos brasileiros de Arquitetura e Urbanismo¹⁵⁸ estão distribuídos da seguinte forma: 14 (7%) no Norte, 27 (13,5%) no Nordeste, 18 (9%) no Centro-Oeste, 94 (47%) no Sudeste e 47 (23,5%) no Sul.

Gráfico 2 – Crescimento dos cursos de Arquitetura por região
Fonte: CEAU, 1994; ABEA, 2008; INEP, 2010. Organizado pela autora.

¹⁵⁸ De acordo o que foi explicado na Introdução deste trabalho, a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA) apontava, em 2008, a existência de 183 cursos de Arquitetura e Urbanismo, distribuídos por todo o país. Cf. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARQUITETURA. Disponível em: <<http://www.abea-arq.org.br/cursos.html>>. Acesso em: 16 out. 2008. Pelo portal INEP, foram identificadas outras 17 escolas superiores de Arquitetura e Urbanismo, integralizando um total de 200 cursos brasileiros. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

Diante desse quadro, Edgar Graeff compreende o “milagre da multiplicação das matrículas”, decorrente da reforma universitária imposta pelo governo em 1969, como um aspecto negativo. Isso porque o salto quantitativo – em meados de 1960, as escolas superiores brasileiras matriculavam aproximadamente 70 mil alunos, ao passo que, no final de 1970, a oferta de matrículas atingia a ordem de 1,4 milhão – não foi acompanhado por uma preparação qualitativa, em termos de instalações físicas, equipamentos ou qualificação docente¹⁵⁹. Quer dizer: passou a existir um quadro claro de precarização do ensino de um modo geral; daí é possível explicar as percepções de “déficit” e de “formação deficitária” em relação ao ensino de Arquitetura e Urbanismo especificamente.

A União Internacional dos Arquitetos (UIA) também aborda o fenômeno da proliferação das escolas superiores durante os anos 1970, quando a insatisfação em relação ao número de vagas disponíveis – usada para justificar as medidas adotadas pelo acordo MEC-USAID – foi substituída pelo descontentamento quanto ao grande número de escolas autorizadas a entrarem em funcionamento pelo Conselho Federal de Educação¹⁶⁰. É o que confirma a análise de alguns depoimentos presentes no II Inquérito Nacional de Arquitetura em relação às transformações vivenciadas pela categoria entre as décadas de 1960 e 1980:

Como decorrência da política de expansão quantitativa do estudantado universitário, multiplicou-se por cinco o número de profissionais disponíveis no mercado; com a redução drástica da qualidade de ensino ocorrida no mesmo período, aliada ao exemplo autoritário, ilegal, corrupto, desnacionalizante, expresso pela ação dos dirigentes, colocou-se no mercado um bando de profissionais desinformados cultural e tecnologicamente, individualistas e aéticos; alguns por sensibilidade e virtude pessoais estão se debatendo no cotidiano para encontrar, de forma autodidata, meios para suprir e corrigir essas deficiências; e serão esses que renovarão os quadros para as novas produções e eficiente direção da categoria profissional no futuro¹⁶¹.

Em primeiro lugar, [ocorreu] uma transformação quantitativa. Das sete faculdades de arquitetura do início dos anos sessenta, onde talvez não existisse mais do que 1.500 estudantes, passamos a quase 50 faculdades e cerca de quase 15.000 estudantes, no início dos anos oitenta.

Resultado da proliferação das escolas a partir do acordo MEC-USAID, este crescimento marcou fortemente não só a nossa categoria profissional, mas todas as categorias profissionais de nível superior.

Em segundo lugar, e estreitamente ligado ao processo de crescimento quantitativo, está o rebaixamento do nível qualitativo da formação profissional e suas inevitáveis conseqüências sobre a atuação dos arquitetos na produção do espaço habitado¹⁶².

Na mesma linha de argumentação, Roberto Santos defende que, apesar das universidades públicas não terem sido privatizadas, o governo militar, responsável por

¹⁵⁹ GRAEFF, 1995, p.14.

¹⁶⁰ UIA, 1974, p.48.

¹⁶¹ BRITTO, Alfredo apud FAERSTEIN, Eliane; CASTRO, Jorge; MONARCHA, Sandra. (Orgs.). **II Inquérito nacional de arquitetura**: depoimentos. Rio de Janeiro: Editores Associados; IAB/RJ, 1982. p.18.

¹⁶² BURMEINSTER, Fernando apud Ibid., p.63.

implementar a Reforma de 1969, impulsionou a fundação de estabelecimentos particulares de ensino superior nos moldes empresariais – pois o objetivo das diretrizes era a redução de custos e não necessariamente a melhoria das condições de oferta de ensino¹⁶³. Também João Marcos Lopes critica o modelo introduzido pela reforma, por ter reduzido o envolvimento da universidade em debates de cunho político: a partir da adoção das medidas previstas no Plano Atcon, a ação dos estabelecimentos de ensino superior ficou adstrita às questões de ordem técnica, ou seja, à produção e instrumentação de um conhecimento útil às demandas de abertura ao capital estrangeiro da política econômica ditatorial¹⁶⁴.

Assim, o que parece ficar mais claro sobre a questão da deficiência do processo de formação dos arquitetos, identificada pela literatura, é que ela se intensificou nesse momento. Afinal, de algumas instituições mal-estruturadas (inicialmente limitadas a um ensino de caráter artístico ou técnico e, a partir de meados dos anos 1940, à transmissão de uma somatória desses conteúdos), passou-se para uma situação em que existem duas centenas de escolas que formam milhares de profissionais sob essas mesmas condições. Talvez seja por causa dessa expansão desenfreada que se começou a questionar novamente os modelos de ensino empregados. *Como fazer para reverter esse quadro?* Além da implantação de experiências didáticas diferenciadas em algumas dessas instituições (como analisado anteriormente), a solução geral foi apostar na regulamentação.

4.4 Após a expansão, a regulamentação

Diversos autores, conforme exposto, responsabilizam a reforma universitária de 1969, implantada durante o regime militar, pela precarização das condições de ensino superior no Brasil, em virtude do fomento concedido à proliferação de cursos, sem a correspondente garantia de adequadas condições de infra-estrutura e de capacitação dos professores que seriam necessárias. Diante disso, em diferentes momentos, o campo da Arquitetura procurou se mobilizar no sentido de buscar modificar a situação precária então surgida.

A primeira etapa de discussões ocorreu entre os anos 1974 e 1981, dentro de um período de maior abertura democrática no país. Inicialmente, destaca-se a iniciativa do Ministério da Educação e da Cultura que, através da Portaria Ministerial nº 699, de 18 de dezembro de 1973, determinou a criação da primeira Comissão de Ensino de Arquitetura e

¹⁶³ SANTOS, 2002, p.105.

¹⁶⁴ LOPES, J. M. A. **Tecnologia**: arquitetura e urbanismo: escola & ofício. 1999. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

Urbanismo (CEAU), com o objetivo de planejar e supervisionar as Instituições de Ensino Superior (IES) destinadas à formação desses profissionais. Assim, entre 1974 e 1978, a CEAU empreendeu visitas às escolas e realizou reuniões de avaliação sobre aspectos gerais e específicos referentes à situação do ensino no setor. Dessas ações, resultou a elaboração de relatórios e de recomendações enviadas ao Departamento de Assuntos Universitários (DAU) do MEC para a correção das carências identificadas em alguns dos estabelecimentos e cursos¹⁶⁵.

Paralelamente à CEAU, também em 1973, formou-se a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura (ABEA) – entidade cujo propósito inicial consistia na elaboração de um diagnóstico sobre as condições de formação dos profissionais, a partir da realização de encontros regionais e nacionais e da criação das Comissões de Avaliação de Ensino (CAE). As CAE, por sua vez, promoveram um levantamento sobre as 30 escolas de Arquitetura brasileiras existentes, comparando-as quanto à sua organização didática, metodologia de ensino empregada, elenco de disciplinas e conteúdos¹⁶⁶.

Já em 1976, foram organizados quatro encontros regionais, preparatórios para a reunião anual da ABEA do ano seguinte. Nessa ocasião, redigiu-se a “Carta de Ouro Preto” – documento que sugeria uma consulta aos cursos de Arquitetura em relação à versão preliminar proposta para um novo currículo mínimo da área. Em dezembro de 1979, ocorreu outro encontro da ABEA em nível nacional, que reuniu, além da Associação, membros do IAB e da Federação Nacional dos Arquitetos (FNA), bem como representantes docentes e discentes da maioria dos cursos do país. O aumento da participação nesse evento pode ser justificado pelo fato de que, finalmente, foram estipuladas as diretrizes básicas para a elaboração de uma nova proposta curricular, encaminhada ao MEC. Contudo, apesar das expectativas dos participantes da reunião, não ocorreu efetivamente a reformulação legal do currículo.

No que tange à atuação da CEAU, em 1981, quando a Comissão contava com diferente composição, destaca-se o desenvolvimento do Programa Integrado de Melhoria do Ensino de Graduação em Arquitetura (PIMEG-ARQ)¹⁶⁷. Entre 1986 e 1987, a CEAU produziu outros relatórios, que abrangiam temas gerais como: acesso ao ensino superior, autonomia universitária, relacionamento escola/comunidade e carreira docente. Contudo, a paralisação dos trabalhos das Comissões de Especialistas – encarregadas pela supervisão do

¹⁶⁵ COMISSÃO DE ESPECIALISTAS EM ARQUITETURA E URBANISMO. **Ensino de arquitetura e urbanismo**: condições e diretrizes. Brasília: SESu/MEC, 1994. p.15-17.

¹⁶⁶ SANTOS, 2002, p.118-119.

¹⁶⁷ Os objetivos desse Programa eram os seguintes: fornecer treinamento em serviço ao corpo docente, mediante a realização de cursos e de encontros; promover o intercâmbio entre as escolas em relação a professores, produção científica e material didático; estabelecer uma rede funcional de bibliotecas em âmbito nacional; e aperfeiçoar as condições de oferta de instalações físicas e de equipamentos aos alunos, através do uso compartilhado de laboratórios e oficinas. Ver: CEAU, op. cit., p. 17.

ensino superior brasileiro entre as diversas áreas de conhecimento – em todo o país em 1987, interrompeu esse e os demais programas que estavam em desenvolvimento. Assim, nos anos seguintes, coube somente à ABEA a responsabilidade pelo acompanhamento da área, com a promoção dos chamados Encontros Nacionais de Ensino de Arquitetura – ENSEA – e Congressos Nacionais de Ensino de Arquitetura – CONABEA.

A década de 1990, por sua vez, caracterizou-se pela retomada do papel regulatório do Estado sobre a educação. Nesse contexto, no final de 1992, motivados por manifestações favoráveis aos trabalhos de acompanhamento dos cursos, a Secretaria de Educação Superior (SESu) e o MEC decidiram recriar as Comissões de Especialistas de Ensino que se encontravam desativadas. Foi quando, em 29 de janeiro de 1993, fundou-se uma nova CEAU, com o intuito de prestar assessoria à SESu e ao MEC. A primeira medida adotada pela Comissão consistiu na elaboração de estudos sobre os cursos existentes no país, a partir de documentos secundários fornecidos por diferentes entidades, com destaque para o inventário realizado pela ABEA, através do levantamento das CAE¹⁶⁸.

Considerando o quadro delineado por esses estudos e que resultou na apresentação de um relatório pela CEAU, definiu-se como prioridade de ação para o ano seguinte a organização de cinco *Seminários Regionais sobre Acompanhamento Institucional do Ensino de Arquitetura e Urbanismo*, realizados entre maio e agosto de 1994¹⁶⁹. O intuito desses encontros era incentivar a discussão sobre o ensino, com o envolvimento de representações docentes e discentes das várias escolas brasileiras.

As questões desenvolvidas durante os seminários confirmaram o diagnóstico preliminar presente no Relatório de 1993, em que a CEAU, retomando a questão da rápida proliferação das escolas de Arquitetura e Urbanismo após os anos 1970, identificou nessa expansão a ocorrência do fenômeno do “barateamento dos cursos”. Ou seja, depois da reforma universitária, novas faculdades passaram a ser autorizadas e credenciadas para funcionamento, sem que fosse assegurada a existência de condições adequadas de espaço físico e de infra-estrutura.

Portanto, segundo a Comissão, o problema estaria não na quantidade, mas na qualidade dos cursos criados e da formação por eles oferecida. Além disso, a CEAU aponta a nova distribuição geográfica dos cursos, decorrente dessa tendência de criação de faculdades, como um fator positivo, na medida em que significou crescimento de atuação naquelas regiões carentes de profissionais:

¹⁶⁸ CEAU, 1994, p.9.

¹⁶⁹ Os seminários foram realizados em Natal (3 a 5 de maio), Cuiabá (26 a 28 de maio), Porto Alegre (15 a 17 de junho), Vitória (9 a 11 de agosto) e São Paulo (23 a 26 de agosto). Cf. Ibid., p.79-117.

No período de 1974 a 1989, quando aumentaram em 61%, o número de cursos, este crescimento se deu através de grande concentração nas regiões Sudeste e Sul, enquanto que o crescimento que vem se verificando nos últimos cinco anos (89-94, 71,5%) apresenta uma distribuição geográfica mais equilibrada, com a abertura de cursos em outras regiões do Brasil, o que representa um fator positivo no sentido de suprir a carência de profissionais existente na maior parte dos municípios brasileiros¹⁷⁰.

Entre as deficiências existentes nas instituições, foram enumeradas: a limitação da formação dos estudantes a aulas de aporte teórico; a inexistência ou dificuldade de acesso por parte dos alunos aos laboratórios de experimentação construtiva, gráfica e projetual; a concepção de que a atividade de projeto se restringe ao desenvolvimento de pranchas de desenho; a carência do acervo bibliográfico; a falta de acesso a computadores; e, por fim, o baixo nível de qualificação dos professores. Com relação aos dois primeiros itens, considerou-se que um dos problemas fundamentais quanto à educação de arquitetos e urbanistas reside na dissociação existente entre o ensino de projeto e o ensino da construção. Isso porque, “a atividade de construção faz parte do ‘métier’ do arquiteto, de suas atribuições legais¹⁷¹ e de sua história como profissão”¹⁷².

Em virtude disso, durante os seminários, foi desenvolvido o argumento de que a falta de laboratórios dedicados à realização de experimentações construtivas – tais como os de materiais, estruturas, controle do ambiente e maquetaria –, assim como dos espaços dedicados à experimentação plástica e projetual, compromete uma adequada formação dos futuros profissionais. Desse modo, a Comissão, em 1994, tal qual os participantes do 1º Encontro de Professores de Estrutura de 1974, passou a defender que determinadas matérias do currículo, devido às habilidades que pretendem desenvolver, requerem a existência de seus respectivos espaços especializados para a realização de atividades práticas¹⁷³.

Além disso, em função da identificação de tantas deficiências, preconizou-se a necessidade de revisão do Currículo Mínimo de 1969 – recuperando, portanto, as discussões iniciadas no final dos anos 1970, durante as reuniões anuais promovidas pela ABEA. O intuito dessa revisão era reafirmar as atribuições profissionais, através do estabelecimento dos

¹⁷⁰ CEAU, 1994, p.11.

¹⁷¹ A Lei nº 5.194 de 1966, que regulava o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo, na seção IV, artigo 7, estabelece como atribuições desses profissionais: o desempenho de cargos, funções e comissões em entidades estatais, paraestatais, autárquicas e de economia mista e privada; o planejamento ou projeto, em geral, de regiões, zonas, cidades, obras, estruturas, transportes, explorações de recursos naturais e desenvolvimento da produção industrial e agropecuária; a realização de estudos, projetos, análises, avaliações, vistorias, perícias, pareceres e divulgação técnica; o ensino, pesquisa, experimentação e ensaios; a fiscalização de obras e serviços técnicos; a direção de obras e serviços técnicos; a execução de obras e serviços técnicos; e a produção técnica especializada, industrial ou agropecuária. Ver: BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 1966. (grifo nosso). A Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010 – que, como vimos, passou a regular o exercício da profissão de Arquitetura – manteve essas mesmas atribuições.

¹⁷² CEAU, op. cit., p.27.

¹⁷³ Ibid., p.28.

conteúdos obrigatórios à formação dos arquitetos e urbanistas e da especificação quanto aos espaços físicos e equipamentos apropriados para sua prática.

Dentro desse contexto, as questões desenvolvidas pelas escolas e apresentadas durante os encontros regionais foram sintetizadas num primeiro documento, apresentado durante o *Seminário Nacional de Avaliação do Ensino de Arquitetura e Urbanismo*, realizado na UnB, em setembro de 1994. Após o encontro, coube à CEAU a responsabilidade por elaborar a redação final da proposta de novas diretrizes curriculares que, submetida à apreciação do Ministro da Educação e do Desporto, resultou na Portaria nº 1.770, de 21 de dezembro de 1994.

Assim como o currículo de 1969, também a nova proposta conservou uma divisão entre matérias de fundamentação e profissionais, acrescentando-se uma terceira etapa para a educação em Arquitetura e Urbanismo: o desenvolvimento do Trabalho Final de Graduação (TFG). Seu intuito era o de avaliar a qualificação dos formandos em relação aos vários aspectos do curso, antes de lhes ser concedido acesso ao exercício profissional. Desse modo, uma prática que, segundo Roberto Santos, já estava sendo realizada dentro de várias escolas brasileiras foi definitivamente incorporada pela legislação¹⁷⁴.

Outra modificação consistiu na inclusão, dentro dos conteúdos considerados básicos para a formação dos arquitetos, de matérias anteriormente ministradas apenas nos currículos plenos das escolas, quais sejam: Técnicas Retrospectivas, Conforto Ambiental, Topografia e Informática. Já a nomenclatura de algumas disciplinas foi atualizada: Higiene e Saneamento, por exemplo, transformou-se em Planejamento Urbano e Regional; enquanto aos Estudos Sociais, foi acrescentada a conotação de “Ambientais”; e a matéria de Tecnologia da Construção englobou a de Instalações Prediais.

Por outro lado, verifica-se que ocorreu a supressão das matérias de Matemática e Física, a partir da definição de que os conteúdos necessários à formação da categoria são de 2º grau, devendo ser readequados dentro das disciplinas profissionais (tais como: Conforto Ambiental, Sistemas Estruturais, Tecnologia da Construção e Projeto). A decisão pela exclusão dessas matérias do Currículo Mínimo derivou da análise dos roteiros enviados aos cursos, em etapa prévia à realização dos Seminários Regionais pela CEAU, em que se tratou da questão da evasão escolar e da retenção dos alunos. Isso porque foi constatado que ocorria uma expressiva retenção dos graduandos nas escolas justamente por serem reprovados nessas matérias. Contudo, ao contrário do que uma impressão inicial pudesse sugerir, tal fato decorria não da falta de aptidão dos estudantes para os conteúdos ministrados, mas da

¹⁷⁴ SANTOS, 2002, p.130.

inadequabilidade dos métodos de abordagem utilizados – pois, por exemplo, no caso das componentes que se utilizavam da Matemática e da Física como instrumental básico (como aquelas da sequência de Estruturas), os índices de reprovação eram baixos. Desse modo, optou-se por integrar os conteúdos matemáticos e físicos nas disciplinas profissionais¹⁷⁵.

As várias deficiências das instituições, identificadas durante a realização dos Seminários Regionais e do Seminário Nacional em 1994, procuraram ser solucionadas pela nova proposta curricular. Nesse sentido, o artigo 7 da Portaria nº 1.770 estipulou a necessidade de manutenção, por parte dos cursos, de um acervo bibliográfico de, no mínimo, 3 mil títulos de obras de Arquitetura e Urbanismo e de referência às matérias correlatas, além de periódicos especializados e textos legislativos sobre a profissão. A criação da disciplina de Informática, por sua vez, pode ser vista como uma tentativa de se garantir a aproximação dos graduandos aos recursos computacionais e de atualização do ensino nesse campo.

Com relação ao problema da falta de laboratórios, ficou determinado, a partir do quinto artigo do Currículo Mínimo que, para as matérias profissionais que precisam de espaços e equipamentos especializados – Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; Conforto Ambiental; Topografia; Informática aplicada à Arquitetura e Urbanismo –, é dever das instituições fornecer e disponibilizar laboratórios, maquetarias e salas de projeto, equipados com os instrumentos e materiais correspondentes¹⁷⁶.

Refletindo sobre a conjuntura brasileira durante o período de promulgação do novo Currículo Mínimo, Maria Amélia Leite examina que sua formulação ocorreu dentro de uma proposta de revisão do ensino superior em geral, na medida em que foi marcada pelas deliberações contidas na Constituição Federal de 1988, originárias do processo de aprovação e de implantação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) em 1996, bem como esteve caracterizada pelas discussões acerca da instalação de um Sistema Nacional de Avaliação de Cursos de Graduação por parte do MEC¹⁷⁷.

É o que também analisam Robert Verhine, Lys Dantas e José Francisco Soares. Segundo os autores, o processo iniciou-se em novembro de 1995 – um ano após a definição do Currículo Mínimo dos cursos de Arquitetura e Urbanismo pela Portaria nº 1.770 –, através da aprovação da Lei nº 9.131, que criou o Exame Nacional de Cursos (ENC), a ser aplicado a todos os concluintes dentro das áreas de conhecimento estipuladas. Outras regulamentações deram origem ao Censo de

¹⁷⁵ CEAU, 1994, p.29-30.

¹⁷⁶ Ibid., p.70.

¹⁷⁷ LEITE, 1998, p.230-232.

Educação Superior e a Avaliação das Condições de Ensino (ACE), com o propósito de realizar visitas de comissões externas às instituições para a aplicação de questionários e verificação *in loco* das reais condições de funcionamento das escolas – em termos de currículo, da qualificação docente, das instalações físicas e do acervo das bibliotecas. Contudo, a ênfase desse sistema incidiu sobre o ENC – popularmente conhecido como “Provão”¹⁷⁸.

Ainda conforme Verhine, Dantas e Soares, o surgimento do Provão, durante a gestão de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), deve ser entendido dentro de um contexto internacional marcado pela globalização¹⁷⁹ e pelo neoliberalismo¹⁸⁰, em que o ensino superior assumiu aspectos de massificação e diversificação. Eunice Durham e Helena Sampaio explicam que os anos 1980 inauguraram justamente uma nova fase para os sistemas de ensino superior dos países latino-americanos, segundo duas vertentes: a primeira refere-se à consolidação da participação ampliada do ensino superior privado, como anteriormente analisado; e, a segunda, à redefinição, nos diferentes países, da relação do Estado com os respectivos sistemas nacionais de ensino, mediante uma maior flexibilização¹⁸¹. Já de acordo com Hégio Trindade, ocorreu na Inglaterra, sob a administração de Margareth Thatcher (1979-1990), o início da implantação de políticas no campo do ensino superior responsáveis por impor hierarquias no interior e entre as universidades, por meio de processos de avaliação¹⁸².

Condizendo com essa perspectiva, o governo brasileiro empreendeu uma política de “gerenciamento à distância”, objetivando assegurar a qualidade do ensino mediante a realização de processos de avaliação, em substituição às ações de intervenção e de controle direto próprias de períodos anteriores – como na Era Vargas (1930-1954), por exemplo. Desse modo, a partir da Lei nº 9.131, tornou-se obrigatória a renovação periódica do reconhecimento dos cursos de graduação pelo Conselho Nacional de Educação (CNE). Através do Decreto nº 3.860, aprovado em 9 de julho de 2001, por sua vez, ocorreu uma transferência da avaliação das condições de ensino da

¹⁷⁸ VERHINE, Robert Evan; DANTAS, Lys Maria Vinhaes; SOARES, José Francisco. Do Provão ao ENADE: uma análise comparativa dos exames nacionais utilizados no ensino superior brasileiro. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v.14, n.52, jul./set. 2006. p.293-294.

¹⁷⁹ A partir das últimas décadas do século XX, principalmente com a derrocada do bloco socialista em 1991 e com o advento da *internet* – rede mundial de computadores –, a comunicação e interdependência internacionais foram acentuadas a ponto do mundo funcionar como um sistema global. O elemento fundante desse sistema é o entrelaçamento dos interesses em todos os níveis: políticos, econômicos e culturais. Ver: COTRIM, 1999, p. 469-470.

¹⁸⁰ Com a globalização, preconizou-se a necessidade do desenvolvimento de regimes econômicos mais flexíveis. Nesse sentido, contrapondo-se ao modelo anterior intervencionista, os governos dos países assumiram a doutrina neoliberal, centrada na idéia da desregulamentação dos mercados, na abertura comercial e financeira e na redução do papel do Estado. Assim, admitem-se intervenções estatais para promover reformas que se dêem neste sentido, como a privatização dos serviços públicos – e sua conseqüente transferência para instituições privadas – e a flexibilização das relações trabalhistas. Cf. NEGRÃO, J. J. O. O governo FHC e o neoliberalismo. Disponível em: <http://www.pucsp.br/neils/downloads/v1_artigo_negrao.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2010.

¹⁸¹ DURHAM; SAMPAIO, 2000, p.22.

¹⁸² TRINDADE, 2001, p.17.

SESu/MEC para o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Ambas as legislações estipulavam que, para deliberar a respeito do reconhecimento e credenciamento dos cursos, deveriam ser considerados os resultados dos relatórios dos especialistas e do Provão. Tais determinações foram ratificadas pela LDB de 1996.

Contudo, essas determinações legais não foram capazes de assegurar sua real implementação, à medida que, apenas em situações excepcionais, as instituições perderam credenciamento, enquanto o processo de credenciamento periódico não foi concretizado¹⁸³. Em virtude disso, Héglio Trindade considera que o ENC se constituiu mais como um instrumento de classificação que da melhoria do ensino de graduação, tornando-se, em médio prazo, uma ferramenta de legitimação, fornecida pelo MEC, para qualificar as instituições privadas¹⁸⁴.

Ainda com relação ao Provão, durante a campanha presidencial de 2002, debateu-se sobre a possibilidade de modificar esse exame. Assim, com a posse de Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2006), a administração de seu governo anunciou a instituição de uma comissão para sugerir mudanças ao sistema de avaliação vigente. Isso porque, sensível ao modelo dito neoliberal atrelado à avaliação, criticava a utilização do ENC enquanto instrumento para medida de qualidade do ensino. Dessa maneira, já durante a aplicação do Provão em 2003, o INEP inseriu duas alterações com o intuito de endereçar as críticas apontadas: uma delas consistiu na publicação dos resultados obtidos pelos cursos em ordem alfabética – substituindo a classificação crescente que criava um “ranking” das escolas –; a segunda introduziu a média absoluta das áreas de conhecimento – antes relativa, baseada na curva normal – como um dos resultados¹⁸⁵.

Em abril de 2004, por outro lado, foi promulgada a Lei 10.861, constituindo um novo processo avaliativo, substituto do ENC. Denominado de Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), o processo compunha-se de três partes: avaliação institucional, avaliação de curso e avaliação dos alunos – mediante a realização do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE). Também se criou a Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES)¹⁸⁶.

Conforme Verhine, Dantas e Soares, o principal ponto divergente entre o sistema antigo e o atual se relaciona à mudança de objetivo do ENADE: o foco atual pretende, através de uma análise comparativa, verificar o desempenho dos estudantes e das instituições – e não constituir-se como um mecanismo de regulação. Nesse contexto, como aspectos positivos, os autores

¹⁸³ VERHINE; DANTAS; SOARES, 2006, p.294.

¹⁸⁴ TRINDADE, op. cit., p.31.

¹⁸⁵ VERHINE; DANTAS; SOARES, op. cit., p.294-295.

¹⁸⁶ Cf. BRASIL. Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 abr. 2004.

destacam: a inserção de questões gerais nas provas, comum para todos os campos de conhecimento; a possibilidade do estabelecimento de novos parâmetros comparativos pela existência de um indicador de diferença de desempenho – tanto entre ingressantes e concluintes em uma mesma aplicação, quanto entre ingressantes em um ano x e concluintes em um ano $x+3$; e a existência de análise cruzada entre esse indicador e os demais fatores que compõem o perfil do alunado – através do preenchimento, em paralelo, de questionários pelos estudantes e pelos coordenadores dos cursos avaliados¹⁸⁷.

Porém, os autores também reconhecem a existência de características negativas. A primeira delas remete-se às dificuldades criadas para se analisar as diferenças entre ingressantes e concluintes, pois foi adotada uma nota única para ambas as categorias. Além disso, ao se criar um componente de verificação da formação geral, o estabelecimento de um padrão mínimo por campo de conhecimento ficou comprometido. Por outro lado, em virtude da atribuição de uma nota final às instituições, o objetivo inicial de eliminação da concorrência entre as escolas não pôde ser atingido.

Paralelamente à instauração de um sistema de avaliação do ensino superior no Brasil, devido à sanção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira em 1996, iniciou-se, no período, um processo de revisão das determinações curriculares dos cursos. Isso porque, a partir da LDB, estabeleceu-se que os “Currículos Mínimos” deveriam ser substituídos por “Diretrizes Curriculares”. Em função disso, em 1997, o MEC convocou as diversas áreas do ensino superior para elaborarem suas respectivas propostas.

No caso da Arquitetura e Urbanismo, formou-se um grupo de trabalho – constituído por representantes do CONFEA, da ABEA e da FENEA (Federação Nacional de Estudantes de Arquitetura e Urbanismo) –, responsável por organizar encontros nacionais de discussão sobre uma proposta coletiva para a área. Realizados entre fevereiro e maio de 1998, nas cidades de São Paulo, Brasília, Porto Alegre e Recife, as contribuições desses eventos originaram a redação da Resolução das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Arquitetura e Urbanismo, protocolada no MEC ainda em 1998. A proposta encaminhada tramitou no Conselho Nacional de Educação (CNE) durante vários anos, sendo finalmente aprovada pela Resolução nº 6, de 2 de fevereiro de 2006¹⁸⁸.

A nova regulamentação – que revogou a Portaria nº 1.770 de 1994 – manteve a divisão do processo de formação dos arquitetos e urbanistas em três partes: Núcleo de

¹⁸⁷ VERHINE; DANTAS; SOARES, 2006, p.306.

¹⁸⁸ Sobre o processo, Cf. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO. **Proposta de atualização dos perfis da área e padrões de qualidade**. Brasília: ABEA, 2009.

Conhecimentos de Fundamentação, Núcleo de Conhecimentos Profissionais e Trabalho Final de Curso¹⁸⁹. A diferença, portanto, centrou-se na transformação do conceito de “matérias” – ligado à idéia de conteúdos curriculares obrigatórios, a serem distribuídos em disciplinas – para o de “núcleo de conhecimentos” – mais flexível e conectado com a noção de áreas de saber importantes para a formação.

Além dessa mudança de cunho conceitual, outra inovação presente na Resolução de 2006 diz respeito ao estabelecimento do estágio curricular supervisionado como conteúdo obrigatório – questão discutida desde a reunião nacional da ABEA de 1978. Observa-se também, enquanto postura inovadora contida nas Diretrizes Curriculares, o incentivo à realização de atividades complementares pelos alunos, expandindo a noção de formação para além do cumprimento de grades curriculares. Seguindo essa mesma linha de raciocínio e a exemplo do Currículo Mínimo de 1994, encontra-se a proposta de diversificação dos recursos didáticos a serem empregados pelas escolas. Contudo, no lugar de fixar a obrigatoriedade dos conteúdos e de seus respectivos espaços especializados para a realização de atividades de experimentação prática – como ocorria na Portaria nº 1.770 –, a nova legislação transferiu tal responsabilidade para as próprias instituições, mediante a elaboração de seus projetos pedagógicos.

Fazendo um balanço das Diretrizes Curriculares, é possível apontar, como aspecto positivo, a tentativa de reversão da noção de currículo enquanto uma grade de disciplinas – já combatida por Roberto Santos e Maria Amélia Leite –, através do estabelecimento de objetivos e metas de ensino em substituição à definição de conteúdos mínimos. Assim, dotar o Currículo Mínimo da condição de Diretrizes Curriculares constitui um avanço no sentido de reconhecer a validade de interpretações diferentes do receituário curricular. Desse modo, ao contrário do determinado em 1994, a legislação mais recente concede autonomia de decisão às instituições no que concerne à elaboração de suas propostas de ensino.

Em contrapartida, embora a proposta de autonomia possa ser classificada como um aspecto positivo, por traçar padrões de ensino, sem criar os correspondentes recursos que permitam a verificação dos parâmetros de aprendizagem – pois os aspectos quantitativos da antiga Portaria (como a relação de alunos por professores) e a obrigatoriedade dos

¹⁸⁹ O primeiro núcleo ficou responsável por fornecer o embasamento teórico para a formação do futuro profissional, sendo composto pelas seguintes áreas: Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos; Estudos Ambientais; Desenho e Meios de Representação e Expressão. Já o segundo é formado por campos de saber destinados à caracterização da identidade profissional: Teoria e História da Arquitetura, do Urbanismo e do Paisagismo; Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; Conforto Ambiental; Técnicas Retrospectivas; Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo; e Topografia. Cf. BRASIL. Resolução nº 6, de 02 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 fev. 2006. Seção 1, p. 36-37.

equipamentos especializados deixaram de fazer parte do texto –, a Resolução de 2006 também não assegura condições adequadas para o desempenho das escolas. A partir de então, o processo de avaliação passou a ser responsabilidade exclusiva do ENADE.

Uma tentativa de modificar essa situação consistiu na realização, em novembro de 2008, do *Encontro sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo* pela ABEA, cujo tema central de discussão incidiu sobre a atualização do documento elaborado pela CEAU em 1994, que definia os perfis da área e seus padrões de qualidade. Aprovadas por representantes de mais de cinquenta Instituições de Ensino Superior da área, as indicações para a atualização desse documento foram sistematizadas, encaminhadas para apreciação e aprovadas durante o Congresso Nacional da ABEA, realizado na cidade de Brasília, em novembro de 2009.

Ou seja, ainda que os padrões estabelecidos não sejam mais obrigatórios legalmente, procurou-se criar um documento para orientar as escolas na elaboração de seus projetos pedagógicos, de maneira a assegurar um patamar mínimo de formação aos arquitetos e urbanistas. Entre esses padrões, o texto concede especial atenção aos ambientes de aprendizagem. Especificamente sobre a configuração do Laboratório de Tecnologia da Construção, propôs-se que fosse exclusivo do curso de Arquitetura e Urbanismo, incluindo espaço para: equipamentos de Técnicas de Construção e Técnicas Retrospectivas; modelos de Sistemas Estruturais; e instrumentos para Topografia e Aerofotogrametria. Além disso, o conceito desse Laboratório foi expandido para englobar a maquetaria – destinada à construção de modelos reduzidos – e o canteiro experimental – reservado à realização de simulações dos processos de construção¹⁹⁰.

Enfim, analisando as diversas discussões empreendidas ao longo dos anos, observa-se uma clara preocupação, por parte dos envolvidos nos debates, sobre a necessidade de se regulamentar de alguma forma (seja por meio de conteúdos ou de diretrizes curriculares) as condições de oferta dos cursos brasileiros de Arquitetura e Urbanismo. Nesse sentido, professores, profissionais e estudantes comparecem aos encontros e seminários promovidos pela CEAU e pela ABEA, com o intuito de analisar a possibilidade de criação de uma circunstância diferenciada ao quadro consolidado, considerado precário. A expectativa, portanto, era a de prover uma ferramenta legal (alguma segurança constitucional), mediante o estabelecimento de parâmetros, para que se pudesse exigir um padrão mínimo de qualidade aos responsáveis pelas instituições. A expectativa da comunidade universitária era essa, mas permanece a questão: *será que conseguiu alcançar seus objetivos?*

¹⁹⁰ ABEA, 2009, p.6-7.

4.5 Quadro atual: pesquisa exploratória sobre os cursos

Com o intuito de responder à questão acima colocada, esta parte da pesquisa tem o intuito, justamente, de verificar como se encontram as escolas brasileiras de Arquitetura e Urbanismo no que tange à garantia de boas condições de ensino para a formação de seus estudantes, especialmente na área de Estruturas. Conforme exposto na revisão da literatura e pela análise das várias práticas didáticas diferenciadas desenvolvidas por algumas escolas do país, é evidente a existência de uma polissemia de concepções sobre a presença das Estruturas no processo de criação em Arquitetura.

Entre os vários aspectos analisados, tidos como importantes para a formação da categoria no que se refere ao conhecimento estrutural, sobressaem-se: a observação dos exemplos da natureza; a análise das soluções estruturais pré-existent; o conhecimento sobre os materiais e técnicas de construção; o desenvolvimento do conhecimento qualitativo das Estruturas, através de experimentações construtivas e da manipulação de modelos físicos de sistemas estruturais; e a integração entre a sequência de Estruturas e os demais campos disciplinares que compõem um processo de formação em Arquitetura e Urbanismo.

Sendo assim, esses quesitos identificados como fundamentais ao arquiteto, quando empenhado na concepção estrutural, foram transformados em *questões gerais* que os pudessem englobar e relacionar com a organização do ensino das escolas. Com esse objetivo, formularam-se as seguintes perguntas:

1. *Como é o ensino de Estruturas no curso (quanto à organização da grade curricular)?*
2. *Há integração entre as disciplinas de Estruturas e as cadeiras de Projeto e História? Se a resposta for positiva, como ocorre tal integração?*
3. *Existe alguma disciplina que enfoque o Comportamento Estrutural de um ponto de vista qualitativo? De que forma isso é feito?*
4. *A escola disponibiliza laboratórios, oficinas ou canteiros para a experimentação prática dos materiais e sistemas estruturais analisados?*
5. *Em caso afirmativo, como funcionam esses espaços?*

A primeira questão relaciona-se com a discussão sobre a organização das escolas, analisando as instituições quanto à sequência e ementa das disciplinas, bem como buscando apontar a proposta de cursos cujo projeto pedagógico seja diferenciado. A segunda questão, por sua vez, pretendia verificar a existência ou não de integração entre a cadeira de Estruturas e os demais campos do saber – como História e Projeto. Já o objetivo da terceira questão era

perceber como o conhecimento qualitativo é abordado nas faculdades: se a observação das estruturas naturais e de referências da historiografia é incentivada e quais são os recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento do conhecimento intuitivo (criação de protótipos em escala real e visualização do Comportamento Estrutural por meio do manuseio de maquetes reduzidas, por exemplo). As duas últimas questões, por sua vez, referem-se à identificação da presença de espaços institucionalizados específicos para a realização de experiências empíricas – que favoreçam o aprendizado sobre materiais e técnicas de construção.

As questões assim organizadas foram posteriormente enviadas aos coordenadores dos cursos e professores da cadeira de Estruturas de 200 instituições de ensino de Arquitetura, por meio de correspondência eletrônica (ANEXO R). Optou-se por elaborar questionários com roteiro aberto, no lugar de perguntas fechadas, para que os consultados pudessem expressar livremente suas opiniões e complementar as informações, quando julgassem necessário. Desse modo, a partir da criação de questões abertas, tornou-se possível, além de traçar um quadro nacional sobre a situação atual, observar condições de ensino em diferentes localidades do país (não estudadas em profundidade devido aos limites cronológicos e financeiros da pesquisa), bem como descobrir experiências didáticas recentes de mudança (tanto como rebatimento das passadas, como também se constituindo enquanto tentativas “isoladas” de transformação).

Os gráficos aqui apresentados, por outro lado, servem para fornecer uma visão *geral* sobre o ensino de Estruturas, porém, não devem ser tomados como verdades absolutas. Os dados quantitativos são mais para ilustrar que definir, pois deveriam ser complementados por outras abordagens metodológicas de cunho qualitativo. Nesse sentido, a proposta de um questionário aberto tentou justamente expandir a análise, de maneira a incluir contribuições para além daquilo a que as questões se referiam. Algumas participações apenas se restringiram a responder “sim” ou “não”. Outras contribuíram para adensar a discussão proposta, agregando novas perspectivas, e manifestando-se, inclusive, a favor de obter os resultados do trabalho para rever o encaminhamento de seus cursos. Seguem, abaixo, as tabulações sobre os dados obtidos.

No que concerne aos questionários encaminhados para as escolas de Arquitetura e Urbanismo que se encontram em funcionamento no Brasil, das 200 consultadas, 154 (77,0%) responderam à solicitação enviada, ao passo que 46 (23,0%) não se manifestaram. Importa perceber também que, entre as instituições participantes da amostragem: 20 delas (10,0%) ainda estavam em fase de coleta de dados sobre os questionamentos feitos quando da conclusão da pesquisa; 3 cursos (1,5%) não puderam informar sobre a sequência de Estruturas, em função de sua fundação ser recente e, portanto, não terem experiência de ensino do Comportamento Estrutural; e outros 11 casos (5,5%) foram impossibilitados pelo

órgão mantenedor em divulgar dados sobre seus cursos (ANEXO S). Desse modo, a comparação entre as escolas restringiu-se a 120 (60,0%) das 200 faculdades consultadas – portanto, a amostragem tem relevância estatística.

Gráfico 3 – Resposta aos questionários enviados às escolas
Fonte: Organizado pela autora.

Quanto à composição dos cursos, a maioria (95,8%) segue uma seqüência tradicional de conteúdos, passando por aspectos gerais de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções para depois se dedicar a conhecimentos específicos sobre Sistemas Estruturais em concreto, aço e madeira. As cinco instituições (4,2%) que, até a ocasião, afirmaram possuir uma organização diferenciada dos seus currículos são: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) de Belo Horizonte; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio); Centro Universitário Barão de Mauá (CBM) em Ribeirão Preto (SP); Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) em Santa Bárbara D'Oeste (SP); e Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ) na Paraíba¹⁹¹.

Gráfico 4 – Forma de organização curricular dos cursos
Fonte: Organizado pela autora.

¹⁹¹ Vale destacar que, embora a Escola da Cidade não tenha finalizado de responder ao questionário quando da conclusão do trabalho, deixamos aqui registrado que essa instituição constitui outro exemplo de projeto didático inovador – conforme investigamos anteriormente neste capítulo.

As estruturas curriculares da PUC Minas e da UNIMEP foram acima comentadas. O que destaca a concepção do curso do CBM, por sua vez, é a adoção do conceito de interdisciplinaridade. Em função disso, as Estruturas são estudadas em várias componentes curriculares, de forma horizontal, ao longo do segundo, terceiro e quarto anos do curso – principalmente nas disciplinas de Projeto de Arquitetura (II a IV), Tecnologia das Construções (II a IV) e Sistemas Estruturais (I e II). Outro aspecto diferenciado se remete ao fato dos docentes das disciplinas de Projeto de Arquitetura serem os mesmos que ministram as de Tecnologia das Construções e Sistemas Estruturais¹⁹² – a exemplo do já defendido por Yopanan Rebello, em sua dissertação de mestrado (informação pessoal). Logo, comparece um esforço no sentido de atender às características próprias dos estudantes de Arquitetura, integrando os conhecimentos contribuintes para sua formação.

Também o curso da PUC-Rio busca promover integração entre as áreas de conhecimento afetas à Arquitetura, mas seguindo outro enfoque. Similar à Reforma promovida na FAU-USP em 1962, à concepção da Escola da Cidade e à nova organização do curso da PUC Minas, a proposta da faculdade carioca é a de que a síntese entre os campos do saber ocorra dentro do ateliê de projeto, considerado a “espinha dorsal” do curso. Assim, na construção dessa estrutura curricular, disciplinas que geralmente são ministradas isoladamente foram incorporadas ao ateliê, que corresponde a 12 horas semanais de atividades. Essas horas de aula são então compartilhadas entre diferentes professores de Projeto e os chamados professores de conteúdo complementar: de Tecnologia, Urbanismo, Representação e Teoria. Como consequência dessa forma de organização didática, além das disciplinas específicas de Sistemas Estruturais I, II e III, outras horas de Projeto podem ser contabilizadas como ensino de Estruturas, dadas por professores responsáveis por essa sequência de conteúdos (informação pessoal)¹⁹³.

Já o curso da UNIPÊ, após a capacitação dos seus professores engenheiros em concepção arquitetônica e dos docentes arquitetos nos conhecimentos e conceitos estruturais, foi reestruturado para uma abordagem mais qualitativa – enfocando o estudo de morfologia e concepção estrutural. Essa nova forma de abordagem passou a caracterizar todas as disciplinas de Estruturas, ministradas sempre por uma dupla de engenheiro e arquiteto. Dentro de tal organização, os aspectos acima identificados como importantes para o aprendizado das Estruturas foram introduzidos durante o desenvolvimento dos conteúdos: a partir do estabelecimento de analogias com as estruturas naturais e históricas, do uso de modelos para a

¹⁹² GERALDINE JÚNIOR, J. R. **Informações curso Arquitetura CBM** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rita.saramago@netsite.com.br em 06 ago. 2009.

¹⁹³ MENDONÇA, A. C. **Informações curso Arquitetura PUC-Rio** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rita.saramago@netsite.com.br em 05 out. 2009.

apreensão dos fenômenos físicos que agem sobre as Estruturas e da criação de interfaces entre a concepção estrutural e a arquitetônica. Destaca-se ainda que os fomentadores deste trabalho embasaram a mudança do curso nas recomendações fornecidas por Yopanan Rebello e Maria Amélia Leite em suas publicações (informação pessoal)¹⁹⁴.

Retornando à análise dos questionários sobre a organização das componentes curriculares dos cursos, quanto ao quesito de integração entre as disciplinas de Estruturas e as demais, foram obtidos os seguintes resultados: 69 instituições (57,5% das respostas) afirmaram que ocorre esse tipo de intercâmbio. Dentre elas, 59 (49,2%) buscam vincular Estruturas e Projeto e apenas 10 (8,3%) estabelecem algum tipo de ligação entre os conteúdos de concepção estrutural e História.

Gráfico 5 – Integração entre disciplinas de Estruturas, Projeto e História

Fonte: Organizado pela autora.

Já em relação ao questionamento sobre a existência de disciplinas que tratem os conteúdos de Estrutura sob um enfoque qualitativo, chegou-se aos dados que seguem: 59 escolas (49,2%) possuem disciplinas específicas com esse enfoque; 46 cursos (38,3%) abordam o aspecto conceitual de uma maneira geral – os conteúdos conceituais e quantitativos aparecem mesclados nas disciplinas; e 15 instituições (12,5%) trazem apenas uma abordagem quantitativa como proposta de ensino do Comportamento Estrutural.

Gráfico 6 – Presença de abordagem qualitativa nos cursos

Fonte: Organizado pela autora.

¹⁹⁴ PANET, A. **Informações sobre curso Arquitetura UNIPÊ** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rita.saramago@netsite.com.br em 08 jun. 2009.

As 105 (87,5%) escolas que informaram possuir algum tipo de abordagem qualitativa em suas disciplinas variam quanto à forma com que apresentam os conteúdos de Estrutura de modo conceitual: 94 cursos (78,3%) declararam que o enfoque intuitivo ocorre em discussões sobre morfologia e relação entre concepção estrutural e projeto arquitetônico; 70 faculdades (58,3%) fazem uso de modelos ou protótipos de estruturas – tanto produzidos pelos docentes, quanto pelos próprios alunos – para ilustrar o comportamento dos Sistemas Estruturais analisados; e poucos casos afirmaram abordar a questão dos precedentes históricos (23 instituições ou 19,3% dos cursos) e da observação da natureza (16 escolas, representando 13,3% do total) como recurso para o aprendizado do Comportamento Estrutural. Além disso, importa destacar que 12 escolas (10,0%) entendem ainda que a proposta de pré-dimensionamento dos elementos estruturais, quando não são ensinados métodos de cálculos mais aprofundados, pode ser visto como uma abordagem qualitativa; enquanto 15 cursos (12,5%) comunicaram que utilizam programas computacionais para a visualização dos esforços e deformações que ocorrem nos elementos estruturais.

Gráfico 7 – Forma de enfoque do conhecimento qualitativo
Fonte: Organizado pela autora.

Sobre esse último dado e conforme pode ser confirmado pela análise das entrevistas em anexo, é possível perceber uma mudança. Afinal, segundo a proposta da Comissão de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) de 1994, previamente detalhada, os recursos de informática deveriam fazer parte da concepção das disciplinas de Projeto. Assim, os resultados desta pesquisa exploratória sugerem que a proposta inicial da CEAU foi estendida para outras cadeiras, embora parcialmente, incluindo-se os conteúdos de Estruturas no universo computadorizado. Experiências de utilização de meios computacionais para o ensino sobre Comportamento Estrutural estão sendo desenvolvidas, por exemplo, nas Faculdades de

Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)¹⁹⁵, da Universidade de São Paulo (USP)¹⁹⁶ e da Universidade Estadual de Londrina (UEL)¹⁹⁷.

No que tange aos espaços institucionais dedicados às práticas de experimentação dos sistemas estruturais e construtivos, os mesmos estão assim distribuídos entre as escolas: 82 cursos (68,3%) possuem laboratórios para ensaios de materiais e elementos estruturais; 64 faculdades (53,3%) apresentam, em suas instalações, laboratórios de modelos ou maquetaria para a execução de protótipos de Estruturas; 30 instituições de ensino (25,0%) contam com canteiro experimental em seus domínios; e 22 escolas (18,3%) não possuem qualquer tipo de espaço para fins de atividades práticas. Importa ressaltar ainda que apenas 17 cursos (14,2%) afirmaram possuir todos os 3 tipos de locais para experimentação empírica, de maneira que as demais (81, representando 67,5%) possuem uma ou duas das tipologias. Além disso, 26 instituições (21,7%) incluíram a realização de visitas técnicas a obras em suas respostas a esse quesito. Outras 14 escolas (11,7%) entenderam a utilização de programas computacionais de dimensionamento como possibilidade de experimentação prática das Estruturas.

Gráfico 8 – Distribuição dos espaços institucionais para práticas experimentais
Fonte: Organizado pela autora.

A partir das tabulações realizadas, verificamos que as escolas contatadas e que responderam aos questionários enviados apresentam preocupação com o processo de

¹⁹⁵ Conforme apresentado anteriormente, o professor Paulo Fernando Neves Rodrigues vem realizando tentativas de inserção de Realidade Aumentada e Realidade Virtual na disciplina “Modelagem dos Sistemas Estruturais”, ministrada aos alunos de primeiro ano dessa escola. Para mais, consultar o ANEXO M.

¹⁹⁶ Também se relatou a experiência empreendida pelo professor Henrique Lindenberg Neto sobre a utilização do Programa *Ftool* pelos alunos da disciplina “Estruturas na Arquitetura 1: Fundamentos”, com o objetivo de formulação do modelo matemático dos sistemas estruturais, analisados qualitativamente em um primeiro momento. Além disso, animações computadorizadas são utilizadas. Sobre essa experiência, ver o ANEXO G.

¹⁹⁷ O professor César Ballarotti emprega, na disciplina “Sistemas Estruturais”, o *software* de Geometria Dinâmica Interativa, *Cabri Géomètre*, com o qual o estudante manipula desenhos através da Internet em seus estudos à distância, relacionando os elementos básicos de Geometria (ponto, linha e superfície) com os elementos básicos de Estruturas (cargas, reações, forças horizontais de tração e compressão, vão e altura útil). Para mais, consultar: BARISON, M. B.; BALLAROTTI, C.; POLA, M. C. R. Aprendizagem de estruturas auxiliada por desenho e geometria. Disponível em: <http://www.mat.uel.br/geometrica/artigos/COBENGE_2007.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2010.

aprendizagem do Comportamento Estrutural, já que 105 delas (87,5%) afirmaram possuir algum tipo de abordagem qualitativa em suas disciplinas: o que pode demonstrar uma tentativa em atender às características e aptidões cognitivas próprias aos graduandos de Arquitetura. Afinal, conforme apontado por Polillo (1968), Margarido (1974) e Rebello (1993) – e anteriormente por Torroja (1958), Nervi (1951) e Candela (1962) –, esses estudantes sentem a necessidade de um aprendizado que proporcione a visualização e a compreensão dos fenômenos físicos, para além das estratégias de dimensionamento por meio de modelos quantitativos e abstratos.

Contudo, ao analisar a organização da cadeira de Estrutura desses cursos, observa-se que tal preocupação não chega a ser aprofundada, de forma a integrar-se efetivamente nos currículos. Isso porque, apesar das recomendações do encontro de 1974, por exemplo, apenas metade das escolas (49,2%) possui disciplinas introdutórias de caráter conceitual. Além disso, quase não existe integração entre as cadeiras de Estruturas e as de História – pois somente 10 instituições (8,3% das respostas) afirmaram promover esse tipo de articulação e poucas faculdades declararam utilizar a observação das estruturas naturais (13,3%) e históricas (19,3%) como subsídio ao aprendizado do Comportamento Estrutural. Por outro lado, embora a integração com Projeto, à primeira vista, possa ser considerada relativamente expressiva (49,2%), ao analisar mais atentamente as respostas, percebe-se que a maior parte dos cursos apenas incentiva a consideração dos elementos estruturais na concepção dos artefatos arquitetônicos, sem que haja realmente um intercâmbio de conceitos e práticas entre essas áreas.

O exame dos espaços institucionais dedicados à experimentação prática das Estruturas indica uma situação em que grande parte das instituições satisfaz de forma incompleta aos critérios listados. Isso porque prevalecem laboratórios para ensaios de materiais e corpos provas (68,3%), seguidos por laboratórios para construção de modelos estruturais (53,3%), enquanto a proporção de canteiros experimentais é pequena (25,0%): ou seja, as práticas construtivas, conforme defendido por Edgar Graeff, Reginaldo Ronconi, Maria Amélia Leite, Vitor Lotufo, Maxim Bucarechi e pelos professores da PUC Minas entrevistados – e aqui sustentadas como positivas no processo de ensino do ofício –, ainda não foram incorporadas nas escolas. O cumprimento parcial dos quesitos pode ser comprovado ainda pelo fato de que somente 17 cursos (14,2%) possuem todas as tipologias de espaços de experimentação, enquanto a maioria ou não possui qualquer tipo de espaço (18,3%), ou conta com um ou dois tipos deles (67,5%).

Por outro lado, ao se comparar esses dados com aqueles colhidos por Ronconi em 2002 – apresentados no terceiro capítulo desta pesquisa – é possível verificar que houve um aumento da presença dos espaços dedicados às práticas de experimentação nas escolas brasileiras; o que

também indicaria uma maior diversificação de tal presença entre os cursos do país¹⁹⁸. Porém, insistimos na necessidade de que uma nova pesquisa qualifique esses ambientes. Afinal, nem sempre a existência de laboratórios e de canteiros implica em sua efetiva utilização enquanto ferramentas de ensino. É o que comprova a fala de um professor da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao responder se a escola disponibiliza laboratórios, oficinas ou canteiros para a experimentação prática dos materiais e sistemas estruturais analisados:

Os laboratórios estão anexos, em galpões próximos do curso de Arquitetura, mas, como mencionei, são previstas poucas atividades nos mesmos. Outro aspecto, como os laboratórios estão voltados para as Engenharias, em grande parte deixam os aspectos mais relacionados ao campo da arquitetura em segundo plano. (informação verbal)¹⁹⁹.

De forma similar, o professor responsável pelas atividades práticas da PUC-Rio explicou que, ao contrário do canteiro experimental do curso de Arquitetura e Urbanismo – em que ocorrem diversas atividades didáticas –, “o Departamento de Engenharia Civil, pai (ou avô) do nosso curso, dispõe de uma série de laboratórios de ensaios de estruturas, muito pouco ou nada utilizados” (informação pessoal)²⁰⁰.

Para ilustrar essa situação – ou seja, a que ponto os aspectos didático-metodológicos identificados como necessários à formação dos arquitetos são atendidos apenas parcialmente –, pode ser citada a Universidade Estadual de Londrina (UEL): escola que possui disciplinas qualitativas introdutórias em sua grade curricular, conta com laboratórios para a realização de protótipos de Estruturas, mas não favorece atividades construtivas por meio de canteiros experimentais. Já o Centro Universitário Positivo (UNICENP) de Curitiba, por exemplo, apresenta as três tipologias de espaços para práticas empíricas; porém, não possui disciplinas específicas com ênfase conceitual. A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por sua vez, conta com disciplina para desenvolver o conhecimento intuitivo das Estruturas, possui laboratórios para a realização de ensaios e confecção de modelos físicos, contudo, não promove integração entre as cadeiras de Estruturas, Projeto e História.

Enfim, comparando a base teórica de discussão sobre o processo de aprendizado de Estruturas nas escolas de Arquitetura (as teses dos autores revisados, as várias propostas de mudança empreendidas ao longo do tempo e as recomendações das legislações, da CEAU e da ABEA) com as amostragens obtidas pelas consultas aos cursos, corro o risco de afirmar

¹⁹⁸ Conforme analisado no Capítulo 3, Ronconi chegou aos seguintes dados em 2002: 11 escolas possuíam canteiro experimental em seus domínios, 28 cursos contavam com laboratório de construção e 5 deles possuíam ambos. Cf. RONCONI, 2002, p.302-310.

¹⁹⁹ LIMA, F. J. M. **Informações sobre curso Arquitetura UFJF** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rita.saramago@netsite.com.br em 30 set. 2009.

²⁰⁰ MENDONÇA, A. C. **Informações sobre curso Arquitetura PUC-Rio** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por rita.saramago@netsite.com.br em 05 out. 2009.

que a cadeira de Estruturas ainda não é considerada um aspecto distintivo dentro das instituições, no que tange ao fornecimento de condições para que os estudantes possam desenvolver seu raciocínio estrutural. Pelo menos, não segundo os pressupostos e as diretrizes defendidos pela literatura. Tal afirmação, por sua vez, pode implicar realmente a existência de lacunas na formação do arquiteto que, mesmo após a graduação, apresenta uma carência de informações sobre este âmbito de conhecimento do ofício – o que comprometeria seu adequado desempenho profissional como um todo.

Por outro lado, se analisarmos a produção arquitetônica contemporânea, não podemos deixar de observar – tal qual ocorreu no período de consolidação da arquitetura moderna brasileira – a existência de reconhecimento profissional quanto à competência em bem solucionar as questões plásticas, sociais, culturais e também técnicas nas propostas espaciais. Nesse sentido, por exemplo, a revista AU, em edição de agosto de 2010, comemorativa dos seus 25 anos, criou uma publicação especial, contendo uma seleção de 25 escritórios de arquitetura²⁰¹, formados por jovens arquitetos (com até 40 anos de idade), cuja produção pode ser considerada de destaque dentro do cenário nacional. Foram escolhidos aqueles que possuem premiações em concursos, citações em publicações nacionais e estrangeiras e que estabelecem justamente uma integração coerente entre os vários aspectos da prática arquitetônica, incluindo aqueles relativos à estabilidade estrutural.

Figura 72 – Casa Grelha, por BCMF
Fonte: DIRETÓRIO..., 2010.

Figura 73 – Concurso para o Pavilhão do Brasil na Expo 92', por GrupoSP
Fonte: DIRETÓRIO..., 2010.

Figura 74 – Novo Circo Voador (RJ), por DDG Arquitetura
Fonte: DIRETÓRIO..., 2010.

²⁰¹São eles: Arquitetos Associados (MG); Arquitetos Cooperantes (SP); AUM Arquitetos (SP); BCMF Arquitetos (MG); Bernardes Jacobsen Arquitetura (RJ); Carla Juaçaba (RJ); DDG Arquitetura (RJ); Estúdio América (SP); Frederico Zanelato Arquitetos (SP); FGMF (SP); Gruposp (SP); Macedo, Gomes & Sobreira (DF); Mareines+Patalano Arquitetura (RJ); Metro Arquitetos Associados (SP); Nitsche Arquitetos Associados (SP); O Norte Oficina de Criação (PB); POAA (RS); Rua Arquitetos (RJ); Shundi Iwamizu Arquitetos Associados (SP); SPBR (SP); Studio Paralelo (RS); Tacoa Arquitetos (SP); Tryptique (SP); UNA Arquitetos (SP) e Yuri Vital (SP). Para selecionar os profissionais mais promissores, a redação de AU convidou cinco arquitetos, professores e críticos de arquitetura: Carlos Eduardo Comas, Claudia Estrela Porto (professora da sequência de Estruturas da UnB, com diversos trabalhos na área), Fernando Lara, Mônica Junqueira de Camargo e Roberto Segre. Cada um forneceu a sua lista com os principais nomes de destaque, sendo que a redação reuniu os profissionais de maior pontuação para formatar a lista final. Cf. DIRETÓRIO 25 jovens arquitetos. AU, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/197/imprime181271.asp>>. Acesso em: 10 out. 2010.

Ou seja, fala-se em déficit de formação, ao passo que a arquitetura brasileira continua sendo reconhecida: *como explicar esse paradoxo?* Talvez ao considerarmos a diferente organização do ensino superior brasileiro implementada durante o regime militar, mediante a Reforma de 1969, e que, a partir da rápida expansão dos cursos, reflete-se ainda hoje. Afinal, como afirmava Edgar Graeff já em 1984, a produção reconhecida constitui-se *situação de exceção*, dentro de um amplo espectro de profissionais atuantes (cuja quantidade apenas tende a crescer). É esse grande número de diplomados – bem maior que no tempo de Graeff – que pode indicar a existência de uma real deficiência no processo de formação dos arquitetos. Tal ponto de vista é compartilhado por Roberto Santos, ao afirmar que, houve um aumento expressivo do número de instituições:

No entanto, o ensino de arquitetura e engenharia não foram reformulados em função de sua massificação e continuam cultivando valores de quando havia somente meia dúzia de escolas que formavam um grupo de atendimento de demandas de elite, concorrências públicas e concursos. É preciso, sobretudo, reconsiderar a quem está destinado o conhecimento que a escola distribui e que interesses atende o conhecimento que ela, porventura, produza²⁰².

Assim, embora formem em massa indivíduos para setores diversificados do campo da construção, as instituições (em sua grande maioria) continuam orientando seus projetos pedagógicos em função de uma produção elitizada do espaço construído – para a criação de *obras de exceção*, em que somente poucos profissionais conseguem se destacar. Esse fato, somado à falta de recursos apropriados nessas instituições ao aprendizado do Comportamento Estrutural, explicaria a percepção de um quadro de “crise” e de “formação deficitária” – ou seja, de inadequação das propostas arquitetônicas em relação à demanda existente, com conseqüente perda de prestígio social.

Enfim, considerando a abordagem apresentada neste capítulo, em que se concedeu ao tema do ensino de Arquitetura e Urbanismo a propriedade de dialogar com os eventos que transformam o pensar e o fazer próprios do ofício, bem como influem sobre sua regulamentação, um primeiro aspecto que se sobressai é a mudança na conotação histórica assumida pela profissão. Assim, primeiramente entrelaçada com as ocupações de engenheiros, mestre-de-obras e empreiteiros – com todos aqueles que se ligavam à construção como ela mesma –, começa a ganhar contorno a partir da criação dos primeiros estabelecimentos de ensino superior no país. Nesse momento e até os primeiros anos do século XX, divide-se em pólos opostos: ora assumindo caráter artístico, ora constituindo-se como uma especialização

²⁰² SANTOS, 2008, p.308.

técnica. Certa de que nenhum dos extremos conseguia esgotar suas realizações, empreende um novo caminho – melhor dizendo, um caminho moderno –, buscando afirmar sua autonomia pelo traço. Mais tarde, percebe que deve expandir as linhas para fora do edifício, repensando o território que lhe cerca com o apoio da sociologia. Nessas metamorfoses por que passou, o ensino veio atrás: juntando, suprimindo e acrescentando conteúdos. Mexia um pouco aqui, tirava um pouco dali. Quando tentou verdadeiramente começar do zero, foi-lhe tirado o direito de opinar. Saiu desse processo, bastante inchado: multiplicaram-se os estabelecimentos e as atribuições. Acabou se distanciando daquela primeira atividade que lhe tinha dado sentido e, talvez por isso, tente, a cada nova experiência, retomar seus princípios originais para que possa reafirmar novamente sua necessidade à sociedade. Fato é que tal reconhecimento passa pelo domínio da materialidade dos espaços que inventa e produz: afinal, a conquista da gravidade condiciona a concretização de seus intuitos.

5.

CONSIDERAÇÕES:

Retomando o tema

Créditos das imagens:

Acervo pessoal de João Marcos Lopes, s.d.

Acervo pessoal de Paulo Fernando Rodrigues, 2009.

Acervo pessoal de João Marcos Lopes, 1998.

Ao longo desta pesquisa, que se dedicou à discussão do *processo de formação dos arquitetos e urbanistas brasileiros em Estruturas*, um primeiro ponto que se destaca é a afirmação da importância do conhecimento sobre Comportamento Estrutural para a categoria. Como vários profissionais entrevistados por este trabalho afirmaram, saber como funcionam as Estruturas não só faz parte das atribuições legais de arquitetos e urbanistas, mas também é condição necessária para que possam desempenhar suas funções com liberdade. Afinal, a percepção dos artefatos arquitetônicos se estabelece conforme um sistema estrutural que, simultaneamente, assegura sua estabilidade mecânica e garante a integridade física de sua forma construída. Logo, quando o profissional responsável pela concepção desses objetos não possui domínio estrutural, “[...] fica à mercê de alguém que vai ‘contar’ como é que tem que ser a Arquitetura dele” (informação verbal)¹.

Assim, a primeira parte desta investigação procurou demonstrar o valor das Estruturas para a produção arquitetônica, alertando que, caso existam carências no modelo de educação da classe dentro desse campo específico do saber, compromete-se sua capacidade de intervenção crítica sobre a configuração espacial – objetivo primeiro da profissão – como um todo. Em virtude disso, o capítulo inicial do trabalho também procurou entender o que poderia ser considerado um processo de formação apropriado para os futuros arquitetos, demonstrando a necessidade de que eles desenvolvam um *raciocínio estrutural*.

Por meio de tal raciocínio se tornaria possível formular soluções estruturais coerentes frente à diversidade de sistemas disponíveis – tanto no caso de situações cotidianas, quanto para solucionar os problemas estruturais oriundos do surgimento de novos materiais e técnicas de construção. Isso porque, em virtude da ampliação do alcance do conhecimento sobre Estruturas e da superação das barreiras naturais no campo da construção – ou seja, devido ao aumento da *cadeia teleológica* que perpassa a Arquitetura, segundo definição de Georg Simmel –, os problemas estruturais têm se tornado cada vez mais complexos. Logo, a compreensão de como se comportam as Estruturas adquire relevância crescente para os profissionais que serão encarregados de sua concepção: os arquitetos.

Tendo consciência desse fato, a terceira fase da dissertação destinou-se à análise dos primeiros trabalhos teóricos e das experiências educacionais pioneiras que se dedicaram ao questionamento e à proposição de alternativas para o modelo tradicional de ensino da teoria estrutural no Brasil. Além de verificar uma série de aspectos didático-metodológicos percebidos pelos autores e pelos fomentadores das iniciativas didáticas como essenciais ao

¹ Segundo Mario Franco, em entrevista realizada no dia 30 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

desenvolvimento do *sentimento estrutural* por parte dos alunos, apontou-se a existência do *argumento do déficit de formação dos arquitetos e urbanistas brasileiros em Estruturas*.

Segundo os autores revisados, ao longo do tempo, teria ocorrido uma ruptura entre dois aspectos do fazer arquitetônico: *arte e técnica* – dando origem a um modelo de educação inadequado porque demasiadamente fragmentado. Isto é, a especialização dos conhecimentos relativos às atividades construtivas tornou-se prejudicial ao estabelecimento de uma *consciência crítica* sobre o campo de atuação dos arquitetos. De acordo as argumentações consultadas, tal qualificação precária da classe seria decorrência direta da maneira como se constituíram historicamente o ensino e a profissão de Arquitetura e Urbanismo no país.

Considerando essas hipóteses, no quarto capítulo do trabalho, procurou-se traçar um panorama sobre o surgimento e o desenvolvimento dos cursos e da produção arquitetônica no Brasil. Foi quando se percebeu que a constituição histórica do ensino e do ofício agravou aquela situação de formação deficitária, identificada pela literatura: em primeiro lugar, porque o processo de educação formal da categoria já chegou cindido no território brasileiro (entre dois modelos: Belas Artes ou politécnico); em segundo, porque as tentativas nacionais de reestruturação do ensino com o objetivo de reverter tal cisão cessaram após a instalação do regime militar no país (em 1964); e, finalmente, porque houve uma rápida proliferação dos padrões de ensino considerados inapropriados a partir de então.

Como também vimos no Capítulo 4, o primeiro questionamento dos profissionais, no início dos anos 1930, incidia justamente sobre a estrutura global de organização dos cursos que, por falta de autonomia (atrelados que estavam à sua dupla origem), comprometia a existência de um modelo de educação efetivamente pensado e discutido para se formar arquitetos. Porém, tal independência nunca foi efetivamente conquistada. Isso porque quando a mobilização da categoria alcançou abrangência nacional na década de 1950 e, com o apoio da comunidade acadêmica, previa-se a possibilidade de reformular os cursos, a instauração do regime autoritário no Brasil interrompeu o processo.

Logo em seguida, o governo propôs a sua “reforma” que, dotando as instituições de uma estrutura empresarial, submeteu as atividades fins (ensino, pesquisa e extensão) às atividades meio (administração e gerenciamento). Mais uma vez, a autonomia “escapou das mãos” dos educadores. Tal situação se agrava no caso dos estabelecimentos privados – hoje maioria –, em virtude do seu comprometimento explícito com os interesses de mercado: ou seja, com a *instrumentação* técnica dos profissionais (e não necessariamente com a formação de sujeitos conscientes e críticos da realidade). Claro que existem exceções, mas são poucas diante da quantidade de escolas atualmente existentes (duas centenas). E, com o crescente

número de profissionais diplomados a cada ano, a denúncia de sua má preparação para enfrentar as exigências do ofício parece soar ainda mais grave.

Por outro lado, observando a ligação entre arquitetos e engenheiros civis que ocorreu quando da consolidação do movimento moderno na Arquitetura, foi possível notar a importância que as Estruturas adquiriram para o exercício profissional. Além disso, em virtude do reconhecimento alcançado pelas obras brasileiras (inclusive internacional), identificou-se a configuração de uma situação paradoxal: *apesar da recorrente argumentação de que o processo de formação dos arquitetos brasileiros em Estruturas seja problemático, a produção da categoria deteve prestígio também em virtude das boas soluções estruturais que propunha.*

Essa mesma contradição foi apontada no final da quarta parte da investigação, quando analisamos a produção arquitetônica contemporânea. Pois, da mesma forma que ocorreu no período de desenvolvimento da arquitetura moderna no Brasil, ainda existe reconhecimento profissional no que concerne à competência em fornecer soluções adequadas em termos plásticos, sociais, culturais e técnicos. Portanto, defende-se o déficit de formação, mas os objetos criados continuam sendo elogiados: *como explicar esse paradoxo?* Uma primeira justificativa seria a diferente organização do ensino superior brasileiro implementada com a Reforma de 1969, responsável pela rápida expansão dos cursos. Nesse contexto, as obras reconhecidas constituir-se-iam enquanto *situações de exceção*, dentro de um grande contingente de profissionais atuantes no mercado.

Além do mais, embora o ensino tenha se tornado massificado, a grande maioria das escolas ainda fundamenta seus projetos pedagógicos no sentido de uma produção elitizada do espaço construído – instruindo os profissionais para a criação de *obras de exceção*, em que somente poucos deles obtêm uma posição de destaque. Acrescida da precariedade de recursos apropriados nas instituições para o aprendizado sobre o funcionamento das Estruturas, essa condição também explicaria a percepção de um quadro de “formação deficitária” – em que as propostas arquitetônicas são consideradas inadequadas às demandas existentes na sociedade.

Contudo, examinando como se deu a evolução do conhecimento estrutural em todo o mundo – apresentada no Capítulo 2 desta pesquisa – verifica-se que não só no Brasil é apontado um problema no ensino superior. A impressão que fica é a de que a universidade vem atrás, tentando acompanhar as transformações que acontecem fora dela: Leonardo da Vinci pesquisava sozinho, Robert Hooke e Henry Mariotte desenvolveram suas investigações em organizações científicas independentes, William Fairbairn e Eaton Hodgkinson testaram os limites do ferro em instalações industriais, os primeiros arranha-céus surgiram por iniciativa de empreiteiros, Lambot e Monier descobriram o concreto armado em experimentações para a jardinagem e, depois de

descoberto, Maillart, Torroja, Nervi e Candela passaram a questionar a validade de se continuar a ensinar unicamente procedimentos de cálculo para os universitários.

Por outro lado, talvez o papel da universidade não seja esse de promover mudanças constantemente: o principal é *formar* os indivíduos que dela saem. Também não é sua responsabilidade esgotar todos os fatos que se acumulam cotidianamente – caso contrário, promoveria *instrução* e não formação. Como Georg Simmel uma vez explicou e tantos outros profissionais concordam, o processo de formação consiste em algo mais amplo que a simples transmissão do conhecimento acumulado. Formação é criar condições para que o indivíduo, pensando, torne-se apto a *transformar*.

Não podemos nos esquecer de que, em sua origem, a universidade cumpriu um papel formativo, pois, ao ajudar a humanidade a se libertar dos dogmas religiosos e dos mitos, abriu o caminho para a busca por novas explicações. O problema ocorreu quando se acreditou dona da verdade, incumbindo-se da responsabilidade por transmitir as únicas certezas. Nesse momento, as dúvidas passaram a ser desenvolvidas fora de seus muros para, num momento posterior, penetrarem novamente dentro do campus sob a forma de novas certezas – então reproduzidas para os alunos. O que importa é compreender que somente a constante prática da *dúvida* permite o avanço do conhecimento. O ensino superior, portanto, deveria constituir-se como um meio termo. Explica sobre até onde chegamos (promove uma *consciência sócio-histórica do conhecimento científico*), mas insiste que não é o final do caminho. Assim, poderá tanto incentivar mudanças que se fizerem necessárias, quanto absorver melhor as novas propostas que eventualmente surjam.

No caso específico da formação em Estruturas, por mais que as coisas mudem, alguns princípios são os mesmos. Nesse sentido, os profissionais e autores consultados durante a pesquisa comungam um aspecto: pertencemos a um mundo *físico* e, para criar qualquer artefato que se sustente, é preciso conhecer esses fenômenos que regem sua estabilidade. Como também analisamos na segunda parte desta investigação, diversos foram os meios desenvolvidos ao longo do tempo para conferir tal domínio aos arquitetos e urbanistas.

Primeiramente, observando a *natureza* e depois dissecando e catalogando as estruturas naturais, percebeu-se que aqueles mesmos princípios precisavam ser atendidos por qualquer corpo terrestre. Cada um deles sendo formado por *materiais*, dotados de propriedades únicas e cujas combinações entre si criavam uma série de arranjos, de configurações espaciais. Entre relações e proporções, os profissionais usavam a *geometria* para planejar os frutos de sua imaginação. Abstraindo um pouco mais, passaram a descrever os fenômenos por *fórmulas matemáticas*, que lhe forneciam uma maior precisão para dimensionar os elementos de suas construções. Mas então

inventaram um novo material e a ciência deixou de ser suficiente: foi preciso *experimental* tudo outra vez – em escala reduzida ou no mundo virtual que haviam desenvolvido.

O problema é que muitas vezes confundiram os instrumentos com o próprio fim do aprendizado – não mais como meios para se compreender os princípios físicos. Acabaram privilegiando uma ou outra dessas ferramentas (sejam os procedimentos analíticos, ou os métodos empíricos), perdendo a capacidade de bem conceber as Estruturas. Porém, cada recurso deve ser conhecido por ter seu valor, por esclarecer sobre determinado aspecto do que se pretende conhecer. Mas não basta por si só. Se isso não for bem entendido, continuaremos a tentar “inventar a roda” sempre: toda vez que meios inovadores de se tentar interpretar a realidade do mundo físico forem inventados, novamente vamos tomá-los por fins e não instrumentos, comprometendo o desenvolvimento de um verdadeiro *raciocínio estrutural*. É nesse sentido que a proposta de Adolpho Polillo parece ainda hoje válida: constitui uma tentativa de reunir as várias formas de aproximação ao conhecimento sobre Estruturas, insistindo em sua integração para a criação de uma proposta arquitetônica coerente.

O esforço empreendido nesta pesquisa, portanto, foi o de questionar sobre a nossa história, de maneira a entender como chegamos até aqui e o que já foi feito para tentar transformar a situação presente. Afinal, sem nos questionarmos, perdemos a chance de evoluir a partir da experiência adquirida. Sendo assim, existem dois pontos principais que merecem ser considerados nessa revisão histórica: o primeiro deles refere-se à expansão de cursos mal-estruturados que, apesar das tentativas empreendidas de mudança (seja por meio de iniciativas isoladas de escolas, ou mediante regulamentações gerais para todas as instituições), continuam atuando sob as mesmas condições apontadas como inadequadas; já o segundo diz respeito à formação deficitária (no campo das Estruturas) que se originou dessa má-estruturação.

Conscientes de que existem inúmeros recursos para aprender sobre como funcionam as Estruturas (isto é, de que esta problemática ainda tem solução), talvez seja o momento de *retomar os debates sobre o processo de formação e a organização do ensino superior*, em prol de sua autonomia. Só assim, mediante uma ação conjunta, é que poderemos ao menos tentar garantir que todos os profissionais diplomados sejam também bem formados e possam ser reconhecidos. E não apenas alguns poucos expoentes que nos deixam com a dúvida: *como pode haver trabalho reconhecido, se o processo de formação é ruim?*

Ao final desta pesquisa, não podemos deixar de ressaltar algumas outras questões que surgiram quando do seu desenvolvimento, apontando possíveis caminhos para discussões futuras. A primeira delas refere-se ao fato de que, embora este trabalho tenha focado

especificamente a formação dos arquitetos no campo estrutural, ao melhor analisarmos como se deu o processo de constituição dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e da profissão no Brasil, a percepção de “déficit” parece se estender para o ensino como um todo. Afinal, as várias tentativas de reestruturação das escolas – passando pelas primeiras propostas de reforma nos anos 1930 até as discussões mais recentes empreendidas nos eventos promovidos pela ABEA e pela CEAU –, preocuparam-se (e ainda se preocupam) com o modelo de ensino de Arquitetura (não só de Estruturas) praticado dentro dessas instituições.

No que concerne restritamente ao processo de aprendizagem em Estruturas, surge uma nova questão: o déficit de formação apontado pela literatura se restringe aos arquitetos? Será que os engenheiros civis, atualmente, contam com uma melhor formação em Estruturas que os graduandos em Arquitetura? Ou seja, os cursos de Engenharia Civil desenvolvem em nossos engenheiros o *sentimento estrutural*, a que os autores consultados se referem? Enfatizam uma dimensão de raciocínio, uma dimensão intuitiva?

Pelo que investigamos nos capítulos 2 e 3, a fragmentação dos conhecimentos – tida como prejudicial à educação dos arquitetos – atingiu também os engenheiros. Como pode ser observado na consulta aos ANEXOS, alguns dos profissionais entrevistados avaliam justamente que o ensino de Estruturas dentro das escolas brasileiras de Engenharia seja precário. Yopanan Rebello, por exemplo, comenta sobre a proposta de um questionário que gostaria de aplicar para alunos do curso da Escola Politécnica da USP, visando identificar se os graduandos teriam realmente consciência sobre o funcionamento das Estruturas: “Então eu queria até fazer essa pesquisa pra identificar e colocar o dedo: Olha, aqui esse pessoal não sabe Estrutura!” (informação verbal)². De maneira similar, Roberto Santos argumenta: “Eu vejo que muitos cursos de Engenharia, grosso modo, estão formando administradores! Não estão nem formando gente que conhece o seu ofício!” (informação verbal)³. E, da mesma forma, Vitor Lotufo conta:

Há alguns anos eu dei aula da disciplina de Arquitetura, mas em escola de Engenharia Civil, da UNICAMP, do Mackenzie. E pude ver que a grande maioria dos estudantes de Engenharia também não entende nada! Então, eu acho que são pouquíssimos calculistas que sabem o que estão fazendo! A grande maioria dos calculistas copia uma rotina aprendida na escola, baseada em tabelas, sem ter realmente o entendimento da “coisa” (informação verbal)⁴.

Uma terceira questão que poderia servir de matéria de pauta para trabalhos futuros diz respeito às experiências inovadoras desenvolvidas a partir do final da década de 1960. Isso porque essas iniciativas diferenciadas surgiram majoritariamente em instituições privadas,

² Informação fornecida por Yopanan Rebello no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

³ Informação fornecida por Roberto Santos no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

⁴ Informação fornecida por Vitor Lotufo no dia 16 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

criando-se uma dimensão paradoxal: por um lado, em parte, seu surgimento é facilitado precisamente pela política de expansão do ensino superior através de escolas privadas e, por outro lado, em função de tal origem, elas se tornam frutos de uma contradição estrutural. Afinal, como se viu, todas as experiências apontavam no sentido de uma ênfase à pesquisa, a uma dedicação mais integral dos docentes, enquanto o ensino praticado nas instituições privadas é regido pela lógica da hora-aula. Assim, talvez essa origem contraditória sirva para explicar a rápida duração das experiências empreendidas.

Por fim, uma última questão também está relacionada com as iniciativas didáticas, através da tentativa de se levantar a possibilidade de associação entre as novas propostas de ensino e uma nova proposta (ou novas propostas) de concepção de Arquitetura – não apenas de ensino de Arquitetura. Como a maior parte dessas experiências se pauta em técnicas de trabalho-intensivas e não capital-intensivas, será que essa relação é estruturante? Ou não necessariamente? Isto é, seria viável utilizar, na linha de experiências de canteiro-escola, técnicas de trabalho-intensivas como instrumental pedagógico para avançar inclusive no sentido de uma concepção de Arquitetura que não seja exclusivamente trabalho-intensiva?⁵

Fica aberto o convite a novos debates.

⁵ Agradeço novamente a contribuição do professor Carlos Martins, que apontou algumas dessas questões durante a defesa deste trabalho de mestrado.

R

EFERÊNCIAS

Créditos das imagens:

Acervo pessoal da autora, 2009.
Ibid.

ADDIS, B. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e construção**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ALMEIDA, E. P. S. (Org.). **Atelier no primeiro ano: projeto de edificações e desenho industrial**. São Paulo: FAUUSP, 1978.

ALMEIDA, J. G. A formação do arquiteto e a universidade. 1997. In: GOUVÊA, L. A. C. et al. (Orgs.). **Contribuição ao ensino de arquitetura e urbanismo**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 1999. p. 101-119.

ALVARES, L. R. A. **Cúpula catenária de “fibrobarro” estruturado com bambu: concepção e processo construtivo**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ALVARES, L. R. A. **Cúpula catenária de “fibrobarro” estruturado com bambu: concepção e processo construtivo**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ANDRADE, F. P. D. A construção de edifícios. In: VARGAS, M. (Coord.). **Contribuições para a história da engenharia no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1994.

ARANTES, P. F. **Arquitetura Nova: Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre, de Artigas aos mutirões**. São Paulo: Editora 34, 2002.

ARTIGAS, J. B. V. Contribuição para o relatório sobre ensino de arquitetura. 1974. In: **SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p. 31-38.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO. **Proposta de atualização dos perfis da área e padrões de qualidade**. Brasília: ABEA, 2009.

BOGÉA, I.; REBELLO, Y. C. P.; BOGÉA, M. Entre pés-de-pato e sapatilhas de ponta. **Arquitetura e Urbanismo**, n° 136, p.74-77, jul. 2005.

BÓGERA, M.; REBELLO, Y. C. P. Estruturas: por uma experiência de ensino. **PROJETODESIGN**, 260, out. 2001. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/debate/debate17a.asp>>. Acesso em: 11 set. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Fixa as diretrizes curriculares e o conteúdo mínimo do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Portaria n° 1.770, de 21 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1994.

_____. Decreto n° 3.860, de 9 de julho de 2001. Dispõe sobre a organização do ensino superior, a avaliação de cursos e instituições e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jul. 2001.

_____. Determina o currículo mínimo do curso de arquitetura e urbanismo. Parecer n° 336, de 17 de novembro de 1962. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. XXXIX, n.89, p. 134-136, jan/mar. 1963.

_____. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 1966.

_____. Lei nº 9.131, de 24 de novembro de 1995. Altera dispositivos da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 nov. 1995.

_____. Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 abr. 2004.

_____. Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010. Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2010.

_____. Resolução nº 6, de 02 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 fev. 2006. Seção 1, p. 36-37.

CANDELA, F. **Hacia una nueva filosofía de las estructuras**. Buenos Aires: Ediciones, 1962.

CAPELLO, M. B. **Arquitetura em revista**: arquitetura moderna no Brasil e sua recepção nas revistas francesas, inglesas e italianas (1945-1960). 2006. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARRIERI, R. **Concepção estrutural, um guia para estudantes de arquitetura**. 2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CASSINELLO, P. En memoria di Heinz Hossdorf. **Informes de la construcción**, vol. 58, 502, p.63-81, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/389>>. Acesso em: 05 out. 2010.

CAVALCANTI, L.; LAGO, A. C. Ainda moderno? Arquitetura brasileira contemporânea. **Vitruvius**, ano 6, nov 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.066/404>>.

CAVALCANTI, L. **Moderno e brasileiro**: a história de uma nova linguagem na arquitetura, 1930-1960. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

CHAUÍ, M. **Escritos sobre a universidade**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

CHURTICHAGA, J. La estructura veloz: trayectorias estructurales a proposito de la obra de Emilio Perez Piñero y Feliz Candela. Disponível em: <http://www.chqs.net/archivos/informes/archivo_1_040310_la+estructura+veloz.pdf>. Acesso em: 05 out. 2010.

COMISSÃO DE ESPECIALISTAS EM ARQUITETURA E URBANISMO. **Ensino de arquitetura e urbanismo**: condições e diretrizes. Brasília: SESu/MEC, 1994.

CONVERSA com Sérgio Ferro. São Paulo: FAUUSP, 2002.

CORBIOLI, N. **Ciro Pirondi: um dos idealizadores da Escola da Cidade em São Paulo. PROJETODESIGN**, São Paulo, ed. 331, set. 2007. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/ciro-pirondi-um-dos-18-10-2007.html>>. Acesso em: 09 dez. 2009.

COSTA, L. Razões da nova arquitetura. In: XAVIER, A. (Org.). **Depoimento de uma geração**. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

COTRIM, G. **História global: Brasil e geral**. São Paulo: Saraiva, 1999.

COWAN, H. J.; GERO, J. S.; DING, G. D. **Models in architecture**. London: Elsevier, 1968.

DI PIETRO, 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.

DIRETÓRIO 25 jovens arquitetos. **Arquitetura e Urbanismo**, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/197/imprime181271.asp>>. Acesso em: 10 out. 2010.

DURHAM, E. R.; SAMPAIO, H. O setor privado de ensino superior na América Latina. **Cadernos de Pesquisa**, n.110, São Paulo, jul. 2000, p.7-37.

ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1974. p. 3-4.

ENGEL, H. **Sistemas de estructuras**. Madrid: Blume, 1970.

FAERSTEIN, E.; CASTRO, J.; MONARCHA, S. (Orgs.). **II Inquérito nacional de arquitetura: depoimentos**. Rio de Janeiro: Editores Associados; IAB/RJ, 1982.

FERRO, S. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac & Naify, 2006

_____. Experimentação em arquitetura: práxis crítica e reação conservadora. 2008. In: CANTEIRO experimental: 10 anos na FAU USP. São Paulo: FAU USP, 2008. p. 19-23.

FICHER, S.; ACAYABA, M. M. **Arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Projeto, 1982.

FICHER, S. **Os arquitetos da Poli: ensino e profissão em São Paulo**. São Paulo: EdUSP, 2005.

FRANCO, M. O papel da história no ensino da teoria das estruturas. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1974. p. 1-7.

FRISCH, K. V. **Animal architecture**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974.

_____. **Tanzsprache und Orientierung der Bienen**. Berlin: Springer-Verlag, 1965.

FULLER, R. B. **Synergetics: explorations in the geometry of thinking**. New York: Macmillan, 1975.

GALVANE JÚNIOR, J. **A engenharia de estruturas na arquitetura de Oscar Niemeyer**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GIOVANNARDI, F. **Félix Candela: costruttore di sogni**. Borgo San Lorenzo: Studio Giovannardi e Rontini, 2006. Disponível em: <<http://www.costruzioni.net/articoli/F%C3%A9lix%20Candela%20Costruttore%20di%20sogni.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2010.

_____. **Robert Maillart e l'emancipazione del cemento armato**. Borgo San Lorenzo: Studio Giovannardi e Rontini, 2007. Disponível em: <<http://www.costruzioni.net/articoli/ROBERT%20MAILLART.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2010.

GORDON, J. E. **Structures: or why things don't fall down**. London: Penguin Books, 1978.

GRAEFF, E. A. **Arte e técnica na formação do arquiteto**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

HERTEL, H. **Structure, form and movement**. New York: Reinhold, 1966.

HOSSDORF, H. **Modellstatik**. Berlin: Bauverlag GMBH, 1971.

IMENES, M. A escola de arquitetura do parque modernista. **Ponto 2**, 1998. Disponível em: <<http://www.ponto.org/2/entrevistas.html>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

INOJOSA, L. S. P. **O sistema estrutural na obra de Oscar Niemeyer**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

KÜHL, B. M. **A arquitetura do ferro e a arquitetura ferroviária em São Paulo: reflexões sobre a sua preservação**. São Paulo: Ateliê Editorial; FAPESP; Secretaria da Cultura, 1998.

KURRER, K. E. **The history of the theory of structures: from arch analysis to computational mechanics**. Berlin: Ernst & Sohn, 2008.

LE CORBUSIER. **Precisões: sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo**. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

LEITE, M. A. D. F. A. **A aprendizagem tecnológica do arquiteto**. 2005. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

_____. **Estágio**. Santos: FAUSANTOS, 1980. Relatório de estágio de aperfeiçoamento para ingresso no corpo docente.

_____. **Introdução ao ensino de sistemas estruturais em curso superior de arquitetura e urbanismo**. Curitiba: Concurso Nacional de Pesquisa em Educação, 1982.

_____. **O ensino de tecnologia em arquitetura e urbanismo**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

LOPES, J. M. A. **Tecnologia: arquitetura e urbanismo: escola & ofício**. 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LOPES, J. M. A.; BOGÉA, M.; REBELLO, Y. C. P. **Arquiteturas da engenharia, ou, engenharias da arquitetura**. São Paulo: Mandarim; PINI, 2006.

LOPES, J. M. A.; SILVA, E. A. **Curso de difusão Canteiro-Escola**. São Carlos: EESC/USP, 2008.

LORIGGIO, P. **Sistemas estruturais**. 1975. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

LOTUFO, V. A.; LOPES, J. M. A. **Geodésicas & cia**. São Paulo: Projeto, 1981.

LOTUFO, V. A. Reflexões sobre o canteiro experimental. In: CANTEIRO experimental: 10 anos na FAU USP. São Paulo: FAUUSP, 2008. p. 52-54.

LUCCAS, L. H. H. Arquitetura moderna e brasileira: o constructo de Lucio Costa como sustentação. **Vitruvius**, ano 6, set. 2005. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.063/437>>. Acesso em: 19 out. 2010.

MACIEL, M. J. P. **Vitruvius**: tratado de arquitectura. Lisboa: IST Press, 2006.

MARGARIDO, A. F. **Fundamentos de estruturas**: um programa para arquitetos e engenheiros que se iniciam no estudo das estruturas. São Paulo: Zigurate, 2001.

_____. Pesquisa experimental aplicada ao ensino de estruturas nas escolas de arquitetura. ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1974. p. 1-15.

MARQUARDT, S. **A estrutura independente e a arquitetura moderna brasileira**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MARTINS, C. B. O novo ensino superior privado no Brasil. In: _____. **Ensino superior brasileiro**: transformações e perspectivas. São Paulo: Brasiliense, 1989. p.11-48.

MELLENDEZ, A. Solução humilde: sobrecobertura quer evitar infiltrações na FAU/USP. **PROJETODESIGN**, 348, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/memoria/solucao-humilde-sobrecobertura-quer-evitar-infiltracoes-na-fau/usp-o-edificio-02-04-2009.html>>. Acesso em: 25 mar. 2009.

MOTTA, F. L. Subsídios para relatório sobre ensino de arquitetura. 1974. In: SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p.17-27.

NERVI, P. L. **Language arquitectónico**. Buenos Aires: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 1951.

_____. **Scienza o arte del costruire?** Caratteristiche e possibilità del cemento armato. Roma: Della Bussola, 1945.

NIEMEYER, O.; SUSSEKIND, J. C. **Conversa de amigos:** correspondência entre Oscar Niemeyer e José Carlos Sussekind. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002.

O ANJO que nos protege. **Arcoweb**, 2010. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/santiago-calatrava-museu-de-19-05-2002.html>>. Acesso em: 06 out. 2010.

OLIVEN, A. C. Resgatando o significado do departamento na universidade brasileira. In: MARTINS, C. B. (Org.). **Ensino superior brasileiro:** transformações e perspectivas. São Paulo: Brasiliense, 1989. p. 49-66.

OTTO, F. **Cubiertas colgantes.** Tradução Francisco Folguera. Barcelona: Labor, 1958.

OTTO, F. et al. **Natürliche Konstruktionen:** formen und strukturen in natur und technik und prozesse ihrer entstehung. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1982.

PAOLI, N. J. Para repensar a universidade e a pós-graduação, 1985. In: MARTINS, C. B. (Org.). **Ensino superior brasileiro:** transformações e perspectivas. São Paulo: Brasiliense, 1989. p.83-112.

PARQUE Maria Fernanda: uma experiência interdisciplinar. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985.

PARSONS, W. B. **Engineers and engineering in the renaissance.** Cambridge: MIT, 1939.

PEARCE, P. J. **Structure in nature is a strategy for design.** Cambridge: MIT, 1978.

PESSOA, D. F.; CLÍMACO, J. C. T. Catedral Metropolitana de Nuestra S
. **Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil**, vol. 2, n. 2, p.21-30, dez. 2002.

PIPPARD, A. J. S. **The experimental study of structures.** London: Edward Arnold & Co, 1947.

POLILLO, A. **Considerações sobre o ensino de estruturas nos cursos de formação de arquitetos.** 1968. Tese (Concurso para cátedra de Concreto Armado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1968.

_____. O ensino de estruturas para o arquiteto. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1974. p.1-16.

PROGRAMA de dupla formação FAU-EPUSP. São Paulo: FAU-USP; EPUSP, 2004.

RAMON, M. FAU, a escola extinta sob o regime militar. **Jornal ValeParaibano**, São José dos Campos, 07 mar. 2004.

REBELLO, Y. C. P. **A concepção estrutural e a arquitetura.** São Paulo: Zigurate, 2000.

_____. **Contribuição ao ensino de estrutura nas escolas de arquitetura.** 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. **Uma proposta de ensino da concepção estrutural.** 1999. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RIOS, A. M. Evolução do ensino da engenharia e da arquitetura no Brasil. 1947. In: **SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil.** São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p.9-13.

ROCHA, M. C. M. **Utilização de modelos no dimensionamento das estruturas.** Lisboa: LNEC, 1952.

RONCONI, R. L. N. **Inserção do canteiro experimental nas faculdades de arquitetura e urbanismo.** 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SALVADORI, M. G. **Why buildings stand up: the strength of architecture.** Nova York: Norton, 1980.

SALVADORI, M. G.; HELLER, R. **Structure in architecture.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1963.

SALVADORI, M. G.; LEVY, M. **Structural design in architecture.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1967.

SANTANA, Geraldo. O engenheiro da poesia. Disponível em: <<http://www.joaquimcardozo.com/paginas/joaquim/depoimentos/engenheiro.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2011

SANTOS, J. A. **Sobre a concepção, o projeto, a execução e a utilização de modelos físicos qualitativos na engenharia de estruturas.** 1983. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

SANTOS, R. E. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e de sua hegemonia.** 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

_____. **Atrás das grades curriculares: da fragmentação do currículo de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil.** 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SCHWARTZ, J. (Org.). **Da antropofagia a Brasília: Brasil 1920-1950.** São Paulo: Cosac & Naify, 2002.

SIMMEL, G. **El individuo y la libertad: ensayos de crítica de la cultura.** Barcelona: Ediciones 62, 1986.

SOUZA, P. N. P. **Estrutura e funcionamento do ensino superior brasileiro.** São Paulo: Pioneira, 1991.

TELLES, P. C. S. **História da engenharia no Brasil: século XX**. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1993.

THOMPSON, D. W. **On growth and form**. Cambridge: University Press, 1917.

TIMOSHENKO, S. P. **History of strength of materials**. New York: Dover, 1983.

TORROJA, E. **Razon y ser de los tipos estructurales**. Madrid: Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, 1958.

TRINDADE, H. As metáforas da crise: da universidade em ruínas às universidades na penumbra na América Latina. In: GENTILI, P. (org.). **Universidades na penumbra: neoliberalismo e reestruturação universitária**. São Paulo: Cortez, 2001. p. 13-44.

UNIÃO INTERNACIONAL DOS ARQUITETOS. Relatório sobre o ensino de arquitetura no Brasil. 1974. In: SOBRE a história do ensino de arquitetura no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977. p. 41-64.

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA. **Do canteiro de obras à construção da catedral: projeto pedagógico do curso de arquitetura e urbanismo**. Santa Bárbara d'Oeste: UNIMEP, 2009.

VARGAS, M. Os cem anos da Escola Politécnica de São Paulo. In: _____. (Coord.). **Contribuições para a história da engenharia no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1994.

VASCONCELOS, A. C. **Estruturas arquitetônicas: apreciação intuitiva das formas estruturais**. São Paulo: Studio Nobel, 1991.

_____. **Estruturas da natureza: um estudo da interface entre biologia e engenharia**. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

_____. **O concreto no Brasil: recordes, realizações, história**. São Paulo, Copiare, 1985.

_____. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

VENTRI, D. A. B.; LINDENBERG NETO, H. Utilizando animações para introduzir conceitos fundamentais da mecânica das estruturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29, 2001, Porto Alegre. **Anais (em CD ROOM)**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2001.

VERHINE, R. E.; DANTAS, L. M. V.; SOARES, J. F. Do Provão ao ENADE: uma análise comparativa dos exames nacionais utilizados no ensino superior brasileiro. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v.14, n.52, jul./set. 2006, p.291-310.

WAISBORT, L. **As aventuras de Georg Simmel**. São Paulo: Editora 34, 2000.

WICK, R. **Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

ZANETTINI, S. Aspectos do ensino de estrutura para arquitetos. In: ENCONTRO DE PROFESSORES DE ESTRUTURA PARA ESCOLAS DE ARQUITETURA, 1., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1974. p.1-5.

NEXOS

Créditos das imagens:

LEITE, 1982.

Acervo pessoal de Roberto Santos, 2009.

Acervo pessoal de João Marcos Lopes, s.d.

Acervo pessoal da autora, 2008.

ANEXO A – ENTREVISTA COM YOPANAN REBELLO

BIOGRAFIA

Yopanan Conrado Pereira Rebello (1949) formou-se em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1971. No ano seguinte à graduação, iniciou seu mestrado na Escola de Engenharia de São Carlos, interrompendo a pesquisa sobre estruturas metálicas e retornando para São Paulo em 1973; onde passou a lecionar Resistência dos Materiais na Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie e assumiu a função de estruturista da BUPEC – empresa de projetos estruturais. De 1973 a 1993, foi também professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade Católica de Santos. Entre 1981 e 1986, assumiu a responsabilidade pela cadeira de Estruturas do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Desde 1990, leciona na Universidade São Judas Tadeu. Em 1992, fundou a Ycon – Formação Continuada, empresa que ministra cursos e realiza eventos em diversas áreas de conhecimento para profissionais já graduados. Recebeu o título de mestrado (1993) e doutorado (1999) em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo.

Entrevista realizada no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP)

Rita Saramago (RS): *Em primeiro lugar, eu gostaria que o senhor relatasse como foi o processo de sua formação superior. Como era o ensino de graduação na escola em que o senhor estudou, por exemplo, e qual era a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia nessa época?*

Yopanan Rebello (YR): Bom, eu sou engenheiro civil, formado pelo Mackenzie¹, em 1971. É o seguinte... Vou falar mais especificamente da questão da estrutura, “né”?! O meu ensino de estrutura começava no segundo ano com “Resistência dos Materiais”. E aí o professor “chegava” e punha uma linha, uns “triangulozinhos” que ele chamava de apoios articulados móveis, articulados fixos, e fazia a gente calcular esforços, reações de apoio, momento fletor, força cortante. E aquilo ficava sempre desligado da realidade. Quer dizer: “De que forma eu aplico isso? Da onde que vem essa carga? Aonde que eu encontro esse apoio articulado móvel, esse apoio articulado fixo na realidade?”. Não falava, por exemplo, que aquilo era exatamente um modelo, não a realidade... Era apenas um modelo, “né”?! Então o que a gente aprendia eram os passos pra fazer os cálculos, fazer os gráficos e, muitas vezes... Muitas vezes, não, sempre, a gente não via onde que aquilo chegava! O que tinha a ver aquilo com a Engenharia, muito menos com a Arquitetura. O único contato que eu tive com a Arquitetura foi em uma disciplina que chamava “Arquitetura Civil” e que era um ano inteiro desenhando caixilho. Esse era o contato que eu tive com a Arquitetura. E aí, por exemplo, na aula de “Concreto”, quando o professor ia dar um projeto pra gente desenvolver, a recomendação dele era que pegasse, num jornal de domingo, uma daquelas propagandas de apartamento e aí fizesse o projeto em cima daquilo. Quer dizer, não havia absolutamente nenhuma discussão se existia alguma coisa entre Arquitetura e Estrutura. Eram coisas muito separadas e que, de vez em quando, elas se juntavam assim, mas só para resolver determinado problema. Ou seja, a gente via um projeto de arquitetura sem saber por que ele era assim, sem discutir alternativas, inclusive de projeto, para melhorar a estrutura ou vice-versa. Eu acho que o pior é que continua sendo: o curso de Engenharia Civil continua assim. Ou seja, eu acho que a gente tinha que começar a fazer agora um esforço para que o curso de Engenharia Civil mude, mais até do que a Arquitetura! Porque eu sinto que no da Arquitetura há um certo interesse em saber como que é a Estrutura, as coisas da Engenharia de um modo geral. Eles se interessam e o vice-versa não vale. Quer dizer, a Engenharia não tem esse interesse.

RS: *Então o interesse do senhor pela formação dos estudantes surgiu no próprio período de graduação?*

YR: Não. Eu também saí “bitolado”, “prontinho”, como qualquer outro engenheiro saía na época. Aí, logo que me formei, eu tive a oportunidade de dar aula lá no Mackenzie, um ano depois de formado.

¹ Referência à Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo.

E, ao mesmo tempo, surgiu uma possibilidade de dar aula na Arquitetura de Santos². Como eu estava querendo mudar para Santos, sair de São Paulo, eu me interessei muito pelo curso lá. E comecei a dar aula, eu dava aula lá e aqui, na Engenharia e na Arquitetura. E chegou um momento em que os horários se cruzaram. E eu tinha que optar entre continuar dando aula lá na Arquitetura ou aqui na Engenharia, no Mackenzie mesmo. Eu morava em São Paulo, mas preferi continuar em Santos, porque eu achei que era muito mais desafiador dar aula lá.

RS: *Dar aula em Santos ou dar aula para a Arquitetura?*

YR: Para a Arquitetura. Porque os alunos questionavam muito, inclusive a forma como eu estava dando aula. E aqui não, aqui os “caras engoliam”... O jeito que eu “mandasse” estava bem. Até acabei de falar com uma ex-aluna minha, a Maria Amélia³, que o João⁴ conhece bem... Ela, nessa época, era minha aluna e a gente começou a criar uma certa amizade: ela começou a questionar e eu comecei a ouvir. E aí montamos umas discussões, junto com outro aluno também da escola, na época, o Paulo Lacrete, que já faleceu... E começamos a sair da escola e a discutir a aula, o que podia ser melhorado e tal. E aí realmente foi “caindo a minha ficha”, vendo que aquilo que eu tinha aprendido não era Estrutura, era Cálculo Estrutural, que é uma outra coisa! Então eu comecei a rever, inclusive, essa questão de modelo. Comecei a perceber que os alunos da Engenharia não aprendiam Estrutura, eles aprendiam uns processos de cálculo de vários sistemas... E parava nisso. Quer dizer, como conceber, não. Por que comecei a pensar? Porque realmente faltava a prática e, principalmente, a visualização dos fenômenos! Foi então que comecei a desenvolver os modelos... Esses modelos todos aqui⁵. Tem alguns aqui, porque os outros estão guardados. Fui desenvolvendo ao longo desses 37 anos.

RS: *Quando o senhor começou a fazer essa nova proposta de ensino, quais foram as referências fundamentais?*

YR: Pra mim foi aquela professora, que já faleceu. Era japonesa, Souza Lima, que dava aula em São José.

RS: *Mayumi?*

YR: Mayumi, Mayumi de Souza Lima⁶. Eu soube que ela fazia isso. Ela não tinha modelo mesmo... Mas ela pegava coisas, como papel, e fazia umas experiências. Foi até o Paulo quem me contou isso, porque ele foi daquela turma que começou em São José⁷... Depois teve aquele problema que fechou a escola, então eles tiveram que mudar para outra escola e o Paulo esteve em Santos, terminando o curso dele, me transmitiu essas idéias e eu gostei. Comecei a pensar e também fui pesquisando, “né”?! Tem outras fontes... Na mesma época, tinha gente preocupada em já resolver coisas com modelos, e já tinha uma dissertação de mestrado, do Santos, do José Amaro Santos.

RS: *O senhor tem alguma outra referência de bibliografia?*

YR: Então... Depois eu descobri que na Austrália tinha um professor, Henry Cowan, que dava aula com modelos. Bom, enfim, eu comecei a ter contato, depois, inclusive, quando eu comecei a fazer a minha dissertação de mestrado. Descobri uma série de referências, até não brasileiras. No Brasil, não consegui muita referência, a não ser essa dissertação de mestrado do José Amaro. Que quem apresentou foi o meu

² Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Santos (FAU SANTOS).

³ Maria Amélia Devitte Ferreira d’Azevedo Leite – entrevistada neste trabalho. Cf. ANEXO J.

⁴ Referência ao Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes, orientador deste trabalho de mestrado.

⁵ Aponta modelos de estruturas presentes na sala da “YCON – Formação Continuada”, empresa coordenada pelo entrevistado, em que foi realizada a entrevista.

⁶ Mayumi Watanabe de Souza Lima (1934-1994). A arquiteta nasceu em Tóquio, mas se naturalizou brasileira em 1956. Formou-se pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Lecionou no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) e foi diretora do Departamento de Edificações da Secretaria de Serviços e Obras da Prefeitura do Município de São Paulo. Cf. LIMA, M. W. S. Escolha de material técnico e sistemas construtivos destinados à produção de habitação popular e de condições de habitabilidade. **PÓS**, São Paulo, n. 12, p. 118, dez. 2002.

⁷ Referência à Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso, em São José dos Campos, que funcionou entre 1971 e 1975.

orientador, o Margarido, Aluizio Margarido⁸. Ele também usava modelos e gostava dessa história de modelos, nas aulas dele na FAU⁹.

RS: *Além dessa trajetória de ensino, como foi a experiência profissional do senhor, lidando com as estruturas?*

YR: Como eu comecei a dar muita aula em escola de Arquitetura, algumas até iniciei os cursos... Aliás, várias! Iniciei, montei o curso de Estruturas... Eu comecei a interessar muito por Arquitetura. Isso fez com que, vamos dizer, “na minha cabeça”, o pensar Estruturas respeitasse muito as questões arquitetônicas e compreendesse o porquê das soluções arquitetônicas. E eu gosto tanto que não me furto a “meter o bedelho”, às vezes, na questão arquitetônica. Eu peço licença para opinar e, às vezes, as pessoas gostam da solução, que “casa” a questão das necessidades estruturais com o resultado arquitetônico. E sempre eu procurei manter essa coerência entre o meu discurso e a prática. Aliás, eu cobro muito das pessoas isso. Normalmente, é muito comum a gente ver um sujeito falar, falar e não fazer nada daquilo que fala! Então, em estruturas que eu tenho dúvidas, uso modelos pra avaliar como é que vão se comportar e, às vezes, me causam surpresa... Algumas coisas que eu pensava de um jeito, de outro... Hoje eu poderia dizer que tenho o computador. Mas o computador é restrito em algumas questões. Você “deu” a carga, ele te “dá” como é que se deforma, como é que se comporta. Mas e daí? Como é que são as cargas mesmo? Então às vezes você tem que fazer um modelinho pra saber como é que as cargas realmente atuam, principalmente as cargas de vento... Ou quando a forma é um pouco diferenciada. E, muitas vezes também eu uso o modelo para colocar no computador qual a solução que seria a melhor, seguindo alguns critérios do Frei Otto. Não sei se você conhece o modelo que ele usa pra essas estruturas em árvore, que é com barbante... A gente fez isso numa obra, que era de estrutura de madeira, e precisava dos apoios afastados pra não dar uma estrutura muito pesada em cima. Então a gente ramificou.

RS: *Qual obra foi essa?*

YR: Era uma casa. Normalmente sai muito publicado a parte metálica dela, mas eu acho mais bacana a parte que é uma obra menor, uma passarela, que está incluída nessa mesma obra... É uma casa do Newton Massafumi, do Pouso Alto, aqui em São Sebastião¹⁰.

RS: *Então havia intersecção entre as coisas que o senhor lecionava, em aula, e a prática profissional, certo?*

YR: Isso eu fazia questão. Eu até mostro para os meus alunos, quando eu estou falando de algum assunto. Mostro atuando em algum modelo para eles, para verem que a gente usa, não é só “da boca pra fora”.

RS: *Teve alguma ocasião, durante essa prática profissional, em que o senhor fez o contrário, ou seja, trouxe a prática para a sala de aula?*

YR: Muitas, muitas vezes. Isso é constantemente. Os problemas que a gente encontra, “né”? Aliás, eu queria fazer agora um trabalho apenas dos meus erros, do que eu hoje não faria, por exemplo. Não diria erros até, mas coisas que poderiam ser melhores. Às vezes, dando aula, você percebe que aquilo que fez podia ser melhorado, porque é uma idéia que surge durante a aula. Isso tem muito: “Aquilo lá podia ter sido feito de outra maneira e tal”... Eu comento com os alunos! Procuro comentar as coisas que poderiam ser melhores, ou que deram certo e foram boas também. Eu acho que é importantíssima essa troca! Eu pensei uma vez na minha vida em só ser professor, ficar pesquisando... Mas perde-se esse “outro lado da moeda”, acho que “fica na metade só da história”.

⁸ Aluizio Fontana Margarido – entrevistado neste trabalho. Cf. ANEXO B.

⁹ Referência à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP).

¹⁰ Residência Pouso Alto (2003), na Barra do Una, em São Sebastião (SP), projetada por Newton Massafumi Yamato e Tânia Regina Parma. Recebeu o prêmio Rino Levi, concebido pelo Instituto de Arquitetos do Brasil de São Paulo em 2004. Ver: FIGUEROLA, V. N. Como um pássaro pousado na mata. **Revista AU**, São Paulo, n. 162, p. 24-33, set. 2007.

RS: *E com relação à trajetória de ensino, saindo de Santos, como que foi o caminho?*

YR: Eu fui fazer uma pós-graduação, um mestrado lá em São Carlos¹¹. Só que, por problemas particulares e até por não ter gostado muito – quer dizer, uma coisa sempre ajuda a outra –, acabei ficando um ano e voltei. E continuei aqui, sempre dando aula e tendo o escritório. E, depois de alguns anos, 20 anos, mais ou menos, eu resolvi: “Ah! Vou colocar no papel essas experiências que eu tenho ao longo desses 20 anos de ensino”. Então fiz o meu mestrado, sobre ensino de estruturas em escolas de Arquitetura. E, depois, logo em seguida, quando nem pretendia mais fazer, fiz o doutorado... Motivado pela minha orientadora, que na época era da banca de mestrado e achou que eu deveria fazer um trabalho de doutorado. Fiz, baseado nessa questão da interação, da interface entre Arquitetura e Estrutura. Que eu gosto e que é a minha prática, a minha pesquisa... Se você me chamar para fazer uma palestra, vai ser sobre isso... Essa interface que eu acho maravilhosa! Hoje em dia, já está um pouco melhor, mas eram muito díspares, as “coisas” não se encontravam, nem de um lado, nem do outro. Não havia vontade de nenhum dos dois lados de encontrar e, de um tempo pra cá, isso já tem melhorado bastante. Eu acho que tem tido muita informação, bibliografia a respeito disso. Eu computo que a primeira que realmente vai atrás dessa junção é aquela do Torroja, “Razón y ser de los tipos estructurales”. Eu acho que é a partir dessa década mesmo, de sessenta, que começa a haver uma motivação dos engenheiros a se aproximarem dos arquitetos e dos arquitetos se aproximarem dos engenheiros. Parte dos engenheiros, na verdade, essa aproximação. Me parece que os arquitetos não queriam, inicialmente... Que achavam que Engenharia de Estrutura era cálculo, “né”? Mas depois esses engenheiros, através de publicações, “desmitificam” isso. Mostram que não é... Que concepção estrutural é outra coisa, uma muito mais ampla do que cálculo e que atinge, inclusive, não só a engenheiros e arquitetos, mas a todo mundo! Então aí eu acho que os arquitetos se motivam, através desses engenheiros. E, agora, os arquitetos estão mais interessados, na área da Engenharia de Estruturas, do que os engenheiros, na Arquitetura.

RS: *Além do Torroja, tem mais algum autor importante?*

YR: Tem! Esse Henry Cowan... O próprio Henry Cowan. Tem vários! Posso até, depois, se quiser, dar uma lista de alguns livros... Um que foi legal, que foi traduzido agora para o português, muito bacana! Eu posso depois te mostrar. Se eu te mostrar, lá na biblioteca, você vai ver um monte de livros!

RS: *O senhor usava essas referências para as práticas em aula?*

YR: Sim, uso sempre. Quando eu vejo um livro assim, que fala sobre essa interface, eu já compro, leio e aproveito o que acho que é legal.

RS: *Ao longo do tempo, como foi mudando a própria forma de ensino do senhor, com relação às concepções metodológicas, às práticas didáticas? Houve alguma mudança do início da carreira até hoje?*

YR: Não, não. Logo no começo, eu lembro a primeira aula que eu dei para o pessoal da Arquitetura que foi sobre a Lei de Hooke. Mas do modo como tinha aprendido e ninguém entendeu coisa nenhuma. Mas depois que “a ficha caiu”, depois das conversas com esses meus alunos, fui mudando... Quando eu comecei a dar aula em Santos – mesmo em Santos ainda, 3, 4 anos depois – comecei já a mudar. E comecei já com essa “coisa” do modelo e que vem até hoje. Fui sofisticando o modelo, melhorando, aumentando a quantidade, mas a forma não mudou. É obvio que você tem mais experiência da sua vida profissional, mais casos para contar, mas o fio condutor é o mesmo.

RS: *E sobre as experiências, quais foram as que tiveram sucesso e as que não foram tão bem sucedidas?*

YR: De ensino?

RS: *Isso.*

¹¹ Referência à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP).

YR: Olha, eu tive uma experiência que eu achei que seria magnífica, que era a seguinte: em vez de eu dar os modelos prontos para os alunos, dava a questão que envolvesse a solução através de um modelo. Não sei se eu tive o azar de encontrar uma turma menos “ligada”, mas não funcionou...

RS: *Essa era uma das propostas do mestrado, certo? Da dissertação?*

YR: Uma das propostas! E isso que eu achava que era legal não deu certo. Não sei se eu não consegui a motivação necessária. Eu acredito que sim. Eu queria que eles concluíssem, através de modelos, determinadas leis matemáticas, ou as relações... Não precisava da “formulinha” lá pronta, mas as relações entre as grandezas, as variáveis. Eu contava com isso! Mas foi muito difícil, eu desisti. Fiz um ano disso.

RS: *Um ano e depois o senhor não tentou de novo?*

YR: Não, não tentei. Eu acho que um problema era que as turmas eram muito grandes. Na época que eu comecei a fazer essas experiências, eu tinha turmas de 100 alunos cada! Eu comecei no primeiro ano, não sei também se era o ano mais indicado para isso... Tinham dois professores, mas mesmo assim eu acho que ficou difícil você transmitir o porquê do que eles estavam fazendo ali. Muitos não sabiam, faziam mecanicamente. Eu acho que vem também da formação anterior, porque eles não são acostumados à curiosidade, às perguntas, enfim, a tudo aquilo que envolve a questão de pesquisar, de criar.

RS: *Falta no ensino fundamental?*

YR: No ensino fundamental. Por mais que tenha Montessori¹², Piaget¹³ e “não sei o que lá”... As teorias têm limitações. Não é porque elas não queiram, é a limitação natural das coisas. Então as escolas também são obrigadas a cumprir um programa. Eu acho que tinha que acabar com isso! Olha, eu vi agora, achei bacana, uma mudança no Vestibular... Estão reclamando, pra cursinho deve ser péssimo isso! Que é a cobrança do entendimento das coisas, e não mais saber fazer exatamente aquilo. Isso é fundamental! Isso “força”, acho, que a mudar tudo! Ensino fundamental, Vestibular, os cursinhos...

RS: *Mudar desde a base, para eles chegarem ao ensino superior já mais bem preparados...*

YR: Para você poder aplicar coisas desse tipo e eles entenderem que isso faz parte do aprendizado. E é sempre assim! Dentro dessas minhas leituras a respeito do ensino, eu vi que realmente o foco é o aprendizado, não é o ensino. Na verdade, se o aluno não quiser aprender, eu posso fazer os maiores processos de ensino, os mais fantásticos que se possa imaginar, que se o aluno não quiser aprender, não aprende! O professor, sim, tem que animar o aluno a querer aprender. Isso sim! É aquela “história” do facilitar esse aprendizado dele, mas ele tem que querer aprender!

RS: *E hoje? Como o senhor tem buscado essa motivação?*

YR: Hoje? Hoje eu estou achando muito bacana um “negócio” que é o tal do ProUni¹⁴. Isso mudou, de uns dois anos pra cá, o interesse dos alunos, que eu fiquei, assim, boquiaberto! E é o seguinte... Os

¹² Maria Montessori (1870-1952) foi uma educadora e médica italiana. Montessori foi responsável pela criação do método montessoriano de aprendizagem, composto especialmente por um material de apoio em que a própria criança (ou usuário) observa se está fazendo as conexões corretas. Sobre Montessori, ver: ORGANIZAÇÃO MONTESSORI DO BRASIL. Maria Montessori. Disponível em: <<http://www.omb.org.br/montessori.php>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

¹³ Jean Piaget (1896-1980) foi um psicólogo suíço. Piaget desenvolveu pesquisas baseadas na observação e em entrevistas que realizou com crianças. Investigou a natureza e a gênese do conhecimento nos seus processos e estágios de desenvolvimento. Sobre Piaget, ver: BATTRO, A. M. **O pensamento de Jean Piaget**: psicologia e epistemologia. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1976.

¹⁴ Programa Universidade para Todos (ProUni), que tem como finalidade a concessão de bolsas de estudo integrais e parciais a estudantes de cursos de graduação e sequenciais de formação específica, em instituições privadas de educação superior. Criado pelo Governo Federal em 2004 e institucionalizado pela Lei nº 11.096, de 13 de janeiro de 2005, oferece, em contrapartida, isenção de alguns tributos àquelas instituições de ensino que

alunos vêm com uma formação muito ruim e eu até falo para eles: “Vocês podem não saber quanto que é dois mais dois, isso não importa. Agora, o que importa é que vocês queiram saber quanto que é dois mais dois! E eu estou aqui pra ajudar vocês a saberem quanto que é dois mais dois”. E isso está acontecendo. Quer dizer, eles se esforçam. Porque são alunos com menos “grana” e que estão lá a fim de melhorar na vida e de aprender. Não é que nem aqueles, quando eu tinha cento e pouco alunos na sala de aula e no final do ano ficavam 50, 60... Esses 40 estavam lá porque o pai não os agüentava em casa e mandava fazer qualquer coisa na vida, mandavam pra escola. Então os “caras” iam lá, não tinham o menor interesse! E hoje não. Isso motiva, entendeu?! Toda turma, mesmo aqueles que não têm interesse, fica motivada! Quer dizer, é aquela mesma “história”: ou ficam desmotivados se tiver um grupo que está ali para “desmotivar”, ou ficam motivados porque tem um grupo para motivar. Eu acho que está sendo muito legal isso! Acho que facilita também aplicar novas práticas.

RS: *E teve alguma experiência, em particular, que marcou? Que serviu de referência depois para as demais?*

YR: Olha, o que sempre marca na gente é o retorno que os alunos dão depois. Durante o curso, na verdade, você não consegue ver isso. Porque, por exemplo, a gente recebe muita crítica do TFG que os alunos não sabem Estruturas e, na verdade, depois eu vejo que não é assim! Tanto é que, depois, eu encontro com esse ex-aluno, ex-aluna, às vezes, na vida profissional, e você vê que eles são elogiados. Esse é o retorno que a gente tem. Quer dizer, alunos que “passaram pela mão da gente” e que os padrões deles, os chefes deles, falam que têm uma boa formação nessa área. Eles conseguem discutir com o engenheiro, com os próprios arquitetos... E transmitir para os outros. Eu acho que isso é um retorno legal da “coisa”, que eu acho que entusiasma a gente a continuar! Agora, de imediato, é isso. Eu vou falar um “negócio” aqui que é meio antiético, mas é um desabafo mesmo: acho que os professores que estão nos últimos semestres lá, que fazem o TFG, não têm nenhuma motivação pra discutir a questão da estrutura! Por duas razões: ou por desinteresse mesmo, ou até por um pouco de medo, receio, ou por ignorância.

RS: *Por não ter tido a formação necessária?*

YR: É, exatamente. Então eles criticam a não-existência da estrutura, mas não motivam o aluno a discutir a questão estrutural. Mas há exceções. São alunos que vão lá e procuram a gente para discutir.

RS: *Gostaria que o senhor detalhasse como lida, em sala de aula, por exemplo, com a problemática do cálculo no ensino de estruturas para arquitetos, tendo em vista essa melhor formação.*

YR: É o seguinte: eu sou obrigado a dar cálculo e defendo o cálculo. Eu sou sincero, eu odeio cálculo, se você quer saber! Mas não tem jeito. E falo que o cálculo é uma tradução do fenômeno físico. Então, antes de qualquer cálculo, eu mostro o fenômeno físico! Isso é uma coisa importantíssima!

RS: *Através de modelos?*

YR: Através de modelos! Mostro como é aquilo e falo assim: “Bom, agora vamos ver como é que a gente quantifica isso”. E então eu uso todos os artifícios que usei no modelo para construir a questão da matemática da “coisa”. Eles sempre têm uma restrição a isso, eles têm dificuldade, mas não se negam a calcular. Estou com duas turmas. Uma que me puseram só para dar a parte de cálculo, porque faltava cálculo para eles... Então, eles têm, não diria que ignorância do assunto, mas uma certa restrição ao cálculo, mas, ao mesmo tempo não se negam, porque vêm do outro lado, também, um esforço pra mostrar que aquilo tem significado!

RS: *Já chegam às aulas com preconceito?*

YR: Chegam, chegam sim. Pensam que isso vai ser difícil. Então, você tem que “desmitificar” essa dificuldade. E, às vezes, quando é fácil, dizem: “Mas é só isso?”. Eles não acreditam que é só aquilo, tem que ser mais difícil que aquilo! Uma outra coisa também que sempre falo: “Não importa que

vocês nunca mais usem isso, nunca mais! Provavelmente muitos aqui nunca mais usarão!”. Mas aí eu mostro, quando alguém faz uma pergunta: “Mas, professor, e se está fazendo isso?”. Eu digo: “Está vendo? Agora você se preocupa em entender que está fazendo isso... Quer dizer, aquilo que eu falei lá, você está agora verificando se realmente aprendeu aquilo ou não aprendeu”. Então o cálculo dá essa confirmação: “Será que eu entendi mesmo aquele conceito?”. Aí perguntam: “Esse gráfico parece que estou pendurando”. Eu: “Exatamente, quando você pendura, a melhor maneira de pendurar forma o gráfico que eu estou mostrando!”. Então eles começam a ver a relação. É assim que deveria ser na Engenharia, não só na Arquitetura. O cálculo deveria ser ensinado assim: mostrar o físico do cálculo estrutural, senão, fica uma coisa muito abstrata.

RS: *O senhor continua dando aula apenas para os futuros arquitetos ou para os engenheiros também?*

YR: Pois é, para engenheiros não quero dar por uma razão: porque eu não vou melhorar em nada... Talvez eu melhore, através da questão do cálculo, de conhecer mais processos de cálculo, mas não sei se isso é o interessante. Eu prefiro mais é me aprofundar nas questões do mecanismo, da concepção, de soluções estruturais e arquitetônicas compatíveis... Então eu prefiro continuar dando aula para Arquitetura porque é onde essas questões surgem. Inclusive, eu ia fazer uma pesquisa com o quinto ano de Engenharia. Eu ia fazer para o pessoal da Poli¹⁵ sobre o que eles sabiam de estrutura mesmo. Tenho um primo meu, que dá aula lá na Poli, até falou comigo, que queria colocar uma disciplina chamada “Concepção Estrutural”... Porque falta. O sujeito não sabe conceber estrutura, não sabe repertório de possibilidades estruturais! Tem aluno que não sabe o que é uma viga vierendeel¹⁶. Bom, nem vou nem falar de tensegrity¹⁷! Não sabem repertório de possibilidades estruturais, como é que se podem conjugar soluções, como é que aquilo se repete arquitetonicamente, que linguagem arquitetônica está embutida naquilo... Isso é uma perda muito grande para o pessoal! Então eu queria até fazer essa pesquisa pra identificar e colocar o dedo: “Olha, aqui esse pessoal não sabe Estrutura!”.

RS: *E esse repertório o senhor constrói nas suas aulas da Arquitetura? Não fica apenas nas soluções mais usuais?*

YR: Sim. Eu estou montando um curso, que já fiz algumas experiências, estou melhorando... Chama-se “Criatividade nas Estruturas, nas Soluções Estruturais”. É um curso de criatividade! Eu li muito sobre criatividade e ainda tenho muito para ler... E “bolei” um mecanismo, um processo, de ativar, então, o estágio do processo de criação. Ele tem umas fichas, é um jogo!

RS: *Para aulas de Estruturas?*

YR: Para engenheiros que eu estou fazendo isso, mas serve pra arquiteto também, sem dúvidas! Eu estou dando para engenheiros, justamente, porque acho que falta aos engenheiros, principalmente aos recém-formados, criatividade estrutural. O cara “chega” e fala assim: “Olha, o programa não faz isso. O programa fala que não pode fazer isso”. Sabe, pra eles é um programa! Tem um engenheiro que eu admiro muito, o Augusto Carlos Vasconcelos¹⁸, que fala que a gente está formando “engenheiros digitais”, não de dígitos, números, mas de dedos, que sabe apertar teclas! E é realmente isso que está acontecendo. O cara sabe de cor e salteado as normas... A última, ele vai atrás, aprende tudo... E aí? Na hora que se vê em colaborar, não consegue. Porque aí é que falo que tem colaborar com a Arquitetura, para até melhorar! Porque eu sempre defendo a seguinte idéia: o primeiro passo é o mais difícil, mesmo que se faça tudo errado, mas é o mais difícil! Se eu chegar e melhorar, todo mundo vai admirar: “Nossa! O cara melhorou!”. Eu fiz a menor parte! Porque melhorar o trabalho do “cara” que

¹⁵ Referência à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

¹⁶ Assim como a treliça, esse tipo de viga corresponde a um sistema formado por barras que se encontram em pontos, denominados de nós. Entretanto, ao contrário da última, cujas ligações são articuladas, a viga vierendeel é formada por um quadro rígido. Ver: REBELLO, Y. C. P. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2003. p. 107-109.

¹⁷ Tensegrity é o princípio estrutural pelo qual a forma da estrutura é garantida pela interação entre uma rede contínua de cabos tracionados e um conjunto de elementos comprimidos, isolados entre si. Ibid., p. 135-136.

¹⁸ Augusto Carlos de Vasconcelos – entrevistado neste trabalho. Cf. ANEXO E.

teve a coragem de dar o primeiro passo, aquilo é coisa mais fácil de você melhorar. O difícil é o “cara” fazer o primeiro passo! A fama “cai” para o “cara” que melhorou a solução, deixou melhor. Por que eu estou falando isso? Porque você tem o projeto de arquitetura e ali tem um grande passo que já foi dado, que você pode contribuir pra melhorar através da estrutura!

RS: *A fala do senhor me leva a uma outra pergunta: o que um engenheiro perde não sabendo de Arquitetura?*

YR: Tudo! Ele perde justamente essa questão de melhorar a estrutura dele pelas solicitações arquitetônicas. Ele vai repetir, repetir, repetir soluções... Ele nunca vai ser um sujeito criativo.

RS: *E quanto a essa experiência do jogo? Ela já foi colocada em prática ou o senhor ainda está elaborando?*

YR: Não. Eu fiz, com o pessoal lá da escola¹⁹ mesmo... Fiz uma experiência, mas muito embrião... Então esse jogo surgiu dessas experiências que eu fiz com os alunos na escola.

RS: *Como era?*

YR: Então... Eu fazia o seguinte: propunha um tema, um problema para ser resolvido. Escrevia algumas coisas, por exemplo, referências pra eles pensarem. Geometria: quadrado, retângulo e outros... Referências no mundo animal: cavalo, cachorro... Eu punha uma série de referências e punha uma série de soluções estruturais que podiam ser usadas. Para os alunos olharem aquilo e tentarem fazer analogias, metáforas, em cima daquelas questões, que ajudassem a pensar em uma solução diferenciada. Então, surgia! Surgem, mesmo, “monstros” e coisas interessantes! Inclusive tem um aluno que “bolou” uma casa, era o tema dele... Nem lembro mais se era aranha a referência que ele fez a analogia, a metáfora. Criou uma casa interessante, em que o “cara” podia mudar o quarto, a sala, como ele quisesse, ao longo da vida dele. Então ele está cansado daquela disposição e mudava, porque tinha uma série de trilhos. Quer dizer, não me interessava se era viável ou não, mas é uma idéia que pode ser viabilizada! Isso se chama, no processo de criatividade, de fase de síntese, em que você capta todas as idéias possíveis. E depois vem a fase de análise, em que você vai ver aquelas que são realmente viáveis e algumas que são mais viáveis ainda... Vem a viabilidade econômica, aí sim você chega à solução mais adequada. Já é um processo mais lógico, mais objetivo. Não é esse de você poder “passear, viajar”. Mas é muito bacana essa “coisa” da criatividade!

RS: *E tem alguma experiência desse tipo que o senhor usa no ensino para Arquitetura? Digo, sobre criatividade e estímulo da criatividade na hora de propor soluções?*

YR: Não, isso é uma experiência que eu fiz com a turma do quarto ano que eu estou agora. Inclusive, eu liberava os alunos, era final de ano: “Olha, quem quer fazer, vai fazer não obrigado, vai fazer por prazer e tal”. Para você ter uma idéia, uns 70% dos alunos participaram! Os outros 25% diziam que era porque estavam com muito trabalho. Eu dizia: “Tudo bem, não precisa justificar”. Mas eram bastante! Quer dizer, estavam motivados. Não tinha nota, não tinha nada...

RS: *Então, depois que o programa já tinha sido cumprido, o senhor realizou a experiência também com a Arquitetura...*

YR: Isso, com a Arquitetura. Nunca fiz com engenheiros. Esse curso que eu estou montando é, a princípio, para engenheiros, seria “Criatividade na Engenharia Estrutural”...

RS: *Que partiu dessa experiência no curso de Arquitetura?*

YR: Não! Partiu de todos esses anos que eu fui observando que os engenheiros seguiam soluções. É óbvio que eles seguiam essas grandes obras do Brasil. E, aqui mesmo, as “coisas” não precisam ser grandes. Tem um livro em inglês, o nome exatamente eu não lembro, mas era assim: “Estrutura e

¹⁹ Referência à Universidade São Judas Tadeu (USJT), em São Paulo.

Criatividade”... Isso mesmo, “Creativity and Structure”²⁰, “coisa” assim. É um livro bacana para você também! Depois eu trago os livros que eu acho bacana pra você anotar. E uma das obras criativas é uma casinha de árvore! Então, mostrando como é que o “cara bolou” o movimento que as árvores podiam ter sem afetar a estrutura da casa. Quer dizer, “no grande” é fácil de ser criativo! Aquela “história”: “Ah! Qualquer coisa eu posso fazer!”. O difícil é ser criativo nas pequenas coisas. E é aí que eu não encontro criatividade na Engenharia Estrutural.

RS: *Em paralelo aos modelos, o senhor usa em sala de aula alguma experimentação construtiva, alguma relação com o canteiro?*

YR: Isso! Isso foi uma grande perda que teve na São Judas. Nós tínhamos lá o Laboratório de Estruturas, que eram experiências feitas no canteiro... E que eu acho importantíssimo! Mas aí sempre requer um espaço, “né”?! Isso é importante. A gente fazia coisas. Os alunos aprendiam muito e a gente dava mais valor aos que não davam certo do que aos que davam certo. A gente chamava muita atenção para isso, porque os que davam certo vinham na certeza: “Eu quero fazer um vão tal e uma viga desse tamanho”. Não ousavam! A gente queria mesmo era que tivesse limite, que na hora que carregasse, caísse e: “Por que caiu? Onde que está o defeito da solução?”. E isso aconteceu muito com o Buckminster Fuller... Ele falava que era o mais famoso fracassado, porque tudo o que ele fazia chegava aos limites da “coisa”. Ou as pessoas renegavam, ou não dava certo, tinha algum problema... Mas ele partia daquilo para melhorar. Então ele sempre usava o fracasso. E tem um outro livro também, de um engenheiro americano, que chama “Aprendendo através do Fracasso”, que fala dos vários fracassos estruturais e dos aprendizados que podem ser tirados daqueles fracassos. São vários livros, tem cinco livros que eu li dele... Ah! Esse que fala dos aprendizados chama, na verdade, “Engenherar é humano”²¹... O verbo não existe em português.... Ou seja, fazer engenharia é humano.

RS: *As atividades em canteiro, as experimentações, estavam dentro das disciplinas de Estruturas?*

YR: Sim, no Laboratório de Estruturas... Isso eu sempre lembro, que eu ia fazer experiências com eles. Mas acabaram porque diminuía a carga horária, não tinha que pagar professores, por restrições financeiras. Isso foi uma perda lamentável!

RS: *Então, do ponto de vista do senhor, qual seria o problema central no ensino de estruturas para arquitetos? Eu quero dizer, por que, apesar de todo o esforço do senhor e de outras pessoas, para existir uma nova proposta, continua existindo esse ensino fragmentado? O que o senhor acha que ainda falta? O que deveria ser feito?*

YR: Olha, é o seguinte, você acabou de falar uma palavra “mágica”, que é a questão das disciplinas. Isso é uma questão de ensino que eu também não tenho solução! Mas eu acho que deveria ser pensada... Que é essa questão do ensinar disciplinas. E não de ensinar a realidade, o mundo, como é que ele é. Ensinar, em última análise, é pensar! Eu tinha proposto até um ensino de Estrutura, de Arquitetura, em que se ensinasse tudo tendo como motivação a Arquitetura. Não é ensino de Arquitetura, a motivação é a Arquitetura, mas se ensina a pensar, usando como pretexto a Arquitetura! Eu vi uma palestra... Uma palestra não, um programa no canal 2, há uns dois ou três anos atrás... Uma pena que eu não pude anotar! Mas, enfim, era um professor falando sobre ensino. Ele contando de uma universidade americana que não ensina absolutamente nada! Não ensina Engenharia, Arquitetura... Ensina a pensar. E é a quinta maior produtora de mestrado, doutorado, em todas as áreas! Engenharia, Medicina... Então o cara, depois, tem condições de aprender aquilo e fazer trabalhos em cima daquilo. É isso. Você ensinar disciplinas é o grande mal do ensino.

RS: *Então deveria ser mudada toda a estrutura dos cursos e não focar as disciplinas?*

²⁰ Cf. ADDIS, B. **Creativity and innovation**: the structural engineer’s contribution to design. Oxford: Architectural Press, 2001.

²¹ Cf. PETROSKY, H. **Engineering is human**: the role of failure in successful design. London: Knopf Doubleday, 1992.

YR: Exatamente. Teria que ser assim: você vai usar como motivação a Arquitetura, mas vai aprender a pensar qualquer coisa, qualquer problema! Criar, aprender a ser criativo... Aí, já estava resolvida também a questão do emprego: “Ah! Arquitetura está mal, então eu vou para a área de Medicina”... Porque eu tenho condições de, em pouco tempo, aprender. Porque eu vou ser capaz de ir além do que está sendo mostrado ali, de pensar, de criticar o que está sendo falado. E não é uma coisa utópica não, porque existe essa universidade que faz isso! E eu estou atrás de descobrir o nome dela, já procurei na Internet... Não lembro o nome do professor, precisaria descobrir... Falta de tempo. Um jeito de encontrar, eu acho, era ir ao Canal Cultura e ver essa palestra... Era um desses “negócios”, assim, de madrugada, que chama “Café Cultural”... Esses programas que passam de madrugada.

RS: *E, desse jeito, não tratando como disciplinas, seria até uma forma de resolver a integração com a cadeira de Projetos e outras...*

YR: Eu não acredito em integração vertical e horizontal. Isso é uma grande bobagem! Nos meus trinta e poucos anos, já vi fazerem de tudo e nunca dá certo. Nunca dá certo, porque os tempos são diferentes. Então não existe isso! Você vai aprender é a criticar o conjunto das coisas, aprender o conjunto das coisas. Então eu não acredito nessa “coisa” de integração vertical, horizontal! Existia uma proposta em que eu acreditava mais, mas também não deu certo. Eu fiz uma proposta, que o João conhece, que nós fizemos juntos... Era uma congregação... E propusemos que as integrações fossem por objetivos. Mas aí virou disciplina isolada novamente. Quer dizer, por exemplo, no primeiro ano, qual era o objetivo? É fazer olhar o mundo, ver o mundo... Todas as disciplinas deveriam procurar fazer isso. Não, mas aí cada uma via isso de uma maneira diferente. No segundo ano, era estrutura... O objetivo era o aluno entender estrutura. Aí, virou disciplina que falava sobre estrutura, outra que falava só sobre projeto, porque aquela já falava sobre estrutura... Não foi entendido. Então isso talvez fosse uma possibilidade de integração, integração por objetivo. Mas, mesmo assim, eu acho que ainda não tinha que ter essa separação!

RS: *Para finalizar, gostaria que o senhor comentasse o que um arquiteto perde não sabendo de Estruturas.*

YR: O mesmo que o engenheiro perde: a possibilidade de melhorar a sua arquitetura, porque as necessidades estruturais provocam, “né”?! O que o arquiteto perderia, por exemplo, de Arquitetura, se ele não soubesse que existe o Sol? Se ele simplesmente renegasse o Sol? Se ele renegasse a topografia? Se ele renegasse o entorno? Ele perderia tudo! Ele perderia a possibilidade de fazer um bom projeto, porque são essas coisas que motivam a fazer um projeto melhor! Então, a Estrutura, com certeza, está até muito mais incorporada na Arquitetura! Se o cara não sabe Estrutura, ele perde a possibilidade de avançar no projeto, de fazer coisas mais interessantes, mais criativas.

RS: *Sintetizando as questões levantadas, quais são os aspectos que o senhor considera fundamental para uma boa formação em Estruturas? Ou seja, o que um futuro arquiteto precisa conhecer sobre Comportamento Estrutural e quais os meios que podem ser usados para alcançar tal conhecimento?*

YR: O arquiteto que conhece bem estrutura pode concebê-la melhor que um engenheiro. Sua formação mais ampla permite uma maior possibilidade de síntese, analogias e metáforas, coisas fundamentais para a criatividade. Uma boa formação em estruturas, tanto para arquitetos como para engenheiros, pressupõe um aprendizado baseado no desenvolvimento da criatividade! Uma formação ampla, holística é de fundamental importância em qualquer aprendizado, não sendo diferente para o aprendizado de estrutura. Um aprendiz de estrutura deve ser sempre incentivado a ligar soluções aparentemente distantes ou mesmo conflitantes. É desse conflito que nasce a solução criativa! Em suma: o aprendiz de estrutura deve ser sempre incentivado a pensar criativamente.

ANEXO B – ENTREVISTA COM ALUÍZIO MARGARIDO

BIOGRAFIA

Aluízio Fontana Margarido graduou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica de São Paulo, em 1960. Obteve seu doutorado, pela mesma instituição, em 1972. Após formado, em 1961, trabalhou na empresa Construções Tubulares Manesmann – atuando na construção de galpões industriais e coberturas metálicas. Entre 1961 e 1965, foi engenheiro da Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa). Em 1961, tornou-se sócio do então chamado Escritório Técnico José Carlos de Figueiredo Ferraz – empresa que, a partir de 1978, passou a ser denominada de Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S.A –, para a qual desenvolveu projetos de barragens, aeroportos, rodovias, pontes, viadutos metálicos e obras de metrô. Atualmente é diretor de planejamento e apoio técnico dessa empresa. Entre as obras que calculou, destacam-se: as esculturas desenvolvidas em parceria com a artista plástica Tomie Ohtake (1913); e o Metrô do Rio de Janeiro. Também seguiu carreira acadêmica, lecionando na Escola Politécnica e na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo entre 1964 e 1996. Foi professor do curso de Engenharia Civil da Universidade São Judas Tadeu (USJT).

Entrevista realizada no dia 07 de maio de 2009 em São Paulo (SP)

Rita Saramago (RS): *Primeiramente, gostaria que o senhor discorresse sobre o período de sua formação na universidade. Por exemplo, como era o ensino de graduação na escola em que o senhor estudou e qual era a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia naquela época?*

Aluízio Margarido (AM): O curso, por exemplo, de Engenharia é um curso muito segmentado, em termos de disciplina. Cada disciplina era de maneira bem individualizada e não havia grande comunicação entre as disciplinas pra você ver a ligação de uma com a outra. Isso você ia ganhando à medida que ia chegando ao final de um ano e, principalmente, depois de formado, quando você ia trabalhar. Isso é uma “coisa” que até hoje é assim! Eu acho que até hoje é assim... Agora, era um curso que tinha uma formação muito boa sobre o aspecto físico, matemático... Que é importante! Apesar de que, na realidade, depois, na vida prática, você vai usar muito pouco daquilo que você estudou! Mas é fundamental estudar para ter cultura! Eu não preciso usar, mas você precisa ter cultura. E cultura é tudo aquilo que fica depois de você esquecer tudo o que você aprendeu. E é verdade!

RS: *E qual foi a escola que o senhor se formou?*

AM: Eu estudei na Escola Politécnica, em São Paulo. Isso como engenheiro, “né”?!

RS: *Mas então como que surgiu o interesse do senhor pelo processo de formação dos estudantes de Engenharia e de Arquitetura?*

AM: Bom, aí então eu vou dizer assim... Eu fui convidado pelo Ferraz, Figueiredo Ferraz¹, que trabalhava aqui², pra eu dar aula com ele. Depois de formado. Tinha uns quatro anos de formado... E eu fui dar aula com ele. É claro que eu comecei a dar o curso do jeito que eu tinha formação! Então mais ou menos aquelas mesmas coisas... E eu fui, aos poucos, verificando que eu tinha que mudar. Sem perder a essência física e matemática! Não ser, talvez, muito aprofundado, mas, fundamentalmente, mantendo aquele cerne, digamos assim, de cultura... De tecnologia. E uma coisa importante, muito importante mesmo! O aluno da FAU, porque eu dei aula na FAU durante muitos anos, me aposentei lá... Depois eu fui pra São Judas Tadeu, dei aula lá também!... Dei aula na FMU³. Depois eu tive problemas de saúde, eu tive três derrames. Eu estou falando isso só pra justificar,

¹ José Carlos de Figueiredo Ferraz.

² Referência à sede da empresa Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S.A., em que foi realizada a entrevista.

³ Referência à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP); Universidade São Judas Tadeu (USJT); e Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU), em São Paulo, respectivamente.

porque, de vez em quando, eu gaguejo. Então só pra explicar e falar à vontade com você, eu parei de dar aula, “né”?! Mas o aluno de Arquitetura me ensinou muito! Me ensinou, inclusive, não a aula, não o que eu tinha que falar para eles, mas a entender a importância da Arquitetura! E, fundamentalmente, aprendi o quê? A querer fazer aquilo que o arquiteto estava imaginando! Quer dizer, eu me pus numa posição de querer fazer aquilo junto com ele! E não a dizer se era bom ou se era ruim. De colaborar... E eu digo, brincando, que todo arquiteto tem que ter um engenheiro amigo para ter confiança em discutir e ter uma interação muito grande entre os dois profissionais.

RS: *E por que o senhor percebeu que precisava mudar o jeito de ensinar?*

AM: Na realidade, não é propriamente que eu criei um sistema diferente de dar aula... O que acontece é o seguinte: eu comecei a dar a disciplina de Estruturas, que envolvia, no começo, aço, madeira e concreto, colocando esse curso e a minha maneira de ensinar, sem perder a essência técnica – isso é importante – no nível do aluno! Porque é muito diferente um aluno da Politécnica e um aluno da Arquitetura. Eu adoro a Escola Politécnica, tenho um orgulho muito grande!... Mas o aluno da Escola Politécnica era um aluno triste! Porque era tão “pesado” o curso que ele não tinha nem uma alegria maior. E o arquiteto era diferente! E uma coisa interessantíssima que eu percebi – eu estou falando arquiteto, mas é aluno de Arquitetura – foi que o aluno de Arquitetura gosta, ele é interessado, é preparado tanto quanto o engenheiro quando ele começa a estudar! O que eu percebi? A grande diferença! Um indivíduo vai fazer Engenharia e o outro Arquitetura... A Engenharia começa logo com Cálculo, Física, etc., e continua com aquilo que você fazia no cursinho. Aí o que acontece? Você entrava na Arquitetura, ficava dois anos sem ver coisas maiores de Cálculo... Via um pouco, mas não era muito! Quando você chegava, por exemplo, a estudar Estrutura, havia uma deficiência. Não do aluno, mas do tempo! Porque você estuda e, se não aplica, você esquece! Então, o que eu procurei fazer? Eu procurei retomar, na própria disciplina que a gente estava dando, procurei ser mais didático... Nos princípios, nas equações... Eu tenho um livro aqui, que é esse aqui⁴... Ele está aqui não é porque você vinha, mas estava aqui por acaso! Então, esse livro tem a preocupação de fazer passo a passo tudo.

RS: *A parte de Cálculo?*

AM: A parte de Cálculo! Porque eu acho fundamental a pessoa conhecer os princípios básicos e saber como que é aquilo... Estou falando pra você como jovem. Porque o importante não é o arquiteto saber calcular. Não tem arquiteto que saiba calcular! Inclusive, seria uma perda de tempo boba, porque é mais importante ele estudar Arquitetura do que saber calcular. Agora, o que é fundamental? Ele já deve ter sabido! Passado!... Na escola, ele tem que ter uma formação boa e aquilo sedimenta como a cultura! Vai discutir um projeto depois de formado... Vai ver como é, vai discutir com o engenheiro... O arquiteto precisa ser amigo do engenheiro! E o engenheiro precisa ser amigo dele também!

RS: *Quando o senhor começou a lecionar, naquela época, como que a Escola Politécnica via o ensino de Estruturas para arquitetos?*

AM: Não tinha. Na realidade, eu vou te dizer: o curso de Arquitetura era quase que uma repetição do curso de Engenharia. As aulas de Estrutura, Concreto, etc., eram quase que uma repetição do curso de Engenharia!

RS: *E os professores da FAU? Como que eles viam esse ensino? Eles queriam mudar também?*

AM: Não. Era o próprio professor da Politécnica que ia dar aula na FAU.

RS: *E como o senhor sentia que eles enxergavam os engenheiros, como o senhor, Mário Franco⁵ e Plácido Loriggio⁶, naquela época?*

⁴ Aponta: MARGARIDO, A. F. **Fundamentos de estruturas**: um programa para arquitetos e engenheiros que se iniciam no estudo das estruturas. São Paulo: Zigurate, 2001.

⁵ Mario Franco foi entrevistado neste trabalho de mestrado. Cf. ANEXO H.

⁶ Plácido Loriggio graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo em 1954 e atuou como docente da Escola Politécnica e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo nessa mesma instituição. Publicou: LORRIGIO, P. **Geometria descritiva**. São Paulo: Edição do autor, 1970.

AM: Isso foi depois... Eu estava falando de antes. Como é que eles viam a gente? Olha, eu vou te dizer uma coisa: eu sempre tive um relacionamento muito bom com os arquitetos! Muito bom mesmo! Eu sempre respeitei o aluno e, portanto, era sempre respeitado... Eu jamais disse que um aluno estava errado, não sabia, não estava entendendo... “Você é burro!”, vamos dizer assim. Isso você não pode fazer nunca! Você nunca pode desrespeitar o aluno! Então eu tinha um relacionamento muito bom. E eu fui acompanhando o desenrolar da formação do arquiteto, inclusive os contatos com outros arquitetos para fazer determinadas obras, etc... E, com isso, eu aprendi a maneira de ver a Arquitetura pela ótica do arquiteto! Eu vou contar uma coisa pra você, rapidinho, para não gastar tua fita aqui de gravação. Você conhece o Croce, Gasperini e o Aflalo⁷? Você conhece uma obra chamada ABM, Associação Brasileira de Metais⁸? Então nessa obra o Aflalo, me chamou... Eu era amigo deles todos, do Croce menos, mas do Aflalo muito. Sentamos e disseram assim: “Aluizio, eu quero conversar com você pra gente discutir como é que vai ser a estrutura”. Eu falei: “Bom, vamos fazer de aço, né?! Associação Brasileira de Metais!”. Eles: “Vamos! É claro! Nem tem sentido que não seja em aço”. Aí, eram seis horas da tarde... E a gente tinha um relacionamento muito bom, brincadeiras, piadas, etc. Às sete e meia o projeto já estava concebido “todinho”! Porque havia interação... Eu não tinha medo também, como engenheiro, de dizer: “Olha, eu não sei!... Eu não estou gostando não! Eu acho que podia fazer assim... Fica melhor assim... Na minha opinião!”. E havia essa interação. Isso é fundamental! Você não pode ter nem um respeito tal pelo arquiteto que você não possa exprimir sua opinião, como o contrário também! Você não deixar o arquiteto falar nada: “Você não sabe! Você é burro!”. Eu já vi! Um arquiteto queria fazer uma casca e o “cara” falou: “Mas não fica bom! É melhor fazer assim: um pórtico reto e tal... Fica mais fácil de fazer e dá pra cobrir o mesmo espaço”. Eu não vou falar palavrão, mas você pode imaginar um palavrão... Não era isso que o arquiteto queria! O arquiteto queria a casca! Você não pode “chegar” e mudar! Dava briga!... Ou ficava desesperado! Aí havia xingamento... Que o engenheiro é “grosso”... Que o arquiteto não era bem preparado e coisas desse tipo. Pessoalmente, eu procurei entender muito o problema do arquiteto. O Mário Franco também... O Plácido também... O Yopanan⁹ também... E outra coisa: eu acho também que eu, o Mário Franco e o Plácido Loriggio, a gente tinha – eu estou me colocando também com mais humildade no grupo – uma didática boa.

RS: *E como que o senhor lidava, por exemplo, com o cálculo, com modelos, matemáticos e físicos, nas aulas para arquitetos?*

AM: Bom, eu sempre procurei explicar tudo matematicamente, na planta, na lousa, os princípios, essas “coisas” que você já sabe. E com a imaginação do modelo ou a realização do modelo! No meu livro, eu tenho um capítulo só sobre modelos. Então, isso era uma “coisa” que o aluno ficava encantado! Ou seja, aquilo que ele aprendia na escola, ouvia, aquilo ocorria... Por que qual é a dificuldade com as Estruturas? É porque as deformações e os deslocamentos são muito pequenos! Você não enxerga! Então precisa imaginar, ver como que é e tal. Se você tem um modelo que deforma, grande, que você vê, você acha lindo!

RS: *Para criar todos os modelos e essa nova didática de ensinar Estruturas, o senhor tinha alguma referência de profissional ou bibliografia?*

⁷ Aflalo & Gasperini é um escritório de arquitetura atuante no país. Sua origem remonta a 1962, quando Plínio Croce (1921-1984), Roberto Aflalo (1926-1992) e Gian Carlo Gasperini (1926) se reuniram para participar do concurso para o edifício Peugeot, em Buenos Aires. Depois de vencer outros 132 escritórios de diversos países, o trio criou um estúdio, chamado Croce, Aflalo & Gasperini. Cf. AFLALO & GASPERINI ARQUITETOS. História. Disponível em: <<http://www.aflaloegasperini.com.br/historia.php>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

⁸ Edifício sede da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM – 1984). Este edifício compreende três níveis de piso, interligados por escada metálica que também dá acesso à área de exposições e ao foyer do auditório. A estrutura principal é composta por duas grandes treliças longitudinais, que vencem um vão de 20 metros, sendo que cada treliça apóia-se em apenas dois pontos. Cf. CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. Edifício Sede da ABM. Disponível em: <http://www.cbcaibs.org.br/nsite/site/steel_tour_sp_02.asp>. Acesso em: 03 fev. 2010.

⁹ Yopanan Conrado Pereira Rebello – engenheiro civil previamente entrevistado. Cf. ANEXO A.

AM: Não de profissional. Tinha um livro chamado Pippard, um livro antigo, em inglês, Pippard¹⁰!... Que era um livro que cuidava desse assunto. Tinha mais uns outros... Eu estou me referindo ao começo. Depois apareceram o Torroja, um livro interessante que eu gostei muito... Salvadori. Esse é muito bom! Bom, eu acho uma coisa, que existe um engano muito grande no arquiteto é ele querer ter a intuição. Eu vou fazer duas comparações: do arquiteto e do engenheiro. Bom, o arquiteto queria um curso que desse a intuição da estrutura sem calcular. Eu posso dizer para você? Todo engenheiro também gostaria de ter! Mas não tem. É a mesma coisa que o arquiteto que começa a trabalhar... Você acha que dá pra dar um curso, durante um ano, para o arquiteto entender todos os aspectos da Arquitetura: paisagismo, comportamento, divisão de espaço, iluminação, acústica, etc.? É possível? Então não tem. Porque se precisa evoluir para sempre entender mais. Uma “coisa” que é fundamental, que eu sempre falava para os alunos: “Se vocês forem fazer um serviço particular, forem fazer um ‘projetinho’, procurem entender o que vocês estão fazendo”. E não adianta negar determinados conhecimentos que são importantes. E, além disso, o professor, na parte didática, tinha que fazer a “coisa” ser agradável.

RS: *Em relação às experiências, o que foi bem sucedido e quais foram as dificuldades que o senhor encontrou?*

AM: O que foi muito bem sucedido era sempre a imagem do modelo. A gente pode fazer um modelo mental, imaginar um problema mental, e o modelo físico. Eu usava os dois. Por exemplo, se eu pego os dedos aqui assim¹¹, você fala que tem uma viga que vai fletir. Olha como a fibra de baixo é tracionada! Olha como a de cima é comprimida! Você está entendendo? Isso é um modelo chamado mental! Quer dizer, a pessoa sente... Eu vou falar: “Eu vou aplicar o momento contrário, olha o que acontece!”. Então essas “coisas” ajudavam muito. Por exemplo, eu dizia o seguinte: “Vamos pegar uma caixa de sapato. Vou colocar areia em cima... Como é que fica a deformada do fundo da caixa?”. Porque a caixa estava colocada de cabeça para baixo... “Se você quisesse fazer a topografia dessas deformações, como é que ela era?”. E o “cara” fazia perfeitamente! Entendia, ele via a variação, se tinha mais momento ou menos momento... Só de maneira mental.

RS: *Teve alguma experiência que não deu certo?*

AM: Didática?

RS: *Exato.*

AM: Teve. Eu vou comentar isso com você... Todo mundo queria que a pessoa de Estrutura ficasse à disposição do Departamento de Projeto pra fazer junto. Mas “não dá”! Porque, por exemplo, o professor de Arquitetura quer estudar um templo... Um templo ou um ginásio... E ele quer subsídios da parte de Estrutura para uma obra desse tipo. É uma obra tão complicada em termos de conhecimento de edifício! Então o aluno está crescendo no conhecimento da Estrutura, mas os “caras” queriam “pegar” a solução lá embaixo. Não dá certo! Dá certo depois... Quando ele chegasse ao quinto ano, sim! Aí, se pudesse haver essa interação, ele já sabe... Já tem noção da altura da viga, quanto é mais ou menos... Espaçamento de pilares, coisas desse tipo. Mas, no começo, “não dá”! Porque você começa com o curso de Projeto logo no primeiro ano, não é?! Então, o pessoal tenta trazer Estrutura para o primeiro ano e não dá certo, precisa de um pouco de maturidade... Tem certas disciplinas que a pessoa precisa ter maturidade! E idade!

RS: *Por outro lado, teve alguma experiência didática que foi mais marcante e depois se tornou ponto de referência para as outras?*

AM: Olha, eram os modelos que eu usava. Eu levava um canudo, nem sei se tenho aqui... Eu levava um canudo desse tipo e usava esse tipo de elemento¹², em que eu colocava umas barrinhas chatas de

¹⁰ Cf. PIPPARD, A. J. S. **The experimental study of structures**. London: Edward Arnold & Co, 1947.

¹¹ Referência ao modelo de viga que faz com as mãos, durante a entrevista.

¹² Mostra peça de madeira presente dentro de um canudo metálico.

acrílico. A gente empurrava aqui, ele fazia assim¹³... Aqui deformava deste jeito... Então, isto aqui, sobre a mesa, era uma coisa interessante. Às vezes eu fazia até vertical. Esse modelo que eu proponho aí¹⁴ é uma melhoria deste modelo aqui.

RS: *Como foi a trajetória profissional do senhor?*

AM: Bom, a vida foi o seguinte... Eu sempre trabalhei muito por fora e na FAU, como profissional de Estruturas. Para mim, era extremamente agradável dar aula! Extremamente! A “coisa” que eu mais senti na minha vida foi ter parado de dar aula. Aquilo que eu fiz com mais prazer era dar aula. Não corrigir prova, mas dar aula sim! E eu procurava levar a experiência minha para lá... Receber o *output* do aluno... É importante, viu?! Procurar entender, conversar... Eu tive experiências interessantes, inclusive o livro trata, sobre energia de deformação, sistemas de equações, teoremas da energia de deformação, qual a finalidade... Eu tive aluno que estudou sozinho energia de deformação para entender! Foi um aluno só, mas é fantástico! Eu tive aluno que não sabia responder a questão que tinha proposto, que era um problema de flexão... Mas pelos princípios que ele tinha feito de equações de equilíbrio, forças, momentos, etc., ele desenvolveu, na prova, uma expressão. Não era aquela correta, que a gente queria! Mas uma “coisa” que era fisicamente e, sobre os aspectos de equilíbrio, factível... É importante isso! Você percebe que esse aluno tinha um domínio realmente sobre aquilo que eu chamava sempre de a “verdade física”. Isso é uma coisa interessante... Quando eu ia discutir uma teoria, uma coisa qualquer, flexão, por exemplo, que é um conceito simples... Então, eu procurava mostrar o que ia estudar, pra que estudar aquilo, o que era. Tanto é que o livro também, não sei se você reparou, começa assim: eu faço uma rápida lista dos objetivos... Que era, na realidade, o que queria fazer. Eu tinha o título, falava rapidamente o que o “cara” entendia e depois desenvolvia.

RS: *Como foi trabalhar com outros profissionais? Por exemplo, com Tomie Ohtake¹⁵? Qual era a relação do senhor?*

AM: Bom, a Tomie era uma pessoa maravilhosa! Se eu contar para você! Eu converso bastante com ela... Às vezes vou almoçar com ela, jantar com ela... Mas sobre projeto, projeto, nós falamos pouco. Porque eu entendo o que ela quer, ela sabe que eu entendi o que ela quer, então já mudamos de assunto! Você chegou a ver as obras dela?

RS: *Vi sim...*

AM: Eu queria, por exemplo, esconder esse apoio e fazer desaparecer¹⁶. Isso aqui é de aço. Não é bonito?! Por exemplo, você veja como era o apoio nessa situação... A terra vinha aqui, então dava a impressão que estava solta no terreno, “né”?! Isso aqui, por exemplo, era um apoio aqui e ali outro apoio também. Não é bonito?!

RS: *Como era a concepção das obras? Ela mostrava a idéia, para o senhor, pelos desenhos ou vocês trabalhavam juntos o desenho também?*

AM: Não, não. É o seguinte... Normalmente, para esse tipo de obra, ela trabalhava com uma “folhinha” de alumínio, “pequeninha”, fina... Então ela ia desenhando... E aí entrava um arquiteto,

¹³ Indica deformação resultante com a mão.

¹⁴ Referência ao livro citado anteriormente – Margarido (2001).

¹⁵ Tomie Ohtake (1913) é uma artista plástica nascida no Japão e naturalizada brasileira na década de 1960. Começou seu trabalho profissional apenas aos 40 anos de idade. Sua obra abrange pinturas, gravuras e esculturas – muitas delas expostas em locais públicos, principalmente na cidade de São Paulo. Em conjunto com Aluísio Margarido, desenvolveu uma série de esculturas em aço. Cf. INSTITUTO TOMIE OHTAKE. Tomie Ohtake, a artista. Disponível em: <<http://www.institutotomieohtake.org.br/tomie/tetomie.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

¹⁶ Aponta exemplo presente em arquivo do computador, contendo obras desenvolvidas em conjunto com Tomie Ohtake. Referência à escultura (1997) em ferro estruturado, presente no interior do Bloco 6 do Laboratório Aché com 15 metros de comprimento transversal e 4,5 toneladas. Cf. INSTITUTO TOMIE OHTAKE. Obras públicas. Disponível em: <<http://www.institutotomieohtake.org.br/tomie/biografia/tebiografia04.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

que era amigo nosso, que é meu amigo, a mulher dele também, foi meu ex-aluno... E ele fazia um modelo numa escala maior em acrílico.

RS: *Quem era o arquiteto?*

AM: O nome dele é Jorge. Jorge e Vera¹⁷. Eles eram japoneses e o único estrangeiro lá era eu! E eu comecei a trabalhar com a Tomie foi através do Jorge! O Jorge tinha um problema, estava com dificuldade pra resolver e ele veio me procurar, porque tinha sido meu aluno... Aí conversamos, conversei com a Tomie, ficamos amigos e até hoje somos amigos. Eu, o Jorge, ela... Então havia a preocupação do Jorge, da Tomie e minha, da gente fazer aquilo que era o melhor possível. Dentro da técnica! E eu acho que a gente conseguiu uma porção de coisas. Por exemplo, eu vou mostrar para você essa obra aqui¹⁸... Essa obra é em Registro. Se você chegar perto, você entende o que é isso aqui? Você percebe que isso aqui é um ponto?! Bom, é um ponto. Você acha que pode sentar num ponto? Não pode! Não existe. Eu procurei um sistema de apoio, de uma “plaquinha” de dois centímetros, que resistia à carga da estrutura, que pesa seis toneladas, e dava essa idéia... Agora, vou fazer uma pergunta pra você, Rita: Você não tem a sensação de que essa obra foi colocada lentamente no chão?

RS: *Parece mesmo...*

AM: Não te dá essa sensação?! Então é isso que a gente precisa entender! É isso que engenheiro precisa aprender a ver! Você está entendendo?! E querer fazer aquilo que o arquiteto e o escultor, no caso, quer.

RS: *Então o que o senhor acha que o engenheiro perde não sabendo de Arquitetura?*

AM: Tudo, perde tudo. Sabe o que é? É o seguinte: a ação do arquiteto é mais importante que do engenheiro. Porque é mais amplo, mais abrangente. Enquanto que a atuação do engenheiro é mais pontual. O Engenheiro de Estruturas, “né”?! Mas eu falo isso com absoluta tranquilidade... Eu sempre adorei fazer Estruturas, adoro fazer essas coisas!

RS: *Por outro lado, o que um arquiteto perde quando ele não conhece, não sabe de Estruturas?*

AM: Ele perde muita coisa! Não chega a perder tudo, mas ele perde metade do que poderia ser melhor na Arquitetura... Você já viu que balanço é esse¹⁹?

RS: *Não, não vi pessoalmente.*

AM: É em Belo Horizonte... É na tua terra! É uma obra, por exemplo, que eu tive uma satisfação muito grande... Você vê que ela está deformada, porque ela foi feita desse jeito! Porque o “charme” da peça é ela ter essa variação de forma. A flecha, na ponta, seria um metro e vinte... Ela cairia um metro e vinte... Para ela ficar reta, a fizemos com um metro e vinte para cima. Como se fosse a imagem espectral. Aí isso descia e ficava assim. É uma coisa interessante: essa obra de concreto não dava para fazer! Nenhuma dessas obras de concreto daria pra fazer! O material é extremamente plástico! O material permite a plasticidade em termos de Arquitetura. É só você conhecer as “coisas”, que você consegue fazer! O avião não é uma “coisa” linda?!

RS: *Tem que conhecer o material que você está trabalhando...*

AM: Tem que conhecer o material e saber como é que ele trabalha! Isso é uma outra coisa importante... E isso é uma deficiência dos cursos de Arquitetura! A base de tecnologia dos materiais é muito restrita.

RS: *Então um dos aspectos que o senhor acha que falta é esse conhecimento dos materiais.*

¹⁷ Jorge Utsonomiya e Vera Fujisaki são arquitetos assistentes do ateliê de Tomie Ohtake.

¹⁸ Referência à escultura “Guaracuí” (2002), na Prefeitura Municipal de Registro. Escultura em chapa de aço carbono, pintada de tinta automotiva vermelha e prata. Cf. INSTITUTO TOMIE OHTAKE, op. cit.

¹⁹ Referência à escultura (2004) na praça fronteira à sede Usiminas, em Belo Horizonte (MG), feita em chapa de aço carbono pintada com tinta automotiva. As dimensões são: 3,5 metros de comprimento por 2,0 metros de largura, 40,0 metros de altura e peso de 17 toneladas. Cf. Ibid.

AM: Talvez um pouco mais...

RS: *E o que mais que o senhor acha que falta? Por que já foi feito um esforço do senhor, do próprio Yopanan, de tentar melhorar o ensino de Estruturas... O que o senhor acha que ainda falta, já que em muitas escolas continua existindo o mesmo tipo de ensino que foi dado ao senhor?*

AM: Você me desculpe, mas eu acho que melhorou muito. Algumas escolas de Arquitetura cresceram demais, até são excessivamente grandes... Agora também sou contra o contrário: o “indivíduo” vai fazer o curso de Estrutura e ele não estuda nada de Física, nem de princípios da Física. E só quer fazer conceito, conceito... Não consegue!

RS: *É preciso ter também conhecimentos de manipulação física e matemática...*

AM: Exatamente! Até pra ele entender o porquê que se chega àquele valor. Uma das coisas mais frustrantes da vida é você não saber como é que vem... Chegar para mim e falar assim: “Mas por que é que faz assim? Não, faz assim porque é assim! Tem que fazer assim”... Não pode! Você tem que saber a razão de tudo.

RS: *O senhor acredita que as aulas em canteiro e as experimentações construtivas nas escolas também são importantes?*

AM: Eu acho que sim.

RS: *Mas elas são essenciais para entender as Estruturas?*

AM: Não. Elas são essenciais para entender o material. Porque você, no canteiro, não consegue fazer uma grande obra... Lá em Belo Horizonte o pessoal usava aqui pra andar de skate²⁰... Ela tem que resistir a coisas desse tipo! Tem sobrecarga na escultura.

RS: *Além da Tomie, tem algum outro profissional que o senhor gostou de trabalhar, que teve uma experiência interessante?*

AM: Tem... Eu tive uma experiência legal com o José Resende²¹. Ele não é arquiteto, é um artista plástico.

RS: *Nos cursos de Estruturas para Arquitetura, o senhor acredita que o ensino melhorou pela utilização de modelos por parte dos professores ou também em termos de conteúdo, do que é ensinado?*

AM: Eu acho que são três coisas... Você tem que entender o modelo, o conteúdo e a visão do aluno. Que é um “cara” inteligente, mas que está afastado há bastante tempo da Matemática. Então você tem que retomar a Matemática de maneira lenta. Porque todo mundo gosta. É aquilo que eu estava falando e não acabei... A tua formação até o Vestibular é igual a do engenheiro. Por que você ficou cansada? Porque você ficou dois anos fora, já que era muito mais “charmoso” fazer só Arquitetura... E tinha uma “coisa” gravíssima: tinha professor da Arquitetura que ensinava o aluno a negar! Que ele não precisava de nada daquilo.

RS: *O senhor acha, então, que esses conteúdos matemáticos tinham que ser trabalhados desde o primeiro ano?*

²⁰ Nova referência à escultura presente na sede da Usiminas em Belo Horizonte.

²¹ José de Moura Resende Filho (1945) é um artista plástico e arquiteto. Coursou gravura na Fundação Armando Álvares Penteado (Faap), em 1963. No mesmo ano, ingressou na Faculdade de Arquitetura da Universidade Mackenzie. Em 1966, fundou, com Wesley Duke Lee, Nelson Leirner (1932), Geraldo de Barros (1923-1998), Frederico Nasser (1945) e Carlos Fajardo (1941) o Grupo Rex. Em seus trabalhos, explora uma diversidade de materiais. Cf. ITAÚ CULTURAL. Biografia: José Resende. São Paulo, nov. 2005. Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br/aplicExternas/enciclopedia_IC/index.cfm?fuseaction=artistas_biografia&cd_verbete=870&cd_idioma=28555>. Acesso em: 03 fev. 2010.

AM: Sim, eu acho que sim. Um pouco de Matemática tinha que ser sim. Tinha que ver, lembrar... Fazer Álgebra, um pouquinho de Álgebra. Não estou querendo criar uma disciplina, nem nada! Mas eu queria que o aluno não esquecesse disso! Dos princípios da “coisa”: como é que resolve uma equação de primeiro grau, de segundo, o que é um senoíde... Procurar entender essas coisas. Tanto é verdade que eu, na São Judas Tadeu, fiz uma apostila que tratava de princípios físicos e matemáticos para o aluno que vai se iniciar nas disciplinas técnicas. Isso foi uma coisa boa, mas que pouquíssimos alunos “toparam” ler. E isso é muito importante: você acompanhar, aprender, ler um pouco...

RS: *Tinha alguma integração entre os professores da Politécnica e os da FAU?*

AM: Não. Na verdade, eu era professor da Poli, só que sempre dei aula para Arquitetura, gostei muito... Aprendi muito com os alunos. Eu dei um curso sobre o aço na Arquitetura. Só sobre o aço.

RS: *Nas aulas, o senhor usava também alguma referência e exemplos de estruturas naturais?*

AM: Usava... Por exemplo, eu falava sobre a árvore... Que a raiz tem uma fundação, que você poderia fazer uma fundação assim, toda ramificada, de barras, que funciona na árvore. E aí tem um livro, bastante bom, que é do Vasconcelos. Eu falava bastante... Sobre a própria folha, que é uma estrutura nervurada.

RS: *Para finalizar, o que o senhor acha que deveria ter num curso de Estruturas para Arquitetura? Quais aspectos não poderiam faltar?*

AM: Os princípios físicos... O desenvolvimento matemático sem exageros, mas com toda correção possível. Para o arquiteto se habituar a entender a Física e a Matemática do problema. A visualização através de modelos... Modelos esses que podem ser mentais, como que eu dei um exemplo... E físicos. E exercícios também. Eu não fazia muito, mas que seriam bons: exercícios de estrutura, você fazer um modelo de estrutura. Tem algumas coisas até que fazem com macarrão, você já viu?

RS: *Já sim. Exercícios com materiais mesmo, por exemplo, com aço, com concreto, já experimentando esses materiais...*

AM: Isso. Eu cheguei a fazer na FAU. Eu fazia um “modelozinho” de vigas “pequeninhas”, uma graça! Usava microconcreto e ensaiava. Para eles verem o que acontecia... Isso eu fiz. Isso é importante! Eu fazia modelo de borracha que deformava. Então você via toda a deformação. Você fazia um círculo que deformava e se transformava numa elipse. Era de silicone... Isso você pode fazer, hein?! Você compra o silicone industrial e faz a peça. É interessante!

RS: *Mais algum outro aspecto?*

AM: E estudar Estrutura com seriedade. Quer dizer, não procurar achar uma maneira de intuir, de simplesmente intuir... Porque é muito difícil! Porque a intuição vem com a prática muito grande da profissão. Senão, você queria começar justamente do lado oposto...

ANEXO C – ENTREVISTA COM SIEGBERT ZANETTINI

BIOGRAFIA

Siegbert Zanettini (1934) diplomou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo em 1959. Em 1964, iniciou sua carreira acadêmica na mesma instituição, em que lecionou até 2004 – ano de sua aposentadoria. Passou a integrar a primeira geração de arquitetos doutores do país, com tese defendida em 1972; tornando-se Livre Docente em 2000 e Professor Titular em 2002. Foi sócio do urbanista Cândido de Malta Campos até 1967. Fundou, em conjunto com Hélio Duarte, a Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso, em São José dos Campos, que funcionou entre 1971 e 1975. Recebeu o título de sócio honorário da Associação Brasileira de Construção Metálica em 1993. Foi um dos responsáveis, em 2004, pela elaboração do Programa de Dupla Formação FAU-Poli da Universidade de São Paulo. Atualmente é sócio-titular da Zanettini Arquitetura Planejamento Consultoria Ltda. Recebeu uma série de prêmios por seus projetos.

Entrevista realizada no dia 26 de maio de 2009 em São Paulo (SP)

Rita Saramago (RS): *Em primeiro lugar, gostaria que o senhor discorresse sobre como foi o período de sua formação superior.*

Siegbert Zanettini (SZ): Eu me formei em 59, num período de transição, quando a Escola, um pouco antes, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, se separou da Politécnica. Nesse período, justamente entre 54 e 59, a grande maioria dos professores era da Escola Politécnica. Então a minha formação era aquilo que eu criei recentemente que é a dupla formação, que não separa a Arquitetura da Engenharia. A Escola ainda estava em transição, alguns arquitetos entrando... Mas eram poucas disciplinas da Arquitetura propriamente dita. A grande maioria eram disciplinas técnicas com os mesmos professores da Poli! Os grandes professores da Poli da época: Telêmaco¹, Camargo²...

RS: *O curso de Arquitetura era praticamente o mesmo do de Engenharia?*

SZ: Não era o mesmo, mas era fortemente influenciado pela Poli. Primeiro, tinha uma formação muito mais densa para aquele grupo que frequentou a Escola nesse tempo. Além da formação que vinha nos períodos seguintes de professores arquitetos que comentavam a história e a produção arquitetônica de todo o século XX e séculos anteriores – porque tinha história da Arquitetura também dos séculos anteriores –, os alunos conviviam cotidianamente com professores de Tecnologia. E alguns setores acabaram se desenvolvendo dentro da Escola Politécnica, como do Professor Cintra Prado³, que examinavam as questões de Física, que eram fundamentais... “Física Aplicada” chamava. Eram as questões ligadas a conforto, acústica, problemas todos ligados à ventilação, iluminação solar. Então, o que foi muito importante? Isso me levou muito rapidamente para a construção. No terceiro ano da faculdade, eu estava fazendo obra, “né”?!

RS: *Por conta desse contato com a Tecnologia...*

¹ Prof. Dr. Telêmaco A. Hipólito de Macedo van Langendonck, catedrático de Resistência dos Materiais.

² Prof. Dr. José Octávio Monteiro de Camargo (1900-1963). Ingressou na Escola Politécnica em 1918. Em 1933, assumiu a cadeira de Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral. Em 1940, tornou-se catedrático da cadeira de Cálculo Diferencial e Cálculo Integral, Cálculo Vetorial. Cf. SILVA, L. R. R. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o ensino de cálculo diferencial e integral e de análise na Universidade de São Paulo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006. p. 9-38.

³ Prof. Dr. Luiz Cintra do Prado (1904-1984). Ingressou na Escola Politécnica de São Paulo em 1921, graduando-se engenheiro civil em 1926. Assumiu, em 1938, a cátedra de Física na mesma instituição. Como professor, organizou o Laboratório de Física. Foi diretor da Escola Politécnica entre 1941 e 1943. Dirigiu a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em 1953 e no ano de 1961 o Instituto de Energia Atômica. Cf. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. História: Prof. Dr. Luiz Cintra do Prado. Disponível em: <http://www.poli.usp.br/Organizacao/Historia/Diretores/Cintra_Prado.asp>. Acesso em: 04 fev. 2010.

SZ: É... O que me levava a ser também arquiteto e construtor ao mesmo tempo. Até engenheiro, num sentido mais simplificado da palavra. E isso ficou na minha formação. Mesmo porque, antes disso, antes dos meus 16, 17 anos, de entrar na faculdade, eu trabalhava com o meu pai, que era um dos maiores marceneiros. E trabalhava em bancada! Trabalhava na oficina, trabalhava com máquina... E conhecia profundamente o trabalho da madeira. Fiz inclusive muita coisa com madeira também. Essa formação dupla, ligada a uma outra questão que aí era muito particular minha: eu não conseguia separar, desde o começo, o agir do pensar, o saber teórico do saber fazer, a reflexão da prática. Então, eu refletia as coisas e, ao mesmo tempo, praticava fora. “Coisa” que era raro e até hoje o aluno se forma numa Escola de Arquitetura e, às vezes, não entra em nenhuma obra! O que dá uma espécie de “corte” na formação do arquiteto, porque ele precisa desse contato. Eu chamo de um contato que não é de cálculo, não é de verificação – um pouco mais ligado à Engenharia –, mas é de conhecimento da matéria. Esse conhecimento que leva a conhecê-la, não nos seus aspectos de verificação e dimensionamento, mas no seu aspecto fenomenológico. Conhecer a matéria como fenômeno! Isso foi a minha vida profissional. É por isso que, na década de 70, eu trago o aço para o Brasil... Em cada década, eu fazia um aporte muito forte de transformação marcante na Arquitetura. Como eu estou fazendo agora com o CENPES⁴, em termos de sustentabilidade e ecoeficiência. Por quê? Porque eu sempre estudei, sempre fui professor – 40 anos professor e 50 anos de trabalho – e, ao mesmo tempo, estudava, fazia teses, trabalhos, textos, um monte de textos, um monte de palestras, encontros, seminários... Já em 1972, eu fui o único arquiteto que participou do Encontro de Estruturas para Escolas de Arquitetura⁵! Esse encontro foi muito importante porque eu fiz o discurso mais “violento” em relação à formação. Eu mostrava o quanto era deficiente, já naquela época, em 1972 – junto com o aparecimento das novas escolas, escolas mais particulares –, o quanto era só de “páginas pares” a formação do arquiteto. As “páginas ímpares” não existiam...

RS: *O conteúdo era simplificado...*

SZ: Às vezes nem era simplificado, era “capenga” mesmo! Era vazio... Você não tinha uma continuidade de um capítulo, você tinha pedaços de coisas! Que era uma espécie de curso “pílula com açúcar” para arquiteto. Bom, com isso, perdeu – foi, para mim, uma das razões mais fortes na profissão – a importância que o arquiteto tem, se comparado com os outros países. Porque eles são, antes mais nada, diretores de obra, agenciadores de obra... Além disso, eles fazem os projetos, mas quem responde pela responsabilidade da obra, quem é o grande maestro e defensor da obra é o arquiteto. Na maioria dos países... E aqui o arquiteto ficou, cada vez mais, para essa fase de trabalhar o belo, de trabalhar o estético, de trabalhar a superfície, de trabalhar no embelezamento final da obra... Isso marcou e até deu essa verba enorme de decoração, design de interiores, que é infernal! Que são cenários mal-verificados, mal-instruídos e mal-colocados em termos de História. O sujeito que faz um cenário do período romano, ou neo-clássico, ou “neo-qualquer coisa”, que eu chamo de “neo-nada”... Porque ele não está fazendo nada! Ele não está fazendo Arquitetura, está fazendo uma brincadeira de revestimentos. Então, esse agir e pensar, o saber fazer e o saber teórico sempre juntos, me levaram gradativamente a discutir e a criticar a Arquitetura que eu fazia e que a minha geração fazia. Eu fui o primeiro a criticar a Arquitetura do concreto aparente. Já em meados de 68, eu fiz a minha primeira casa com telhado, com vigas de madeira compostas de pinho, madeira reciclada⁶.

RS: *A Paulo Gurgel?*

⁴ Ampliação do Centro de Pesquisa (CENPES) da Petrobrás (2004), em construção na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. Fundado em 1955, é um centro de pesquisa brasileiro que tem a finalidade de formar e desenvolver pessoal capacitado na pesquisa petrolífera, bem como promover cursos e implementar pesquisas tecnológicas. O novo complexo do CENPES – com projeto de Siegbert Zanettini – abrigará 23 prédios, 66 laboratórios, um centro de convenções e um centro de realidade virtual, que exibirá os estudos e pesquisas em três dimensões. Ver: ZANETTINI, S. *A obra de aço em Zanettini*. São Paulo: J. J. Carol, 2007. p. 84-93.

⁵ Referência ao 1º Encontro Nacional de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura, realizado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), em 1974.

⁶ Residência Paulo do Amaral Gurgel (1972), em São Paulo. A obra apresenta partes industrializadas e partes produzidas *in loco*. A residência é formada por alvenaria de tijolos, telhas cerâmicas e piso de pedras. Sua estrutura constitui-se de sarrafos colados de pinho que formam as vigas, apoiados em pilares duplos, isolados do piso de concreto por aparelhos usinados em aço. Cf. ZANETTINI, 2007, p. 18.

SZ: Na Paulo Gurgel. E que rompeu violentamente o cúbico, o isotrópico, a forma isotrópica no espaço, que era o famoso “cubão” com poucos pontos de apoio, “concretão” aparente! Que eu também fiz!

RS: *Então o que motivou o senhor a usar a madeira nessa residência, além da experiência na marcenaria, foi a proposta de crítica ao que se fazia?*

SZ: Ao que se fazia na academia... Por quê? Porque eu fazia. Também nesse ano eu fiz a Maternidade de Vila Nova Cachoeirinha⁷, que foi a maior revolução na área hospitalar no Brasil, sem dúvida nenhuma! Foi a grande transformação da idéia do nosocômio, do hospital... Foi essa maternidade. E que era na zona periférica norte da cidade, em Vila Nova Cachoeirinha. Um contexto suburbano, onde de concreto aparente você não via nada! Não existia essa linguagem, que era acadêmica! Quer dizer, isso existia na academia e nos livros de Arquitetura brasileira da época... E até hoje! Isso persiste muito... Essa ligação ao modernismo tardio que ficou! E foi a formação de todas as escolas, porque a FAU, de uma certa maneira, foi a “mãe” das escolas todas. No aspecto de conceituação teórica. E deu como grande importância a Arquitetura moderna, na linha Le Corbusier⁸, esquecendo uma série de coisas importantíssimas de outras experiências que foram enormes, importantíssimas! Como as experiências do Wright⁹, por exemplo, que eram fantásticas! As experiências do Neufert¹⁰, as experiências em aço do Mies Van der Rohe¹¹!... Então em aço – que aqui começou comigo –, em 1920, já tinha prédios do Mies Van der Rohe de excelente qualidade nos Estados Unidos! E teve um desenvolvimento “brutal” na edificação! Em certos países, como o Japão, o aço é 92, 93%... Na Inglaterra, hoje, é 65% de edifícios em aço. E nós, aqui, em que não se falava em aço. Na década de 60, não existia isso. Eu é que comecei a fazer a primeira obra com trilhos de bonde. Estavam desmontando os trilhos de bonde em 1968... Eu comecei a fazer treliças de trilhos de bonde, que nem era o material adequado, porque ela tem uma forma arredondada por causa do trilho. Então, para fazer as composições, as ligações, era meio complicado. Mas, de qualquer maneira, era o que tinha! Porque nós não tínhamos siderúrgica. A única siderúrgica que existia era a CSN¹², de 46, mas que foi direcionada para a indústria automobilística. Produção de perfis leves para automóvel e chapas finas de revestimento para geladeiras, eletrodomésticos, tudo isso... Então era a única siderúrgica e ela não produzia aquilo que, no início, começou a fazer: produzir perfis pesados para construção. Parou logo, na década de 50, quando a indústria automobilística começou a avançar e precisava de insumos produzidos no Brasil. A partir de então, produziu perfis para fazer estrutura de carro, que eram perfis

⁷ Hospital Municipal Maternidade-Escola de Vila Nova Cachoeirinha “Dr. Mário de Moraes Altenfelder Silva” (1972), em São Paulo. Obra realizada em concreto armado, com uso de cores para diferenciar os ambientes hospitalares. Cf. CUNHA, A. O homem do aço. **Construção e Negócios**, São Paulo, p.48-49. Disponível em: <http://www.zanettini.com.br/images/revistas/Arquit_em_foco.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2010.

⁸ Charles-Edouard Jeanneret-Gris (1887-1965), mais conhecido pelo pseudônimo de Le Corbusier, foi um arquiteto, urbanista e pintor francês de origem suíça. Le Corbusier lançou, em seu livro *Vers une architecture* (Por uma arquitetura, na tradução em português), as bases do movimento moderno de características funcionalistas. Sobre Le Corbusier, ver: CHOAY, F. **Le Corbusier**. New York: G. Braziller, 1960. JEANNERET-GRIS, C. E. Por uma arquitetura. São Paulo: Perspectiva, 1973.

⁹ Frank Lloyd Wright (1867-1959) foi um arquiteto estadunidense, expoente do movimento moderno de arquitetura. Com mais de quinhentos projetos construídos, a obra de Wright abrange uma diversidade tipológica, incluindo escritórios, templos, escolas, hotéis e museus. Sobre Wright, ver: MUMFORD, L. **Frank Lloyd Wright y otros escritos**. Buenos Aires: Ed Infinito, 1959.

¹⁰ Ernst Neufert (1900-1986) foi um arquiteto alemão, conhecido por ter sido assistente de Walter Gropius (1883-1969), como professor e membro de várias organizações. Foi um dos primeiros estudantes da Bauhaus, graduando-se em 1920. Escreveu *Arte de Projetar em Arquitetura*, que se tornou um manual sobre aspectos da arquitetura funcionalista. Ver: NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gili, 1965.

¹¹ Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969), foi um arquiteto alemão, naturalizado estadunidense. Professor da Escola de Arquitetura alemã Bauhaus, também foi expoente da arquitetura moderna. Sobre Mies van der Rohe, ver: DREXLER, A. **Ludwig Mies van der Rohe**. New York: G. Braziller, 1960.

¹² Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). A CSN é a maior indústria siderúrgica do Brasil e da América Latina. Criada em 9 de abril de 1941, começou efetivamente a operar em 1946. Empresa estatal até 1993, quando foi privatizada no Programa Nacional de Desestatização levado a cabo pelo governo federal. Cf. COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. Histórico. Disponível em: <http://www.csn.com.br/portal/page?_pageid=456,170991&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 02 fev. 2010.

leves... Foi banida, de uma certa maneira, a estruturação de perfis. Mas vários edifícios foram executados na época, na década de 60, em aço. Mesmo em Brasília, todos os ministérios são em aço. Ninguém sabe isso, mas é. Só que eram importados dos Estados Unidos.

RS: *Porque não tinha produção nacional...*

SZ: Então, o aço não podia aparecer, porque, se não tinha produção, não tinha siderurgia, não tinha metalurgia, não tinha obra em aço... Obviamente, “né”?!

RS: *Quando o senhor começou a trabalhar com o aço, percebeu que, além de não ter o suporte da indústria, da siderurgia, também o material não era ensinado nas escolas e quase não tinha bibliografia sobre o assunto. E hoje? Como o senhor analisa que se encontra o estado da arte?*

SZ: O problema é o seguinte: realmente, naquela época, eu era meio sozinho. Então eu ia fazer minhas experiências... Fiz a primeira indústria, foi a De Maio Gallo¹³, está aí no livro, em 70 e poucos, em 72. Foi a primeira indústria em aço, totalmente em aço, no Brasil. E que eu vi a transformação que era da visão de produção artesanal – porque toda a Arquitetura moderna era profundamente artesanal ainda – para um processo de produção industrializado. Eu consegui montar essa indústria de 17.500 metros quadrados, mais o galpão do depósito, em 45 dias! Então vi o que levava 2, 3 anos, ser feito em meses. Então eu comecei a sentir que alguma coisa não “batia”, que estava errado... E coincidia isso com as críticas de alguns críticos internacionais que a gente lia muito por ser professor... Tinha uma relação de leitura muito “forte” com vários arquitetos que já estavam criticando o movimento moderno no fim da década de 60. Porque deixava de ser uma causa para se tornar um estilo.

RS: *E quais críticos o senhor pode citar?*

SZ: O Anatole Kopp¹⁴ que foi quem escreveu essa frase: “deixou de ser uma causa, para se transformar em mais um estilo”, aos que já existiam... E eu então comecei a fazer obras que fugiam dessa morfologia arquitetônica, que era de concreto, mas que eu continuei fazendo também, até por força de contrato. Como, por exemplo, eu fui um dos coordenadores da renovação do Banco Banespa, em 76¹⁵, e era dado do programa que se fizesse obras de concreto aparente, vidro e laje com jardim... Com isso, então, continuei a fazer e faço, hoje, obras de concreto, mas não com essa visão de concreto aparente, como revestimento. Usando concreto naquilo que ele é bom: que é trabalho à compressão.

RS: *Conhecendo o material...*

SZ: Conhecendo o material e trabalhando no seu esplendor produtivo. Trabalhando à compressão, às vezes, trabalhando mistamente – como eu tenho feito em algumas obras – com aço e concreto, estruturas mistas... “Dão” um desempenho muito bom: o concreto trabalhando à compressão; o aço, tração, flexão e torção. E isso “dá” coisas muito boas. Não sou contra o concreto. Só que eu acho que ele passou a exceder. Um material estrutural que trabalhava muito à compressão e precisava do aço... Porque não existia concreto, existia concreto armado! Ele precisava do aço para vencer vãos horizontais. E venciam muito mal! Além do que, precisava de um cimbramento de madeira ou de aço que custava uma “fortuna”! Cada vez mais. Hoje chega a quase 40, 45% do valor da obra! Do valor da estrutura... Que vira quase sempre isso aí, “né”?! Lenha!

¹³ Indústria De Maio Gallo (1972), em Cumbica (São Paulo). Os blocos da fábrica e de estoques possuem área de 17.500 metros quadrados e foram projetados com estrutura em aço e com o fechamento e cobertura de chapas de alumínio. A montagem coube à empresa Pierre-Saby, sendo que, a indústria foi erguida em 45 dias. Cf. ZANETTINI, op. cit., p. 20.

¹⁴ Anatole Kopp (1915-1990) foi arquiteto e urbanista francês, graduado pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em 1941, onde também obteve o grau de mestre (1943). Em 1962, fundou o escritório Anatole Kopp-Architects, desenvolvendo projetos públicos de habitação e obras sociais. Kopp co-fundou (1970) a revista *Espaces et sociétés* com Henri Lefebvre (1901-1991). Sobre Kopp, ver: KOPP, A. **Quando o moderno não era um estilo e sim uma causa**. São Paulo: Nobel, 1990. NAVES, R. Anatole Kopp: dilemas da arquitetura moderna. In: _____. **O vento e o moinho**: ensaios sobre arte moderna e contemporânea. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. p.162-168.

¹⁵ Agência Banespa Nossa Senhora do Sabará (1976), em São Paulo. ZANETTINI, op. cit., p. 70.

RS: *Desperdício de material...*

SZ: Desperdício total! Eu fui um dos que acompanhou o Artigas na construção da FAU¹⁶... Porque eu já era professor na FAU Maranhão e passamos para a FAU Universidade. Com o cimbramento que teve a FAU, dava para fazer uns seis edifícios iguais àquele! Era madeira desde lá debaixo, desde o porão, até lá em cima, na cobertura de concreto... Com aqueles vãos todos vazados. O que hoje não tem nem mais sentido. Hoje nem se faz grandes vãos que não seja em aço, porque é absolutamente improvável e culturalmente errôneo. Não se trabalha assim. O que garante a resistência do trabalho à tração, à flexão, no concreto, é o aço! Você tira o aço e o concreto não “agüenta” nada, não tem nenhuma resistência.

RS: *Um dos aspectos justamente que o senhor defende é o uso do material segundo sua lógica conceitual e produtiva. Em termos de práticas didáticas, quais delas o senhor considera importante para esse conhecimento do material? Em termos de ensino?*

SZ: Eu acho, primeiro, era isso que eu fiz quando saí, agora, aposentado... Foi o trabalho mais importante meu na saída da FAU, agora, em 2004, quando fiz a titularidade e saí... Compulsoriamente. Quando chega numa certa idade, você é “expulso”... Então, em 2004, eu saí, mas, antes de sair, nos dois anos anteriores, eu estive na França e na Bélgica e vi que, já lá, havia o curso de duplo-diploma. Tanto na *Polytechnique de Mons* na Bélgica¹⁷, quanto na *Escola Lille* da França¹⁸, já havia essa fusão entre Arquitetura e Engenharia¹⁹. Não se formava mais o arquiteto ou o engenheiro, se formava o arquiteto-engenheiro.

RS: *E como funciona a proposta?*

SZ: Todas aquelas disciplinas que tem na Engenharia vão para a Arquitetura também. “Iguaizinhas”, sem nenhuma diferença!

RS: *Então o aluno fica um período a mais na faculdade...*

SZ: No caso nosso aqui? Quando eu fui para a França e voltei, tinha que fazer um relatório para a FAU para saber se a gente fazia o convênio com as escolas francesas e belgas, porque elas são muito boas... Eu fui o relator dessa ida lá. Visitei, conversei com alunos, professores, vi laboratórios de trabalhos... Aqui a gente já fazia trabalhos bastante interessantes na minha disciplina, mas faltava esse lado todo de formação na Engenharia! E de Tecnologia em geral. A FAU tinha um pouco melhor a parte de conforto acústico, térmico... Tinha um setor desenvolvido no ensino de Tecnologia, mas a parte estrutural era uma “negação”! Eu fiz o primeiro curso de aço junto com a Poli, inclusive com a Poli, em 1990! O primeiro curso optativo até, nem era do programa. Era um curso que eu criei, porque

¹⁶ Referência ao prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), projetado por João Baptista Vilanova Artigas (1915-1985) em parceria com Carlos Cascaldi em 1961. A Escola de Arquitetura da USP funcionava até então na antiga Vila Penteado – casarão localizado à rua Maranhão, no bairro paulistano de Higienópolis. O prédio – composto por um grande paralelepípedo em concreto, sustentado por pilares em forma de trapézios duplos, apoiados sobre o solo – foi construído entre 1966 e 1969. Cf. FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Histórico. Disponível em: <<http://www.usp.br/fau/fau/index.html>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

¹⁷ A Faculté Polytechnique de Mons é a mais antiga universidade da cidade de Mons e representa a primeira Escola de Engenharia da Bélgica, tendo sido fundada em 1836. A partir de 2009, foi incorporada pela Universidade de Mons. Cf. FACULTÉ POLYTECHNIQUE DE MONS. Faculté Polytechnique de Mons. Disponível em: <www.fpms.ac.be/>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁸ Fundada em 1854, a École Centrale de Lille é uma instituição de ensino superior pública, dedicada ao ensino de Engenharia, localizada na cidade de Lille, França. A escola faz parte do Grupo Centrale, juntamente com as de Paris, Lyon, Marseille e Nantes. Cf. ÉCOLE CENTRALE DE LILLE. École Centrale de Lille. Disponível em: <<http://www.ec-lille.fr/>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁹ Referência aos programas de “duplo diploma”: um tipo de intercâmbio em que os estudantes fazem uma parte de seu curso na sua instituição de origem e outra parte em uma universidade conveniada. Ao término, recebem o diploma das duas instituições. A École Centrale de Lille e a Faculté Polytechnique de Mons realizam esse tipo de programa entre si – com oferecimento de formação em Engenharia pela primeira e em Arquitetura pela segunda.

já trabalhava há 20 anos e não via aparecer nada em aço! Nas teses dos alunos de quinto ano, de 90 trabalhos, aparecia 1 trabalho em aço!

RS: *Todos em concreto?*

SZ: Em concreto. Geralmente era a única tecnologia que era ensinada. Nem era ensinada! Era professada, era trabalhada, não era ensinada! Não se aprendia concreto! Como sistema, “né”? E aí “foi ter briga”, porque eu institui esse curso de dupla formação, fiz isso em nível experimental... Eu e o professor Lindenberg²⁰ da Poli, mais dezessete professores, durante um ano e meio, estruturamos um curso em que todas as ausências da Arquitetura fossem para a Engenharia e todas as ausências da Engenharia fossem para a Arquitetura. Tudo aquilo que faltava para os engenheiros, que era humanismo, que era conhecimento urbanístico, conhecimento de projeto... Não têm nenhum conhecimento de projeto! É impressionante: eles não sabem “ler” projeto! Toda a parte de coordenação, que era muito precária para os engenheiros, porque eles tinham uma formação extremamente limitada, específica. E nós tínhamos isso forte! Por outro lado, nós não sabíamos nada de Tecnologia! Então nós “pegamos” todas as disciplinas da Poli, da área de Engenharia Civil. Nem fomos para outras áreas: Mecatrônica, Construção e outras áreas que tinham lá e eram importantíssimas! Mas a gente não entrou. Já era complexo “pegar” a Engenharia Civil e aquelas disciplinas que eram não-dadas ou muito mal-dadas na FAU: Resistência dos Materiais, Estruturas, Fundações... Enfim, tudo aquilo que era necessário. Estudo dos materiais, dos vários materiais: concreto, aço, madeira... Tudo aquilo não era dado, portanto, o aluno não fazia, ou, se fazia, fazia errado! Fizemos isso em nível experimental, porque quando eu fui levar isso à Pró-Reitoria da USP, falaram: “Não quero criar um curso desse tipo, porque é um curso dispendioso, um curso que vai precisar contratar professores, estabelecer novas salas de aula, novos edifícios e tal. Então deixa as Escolas separadas mesmo, porque todas as Escolas da USP são Escolas separadas e fica assim”. Eu conversei com os professores e falei: “Eu não me conformo com isso!”. Vi que, nos outros países, as coisas estão mudando “violentamente” e nós estamos aqui, com o arquiteto fazendo tratamento de fachada! No máximo, recebe do especulador a planta, o produto que eles querem, então você fica fazendo “sacadinha”, tratamento externo, fica fazendo embelezamento, a “maquiagem” final do edifício... Eu falei: “Isso não é Arquitetura”. Porque já tinha uma formação muito forte na parte de Tecnologia e todos os meus edifícios são de alta tecnologia, desde quando eu comecei. Por quê? Porque eu pensava a Arquitetura, sem essa distinção entre o que era racional e científico do que era sensível! Esses dois mundos, aliás, é a minha definição que está aí no livro²¹, que é o encontro equilibrado e harmônico entre o mundo racional e o mundo sensível. O mundo racional, da razão, do conhecimento, das ciências, que você tem que conhecer... E não é só Ciências Exatas não! As Ciências Humanas, as Ciências Teológicas, as Ciências Ambientais, hoje, fundamentais! As Ciências Exatas, as Ciências Econômicas... Quer dizer, todas as ciências! É o mundo racional, do conhecimento que é construído e que você vai evoluindo gradativamente nele. Por outro lado, um mundo extremamente rico de mistério, de encantamento, de sonho, de dissonância, de tempo, de espaço, de tudo! Que é o mundo das idéias! E que impulsionava o mundo racional. Então o encontro equilibrado desses dois mundos dava a Arquitetura no meio. Se não acontecesse isso, ou tinha uma construção racional muito bem feita, ou se fosse só uma construção sensível, era uma escultura em grande escala! Que é o que o Niemeyer²² faz: esculturas em grande escala. As obras são péssimas em todos os demais itens! Não tenho nada contra o Niemeyer, acho que ele foi um momento histórico importante, um cara fundamental, um artista do lápis e do traço, mas são esculturas. Definitivamente esculturas em grande escala! Essa frase também é minha, que “pegou” muito... Então eu acho que essa fusão foi muito importante e eu fiz isso em nível experimental na FAU e na Poli. Conseguimos reunir os professores,

²⁰ Prof. Dr. Henrique Lindenberg Neto – entrevistado neste trabalho. Cf. ANEXO K.

²¹ Referência ao livro: ZANETTINI, S. **Arquitetura, razão e sensibilidade**. São Paulo: EdUSP, 2002.

²² Oscar Ribeiro de Almeida de Niemeyer Soares Filho (nascido em 1907) é um arquiteto brasileiro, expoente da arquitetura moderna. Graduiu-se pela Escola Nacional de Belas Artes em 1934. Entre suas obras, destacam-se: o conjunto da Pampulha em Belo Horizonte (MG) e a série de edifícios projetados para Brasília na década de 1960. Sobre Niemeyer, ver: NIEMEYER, O. **Oscar Niemeyer**. London: Thames and Hudson, 1971. BONDUKI, N. G. **Oscar Niemeyer**: cidadão de São Paulo, cidadão do mundo. São Paulo: Instituto Tomie Ohtake, 2004. OHTAKE, R. **Oscar Niemeyer**. São Paulo: Publifolha, 2007.

por um ano e meio estudamos todas as disciplinas... Eu introduzi “História da Arte” na Poli! Eles falaram: “Mas como assim História da Arte? Não tem História da Arte para nós! O que nós vamos fazer com isso?”. Aí, um professor da Poli fez uma colocação muito importante: “Olha, é fundamental sim a gente ter uma formação mais humanista e de conhecimento de arte! Porque Engenharia também é arte! E, além disso, se me der uma pintura de algum pintor da Praça da República e uma pintura do van Gogh²³, eu não sei distinguir uma da outra. Isso é uma falha de formação que é inadmissível no nível universitário!”. Por isso, ficou.

RS: *Qual foi o professor? O senhor lembra?*

SZ: Foi muito importante a intervenção desse professor da Poli. A equipe era muito boa... Cada um queria romper um pouco os tabus que existiam na formação, os preconceitos todos e a gente formou um grupo coeso, que criou uma estrutura muito bem feita! Se depois você quiser ver, eu tenho publicação disso, de como fazer o curso de dupla formação. Fizemos não duplo-diploma, porque eu fui questionado pelo IAB, pelo Instituto de Engenharia, fui questionado pelo CREA²⁴: “Como que você está fazendo isso agora, misturando as profissões?”. Então a gente falou: “Vamos fazer a dupla formação”.

RS: *Então você entra na FAU, forma-se arquiteto, mas tem uma especialização...*

SZ: Tem um apostilamento no seu diploma de que você fez o curso na Poli. Seu curso vai de 5 a 7 anos, não é obrigatório, faz quem quer! Porque eu não queria ter nenhuma implicação universitária, dessas que “seguram e não soltam”.

RS: *Autoritária...*

SZ: E também eu não queria fazer com que se deixasse de realizar a experiência. Então propusemos isso em nível de 20 vagas, poucas vagas. A gente achava que nem ia haver procura, porque era uma “coisa” que, na época, se falava da necessidade de conhecer mais Tecnologia, mas também só se falava.

RS: *Ficava só no discurso.*

SZ: No discurso... Nossa surpresa foi que se inscreveram quase 300 candidatos!

RS: *E como fizeram para selecionar?*

SZ: Isso foi uma “coisa” muito importante... Para selecionar: “Bom, são 20 vagas, não vamos precisar contratar professores”. Porque os professores da Poli falaram: “Nós podemos por 20 alunos a mais nas salas, sem problema”. Eu também falei: “Nós podemos por 20 alunos no ateliê e nas salas nossas, sem um custo adicional de sala, de professor, de giz, de nada!”. É um jeito de querer fazer. E fizemos então esse primeiro, em 2004, 2005... As datas me falham um pouco na memória. E que foi um sucesso! Sucesso sob vários aspectos, até alguns gozados. Foi a primeira vez que entrou uma “leva” de meninas na Poli! Porque, por coincidência, quando nós selecionamos por nota – E outra coisa que foi importantíssima: começamos a dar valor para as notas! Currículo do aluno até o terceiro ano! Tem que escolher? Pega as notas global de todo o curso dele. Aqueles que tiverem a maior pontuação serão escolhidos... “Acabou”! Aí começou todo mundo, depois disso, a se preocupar com nota. Porque acontecia assim: “Ah! Nota para arquiteto não tem importância! Imagina! Eu estou preocupado com outras coisas!”. Não. A tua nota reflete o teu comportamento ao longo dos anos. E aí começou-se a dar importância para as notas a partir das turmas seguintes. Porque muito provavelmente vai ser selecionado por aí, “né”? Não é exame, não é nada. É ver o teu tempo de escola e ver o que você fez nesse tempo de escola. Se você foi bem em tudo, é porque você é um bom aluno –, por coincidência, foram 16 alunas! Nos 20 da FAU... E elas ocuparam a Poli! Ocuparam a Poli até com beleza, porque só tinha homem lá! Foi um “negócio” até muito comentado na época. Criaram uma nova “cara” da

²³ Vincent Willem van Gogh (1853-1890) foi um pintor pós-impressionista neerlandês. Somente após a sua morte, a obra de van Gogh foi amplamente reconhecida. Sobre van Gogh, ver: FIERENS, P. **Van Gogh**. Paris: Braun, 1953. CABANNE, P. **Van Gogh**. Lisboa: Verbo, 1985.

²⁴ Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), fundado em 1934; Instituto de Engenharia (IE), fundado em 1916; e Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), respectivamente.

Poli! A visão sisuda e estanque da Poli começou a ser embelezada pelas mulheres. E, fora isso, teve uma coisa que era muito mais importante: eles eram profundamente questionadores das disciplinas! Uma coisa que você não via na Poli... Na Poli, o aluno termina a aula e vai embora. Ele não discute. Ele recebe o vocabulário do professor da aula, “pega a coisa”, guarda, vai embora e depois vai prestar um exame. E ponto final. E esses alunos da FAU que foram para lá, ficavam depois da aula discutindo com o professor: “Por que era daquele jeito? Por que não podia ser de outro jeito?”. Porque começavam a introduzir à questão do pré-dimensionamento e dos cálculos as razões, os fenômenos: “Mas por que é que eu tenho que fazer assim e não faço assado?”. Isso deu um alento para os professores da Poli “brutal”!

RS: *Motivou.*

SZ: Motivou. Porque eles falavam: “Agora eu tenho gente depois da aula me perguntando coisas!”. E vice-versa também. Os alunos que foram para a FAU também começaram a questionar coisas e a gente discutia com eles. Eu tinha vários alunos da Poli, um até muito bom que falou: “Ah! Eu não sei desenhar!”. Eu: “Mas você vai aprender a desenhar! Tudo se aprende!”. Não tem esse negócio de que eu nasci “aleijado”. Você vai exercitar, desenho é uma coisa que você vai exercitando e vai chegar uma hora que o seu traço flui. Não é com duas folhas que se resolve o problema do traço.

RS: *Não é uma inspiração mágica.*

SZ: Não é uma inspiração só mágica. E aí foi muito importante porque houve esse cruzamento. O curso “pegou fogo”! Realmente o curso tem um resultado maravilhoso! Os alunos dessas 3, 4 turmas que se formaram estão trabalhando alguns em escritório de cálculo estrutural. A Heloísa²⁵, por exemplo, que calcula para mim, tem dois arquitetos formados por dupla formação. Outro dia eu fiz uma entrevista com uma aluna de dupla formação que está num escritório de Engenharia e ela está “dando um show de bola” lá dentro da construtora! E gerenciando obra, “tocando” obra, conhecendo as coisas, analisando bem os projetos... Porque eles não analisam bem os projetos. Então acabou criando uma simbiose e eu tive que levar esse curso para sete anos: você faz três, tranca a matrícula, faz os dois no outro curso... Faz igualmente o outro, não um curso específico para arquiteto não! Você vai lá na disciplina do professor Lindenberg e tem que assistir tudo que todo mundo assiste! Tem fazer os exercícios, tem que fazer trabalhos e mais: vai questionar tudo isso!

RS: *E hoje continua com as 20 vagas?*

SZ: Continua com 20 vagas, porque você conhece universidade, “né”?! Tudo é problema! Tudo que se queira dar um avanço, tudo que se queira transformar, queira dar um “passo à frente”: “Vai ter custo, vai ter que chamar professor, vai ter que fazer sala de aula...”. Sabe?! Começam com esses impedimentos todos que é para não fazer, para manter como está. E é o que é a universidade hoje: um monte de escolas separadas. Nenhuma “conversa” com a outra. Eu, por exemplo, aprendi urbanismo não foi na FAU! Aprendi urbanismo na Geografia! Porque os melhores urbanistas do Brasil eram todos formados na Geografia. Toda a minha literatura de urbanista era de Aziz Ab’Saber²⁶, era de Pasquale Petrone²⁷, Milton Santos²⁸... O pessoal que analisava a cidade cientificamente!

²⁵ Heloísa Maringoni é engenheira civil, formada em 1982 pela Escola de Engenharia da Fundação Valeparaibana de Ensino. Também possui graduação em Matemática (1978) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Maringoni é sócia-fundadora da Companhia de Projetos Ltda, empresa de consultoria e projetos estruturais e, desde 2004, atua como professora da área de Tecnologia na Escola da Cidade. Cf. MARINGONI, H. CENPES II – Ampliação do centro de pesquisas da Petrobrás. Instituto de Engenharia, 13 ago. 2009. Disponível em: <http://www.institutodeengenharia.org.br/site/pffnot.php?id_sessao=7&id_noticia=2109>. Acesso em: 02 fev. 2010.

²⁶ Aziz Nacib Ab’Sáber (nascido em 1924) é um cientista e professor universitário brasileiro, considerado referência em assuntos relacionados a impactos ambientais e meio ambiente. Foi nomeado professor-emérito da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Sobre Ab’Saber, ver: AB’SABER, A. N. **O que é ser geógrafo**: memórias profissionais de Aziz Nacib Ab’Saber. Rio de Janeiro: Record, 2007.

²⁷ Pasquale Petrone (nascido em 1924) é um geógrafo, nascido na Itália. Professor da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Possui publicações sobre as cidades de Santos, São Paulo e análises quanto à constituição de megalópoles e ao quadro político da África. Sobre Petrone, ver:

RS: *Além da formação dupla, na FAU e na Poli, o senhor considera que as atividades em canteiros e as experimentações construtivas também devam fazer parte dos currículos?*

SZ: Sem dúvida. Teve vários casos de eu levar aluno de quarto e quinto ano para obra... Eu lecionava no primeiro, na disciplina obrigatória. Sempre quis ficar no primeiro ano, porque eu sempre tentava atingir mais o homem do que o aluno! Tentava formar mais a “cabeça”. Então eu quis ficar sempre no primeiro ano. E falavam: “Não, você tem que ficar é na pós e não no primeiro ano!”. No primeiro ano, porque eu fazia realmente um trabalho muito importante de transformação da má-formação anterior, porque a nossa formação primária e secundária é terrível! Principalmente na área de conhecimentos artísticos que é “zero”! Você “pega” alunos na FAU, que “entram” e não sabem “dar um traço”! Então o meu curso começa com um mês de desenho: tem que fazer 300 folhas de desenho! De tudo o que você imagina: desde lua, até paisagem, até cidade! Quer dizer, fazendo com que o aluno comece a entender a “mágica” toda do desenho, a “mágica” do conhecimento estruturado... Por outro lado, aluno de quarto e quinto ano na FAU, que estava fazendo já TFG – TGI²⁹ na época –, eu levava em uma obra e o aluno perguntava: “Mas vai ferro nas fundações?”. Sabe, coisas primárias! O aluno que se formava nunca tinha entrado em uma obra! Então era terrível! Quer dizer, você ficava “capenga” na formação. Aquilo que era importante, que era o saber fazer as coisas, mexer com o material, entender a matéria, como ela reage, como que trabalha a madeira, como é que trabalha o aço... Aquela “coisa” que vai ficando intrínseca na sua formação, se internalizando na sua formação, é fundamental! Você tem que estar lá, vendo as besteiras que fazem nas obras e ainda até hoje: olha que loucura é isso aí³⁰! Olha o lixo urbano que se forma! O desperdício! A falta de tecnologia que existe na obra! É uma obra “monstruosa” que vai ser feita aí. Estamos aqui em frente vendo o resultado de uma cidade que não cresce, que se destrói! E tudo isso tem que ser superado. Com o quê? Com projetos extremamente bem resolvidos, profundamente resolvidos, de alta tecnologia, tecnologia condizente com sua época, século XXI, portanto, sistêmica. Ela engloba todos os conhecimentos, cada vez mais! Não é só um conhecimento, são todos os conhecimentos! Você, para conhecer o homem, tem que conhecer a Biologia do homem, a Antropologia do homem... Para você conhecer um projeto antigo, você tem que conhecer a Arqueologia.

RS: *Um dos aspectos que o senhor defende é justamente a necessidade de formação holística e pluridisciplinar para o exercício atual da Arquitetura. Então como é possível desenvolver razão e sensibilidade dentro das escolas, essa visão holística da realidade?*

SZ: Eu acho que o grande problema que a gente enfrenta até hoje é que os alunos saem muito mal-formados. Quer dizer, saem sem formação, saem muito mais informados do que formados! Formação é uma coisa, informação é outra! Informação você vai buscar até na Internet agora! Outra coisa que também foi muito bom e muito ruim foi a evolução da tecnologia computadorizada, porque ela banuiu, de uma certa maneira, a capacidade do sujeito exercitar-se um pouco... Como o cara que vai tocar violão e nunca “pega” no violão! É como um sujeito que vai fazer ginástica e nunca fez ginástica! Então tem coisas que você tem que exercitar, tem que aprender a fazer. Você “pega” o pessoal que trabalha comigo e o cara não é capaz de “dar um traço”! Antes de você fazer um projeto, você pensa no projeto, faz uns croquis, vê aonde tem os pontos fundamentais, aquelas essências que caracterizam um conteúdo de projeto! Os conceitos... No caso, a gente chama de “projeto conceitual”. Ainda nem é Arquitetura, mas já está conceituada! Muito mais do que projeto, ela é conceito! O projeto vem como uma consequência de poucos conceitos e conceitos holísticos, conceitos sistêmicos! O mundo é complexo, todas as variáveis

PASQUALE Petrone e a geografia da USP. **Estudos Avançados**, São Paulo v. 8, n. 22, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141994000300012>. Acesso em: 03 fev. 2010.

²⁸ Milton Almeida dos Santos (1926-2001) foi um geógrafo brasileiro. Apesar de ter se graduado em Direito, destacou-se por seus trabalhos em diversas áreas da Geografia, em especial nos estudos de urbanização de países em desenvolvimento. Sobre Santos, ver: CARLOS, A. F. A. **Ensaio de geografia contemporânea – Milton Santos**: obra revisitada. São Paulo: Hucitec, 1996.

²⁹ Respectivamente “Trabalho Final de Graduação” e “Trabalho de Graduação Interdisciplinar”.

³⁰ Referência ao canteiro localizado em frente à sede do Escritório Zanettini, em que foi concedida a entrevista.

desse mundo influem! Eu, que faço muitos hospitais, não faço hospitais só para paciente. Uma das coisas com que preocupo é fazer hospitais para os médicos, para os enfermeiros.

RS: *Para quem trabalha lá todos os dias...*

SZ: Para quem trabalha o dia inteiro lá! É claro que o paciente tem importância, mas eu não penso no paciente só. Penso no “coitado” que fica lá! E você tem coisas terríveis na área hospitalar! Área forte minha... Por exemplo, na Santa Casa, os plantonistas – aqueles médicos que vão operar no dia seguinte, vão ter fazer um plantão de 48 a 64 horas, normalmente 48 horas – dormem no estacionamento, nos seus carros. Não tem nem alojamento para os “coitados”! Então eu não gostaria de ser operado por esse médico no dia seguinte! Você imagina em que condições está um sujeito desses! Então, eu acho que são questões em que não dá para separar prática de teoria! Ou seja, você tem que ter contato com tudo isso, para você fazer crítica a tudo isso e eu faço uma crítica “violenta” da Arquitetura no meu discurso! Os meus discursos são “arrasadores” em relação à tecnologia que se usa no Brasil ainda! Que é isso aí: é o “lixo construtivo” e o “lixo arquitetônico”! São os estilos, a volta ao passado, porque dá *status* e porque vende. Então é a mercadoria e qualquer mercadoria! Para vender, você dá um brilho nela e vende, “né”?! A Arquitetura tem a infeliz condição que não existe nas outras áreas – porque ninguém quer uma geladeira neoclássica, nem um automóvel neoclássico –, mas, na Arquitetura, a especulação imobiliária, as imobiliárias, impõem os “neo-todos” da vida. Porque está vendendo *status* para a pessoa! Ainda mais num país que não teve realza: você dá uma casa neoclássica para ele e fica se sentindo o novo “reizinho”! Ganha uma nova casta.

RS: *Em relação à trajetória de ensino do senhor, na década de 70, junto com Hélio Duarte³¹, o senhor fundou a Faculdade de Arquitetura de São José dos Campos³². Como era o projeto pedagógico dessa Escola? Por que a proposta era inovadora?*

SZ: Era fantástico! Primeiro porque já havia esse aspecto: você não ensinava Arquitetura, você formava o homem! Antes de você falar em profissão, nós estávamos preocupados em ver se aquelas cabeças começavam a pensar como homens, conscientes do seu mundo, da sua época, do seu papel! Chegar à universidade: que papel social ele tem como profissional e como homem para a sociedade? Chegar nesse nível que é 0,1% da população brasileira!

RS: *E isso era feito como: em debates, discussões?*

SZ: Nós tínhamos um curso de quase 2 anos que ensinava música, teatro, cinema... Fazíamos tudo! História, Geografia, Tecnologia, tudo! O aluno fazia de tudo. E experimentava de tudo: ele desmontava uma máquina fotográfica e, ao mesmo tempo, fazia fotografia. Ele conhecia cada aspecto de cada sistema a ser trabalhado em profundidade! Trabalhava em laboratório... Então a gente criou uma escola que não poderia dar certo! “Pegamos” a década de 70, a década mais cruel do militarismo, em São José dos Campos que era o centro militar, do lado do CTA³³! Eu não sei como não fui preso. Mas foi importante, porque nós demos um “salto” qualitativo que até hoje é lembrado pelos alunos que passaram. Nós conseguimos ficar “vivos” durante 2 anos só. Depois ficaram mais 3 anos, porque se “arrastou”, e aí entraram outros professores, que começaram a transformar em Escola de Arquitetura até acabar. Mas os alunos que fizeram o nosso primeiro ano, fizeram sobre as realidades de São José dos Campos... Aquele negócio fantástico dos áudio-visuais que desmontavam, porque naquela época não tinha áudio-visual e faziam composição com imagem e boca! Um negócio de

³¹ Helio de Queiroz Duarte (1906-1989) frequentou a Escola Nacional de Belas Artes entre 1925 e 1930. No início da carreira, trabalhou no Rio de Janeiro e na Bahia. Em 1944, Helio Duarte desembarcou em São Paulo como arquiteto-gerente da filial paulistana da Companhia Brasileira Imobiliária e de Construções. Iniciou sua carreira docente em 1949, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Também foi professor da Escola de Engenharia de São Paulo e um dos fundadores da Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso, em São José dos Campos. Cf. SEGAWA, H. Moderno, peregrino, educador – documento Hélio Duarte. *Revista AU*, São Paulo, n. 80, p. 59-64, out./nov., 1998.

³² Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso, em São José dos Campos (funcionou entre 1971 e 1975).

³³ Referência ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA) – atual Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial –, que é um centro de pesquisas aeronáuticas brasileiro, instalado na cidade paulista de São José dos Campos.

“louco”! Trabalhos maravilhosos sobre a realidade que eles viviam: pobre, média e rica. E a confusão urbana que era aquilo! Qual o resultado arquitetônico disso? Então os “caras” já eram um “puta” crítico da realidade! A partir daí, se afinilava e o sujeito escolhia: se ele queria fazer música, “ia embora” para a Música; se queria fazer cenografia, ele fazia Cenografia; se escolhesse arquitetura, ia para a Arquitetura.

RS: *Um pouco como a Bauhaus?*

SZ: Não era bem Bauhaus, porque era muito mais global a forma! Já tinha uma visão holística muito “forte”. Porque o Duarte tinha uma visão muito boa de formação e ele me pôs como o responsável didático pela escola. Eu era assistente dele e fui o coordenador didático. E montei esse curso. O pessoal, de manhã, fazia estudos e à tarde ia para campo! Fazer trabalho de campo... Então tinha um contato com a realidade muito forte!

RS: *Que é o que não existe hoje em várias escolas...*

SZ: Hoje o aluno não sai da escola: ele vai, entra na aula, faz as disciplinas e vai embora! O resto, para ele, é o caminho de passagem entre a escola e sua casa. Então a Escola foi uma experiência fantástica! Fiquei lá um ano e meio, pois a equipe que iniciou foi toda embora por ordens militares. Eu saí da Escola e ela se desmontou um pouco. Mas a primeira turma que se formou ficou com essa imagem, então ela ficou brigando o tempo inteiro com os professores até terminar a Escola! Até 75... Porque eles não aceitavam mais voltar para trás! Eles já tinham uma visão muito mais evoluída do que os professores!

RS: *Tem um ponto que o senhor tocou que é importante. Pelo que percebi até hoje, nas documentações dos estudos de caso e das experiências que foram inovadoras, parece que, quando os professores que motivaram essas experiências saem das escolas, elas acabam, porque não estão instituídos nos currículos os avanços dessas experiências...*

SZ: É. Se bem que no nosso currículo já tinha um pouco isso que eram os 2 anos de caráter básico, geral, de formação geral e depois específica, mas era muito em função do grupo de professores que estava lá! Nós fomos “pegar” os melhores “caras” de cada área da universidade e levamos para lá em período integral! Porque eu achei que tinha que ser em tempo integral... “Peguei” o Décio Pignatari³⁴ para dar Comunicação Visual... “Peguei” o Ohtake³⁵ para dar toda a parte de Design... “Peguei” o Milton Santos, o pessoal da história... Eu fiquei na área de Projetos. “Pegamos” os “caras” da pesada! Então os alunos tiveram uma formação de um ano que foi fantástica!

RS: *Um ano que motivou os cinco demais...*

SZ: Aí começou uma decadência e uma briga pela volta da “Escolinha” de Arquitetura, a exemplo de cada professor que vinha de uma escola e não vingou. Mas essa experiência ficou muito forte. Para quem passou, ela foi muito densa. E, para mim, que estava dando aula na FAU, a partir daí, revolucionei o curso.

RS: *De que forma o senhor implementou as mudanças?*

SZ: Eu introduzi todo o processo de produção, nos projetos, do começo da década de 70, de transformação da realidade. Estudava populações marginais... Minha tese foi isso³⁶, estudo das

³⁴ Décio Pignatari (nascido em 1927) é um poeta, ensaísta, professor e tradutor brasileiro. Desde os anos 1950, realizava experiências com a linguagem poética, incorporando recursos visuais e a fragmentação das palavras. Fundou, junto com Augusto e Haroldo de Campos, o Concretismo, movimento estético. Sobre Pignatari, ver: PIGNATARI, D. Decio Pignatari, sábio demais para o concretismo. [Depoimento a Jota de Moraes]. **Jornal da Tarde**, p.c-1, 01 jun. 1996.

³⁵ Ruy Ohtake (nascido em 1938) é um arquiteto e designer de móveis brasileiro. Estudou na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, onde se formou em 1960. Sobre Ohtake, ver: OHTAKE, R. **Arquiteto Ruy Ohtake**: 15 anos de atividade. São Paulo: Projeto, 1976.

³⁶ Cf. ZANETTINI, S. **Habitação**: implicações do processo de urbanização. 1973. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

populações marginais: que eram os favelados, os encortiçados, as casas precárias de periferia, tudo isso. Íamos a algum campo, por exemplo, o Parque Maria Fernanda, que foi um trabalho muito importante que nós fizemos, regularizando todas as construções! E o trabalho do aluno era atuar na realidade!

RS: *Então havia esse intercâmbio entre a prática profissional e os conteúdos.*

SZ: E os serviços prestados! Eu achava que o aluno já tinha que prestar serviços. O “cara” que chegou numa universidade, ele não tem que ser só um aluno, tem que ser um sujeito que está devolvendo para a sociedade o seu conhecimento!

RS: *Inclusive, dentro do curso, não enquanto extensão, como é hoje...*

SZ: Não, não! Dentro do curso! Na disciplina, você tinha que fazer a planta de prefeitura daquela casa no Parque Maria. Porque, depois, na prefeitura, nós conseguíamos que aquela planta fosse aprovada, que fosse registrada e que fosse cadastrada. Fizemos levantamento do bairro inteiro, fizemos mapeamento do bairro todo! Introduzi, então, o curso de populações marginais, que foi se estender para a Poli: o curso de habitações populares, que deu uma corrente forte na Poli. Aí, a gente começou a estudar não só as classes abastadas – porque aquilo que se fazia na Arquitetura era para as classes média e alta. A gente começou a ver o mundo brasileiro.

RS: *Para a maior parte da população...*

SZ: Que era 90% da população, 92% da população. Isso para cada lugar, para cada área e para cada região. A gente fazia exercícios algumas vezes em São Paulo, outras vezes no interior, para mostrar a realidade do cliente. E também criei uma coisa que foi muito forte: a integração dos cursos no Departamento de Projeto! Porque os cursos eram absolutamente separados! Eu dava Projeto, outro dava Urbanismo, outro dava Desenho Industrial, outro dava Comunicação Visual... E não se “conversava”! Eram sempre coisas absurdamente separadas! Isso até agora é assim.

RS: *Nessa integração, também entrou a área de Estruturas ou não?*

SZ: Não, nessa fase ainda não entrou. Eu consegui no primeiro, em 72, por Arquitetura e Desenho Industrial. Porque estava a Erminia Maricato³⁷, que também tinha uma “cabeça muito boa”, e a gente conseguiu integrar os dois cursos. No outro ano, eu consegui por Planejamento Urbano, que também não participava. No outro ano, eu coloquei Comunicação Visual e foi indo assim... Eu consegui, no primeiro ano da FAU, a fazer o curso integrado, que ficou muito famoso – o curso integrado do primeiro ano! E que me levou até a fazer operação de vesícula! Eu tive crises terríveis, porque a gente evoluiu tanto, em relação à Escola no primeiro ano que, quando o aluno chegava no segundo ano, ele quase desistia da Escola! O terceiro ano era um “inferno”! Era o ano do suicídio quase do aluno! Ele via um negócio no primeiro ano e depois voltava tudo para trás! E a coordenação, que eu fazia, particularmente, de 16, 17 professores, era cavalari! O controle dos alunos, o trabalho! Porque, ao mesmo tempo em que você dava liberdade, tinha um controle “desgraçado”! Não escapava nenhum! Ele ia conversar com os 17 professores das 17 disciplinas no seu trabalho!

RS: *Exigia uma coordenação constante...*

SZ: Então, eu estava sempre sendo criticado. Eu estava fazendo o trabalho de Arquitetura e tinha o cara de Paisagismo que falava: “Não, mas e a tua paisagem, como está aí?”. Quer dizer, não era um negócio desvinculado: “E como está o seu objeto aí dentro dessa casa? Como ele está sendo resolvido?”. Era a Arquitetura como um todo. Porque não se separa a cadeira, do espaço, do que está fora: é uma coisa só. Mas, nessa época, evidentemente, não com essa visão que eu tive depois de fazer as 2, 3 teses de livre docência. Tem uma tese de livre docência que foi muito importante, minha, quando eu defini a nova

³⁷ Erminia Terezinha Menon Maricato. Atua na área de planejamento urbano, política urbana, habitacional e fundiária. Criou, em 1997, o Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da FAUUSP (LABHAB) e formulou a proposta de criação do Ministério das Cidades. Cf. LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=T4366&tipo=simples&idiomaExibicao=1>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

Arquitetura³⁸. Eu defini, no Brasil, a Arquitetura contemporânea. Que era a separação, anterior, que existia da Arquitetura tradicional, basicamente o modernismo e que eu já tinha abandonado há bastante tempo, há mais de 15 anos... E fazia uma crítica, que está aí no trabalho, que é muito importante, à visão unilateral que se tinha. A Arquitetura sempre foi montada, durante os séculos, pela visão unidimensional. Ou seja, era o estético que definia o trabalho arquitetônico.

RS: *Desde os primeiros cursos de Arquitetura? Desde sua constituição?*

SZ: Desde a Grécia, desde o Egito, sempre foi assim! Sempre foi a exceção, sempre foi a obra do faraó. O povo nunca entrou... A Arquitetura urbana não existia, existiam as obras de exceção! As obras de exceção montadas sobre o estético! Muito forte na tradição greco-romana e também na formação egípcia... E até no mundo árabe também. Sempre foi regido pelo estético. Então essa visão unidimensional, para mim, ela acabou! E ela acabou porque nós passamos para o século XXI, diria mais diretamente, para a visão pluridimensional – onde não há mais limites na complexidade projetual. Essa passagem não tem mais o estético como o belo, a questão! O estético existe, mas é um item, como qualquer outro! Infinitos itens que fazem o mundo cultural da Arquitetura.

RS: *E por que o senhor acha que, apesar da necessidade de um ensino que desenvolva a visão holística, que leve a compreender todos esses aspectos, continua existindo a formação fragmentada? O que o senhor acha que falta?*

SZ: Eu acho, primeiro, que falta formação pedagógica dos professores, formação didática, teoria do conhecimento, métodos, teoria dos métodos... Falta cultura! Sem cultura, você não faz nada! Arquitetura é cultura! Como é que você vai ensinar um aluno se você não tem método? Se você não tem psicologia? Se você não tem uma formação ampla sobre a visão do mundo atual? Você não vê, num projeto meu, eu cometer enganos. Não tem enganos! Eu estou fazendo um dos maiores projetos do país e mais avançados projetos do país, o CENPES, com uma montagem que é uma “loucura”! Tem 2.500 homens trabalhando numa montagem seqüente, sem parar! E não tem resíduo não! Não tem isso aí não! E por que eu cheguei a isso? Sou mais brilhante que os outros? Sou mais inteligente? Sou Deus? Sou nada! Eu sou um “cara” que a vida inteira procurou isso! E chegou hoje no *top*!... Sou eu e o Lelé³⁹. Tem mais ninguém, no Brasil, que faz Arquitetura hoje! Eles estão ainda muito “presos” ao movimento moderno e não conseguem “sair”. Quer dizer, se atrelaram a isso e não tem mais como “sair” dele. Visão ainda unidimensional!

RS: *O movimento moderno enquanto estética e não enquanto causa...*

SZ: Tudo estética. E aí você vê dois sujeitos fazendo diferente, vê o Lelé e eu. A gente conversa muito. O Lelé fez o prefácio desse meu livro, o “Obra em aço” aqui. A gente se entende muito bem, porque ele também faz muita obra, pesquisou, tem fábrica de produtos pré-moldados, cimentícios, faz experiências, tem projetos maravilhosos da Rede Sarah e hospitais! Coisas fantásticas! Arquitetura contemporânea... A arquitetura dele é muito contemporânea. Usando ar natural, usando ventilação natural, usando o sol, a luz, sendo sustentável na maneira de ver o ambiente! Sendo ecologicamente correto! Sem precisar “forçar” nada, fazendo isso corretamente! Não essas caixas de vidro que você tem hoje voltadas para o nascente, poente e Norte, com ar condicionado funcionando o dia inteiro e luz o dia inteiro! Num país tropical!

RS: *É o contrário da sustentabilidade... O senhor levava esses conhecimentos que foi adquirindo, ao longo do tempo, para a sala de aula? Por exemplo, quando o senhor fez as experimentações em aço, levava isso para dentro das escolas? De que forma?*

³⁸ Cf. ZANETTINI, S. **Razão e sensibilidade**. 2001. Tese (Livre-Docência em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

³⁹ João Filgueiras Lima (nascido em 1932) – conhecido como Lelé – é um arquiteto brasileiro cuja obra é reconhecida especialmente pelo conjunto de projetos que desenvolveu junto à Rede Sarah Kubitschek de hospitais. Durante sua trajetória profissional, propôs métodos e processos de pré-fabricação de elementos construtivos em argamassa armada e aço. Sobre Lelé, ver: LIMA, J. F. **O que é ser arquiteto**: memórias profissionais de Lelé. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SZ: Normalmente em cursos optativos. Eu fiz curso sobre Arquitetura hospitalar... Quando eu fiz o curso de Arquitetura hospitalar, ao invés de fazer um curso de arquitetos para arquitetos, eu chamei Faculdade de Saúde Pública, Politécnica, Faculdade de Enfermagem, FAU! Montamos uma equipe de professores multidisciplinar e o aluno tinha que fazer o projeto de um micro-hospital – na escala inicial de um aluno –, mas que tinha que passar por todas as áreas. Então o médico opinava, a enfermeira opinava, o engenheiro opinava nas instalações e nos sistemas, o arquiteto opinava na organização espacial...

RS: *Como deve ser realmente a Arquitetura.*

SZ: E eu sempre fui assim. Eu sempre fiz isso. Eu sempre tentei sair do lugar comum e sempre fui muito reverenciado pelos alunos. Minha despedida da FAU foi “de chorar”! Uma das coisas mais lindas que eu vi até hoje! A escola inteira me aplaudindo de pé durante quase uma hora! Fui o único professor que saiu da FAU, aplaudido de pé, de lá de cima do ateliê até a rua. Quando eu me despedi em 25 de agosto de 2004... Foi todo mundo, sem exceção: os professores, os colegas, os alunos... Um monte de gente! Ou seja, o reconhecimento do homem ético, do homem honesto, do homem que não se vende. Nunca fiz obra para satisfazer a desejos egoístas ou *status* de alguém! Minhas obras são pesquisa. Tenho reconhecimento público, que não é mais na área de Arquitetura, você vê aí de tudo quanto é Ordem: Alimentar, Academia Brasileira de Arte e Cultura, *Green Building*⁴⁰... Tudo quanto é área, reconhecendo como um trabalho digno. Também na área de Arquitetura: excelência no Chile e por aí vai... Certificados de diplomas, tenho mais de cem! Por quê? Porque estou sempre preocupado com a vida, com o mundo e com a Arquitetura, que é a minha área!

RS: *A Arquitetura inserida no mundo e não como um mundo à parte...*

SZ: Nem faço dela o meu Universo, mas dou para ela tudo aquilo que meu universo de conhecimentos pode dar. É o contrário.

RS: *Com relação aos cursos optativos, além do curso sobre arquitetura hospitalar, teve um curso optativo sobre aço também, certo?*

SZ: Aço eu fiz vários anos! Na década de 90, eu fiz durante uns 6 anos.

RS: *E sobre madeira, o senhor propôs algum curso optativo, considerando a experiência que possui?*

SZ: De madeira eu dei algumas aulas, não cheguei a fazer curso, mas dei, na década de 70... Quando eu fiz a casa do Paulo Gurgel, foi um “auê” na FAU! Porque, na década de 60, eu fui o arquiteto mais premiado: todos os prêmios de Arquitetura do IAB eu ganhei na época! Pelas casas que eu fazia, que eram ainda do vocabulário modernista! Sem dúvida nenhuma! Era bem o vocabulário modernista na sua íntegra! E ganhava prêmio por causa disso... Sabia trabalhar bem esse repertório, como agradar! Mas aí eu percebi que não era isso. Quando saía lá fora, ia lá para Vila Nova Cachoeirinha, não tinha nada disso! Aí lia o Venturi⁴¹, lia o Jencks⁴²... Via outros caras já criticando, fazia coisas! Vou para a França e vejo o começo da construção do Centro Pompidou⁴³... E vejo a inauguração do Centro

⁴⁰ Indica quadros na parede do escritório com reconhecimento por seu trabalho profissional.

⁴¹ Robert Charles Venturi Junior (nascido em 1925) é um arquiteto norte-americano e principal sócio do escritório “Venturi, Scott Brown and Associates”. Tanto sua produção arquitetônica e urbanística, quanto sua obra teórica – crítica à arquitetura moderna –, recebem destaque. Ver: VENTURI, R. **Complexidade e contradição em arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

⁴² Charles Jencks (nascido em 1939) é um crítico, paisagista e designer estadunidense. Suas publicações sobre a história e a crítica ao Modernismo e Pós-modernismo exerceram influência entre círculos de arquitetos. Ver: JENCKS, C. **El significado en arquitectura**. Madrid: H. Blume, 1975.

⁴³ O Centro Georges Pompidou (*Centre national d'art et de culture Georges-Pompidou*) é um complexo fundado em 1977 em Paris, França, que abriga museu, biblioteca, teatros, entre outros equipamentos culturais. Foi projetado pelos arquitetos Renzo Piano (nascido em 1937) e Richard Rogers (nascido em 1933). O edifício é considerado um exemplo de arquitetura *high-tech*, em função de suas grandes tubulações aparentes (dutos de ar

Pompidou em 77 do Rogers e do Piano: “Aqui está outro mundo. Agora estou me encontrando no outro mundo!”. A partir de meados da década de 70, realmente, eu comecei a traçar essa minha visão de mundo, esse meu caminho próprio de trabalho, que é aliar arte com conhecimento científico, sempre! Nada meu é feito sem cálculo, sem verificação, sem laboratório! Trabalharam, para você ter uma idéia, 258 profissionais, consultores, técnicos, quatro laboratórios! Pesquisando a luz como ia acontecer, o ar que a 24 graus acionava a bomba, sem precisar resfriar nas torres de resfriamento⁴⁴... Coisas fantásticas de criação que não eram só na área de Arquitetura! A partir de então, e principalmente nesse projeto, depois que saí da FAU, eu desenvolvi uma metodologia de trabalho, que tinha conseguido parcialmente em alguns projetos, como a Escola Panamericana⁴⁵... Mas eram parciais! Aqui eu consegui realizar a montagem conceitual pluridisciplinar com todos os profissionais! Eu tinha reuniões de 40, 50 pessoas. E eu querendo que todo mundo criasse! A partir de então, não houve mais, no meu trabalho de arquiteto, o termo “projeto complementar”.

RS: *Não é o gesto do arquiteto mais.*

SZ: E nem é mais gesto! Quer dizer, é realmente um trabalho integrado, com as cabeças mais brilhantes que eu tenho trabalhado. Nesse aqui, foi uma experiência fantástica! Tem instalações que você não imagina: de economia, de energia, de transformações, de uso ambiental! Bom, tudo o que você possa imaginar de disciplina tem aí! São 48 itens de ecoeficiência que eu tenho nesse projeto. É o exemplo maior do mundo hoje, sem dúvida nenhuma! Todo mundo querendo que eu fale: no Chile, na Argentina, na Alemanha... Para falar dessa obra, que já é conhecida no mundo inteiro! E ela nem está pronta! Estamos numa fase de começar os acabamentos agora. Mas mostra, na verdade, essa visão global, integrada da realidade, do mundo complexo do século XXI – que é o século do intelecto... Essa foi a definição do Lucio Costa, num dos últimos trabalhos: que o século XXI era o século do intelecto⁴⁶. E eu adicionei, no meu livro, do intelecto e da criação! É o que caracteriza este século. Que vão ser as grandes transformações: não é mais guerra, não é mais matar, não é mais dinheiro... Cada coisa dessas está caindo por si! Cada “bolha” dessas que acontece faz um estrago “desgraçado” no capitalismo tradicional! E vai prevalecer, ao longo do tempo, a cultura no sentido mais pleno da palavra, holisticamente falando! E aí nós vamos voltar de novo a rever a questão da paisagem, do homem, do ambiente, do homem inserido nesse ambiente, das condições de saúde desse homem – saúde física e saúde mental –, das condições de formação e cultura, da educação e da obra arquitetônica...

RS: *Mas isso tem que rebater dentro das escolas. Essa visão precisa ser desenvolvida dentro das escolas.*

SZ: Se não, não adianta. Se não, fica na “cabeça” de alguns.

RS: *E como o senhor acha que poderia ser desenvolvida essa visão?*

SZ: Mas eu acho que, numa área que foi sempre secundarizada, propositadamente, desde... Às vezes eu falo que é desde o período militar, mas não é no período militar: desde os 500 anos do Brasil! Nós sempre fomos colonizados. Aqui sempre se exportou matéria-prima. Começou com o pau-brasil, depois cana-de-açúcar, depois ouro, depois minério, depois petróleo e vai em frente! Você não vê uma Vale do Rio Doce que, ao invés dela fazer buraco por toda Minas, exportar minério, que construiu o Japão, fazer perfis, fazer chapas, fazer coisas! Produzir coisas! Usar esse operário, dar instrução para esse operário, dar trabalho para esse operário e vender a peça pronta, não o minério! Não a matéria-prima! Então, fomos sempre exportadores de matéria-prima, seja ela agrícola ou não. É país de

condicionado e outros serviços), escadas rolantes externas e sistema estrutural em aço. Cf. <<http://www.centrepompidou.fr/>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

⁴⁴ Referência à obra do CENPES.

⁴⁵ Escola Panamericana de Arte (1989), em São Paulo. Recebeu o Prêmio Destaque na II Bienal Internacional de Arquitetura (1993) e o Prêmio Construção Metálica na Associação Brasileira de Construção Metálica (1993). A obra é composta principalmente por aço e vidro, com sistema estrutural marcado por grandes treliças que formam três volumes diferenciados – pirâmide, cilindro e cubo. Cf. ZANETTINI, op. cit., p. 54-59.

⁴⁶ Lucio Marçal Ferreira Ribeiro Lima Costa (1902-1998) foi um arquiteto, urbanista e professor brasileiro. Pioneiro da arquitetura modernista no Brasil, ficou conhecido mundialmente pelo projeto do Plano Piloto de Brasília. Sobre Lucio Costa, ver: COSTA, L. **Arquitetura**: Lucio Costa. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.

terceiro mundo! Para sair disso? É um trabalho hercúleo de um monte de gente! Eu não consigo ver isso resolvido na “cabeça” de uns. Eu vejo a sociedade organizada, cada vez mais se organizando... Vejo as universidades, como vocês... Pelo que você escreveu aí, você leu um monte de coisa minha⁴⁷. Que vão formar um novo mundo, onde todas essas coisas serão respeitadas! E a Arquitetura, então, vai refletir isso, de uma maneira natural, tranqüila! Você vai fazer uma estrada, mas não porque precisa ligar dois pontos com uma declividade mínima de 6%, como é a Serra do Mar, a estrada nova da Imigrantes⁴⁸! Que isso! 6%, dois pontos, fura morro, faz ponte, fura morro... A declividade é essa, mas você vai é desviar da árvore se for necessário! Vai voltar de novo a ter as coisas que são fundamentais para a vida humana, porque a gente está se destruindo e é cavalgar a destruição! Antes destruí uma casa, agora, são empresas destruidoras de quarteirões inteiros! Eu vou ficar sozinho aqui, como um “baluarte”! Mas um fala: “Por que você quer ficar lá?”. Porque eu quero mostrar que sou uma resistência a isso! Estão construindo quatro torres neoclássicas aí em frente...

RS: *Para sintetizar todas as questões que o senhor levantou, quais são os aspectos que considera fundamental para uma boa formação tecnológica de arquitetos? Mais especificamente, o que um futuro arquiteto precisa conhecer sobre Estruturas e quais meios ele pode usar para alcançar esse conhecimento?*

SZ: Bom, de Estruturas, ele tem que conhecer, antes de tudo, os materiais. Ele tem que ter uma visão fenomenológica dos materiais e não quantificadora dos materiais. Que é uma visão um pouco Politécnica. Quer dizer, é muito mais de verificar e quantificar. Eu acho importante, porque você vai calcular, “tem que passar”! Aquela viga que está aí “tem que passar”, se não, cai!⁴⁹ Mas não é ela que gera a Arquitetura! Ela é o elemento que você vai usar para produzir a Arquitetura! O que vem antes é o conhecimento dessa matéria! Como eu vou trabalhar esse aço? Se ele é um perfil que vai ser produzido industrialmente, eu faço a divisão desse edifício, que foi o primeiro edifício montado, esse aqui, em 87... O primeiro edifício montado, pintado, já vindo da fábrica. É a cor original. Está vendo os parafusos ali, pretos? Não foram pintados aqui, foram pintados na fábrica. As uniões eram feitas na fábrica, com alto grau de precisão das uniões. E as barras todas iguais! Um edifício altamente complexo, mas com as barras todas iguais! Por quê? Produção industrial! Então, conhecimento da produção industrializada, o que significa estandarizar peças, padronizar seções, simplificar o processo produtivo, traduzir o canteiro não em lugar de produção, mas em lugar de montagem! Você vai lá e vai ver que canteiro que é essa obra⁵⁰! E é uma “loucura”! Parece uma fábrica! Vou até te mostrar uma foto recente... Para você ver que não tem isso aí! O edifício que precisamos desmanchar, porque a Petrobrás fez errado. O edifício que era para ser o Centro de Processamento de Dados, a área de TI deles, de Tecnologia da Informação... Foi errado o edifício, tinha o pé-direito baixo, não podia se usar. Ele estava com um problema estrutural de concreto, 10 anos parado e tal. Nós demolimos o edifício, fracionamos as peças todas, fizemos a geometria correta e fizemos todas as sub-bases das pistas! Nem tiramos de lá! Para você ver como a postura é diferente! A relação com o meio ambiente, as condições de espaço, as visuais, o que o mar penetra, o que o vento produz de ventilação natural, o sol... O edifício que precisa ser protegido na direção Norte e, quanto eu volto para o Norte, eu ponho a placa fotovoltaica para produzir energia limpa ou placas solares para produzir água quente... Cada vez com energias mais limpas! E vai ser só pesquisa de energia limpa. Hoje estão pesquisando hidrogênio, nitrogênio, biomassa, mamona, coisas “malucas”! É um dos maiores centros de pesquisas do mundo! São 4.600 cientistas que vão trabalhar lá.

RS: *Segundo o senhor, como pode ser desenvolvida a visão fenomenológica?*

SZ: Eu acho que é ter o conhecimento dos materiais, o conhecimento do seu trabalho: se uma madeira é fibrosa, ela tem uma tendência à flexão na linha das fibras. Você a secciona no meio e ela não tem resistência nenhuma! Ela racha, abre... O comportamento da madeira não é igual ao do aço. E não é

⁴⁷ Referência ao roteiro da entrevista.

⁴⁸ Referência ao projeto da pista descendente da Rodovia Imigrantes (1998-2002), cuja responsabilidade coube à empresa Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S/A.

⁴⁹ Indica viga do escritório.

⁵⁰ Nova referência ao CENPES.

igual ao do concreto. Então você precisa conhecer o material! Trabalhar com esse material, manusear esse material...

RS: *Como?*

SZ: Canteiros, laboratórios. Construir coisas! “Pegar” o aluno, inclusive o aluno de terceiro e quarto ano, que poderia ter uma formação já de quase profissional, de nível médio, e já dar um diploma de nível médio para ele e colocá-lo na obra! Como tinha as Escolas de Artes e Ofícios que formou gente muito boa... Um dos melhores projetistas meu vinha da Escola de Artes e Ofícios! O indivíduo, em 3 anos, já era um técnico em edificação e podia ir para obra! Por que o aluno não pode fazer isso?

RS: *Caso contrário, a Arquitetura vira só discurso para o aluno...*

SZ: Vira discurso... Você não tem contato com a realidade, não tem contato com a obra, não tem contato com nada! Aí fica fazendo “risquinho”... Quando você pede um projeto, vira só “risco”! O sujeito não sabe nem espessura, não tem nem noção do que ele está fazendo! E os primeiros projetos que eu fiz em aço, na década de 70, eram muito gozados, porque o sujeito pensava o projeto em concreto e passava para aço! Que é completamente diferente! O aço é tridimensional, o aço é vazio! Quando eu falei em “linguagem do vazio”, em 77, ninguém entendeu! O aço se mostra pelo vazio! Aquela forma que parece um ovo⁵¹ é uma geodésica, com chapinha fina assim! E tem 40 metros de vão! Isso é aço. É ausência de material, não é presença de material! Isso é linguagem do vazio: vazio que se usa, que constrói o espaço.

RS: *Voltando ao Encontro de Professores de Estruturas, de 74, o senhor mencionou que foi o único arquiteto a participar. Poderia contar como foi?*

SZ: É, porque os outros não conheciam nada de Tecnologia, então eu fui chamado a falar sobre Estruturas.

RS: *Eram só professores engenheiros?*

SZ: Eram só engenheiros. Era a predominância de engenheiros. E eu fiz um discurso criticando o curso.

RS: *Nesse encontro, o que os outros professores discutiam?*

SZ: O processo de ensino de Estruturas para Escolas de Arquitetura. Era esse o tema. Só que eu falei: “Que ensino de Estruturas existe nas Escolas de Arquitetura? Ensina-se “pílula com açúcar” de páginas pares. Não ensinam nada, o aluno não tem nenhuma formação sobre Estruturas. Não conhece material! Não trabalha material!”. Tudo isso que eu falei para você, já falava em 72. Desse encontro de 72 eu participei ativamente, porque fiz o discurso de abertura. Foi um “auê”!

⁵¹ Referência a uma das edificações do CENPES.

ANEXO D – ENTREVISTA COM JOSÉ LOURENÇO CASTANHO

A entrevista com José Lourenço de Almeida Braga Castanho foi realizada no dia 27 de maio de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar, gostaria que o senhor contasse como foi o período de sua formação superior, principalmente sobre como era o ensino de Estruturas naquela época.*

José Castanho (JC): Bom, no meu tempo de estudante, eu tive professores excepcionais, em Estruturas: o Telêmaco van Langendonck, Figueiredo Ferraz, Gravina¹, Souza Lima²... Professores muito bons! Alguns mais voltados para a parte teórica e outros mais voltados para a parte prática. O professor Ferraz, por exemplo, quando ele dava um problema de estabilidade, dava um problema da vida real! O professor Telêmaco era fortemente teórico! Naquela época... Como é que eu vou dizer? Todas as matérias eram bem enfrentadas! Na parte de Engenharia... As piores, mais “fraquinhas”, eram Navegação, Topografia...

RS: *Mas na área de Estruturas era completa?*

JC: Estabilidade... Bom, hoje em dia é Estabilidade 1, Estabilidade 2. Naquele tempo, era Resistência e Estabilidade! Muito bem dadas! Eu, pelo menos, acho. No quinto ano, nós tínhamos Pontes e Estruturas de Concreto. Embora, vamos dizer assim, o âmbito que era abordado não era muito amplo. Mas aquilo que era abordado você aprendia! Não era ficar pensando em “Lâmina 4”, nada disso. Era “arroz com feijão”, mas muito bem dado! Quando eu me formei, eu fiz estágio no escritório do Figueiredo Ferraz, com o Del Nero³, entre janeiro e dezembro de 56. Em 57, nós entramos como engenheiros.

RS: *Logo após a graduação...*

JC: É, depois de graduado. Em janeiro de 56, fomos estagiários e, em 57, fomos contratados como engenheiros. De 57 para 58, o professor Nilo Amaral⁴, que era o catedrático de Estruturas de Concreto na Escola Politécnica, me convidou para ser professor assistente na área de Estruturas de Concreto. Naquela época, a primeira coisa que ele me falou foi: “Bom, agora você vai fazer o seguinte: além das aulas de Concreto, você vai estudar concreto protendido”. Por quê? Essa matéria era do quarto ano e, no quinto ano, já tinha que dar concreto protendido. Que era, vamos dizer assim, uma novidade total! Posso dizer que a primeira apostila de concreto protendido, escrita em português, fui eu quem fiz! Uma “porcaria”, mas, enfim... E, em 1960, formou-se uma turma muito boa. Acho que foi a primeira em que tinha os alunos fazendo cursos de Engenharia Civil, mas separados. Então, um grupo fazia Transporte, outro grupo fazia Construção Civil, outro fazia Estruturas e tal... Foi nesse ano que se

¹ Pedro Bento de Jesus Gravina. Foi professor catedrático de Pontes e Grandes Estruturas na Escola Politécnica de São Paulo e, posteriormente, retornando à Itália, assumiu essa cátedra também na Universidade de Roma. Cf. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. História: Diretores: Prof. Dr. José Augusto Martins. Disponível em: <http://www.poli.usp.br/Organizacao/Historia/Diretores/Jose_Martins.asp>. Acesso em: 04. fev. 2010.

² Victor Manoel de Souza Lima formou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) em 1951. Em 1952, tornou-se professor-assistente de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções na mesma escola, e, ao mesmo tempo, engenheiro da Seção de Verificação de Estruturas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo. De 1962 a 1968, dedicou-se à aplicação do computador à engenharia estrutural, escrevendo trabalhos pioneiros sobre análise matricial de estruturas e elementos finitos. Cf. MOTOYAMA, S. **USP 70 anos: imagens de uma história vivida**. São Paulo: EdUSP, 2006. p. 405-414.

³ João Antonio Del Nero – um dos sócios da Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S/A, também entrevistado neste trabalho. Cf. ANEXO F.

⁴ Nilo Andrade Amaral (1912-1978) graduou-se em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1935. De 1938 a 1940, foi responsável pela cadeira de Navegação Interior e Portos de Mar. Em 1940, passou a adjunto da cadeira de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções. Já em 1944, tornou-se catedrático da cadeira de Concreto Simples e Armado. Cf. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Histórico de 1931 a 1940. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/Organizacao/Historia/Historico/1931-1940.asp>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

formou o Dr. Aluísio e o Dr. Mosze⁵. E hoje o Mosze ainda é meu sócio. Então, começamos a trabalhar como estagiários. Nesse período, nós tivemos que enfrentar alguns desafios, porque éramos praticamente recém-formados e tivemos que calcular obras de vulto!

RS: *Uma das primeiras obras que o senhor calculou, se não me engano, foi o MASP⁶, aos 22 anos de idade. Gostaria que o senhor relatasse como foi a experiência dessa obra.*

JC: Eu fiquei apavorado! Já tinha 26, 27 anos, por aí... Foi um “negócio”, assim, de espantar! Porque era um vão, ditado pela Lina Bardi⁷, um vão que não tinha comparação com outra obra no mundo, daquele gênero! Então, você estava fazendo uma coisa que era nova, “meu Deus do céu”! O que vai acontecer? Vai cair? O museu levou um “tempão” para ficar pronto! Acho que levou, “sei lá”, 5, 6 anos... Tudo o que ela pediu, tudo o que ela impôs como arquiteta, foi solucionado! A única coisa que nós não solucionamos foi a escada de acesso, do piso da Paulista para o primeiro andar. Porque era uma escada helicoidal. Para falar a verdade, nós não tínhamos uma estrutura, no primeiro andar, suficientemente resistente para suportar a escada. Bom, hoje em dia, eu acho que com elementos finitos, computação, deve ser uma “barbada” fazer essa escada! Mas, naquele tempo, na régua de cálculo, não era fácil! Aí nós fizemos essa e mais uma porção de obras: fizemos as do CEASA⁸, as obras da cidade universitária, a Faculdade de Arquitetura do Artigas, História e Geografia⁹, que era de um arquiteto... Não estou lembrando o nome dele, mas ele ficou bravo comigo.

RS: *Por quê?*

JC: Porque eu tive um encontro com o Paulo Camargo, que era o diretor do CCUAS¹⁰, era “Comissão de Construção de Universidade”... Eu não lembro o nome, lembro só das primeiras letras. Nós tivemos uma reunião que, por curiosidade, eu era o representante do Instituto de Engenharia na Comissão dos Jogos Pan-Americanos de 63, em São Paulo. Então, nós tínhamos várias oportunidades de “bater papo”, mas na Cidade Universitária a gente não ia “bater um papo” técnico. E, nessa reunião, eu disse a ele: “Olha, eu acho que tem alguma coisa errada”. Ele: “Por quê?”. Eu falei: “Pelo seguinte, com o dinheiro que se está gastando nessas obras monumentais aqui dentro, podia ter sido feito muito mais, em obras mais simples, mas que abarcassem uma área maior”. E ele falou: “Qual é a obra que você está, em particular, se referindo?”. Eu falei: “É a do Butantã. O Instituto Butantã, o prédio, é uma loucura!”. Fundamentava-se como se fosse uma árvore, com um monte de problemas estruturais. É um absurdo o que se vai gastar de concreto nisso! Apesar de que o projeto do Artigas também gastava bastante concreto. História e Geografia também... Basta ver que História e Geografia tinha uma viga na fachada que devia ter, mais ou menos, uns 45, 50 metros de vão! Você, como arquiteta, deve ficar “arrepada”! “Puxa vida”! Fazendo pirâmides de novo? Não! Mas, era moda, “né”?!

⁵ Respectivamente: Aluísio Fontana Margarido (entrevistado anteriormente – Cf. ANEXO B) e Mosze Gitelman. Professores da Escola Politécnica que se tornaram sócios da empresa Figueiredo Ferraz na década de 1960.

⁶ O Museu de Arte de São Paulo Assis Chateaubriand (MASP) foi fundado em 1947, por iniciativa de Assis Chateaubriand e Pietro Maria Bardi. Desde 1968, localiza-se na avenida Paulista, cidade de São Paulo, em um edifício projetado por Lina Bo Bardi (1914-1992) para ser sua sede. O edifício possui vão livre de mais de 70 metros, distribuído sobre quatro pilares e é considerado um exemplar da arquitetura moderna. Sobre o MASP, ver: BARDI, P. M. **40 anos de MASP**. São Paulo: Crefisul, 1986.

⁷ Achillina Bo, mais conhecida como Lina Bo Bardi (1914-1992), foi uma arquiteta ítalo-brasileira. Casada com o crítico de arte Pietro Maria Bardi, uma de suas principais obras foi justamente o projeto da sede do MASP. Sobre Lina, ver: LINA Bo Bardi. São Paulo: Empresa das Artes: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi, 1993.

⁸ Centrais de Abastecimento de São Paulo (CEASA).

⁹ Referência ao prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) e ao do Departamento de História e Geografia da Universidade de São Paulo (USP). O primeiro foi projetado por João Batista Vilanova Artigas (1915- 1985), em parceria com Carlos Cascaldi. O segundo foi idealizado por Eduardo Corona (1921-2001), em 1961. Ambos os prédios foram calculados pelo escritório Figueiredo Ferraz. Cf. CARRANZA, R. **Eduardo Corona: arquitetura moderna em São Paulo**. São Paulo: FUPAM, 2001.

¹⁰ Paulo Camargo de Almeida que assumiu, no início de 1960, como diretor executivo, o Fundo para a Construção da Cidade Universitária da USP. São de sua autoria, em parceria com A. Pinheiro, os projetos para o Laboratório e o Anfiteatro de Física Experimental; e o Anfiteatro da Biologia. Cf. SANTOS, M. C. L. **USP, Universidade de São Paulo: alma mater paulista, 63 anos**. São Paulo: EDUSP, 1998. p. 226.

RS: *Era o vocabulário da época...*

JC: Isso mesmo. Então, nós fizemos essas obras todas, mas em algumas contra a vontade.

RS: *Então como era a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia no período?*

JC: Bom, com a Lina Bardi, a relação tinha que ser boa, porque todo dia, ou dia sim e dia não, ela “pintava” no escritório... Ela tinha uma cabeleira assim, grande... Diziam as más línguas que ela foi “Miss Universo” ou “Miss Paris” em 1920. Então, ela entrava lá, jogava o cabelo e falava: “Castanho!”. A primeira palavra que ela sabia era essa! E ficava discutindo pontos... Mas era uma conversa boa, era uma conversa inteligente. Por quê? Porque ela era inteligente!

RS: *Havia troca.*

JC: A gente aprendia alguma coisa também. O que ela fazia, “no duro, no duro”, era orientar! Porque ela queria que a estrutura representasse, entende?! Se você fosse fazer uma viga, para aquele vão, aparente, era uma coisa horrível! Ia ficar um pórtico de concreto aparente! Então ela dizia: “Isso eu não quero. Você tem que fazer uma laje lisa no primeiro nível; no segundo nível, vocês podem fazer a viga e, na cobertura, vocês podem fazer a viga invertida!”. Acabou sendo o pórtico, que é exatamente o “charme”. Dá impressão que o prédio está pendurado... Não, dá impressão que o prédio está pendurado não, o prédio está pendurado mesmo! Mas não exatamente naquele pórtico. Ele está pendurado é numa estrutura intermediária que fica escondida, porque fica no segundo nível.

RS: *E como é formada essa estrutura?*

JC: Uma viga protendida de 3 metros e 55 centímetros, uma coisa desse tipo... Uma viga enorme, gigante! Mas que não era visível, por assim dizer, da rua. O pessoal passava e falava: “Onde é que está a estrutura?”. Porque era liso, “né”?! Uma “lajinha” lisa... Aquela laje acho tinha 35 centímetros, se não me engano. Mas acontece que ela era totalmente pendurada na viga! A parte estrutural dela não era muito grande, mas se segurava bem. Então, ela era muito fácil para se conversar. Com esse pessoal que era da Cidade Universitária, alguns arquitetos que eram da própria Comissão de Construção eram fáceis de você conversar. Você podia chegar e trocar idéias, melhorar alguma coisa e tal... Agora, os outros eram “expoentes”. Os “expoentes” não vinham discutir com você a estrutura! Então aí ele se afasta: “Se vira! Não quero saber, você se vira!”.

RS: *Eles passavam os projetos e vocês tinham que resolver a Estrutura?*

JC: Você pegava os “rabiscos”, em geral eram “rabiscos”, e transformava em planta de fôrma, de concreto, de estrutura... E aí, em cima disso, você desenvolvia o resto e ele também usava o seu projeto! Hoje em dia acho que não é assim mais. Estou muito afastado disso. Mas, durante muito tempo, você recebia rascunhos! Você desenvolvia a estrutura em cima do rascunho e fazia a sua planta, que chamava planta de fôrma, que é exatamente para dizer onde tem viga, laje, etc. Aí o “sujeito” pegava aquilo e fazia o projeto dele! Mas eu acho que isso aí era bom, porque, quando o indivíduo localizava, por exemplo, o ar condicionado, ele o localizava de maneira a não destruir a estrutura!

RS: *Havia uma interação maior...*

JC: Era obrigado a ter! Mas eu trabalhei com gente muito boa! Eram excelentes!

RS: *O senhor pode dar algum exemplo?*

JC: Tinha um grupo de trabalho no escritório do Alfredo Martins. O Alfredo Martins era um construtor, mas tinha um grupo que projetava que, vamos dizer assim, estava entrosado com a construtora! Eu, particularmente, também me entrosei com esse grupo. Eu me lembro de um nome: Rubens Russo! Que era um engenheiro da Poli, acho que tinha sido até meu “bicho”... E ele era um sujeito muito “durão”: “pegava” os arquitetos, os agentes e ficava “espremendo”. Nós fizemos aquele conjunto, ali no fim da Marginal, são 6 prédios... Como é que é o nome? Eram prédios comerciais. Aí, que eu saiba, foi a primeira vez que se chega, aqui no Brasil, pelo menos, uma estrutura formada por

duas lajes: uma laje limpa e outra laje, na qual você tinha entradas de ar condicionado, entradas de luz, entradas de telefone... Hoje tem até um nome, de piso técnico, se não me engano. Foi a primeira vez que se fez aquilo! E se fez exatamente nesse conjunto ali de Santo Amaro, cujo nome me foge agora. Na medida em que o tempo foi passando, nós tivemos que examinar projetos de arquitetura, de Brasília... Eu tive um professor de Estruturas, muito bom, o Joaquim Cardozo¹¹, que fazia os projetos de estrutura do Niemeyer. E, olha, para o Cardozo não tinha o impossível! Ele fazia qualquer coisa que o Niemeyer pedisse. Então, saíam algumas coisas meio absurdas! Como a Gameleira, por exemplo, onde houve um acidente que morreu uma porção de gente... Os operários dormiam, depois do almoço, embaixo da viga principal! E a viga principal caiu! Foi um desastre e tanto! Eu me lembro. Obra do Niemeyer, cálculo do Cardozo, gente de primeira linha! Bom, do Niemeyer não precisa falar nada, mas o Cardozo também era!

RS: *Nessa obra, o problema foi de execução ou foi de cálculo mesmo?*

JC: O cálculo era arriscado. Mas eu acho que houve pecado também na execução. Eu tive a oportunidade de examinar o Iate Clube de Brasília, a Estrutura... Eu não sei exatamente... Bom, eu sei quem me pediu que foi o Grupo de Estruturas do Instituto de Engenharia. Mas quem solicitou, não sei se foi o Governo Federal ou não. Era o mais total absurdo! Não era viga de concreto armado, era viga de aço, envolvida em concreto. E não era viga de aço, era viga de barras de aço, envolvida em concreto! Porque tinha tanto aço, mas tanto aço, que ele ficava acima da linha neutra! Uma “coisa” de louco! Então, nesse tempo, havia alguns nomes, assim, de “majestade”: Niemeyer, Artigas e outros que me fogem agora... Mas eram emblemáticos! Você tinha que fazer aquilo que ele queria! Bom, nós, particularmente, nunca nos submetemos a esse tipo de atitude. O professor Ferraz não concordaria com uma coisa dessas, entende?! O Professor: “Vai fazendo, vai fazendo. Porque não vai dar mesmo!”. Mas aí, chamava o arquiteto: “Chegamos à conclusão que não vai dar”. Fizemos a Basílica da Aparecida¹²! Meu Deus do céu! O arquiteto era o Benedito Calixto e depois foi o filho dele que assumiu. É realmente uma estrutura majestosa! Eles fizeram aquilo, pensando em fazer lembrar as estruturas da Idade Média, aquelas igrejas. Era assim: “A cúpula da Basílica tem que ser um metro menor, porque, se não, ela vai ficar igual à de São Pedro”. Coisas desse tipo que parecem brincadeira hoje em dia! Mas, naquele tempo, era assim mesmo que se tratavam as estruturas. Havia uma interação muito grande entre o engenheiro, que nós podíamos chamar de obras de arte – porque aquilo que nós fazíamos não era Estrutura, eram obras de arte –, e os arquitetos que projetavam. Então os arquitetos “davam asas à imaginação”! Abriam o campo e nós íamos lá e ficávamos “podando”: “Isso não pode. Aquilo não pode”. Por exemplo, os pilares que sustentam a fachada da FAU, da Cidade Universitária – não sei se você conhece –, são: uma pirâmide, vem aqui o “bico” da pirâmide e aqui abre uma outra. O Artigas queria que aquilo lá fosse um ponto. Um ponto! Mas: “Professor, eu não posso fazer uma articulação como um ponto! Uma estrutura desse peso!”. Então quem calculou isso aí foi Mosze Gitelman, colega do Aluizio, meu colega. Então, ele calculou uma articulação, fixa, a mais reduzida possível! Para que parecesse que era apoiada num ponto: era uma pirâmide e uma outra, apoiadas num ponto. Havia coisas desse tipo! No correr dos anos essas coisas, na minha opinião, foram desaparecendo. São tantas obras! São tantos anos! É difícil lembrar de tudo. Por exemplo, a Estação de Tratamento de Águas... Uma Estação de Tratamento de Águas é um estudo de uma complexidade “danada”! Você tem filtro, você tem um trator, água limpa, água tratada, passa por meio, passa por baixo, passa por cima, pelo sifão! Uma “loucura”! Mas não tem Arquitetura nisso!

¹¹ Joaquim Maria Moreira Cardozo (1897-1978) foi um poeta, contista, desenhista, engenheiro civil, professor universitário e editor de revistas especializadas em arte e arquitetura. Começou a estudar engenharia em 1915. Especializado em cálculo de estruturas, notabilizou-se pela sua colaboração com o arquiteto Oscar Niemeyer. Sobre Cardozo, ver: PEDREIRA, L. A. (Org.). Matemático no verso e poeta no cálculo. **Revista AU**, São Paulo, Ano 3, nº 15; p. 76-80, dez 87/jan 88. LYRA, M. C. P.; VASCONCELOS, M. V. B. A. **Cardozo**: bibliografia de Joaquim Cardozo: vida e obra. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008.

¹² A Basílica de Nossa Senhora Aparecida fica localizada em Aparecida, no interior do Estado de São Paulo. É o terceiro maior templo católico do mundo. Benedito Calixto foi o arquiteto contratado para a elaboração do projeto. A Basílica somente foi inaugurada 1980, em visita do papa João Paulo II ao Brasil. Cf. SANTOS, A.Q. Histórico do Santuário Nacional de Nossa Senhora Aparecida. Disponível em: <<http://www.santuaronacional.com/v2/index.php?T=A-imagem&S=18&C=16>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

Você tinha que cumprir é o programa da hidráulica! Então a gente acabava fazendo... Pode ser que até tenha ficado bonito, mas não foi influência de arquiteto nenhum! O engenheiro de Estruturas que ia “bolando” as soluções.

RS: *A concepção seguia a lógica estrutural e não a da estética...*

JC: Não, a lógica era a da finalidade a que se destinava! Por exemplo, o arquiteto não fazia o projeto de arquitetura da estação, quem fazia era o hidráulico. E dava para você transformar aquilo em estrutura de concreto. Bom, isso aí foi lá por 75 até 80...

RS: *Anteriormente, o senhor poderia contar sobre as obras do Metrô de São Paulo que participou¹³?*

JC: Aí entrou o Metrô, “né”?! O Metrô começou, se não me engano, em 71 ou 72, quando o professor Ferraz era prefeito de São Paulo. Ele tinha orgulho e todo dia, quando levantava de manhã cedo, ia andar no túnel do Metrô! E “carregava” todo o secretariado com ele! O pessoal ficava doido! Porque ele tinha sido um grande atleta, então, ele se impunha e o pessoal acompanhava... Bem, as primeiras obras do Metrô de São Paulo não foram obras, assim, de grande alcance de arquitetura: “Eu tenho que fazer um túnel aqui, tenho que escavar aqui e fazer uma estação”. E o arquiteto vinha depois para dar os acabamentos. Não havia muita influência do arquiteto na concepção. A concepção era muito estrutural! Havia uma parte de concepção que era de direcionamento dos túneis, problemas de respiro nas estações – tinha vários desses problemas! Aqueles tubos que saem são sempre respiros da estação... Então, havia trabalhos de vários técnicos ao mesmo tempo. Isso aí passou a ser não mais um problema estrutural, passou a ser um problema de Engenharia! Como um todo... Então todos os calculistas, os projetistas de hidráulica, elétrica, tubulações, ventilação, quer dizer, todo mundo “metia a mão” no projeto! Então, quando o arquiteto recebia aquilo para “dar uma traquejada”, vamos dizer assim, ele não tinha muito o que fazer do ponto de vista de concepção! Ele tinha é que acomodar as coisas, entende?! Porque realmente essas obras de metrô eram complicadas... Bom, hoje em dia parece que nem são mais tão complicadas. Mas, na minha época, era um negócio complicado! A fundação do Museu de Arte de São Paulo, por exemplo, é uma estrutura apoiada em cima do solo. Em alguns pontos, a sapata teve que ficar a 14 metros do nível da Paulista! Porque só ali você conseguia encontrar um terreno melhor. Você não sabe disso, é muito novinha... Mas, a avenida Paulista para ter continuidade naquele vale – porque o Vale do Anhangabaú cortava a avenida Paulista, vamos dizer assim... Então o que eles fizeram? Fizeram um aterro. Aterraram e depois abriram os túneis. Quando, trinta anos depois, foram fazer a fundação do MASP, caía em cima do túnel! Desviado um pouco para direita e um pouco para a esquerda... Não era nem simétrico o peso, era realmente assimétrico! Quem calculou isso foi o “Doutor” João Del Nero. Ele que calculou a influência nos túneis das sapatas. E tudo na régua de cálculo! O “Doutor” Golombek¹⁴, que era um consultor de fundações muito importante... Hoje ainda é! E estabeleceu, como taxa no solo, um quilo e meio! Um quilo e meio são 20 toneladas por metro quadrado, está certo?! Se você tivesse uma sapata de 5 por 8 metros, 40 metros quadrados, vezes 15, as cargas seriam da ordem de grandeza de 600, 700 toneladas... E não podia passar de um quilo e meio! A rigor, você podia até colocar 10% a mais. Mas eram coisas desse tipo! Então, a influência da Lina Bardi era do piso para cima, o que vinha para baixo ela não queria nem saber! Se você “se matou” para fazer aquilo, ela não queria saber! Mas, mesmo para dar o toque final no Museu de Arte, tinham algumas soluções que a gente aventava... Eu me lembro de uma que levava para casa, sábado e domingo, e “ficava chorando”! Era como se fossem duas paredes cegas – e não aquelas abertas –, num vão de setenta e quatro metros, apoiadas em outras duas nas extremidades. Aquilo foi uma loucura! Até achei bom que ela “chegou” um dia: “Não, não quero a parede cega! Eu

¹³ Brigadeiro Faria Lima assumiu a prefeitura de São Paulo em 1965 e tornou o projeto do metrô a meta de sua gestão. A câmara municipal aprovou a lei nº 6988 em 26 de dezembro de 1966, autorizando a criação da Companhia do Metropolitano de São Paulo. O primeiro contrato da Figueiredo Ferraz para a execução do metrô data de 1969. Cf. METRÔ SP. História. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/empresa/historia/azul/historia.shtml>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁴ Sigmundo Golombek fundou o escritório Consultrix, em 1953 – um dos primeiros a se dedicar à atividade de consultoria no Brasil. Eduardo Couso Júnior e Milton Golombek, filho de Sigmundo, tornaram-se, posteriormente, sócios da empresa. Cf. CONSULTRIX. Anos 50. Disponível em: <<http://www.consultrix.com.br/anos50.html>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

quero do jeito que eu desenhei”. Com as janelinhas e tal... Então eliminou uma bobeira! Loucuras totais! A cobertura, por exemplo, ela tinha imaginado que a cobertura do museu, no salão de exposições, fosse feita como tinha sido feito, no Rio, se não me engano, no Palácio de São Cristóvão: que eram cabos, com uma estrutura de plástico. Eu me lembro que o plástico era “Goiana”. Aí chegou um dia e alguém falou: “Sabe o que acontece? Como é que vamos fazer com o nível térmico depois disso?”. Já imaginou? Um calor! As obras de arte, embaixo daquilo! Chegamos à conclusão que não podia ser feito de plástico, tinha que ser feito em concreto. Ela: “Tem que ser feito em concreto? Então, façam como Nervi! O Nervi pega uma tela de galinheiro, ele joga concreto em cima e vira uma estrutura!”. Eu: “Está certo, ‘Doutora’ Lina, só que o vão é enorme! Qualquer movimento vai trincar essa estrutura! Não podemos fazer assim”. Mas fizemos, no fim, uma “casquinha” de cobertura, fininha – tinha algum ponto que era cinco centímetros... Era uma sucessão de “Vs”.

RS: *Uma estrutura plissada? De placas plissadas?*

JC: Isso aí. E a água corria no vale do “V” que você tinha criado. Mas deu muito problema de infiltração!

RS: *E para a concretagem?*

JC: Para concretar foi difícil, porque a concretagem tinha que ser muito bem feita, se não, ia acontecer o que aconteceu na FAU, aqui em São Paulo. Acho que até hoje chamam o Aluísio para dar uma olhada...

RS: *Por causa de inundação?*

JC: É, para não inundar.

RS: *E, na época, as normas que existiam permitiam esse tipo de cálculo? Por que, pelo que me parece, eram bem restritas.*

JC: Nossa! Se fosse seguir a Norma brasileira, nós não teríamos feito nunca! Nem o MASP, nem um monte de outras obras!

RS: *Você tinha que arriscar...*

JC: Você tinha que arriscar, tinha que fugir da norma. É como se você estivesse fazendo uma nova norma! Um vão de 74 metros, vamos dizer, de apoio a apoio, exigia uma estrutura protendida. A estrutura protendida, naquele tempo... Bom, havia já dezenas de equipamentos de protensão, de sistemas de ancoragem no mundo inteiro. Mas o professor Ferraz “bolou” um tipo de solução para a ancoragem, puxar os cabos, e usou lá no Museu de Arte muito bem!

RS: *O sistema em que a aderência é dada pelo concreto?*

JC: Isso. Aquele nó, quando era concretado, ninguém conseguia mais mexer naquilo! Eu acho – estou “chutando” – que usamos a ordem de grandeza de 200 cabos protendidos, entre as vigas de baixo e as vigas de cima. Era um monte de cabos protendidos com o processo Ferraz! Foi usado na ponte do rio Iguaçu, na cobertura do CEASA, na própria FAU tem alguns trechos que são feitos em concreto protendido e outras obras... Ah! O prédio da Gazeta¹⁵, você conhece? Ali na avenida Paulista?

RS: *Conheço.*

JC: Aquele prédio devia ter 216 metros de altura, algo desse tipo. Era um monte de lajes uma em cima da outra! Até onde “deu” o dinheiro, eles construíram em estrutura protendida. Também com o processo Ferraz! Aí, a arquitetura era do Ayr Albuquerque mais o genro dele, que eu não me lembro o

¹⁵ Edifício Gazeta (1950), em São Paulo. Edifício de 14 andares e 68.000 metros quadrados de área construída, abrigando as Rádios AM/FM, a Faculdade de Comunicação Social Cásper Líbero, a Rede Gazeta de Televisão, os jornais A Gazeta e A Gazeta Esportiva - hoje, Gazeta Esportiva.Net. Cf. GAZETA PRESS. História da Fundação Cásper Líbero. Disponível em: <http://www.fcl.com.br/outras_paginas/historia5.htm>. Acesso em: 02 fev. 2010.

nome. A arquitetura era deles. Mas a arquitetura deles não era no sentido de “fazer bonitinho”: tinha que fazer um vão para caber não sei quantas coisas: “Aqui vai ser um auditório”. Tinha até uma laje que eu me lembro: “Olha, essa laje vocês calculam, de uma maneira especial, porque se prevê, aqui, a entrada de elefantes”. A Gazeta tinha o piso da televisão, então, no piso da televisão você tinha que prever isso, porque a idéia era eventualmente entrar um elefante!

RS: *E, se ele entrasse, sem estar calculado, iria cair.*

JC: Ele ia cair junto com a estrutura. Então, isso para você poder imaginar os problemas que o engenheiro de Estruturas foi enfrentando! Outra coisa que causava também muito impacto era a altura dos edifícios, por causa do vento. Quem se dedicou, que eu saiba – pois estou fora do *metier* faz tempo, de 90 para cá, não acompanhei mais esse tipo de obra... Só obras no exterior que eu ia lá “dar uma olhada” e tal. Mas, realmente o expoente foi o escritório do Mario Franco e Julio Kassoy¹⁶. Puxa vida! Eles devem ter uma história de interligação com engenheiros estruturais, porque eram verdadeiramente engenheiros estruturais! Para você ter uma idéia, até pouco tempo atrás, o Mario Franco e o Julio Kassoy calculavam ainda! É uma coisa, assim, “de louco”! O “cara” calcular durante 50 anos? Nossa! “Fundiu a cabeça”! Então eles fizeram vários prédios altos e acho que é a fonte mais indicada para quem quiser estudar a estrutura do prédio alto.

RS: *Mas também eles foram desenvolvendo os conhecimentos com a prática, não era só a partir da formação que recebiam na Escola, certo?*

JC: Não, imagina! O Mario Franco era formado, se não me engano, pelo Mackenzie e o Julio Kassoy era da Poli. O Mario Franco era da Poli também, os dois eram da Poli. Então, começaram a enfrentar os problemas e foram resolvendo. Através de pórticos, de ancoragens... Foram fazendo essas estruturas e vendo o que dava certo. Deram vida a essas estruturas! Outro problema também, não tanto de Arquitetura, mais de Engenharia... Uma das primeiras firmas que começou a fazer grandes investimentos em prédios e coisas desse tipo, que eu me lembre, foi a Albuquerque Takaoka¹⁷. A Albuquerque Takaoka fez o Ilhas do Sul, que era um conjunto de edifícios, em que, pela primeira vez, se deu um tratamento de clube: tinha piscina, tinha salão de ginástica... Era o sonho do Renato, eu me lembro, que vivia falando disso.

RS: *Renato?*

JC: Renato Albuquerque, já falecido. O Takaoka também já é falecido. Eu me dou muito ainda com o filho dele, Marcelo Takaoka. O Marcelo foi meu aluno e o filho do Renato também foi meu aluno. Eles primeiro que deram esse caráter: uma estrutura tem que ter todo tipo de adendo para satisfazer a arquitetura! Então o “cara”: “Eu quero fazer sala de lavanderia, eu quero fazer piscina, ginástica...”. Realmente foram umas obras, no começo, bastante difíceis.

RS: *Vocês estavam construindo a história da Engenharia, na verdade.*

JC: É, estávamos construindo, é verdade. Aqui, em São Paulo, nós estávamos fazendo isso. Bom, no Rio, também tinha outros... Eu me lembro de um engenheiro muito bom da Bahia que era o Laranjeira, o sobrenome dele... O primeiro nome não estou lembrando. Tinha o Aderson Rocha, o Cardozo no Rio de Janeiro. Tinha um mais moço que eles, o Bruno Contarini¹⁸. Fez algumas coisas também muito

¹⁶ O Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Engenheiros Civis LTDA. foi fundado em 1952. Mario Franco foi entrevistado nesse trabalho. Cf. ANEXO H.

¹⁷ A Albuquerque & Takaoka foi fundada em 1951 por Renato de Albuquerque e Yojiro Takaoka – colegas de faculdade, graduados em 1949 pela Escola Politécnica de São Paulo. Seu empreendimento mais conhecido é o loteamento Alphaville, em São Paulo. Cf: HOMENAGEM para Dr. Yojiro Takaoka. **RA! Revista da Aldeia**, ano 1, n. 12, mai. 2003. Disponível em: <<http://www.takaoka.org.br/website/text.asp?txtCode={553C3E86-602A-474E-B11D-C1E17870FB66}>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁸ Bruno Contarini formou-se em 1956 pela Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro. De 1956 a 1958, após atuar como estagiário na Sociedade Técnica de Utilização da Protensão (STUP), tornou-se engenheiro projetista e chefiou a Seção Técnica da empresa. De 1958 a 1965, atuou na Sérgio Marques de Souza S.A. Engenharia e Comércio. Em 1965, em conjunto com Carlos Alberto Fragelli, José Villas Boas e

interessantes do ponto de vista estrutural, da arquitetura! Trabalhava muito em Brasília... Quem trabalhou em Brasília, quando você vê aquelas obras, pode imaginar que o sujeito tinha que ser meio poeta, “né”?! Porque o Niemeyer era poeta e o “camarada” que ia estruturar a obra do Niemeyer era um poeta! Tinha que ser! Aquela Ponte em Brasília, do lago Paranoá¹⁹, a primeira – ou única, “né”?! A ponte sempre foi aquela... Mas, a primeira que eles lançaram foi uma ponte que, talvez, tivesse, 10 metros sobre o lago de um lado e 20 metros do outro. Isso quem sabe é o Del Nero! O Del Nero que cuidou dessa obra. Caiu! Porque veio um vento muito forte... Os cabos de protensão ficavam enrolados e iam se desenrolando à medida que a obra ia avançando. O vento derrubou aquilo e emaranhou aquele negócio como se fossem cabelos! Mas cabelos de aço! Então, quem cuidou disso aí foi o Del Nero. Se não me engano, eles cortaram aquilo lá e refizeram a estrutura com um trecho central metálico, para aliviar o peso. Uma obra muito bonita também!

RS: *O senhor lembra de mais alguma obra que caiu ou que não deu certo?*

JC: Graças a Deus, nenhuma das obras que nós projetamos, lá na Figueiredo Ferraz, caiu até hoje! Olha, Deus é brasileiro, mas é da Figueiredo Ferraz, sabe?! De vez em quando, a gente chamava o padre para dar uma “benzida”.

RS: *Porque era arriscado.*

JC: Você corria um risco “desgraçado”? O tempo todo! Não tinha norma que cobrisse tudo... A brasileira não cobria nada naquele tempo! Hoje em dia cobre até demais, eu acho.

RS: *Não permite soluções alternativas?*

JC: Não, não. Pode esquecer! Muito rigor! Naquele tempo não tinha nada! Se você pegar, por exemplo, os russos... Os russos fazem grandes estruturas. Então aquilo era russo! O professor Ferraz conseguia ler aquilo! Ele tinha uma professora particular... Quando eu fui calcular o túnel do Mandaqui, que era lá da Estação de Tratamento, o professor falou: “Tem um método novo que os russos estão usando que é muito interessante. Eu vou dar para você a tabela, porque a tabela você vai saber usar”. Bom, e eu peguei um erro na tabela, isso que foi o pior! Coisas, assim, inacreditáveis! Para mim, foram 53 anos de epopéias! Uma atrás da outra! Quando foram fazer o metrô do Rio de Janeiro²⁰, tiveram que escavar um terreno arenoso. Como fazer essa escavação e segurar a água? Evitar que inundasse...

RS: *Como foi feito?*

JC: O professor Aluizio pegou um monte de livros “desse tamanho”, levou para casa e deve ter ficado uma semana estudando aquilo. Ele deu a solução e o pessoal no Rio – como aqui de São Paulo fazia – pegava uma solução que era diferente e mandava para a Alemanha. Chegava lá e não “passava”... Esse projeto do Aluizio voltou totalmente aprovado! Não mexeram uma “vírgula” do projeto dele! Então,

Mário Vila Verde, Contarini fundou a Projectum Engenharia Ltda., que desenvolveu alguns projetos estruturais para Oscar Niemeyer. Participou como diretor-técnico do consórcio encarregado de executar a construção da ponte Rio-Niterói. Em 1981, a Projectum foi vendida para a Promon Engenharia. Em 1987, Contarini decidiu fundar a BC Engenharia S/C Ltda. Em 1997, recebeu do Instituto Brasileiro de Concreto (IBRACON) o prêmio “Emílio Baumgart, destaque do ano em engenharia estrutural”. Cf. GALVANE JÚNIOR, J. **A engenharia de Estruturas na arquitetura de Oscar Niemeyer**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004. p.36-41.

¹⁹ Referência à Ponte Juscelino Kubitschek, também conhecida como Ponte JK. A ponte está situada em Brasília, ligando o Lago Sul, Paranoá e São Sebastião à parte central do Plano Piloto, através do Eixo Monumental, atravessando o Lago Paranoá. Inaugurada em 2002, sua estrutura possui um comprimento de travessia total de 1200 metros e comprimento total dos vãos de 720 metros. Cf. CHAN, A. Ponte JK em Brasília: Ponte do Mosteiro. **Met@lica**. Disponível em: <<http://www.metalicashopping.com.br/ponte-jk-brasilia-ponte-do-mosteiro-terceira-ponte-do-lago-sul>>. Acesso em: 04. fev. 2010.

²⁰ A empresa Figueiredo Ferraz foi responsável pelo projeto e acompanhamento das obras dos trechos 1, 8, 21 e 22 da linha principal, trecho 29 da linha 2 e complementação do trecho 30 do Metrô do Rio de Janeiro, na década de 1980. Ver: FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S. A. **Portfólio**. São Paulo: Figueiredo Ferraz, 2009. p. 24.

eu acho que foi às custas dele e de elementos como ele que as coisas foram evoluindo! Muitos dos escritórios de São Paulo tiveram origem lá na Figueiredo Ferraz! De Estruturas, claro! Hoje em dia não, eles fazem de tudo.

RS: *A partir de quando que o senhor percebe que a situação foi mudando? Por exemplo, que foram aparecendo novas normas?*

JC: Com o advento do computador. Sabe por quê? Porque o computador permitia que você não inventasse, mas que você tentasse uma solução e ia verificá-la no computador. Tinha vários programas! Não o Fortran²¹, mas uns programas mais para frente... Eu me lembro que, quando nós fomos fazer a ponte de Florianópolis, Colombo Salles²², é a primeira paralela à ponte pênsil... Na ponte Colombo Salles, o cálculo foi do nosso engenheiro, o Hideki Ishitani²³, japonês, formado aqui, aluno nosso, de altíssimo nível! Era um sujeito, realmente, muito inteligente! Ele pegava todos os cartões perfurados e levava para um lugar como se fosse uma central, tratava como computadores. Ele ia lá buscar o resultado, trazia o resultado, levava, trazia... Ele fazia isso todo dia. Em especial à noite, porque não tinha muito movimento lá na central. Você fazer isso é uma “loucura”! Você tem que ser absolutamente “doido”! Eu não sei se, hoje em dia, tem muito “doido” assim. Essa ponte estaiada aí não serve de modelo, porque ela é muito pequena. Acabamos de fazer, na Venezuela, vãos de mais de 200 metros! Devemos estar fazendo o projeto, agora, de uma de 300 metros de vão. Pontes estaiadas... A maior ponte que foi feita em viga reta foi a ligação Brasil-Argentina. Foi feita em consoles sucessivos. Quer dizer, avançou das margens para o meio. Era até gozado, porque o sujeito dizia assim: “Bom, se você bobear, você vai cair no rio, de uma altura não muito agradável!”. Porque elas se encontravam e o pessoal fazia, vamos dizer assim, uma pequena cozinha, um pequeno banheiro naquele setor... Então, se você errasse o pé!

RS: *O senhor exerceu a atividade de magistério em paralelo com a prática da engenharia. Enquanto professor da Escola Politécnica, como o senhor trabalhava a questão da Estrutura?*

JC: Como professor? Eu seguia, mais ou menos, o método do professor Ferraz. Eu gostava de dar exemplos na aula.

RS: *Então havia intercâmbio entre os conteúdos que o senhor lecionava e a prática profissional.*

JC: Havia. Não que aquilo que eu estivesse ensinando fosse me ajudar na prática profissional, mas o contrário! Você não pode querer ensinar Estruturas, ou Arquitetura, ficando fechado dentro de um escritório! Você vira um verdadeiro teórico! Você pode fazer cálculos maravilhosos, mas você não sabe como é que vai ficar na prática!

RS: *É preciso ter interação entre prática e teoria.*

JC: É fundamental! A menos que você seja um gênio que nem o professor Telêmaco. Que eu saiba, ele não calculou nenhuma obra! Ele era famoso exatamente por isso. Era um sujeito eminentemente

²¹ A família de linguagens de programação conhecida como Fortran foi desenvolvida a partir da década de 1950. O nome é um acrônimo recursivo da expressão “IBM Mathematical FORMula TRANslation System”. A linguagem Fortran é principalmente usada em Ciência da Computação e Análise Numérica. Cf. THE FORTRAN COMPANY. Fortran. <<http://www.fortran.com/>>. Acesso em 02 fev. 2010.

²² A ponte Colombo Salles é uma das três pontes do complexo que liga a Ilha de Santa Catarina ao continente, e a segunda a ser construída. Faz a ligação entre as duas partes de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. O projeto arquitetônico é de autoria de Pedro Paulo de Melo Saraiva. Foi concluída em 1975. Cf. ARQUIVO HISTÓRICO MUNICIPAL PROFESSOR OSWALDO RODRIGUES CABRAL. Informações sobre as três pontes que ligam a ilha de Santa Catarina ao Continente. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivo_historico/ponte.php>. Acesso em: 02 fev. 2010.

²³ Hideki Ishitani graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1967), possui mestrado (1979) e doutorado (1991) pela mesma instituição. Atualmente é Assessor Científico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e professor titular da Universidade Santa Cecília. Cf. LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/CurriculoLattesMostrar?codpub=07A0A9598920>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

teórico, mas que dava aulas maravilhosas! E o professor Ferraz era o contrário: ele era um sujeito eminentemente prático, mas que dava aulas boas porque mostrava a prática para os alunos!

RS: *E essa prática era mostrada em exercícios, em exemplos?*

JC: Exemplos, na “pedra”... Mais exemplos! Um dia ele entrou numa sala e começou a dar aula. Depois de uns 15 minutos, estava todo mundo “com a mão na cabeça”, olhando o papel. Aí alguém falou: “Professor, o senhor não está dando a aula errada?”. Ele: “Mas aqui não é o quinto ano?”. O aluno: “Não! Aqui é o quarto ano!”. Ele estava dando a aula do quinto ano no quarto! Você pode imaginar que “loucura”?! Então, tinha coisas desse tipo, mas o pessoal não achava ruim. O pessoal achava brilhante! Era descomunal! Era uma coisa, assim, que você não consegue nem entender como é que saíam essas coisas! Mas aí, quando surgiu o computador, eu acho que “morreu” aquela criatividade!

RS: *Por um lado, facilitou o processo de cálculo...*

JC: Facilita o processo de cálculo! Mas o arquiteto também não tem, vamos dizer assim, limites! Se você quiser fazer uma viga de 500 metros de vão aqui, viga reta... Ou seja, “caiu do burro”, “né”?!

RS: *E hoje? Como o senhor examina que está a formação dos arquitetos no campo tecnológico, mais especialmente no campo das Estruturas?*

JC: Bom, eu digo para você uma coisa que, para mim, é o sintoma mais importante: em toda vida da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, só um professor foi paraninfo que não era arquiteto, que foi o Aluizio! Ele era um fenômeno! Ele conseguia transmitir aos alunos os problemas da Estrutura! Ele dava aulas, assim, “fora de série”! Porque ninguém sabia isso! O Mario Franco também deu aula lá, o Del Nero também deu... Eu não me lembro de nenhum outro professor muito eminente que tenha dado aula lá. O Ferraz também deu aula lá... O Margarido, para mim, era o *top* nessa área de transmitir, para os arquitetos, os problemas das Estruturas!

RS: *Em relação aos aspectos de cálculo ou de concepção?*

JC: Concepção! Porque, ele mostrando os problemas que surgem no cálculo, ele já dá uma linha de conduta para os alunos! Você, depois de ter uma aula com ele, não pode projetar um muro de arrimo de 100 metros de altura! Quer dizer: “Caíam em si! Vejam que dificuldades vocês estão dando para o engenheiro!”. Isso é muito importante! O arquiteto, quando faz alguma coisa desse tipo, tem que pensar no engenheiro!

RS: *Pensar na execução... O senhor acredita que experimentações construtivas e atividades em canteiro devam fazer parte dos currículos dos cursos de Arquitetura?*

JC: Eu acho. Pelo seguinte, o arquiteto não pode projetar “a olho”! Ele tem que projetar alguma coisa que ele sabe que vai ser executada. Ele tem que pensar no canteiro, tem que pensar nas especificações! Não adianta você dizer: “Vamos fazer aqui só laje plana de 8 centímetros”. Não dá! Você tem que olhar, tem ver, tem que entender porque o sujeito não pode fazer. Aí você vai fazer projetos de arquitetura melhores! Agora, eu acho que talvez você tenha razão nesse aspecto, que essa atividade tem que ser... Não é biunívoca, mas talvez seja mais útil para um arquiteto recém-formado. Mas para um arquiteto em formação também é importante. Vocês não têm aula de Construção Civil?

RS: *Temos, mas, geralmente, apenas na teoria. Pelo menos na minha formação. Nós não chegamos a lidar com o canteiro, a vivenciar realmente como é a construção.*

JC: Nesse aspecto, a prática seria melhor. Muitos comentam até que a Arquitetura que é dada Faculdade de Mackenzie é melhor, sob certos aspectos, que a dada na FAU. Porque o pessoal, no Mackenzie, já é está mais voltado para a construção. Pelo menos, no meu tempo, era assim que se falava, que eram absolutamente teóricos!

RS: *Para finalizar, gostaria que o senhor justificasse a importância do conhecimento das Estruturas para os arquitetos. Ou seja, o que os arquitetos perdem não tendo domínio sobre o Comportamento Estrutural?*

JC: Não pode! Não existe maneira de resolver a não ser com uma interação muito grande. O arquiteto tem que conhecer um mínimo de Estruturas para poder projetar! Alguns trabalhos de TGI são muito bons, mas aparecem projetos: “Você acha que dá para fazer isso?”. Respondem: “Ah! Não sei!”. Ou: “Você acha que a Engenharia vai resolver esse problema?”. Dizem: “Não pensei nisso”. Não é assim que se resolvem os problemas. Você resolve o problema é sabendo o que você está fazendo e o que pretende fazer! Ou até que ponto o engenheiro – o engenheiro civil de modo geral – pode acompanhar o que você está imaginando!

RS: *E como seria possível adquirir esse conhecimento?*

JC: Com um professor que nem o Aluizio. Vocês teriam que ter aulas de Estruturas, não só com um bom professor, como ele ou o Mario Franco também... Digamos assim, voltados para a Arquitetura. Não seria só de engenheiros de Estruturas, todos os engenheiros civis: hidráulica, elétrica, ar-condicionado... Tudo isso é importante na hora de você projetar! Como é que você vai projetar uma estação de metrô se esqueceu que existem os tubos de ventilação? O tamanho, a potência... Se não, o “cara” vai usar a cabeça dele para resolver o problema e aí você vai ter que “engolir” a estrutura que resultou daquilo!

RS: *Tem que ter domínio para saber discutir também...*

JC: Também para discutir, claro! Tem que entender um pouco! O sujeito fala, por exemplo, numa planta: “Tem que passar uma viga aí!”. Você: “Espera um pouco! Não tem outro jeito de resolver isso? Eu sou obrigado a dividir essa laje?”. Na minha casa, eu tenho uma laje plana de 10 metros por 8, uma enormidade! Sabe como é que eu fiz? Eu fiz as vigas resistentes no telhado, invertidas, coloquei alguns tirantes e resolvi o problema. Você tem que fazer alguma coisa que seja exequível! Então você tem que ter um conhecimento da área de Estruturas e Instalações! Eu acho importante. Não sei nem quantas horas seriam necessárias! Não sei nem se seria um ano inteiro! Ar-condicionado, hidráulica, ventilação, até vento! De vez em quando, vocês projetam umas “laminzinhas” fininhas, de fechamento de ambiente, o vento vem e leva. São coisas assim que precisa saber! Precisa pelo menos saber que existem! Seu eu for fazer isso aqui, então, eu já sei que vou passar um tubo de ar-condicionado numa laje nervurada! Eu vou ter que furar as nervuras! Posso furar as nervuras? Em que ponto eu posso furar? Tem zonas que você pode deixar um furo, mas não são todas.

ANEXO E – ENTREVISTA COM AUGUSTO VASCONCELOS

BIOGRAFIA

Augusto Carlos de Vasconcelos (1927) é engenheiro civil formado pela Escola Politécnica de São Paulo (EPUSP) em 1948. Foi estagiário e posteriormente engenheiro auxiliar da Seção de Verificação de Estruturas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo. Também manteve escritório próprio de cálculo estrutural durante 30 anos. Aposentado em 1980, continua atuando no setor como engenheiro consultor. Em sua carreira acadêmica, primeiramente foi professor assistente da EPUSP. Foi contemplado com bolsa de estudos da fundação *Alexander von Humboldt Stiftung*, em 1954. Permaneceu 14 meses na Alemanha (Munique) e obteve o grau de doutor com tese sobre modelos fotoelásticos armados. Ao retornar ao Brasil, assumiu a posição de professor titular da Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie, em que lecionou até 1962. Em 1957, fundou a primeira fábrica de Estruturas Pré-moldadas de Concreto Protendido de fio aderente do Brasil. Em 1964, vendeu sua participação acionária e passou a dar consultoria. É atualmente o representante do Brasil na Federação Internacional do Concreto (FIB) e vice-presidente do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON). Tem tido participação ativa em várias normas brasileiras da ABNT.

Entrevista realizada no dia 27 de maio em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que o senhor contasse como foi o período de sua formação superior, principalmente sobre como era o ensino de Estruturas naquela época.*

Augusto Vasconcelos (AV): Na Escola Politécnica, eu fui assistente do professor Telêmaco Van Langendonck e ele sempre solicitava que nós preparássemos uns modelos mecânicos, modelos físicos, para a explicação dos fenômenos das Estruturas. Então, nessa ocasião, eu e o Paulo Novaes – que era o outro assistente dele – preparamos diversos modelos. Preparamos modelos para evidenciar o fenômeno da flambagem, colocando diversas situações de apoio: uma delas era um pilar engastado na base e solto na parte superior; o outro era um pilar bi-articulado; outro um pilar engastado na base e preso de modo articulado na parte superior; e, finalmente, um outro modelo engastado na base e em cima. Esses modelos eram constituídos de lâminas de aço flexíveis, bem “fininhas”, de tal modo que, com um pequeno peso em cima, ela pudesse se deformar o suficiente depois de flambado. Um outro modelo que nós fizemos foi o de muro de arrimo. Então, nós tínhamos uma parede que era engastada na base, numa sapata grande que, de um lado, era – dentro de uma cuba com vidro para segurar o material – colocada areia. A areia era colocada em camadas: camada de uma areia branca e uma camada de areia azul, outra camada de areia branca, outra camada de areia azul e, assim, até em cima. E depois nós dávamos, por meio de um parafuso, um deslocamento nessa parede vertical. E essa parede vertical, ao se deslocar, fazia com que aquele conjunto de areias azuis e brancas se deslocasse também. Porque eram areias sem coesão, secas, portanto, mobilizava um talude deformável. Então, com o deslocamento da parede, acionada manualmente por meio de parafusos, nós fazíamos com que essa areia se deslocasse. E, do lado, na lateral, em frente ao vidro, a gente via aquelas camadas azuis e brancas se deslocando! Percebia-se, nitidamente, que existia um plano, em que essas camadas se deslocavam, separando do restante que não se deslocava absolutamente nada. Nós percebíamos qual era o plano que ficava movimentado com o deslocamento do talude. E, com isso, determinávamos qual era a pressão que deveria ser exercida sobre o muro numa obra real! Era uma evidência experimental de que, no talude, nem todo o material se movimenta, somente uma cunha e essa cunha é definida por meio de um certo ângulo. E essa cunha separa a parte que se movimenta da parte que fica por meio de um plano: não é uma curva, é um plano! Quer dizer, na areia, esse material que se desloca, se separa do outro por meio de um plano. Em argila, não é um plano, é uma curva! Então, existiam diversos processos, diversas situações, em que o maciço se deformava e essas situações ficavam evidenciadas mediante alguns modelos. Outro tipo de modelo era de uma viga contínua – uma viga de 3 apoios, 2 tramos – que era carregada por meio de cargas pontuais, acionadas por meio de pesos colocados no topo e a viga, muito “fininha”, se deformava. Pela deformação da viga, era perceptível que a seção de apoio girava, conforme a distribuição de cargas! E o aspecto da viga deformada mostrava como os momentos se distribuíam no vão e nos apoios! Então, era muito interessante isso, porque dava uma visão geral do funcionamento das vigas! Essas experiências feitas por meio de modelos físicos eram

muito úteis para o principiante! Que começava a perceber como é que as Estruturas se deformavam! Mais tarde, foi feito um modelo também de um edifício inteiro, em Plexyglass – plástico transparente –, eram feitos os pilares, formando pórticos, e lajes horizontais, formando as vigas. Então, era aplicada uma força horizontal de vento. A força horizontal de vento era substituída por meio de um parafuso, na horizontal, no topo do prédio, e esse parafuso era acionado de tal modo que se visse, a olho nu, a deformação do conjunto todo do prédio. E, com isso, era possível verificar que um andar se deslocava em relação ao outro, formando uma espécie de um “S” no próprio pilar, que era feito muito fino justamente para ressaltar essa deformação. Quer dizer, cada pilar sofria um deslocamento, mas ele não se deformava reto! Ele se deformava, formando um “S”! Porque, na parte da base e na parte do topo de cada pavimento, o pilar era meio engastado nas vigas e as vigas, ao girar, deformavam o pilar com a forma de um “S”. Bom, essas experiências todas eram introdutórias ao curso de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções.

RS: *Tanto na Politécnica, quanto na FAU¹?*

AV: Na FAU, o assunto era um pouco diferente, porque os alunos não se interessavam tanto por Resistência dos Materiais e o assunto era dado de forma mais simples. Mas também levávamos esses modelos em aula para que o aluno “sentisse o peso” das deformações!

RS: *Mas a parte de cálculo não era tão aprofundada, é isso?*

AV: Na Arquitetura, a parte de cálculo era levada ao mínimo! Só para dar a intuição, só para dar o conhecimento prévio do essencial! Agora, os alunos gostavam de entender como é que as Estruturas funcionavam realmente e não como se calculava! O cálculo das Estruturas foi sofrendo variações muito grandes de 1920 para cá. Em 1920, o assunto era tratado como se as Estruturas obedecessem perfeitamente à lei de Hooke. Quer dizer, as Estruturas se deformavam proporcionalmente às cargas aplicadas. Se eu aplicasse uma carga 2 vezes maior, a Estrutura se deformava 2 vezes mais. Se aplicava uma carga 3 vezes maior, a Estrutura se deformava 3 vezes mais. Então, era proporcional ao valor da carga. E isso não é verdade! O concreto armado não se deforma proporcionalmente às cargas. O aço, se for feita uma experiência, se deforma assim! E, colocando em ordenadas as cargas e em abscissas as deformações, nós notamos que o diagrama é uma reta. Quer dizer, dobrando a carga, dobram as deformações. E isso continua assim até o escoamento do aço. Por isso que, nas Estruturas, nós não permitimos que o aço trabalhe passando o escoamento. Porque, ao ultrapassar o escoamento, as deformações não são mais proporcionais às cargas e se aproxima da ruptura de um modo não proporcional. Isto é, a ruptura sobrevém antes daquilo que a gente poderia prever aplicando a lei de proporcionalidade! Então, no aço, a gente limita sempre as tensões até a tensão de escoamento, não permitindo que ultrapasse aquela tensão. Agora, no concreto, as tensões não são proporcionais às deformações desde o início!

RS: *O senhor comentou que o método de cálculo foi mudando com o passar do tempo. Poderia detalhar melhor como ocorreu essa evolução?*

AV: Se você começar a pensar como as Estruturas eram calculadas nos primórdios, você vai se assustar! O homem não conhecia lei nenhuma! Nem a lei de Hooke era conhecida! E, no entanto, as Estruturas eram construídas. Então, como é que essas Estruturas não caíam? Quando se avaliava a sua capacidade somente pela intuição. Era realmente um processo experimental. As catedrais góticas, por exemplo, eram construídas levando em conta a estimativa do peso. Mas não se sabia qual era a capacidade portante dos materiais fabricados, porque não havia máquinas para testá-los! Então, eu acredito que eram feitas algumas tentativas em obras, experimentais, para verificar a capacidade de ruptura. As pedras – porque não existia ainda concreto armado – eram escolhidas de maneira muito criteriosa! O indivíduo dava muita atenção à textura das pedras para escolher as pedras mais resistentes! As pedras que se esfoliavam, as pedras que apresentavam uma ruptura frágil, essas pedras eram rejeitadas. Então, surgiram os especialistas que olhavam as pedras e avaliavam a sua capacidade! As pedras boas eram aceitas, as pedras ruins eram rejeitadas. Mas isso somente “a sentimento”! O

¹ Escola Politécnica (Poli) e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade de São Paulo (USP), respectivamente.

indivíduo não tinha meios de medida, não tinha meios de quantificar aquilo! E as pedras eram escolhidas arbitrariamente, de acordo com o que se avaliava pela intuição. As Estruturas de pedra eram feitas em pedaços de pedra, as pedras não podiam ser muito grandes, por causa do seu transporte. Então as pedras eram cortadas e se desenvolveram especialistas no corte das pedras. Essas pedras eram cortadas de uma maneira tão perfeita que eu acredito que, hoje, não seria possível realizar aquelas obras que foram executadas, por volta dos anos 1.000, 1.100, porque não existem mais os operários treinados e habilitados no corte de pedras!

RS: *Não existe mais a mão-de-obra especializada.*

AV: Essa profissão desapareceu! O canteiro, como era chamado aquele que trabalhava em obras de cantaria, não existe mais! Acabou a profissão! O indivíduo não foi treinado, desapareceu o mercado de trabalho e desapareceu também o técnico, “né”?! Quer dizer, o indivíduo, não sendo aproveitado mais, deixou de existir. Hoje os empregados são treinados em outras coisas e se desejar fazer uma obra igual a uma catedral gótica, hoje, eu acredito que será impossível!

RS: *Num período mais recente, o senhor é autor de várias publicações que resgatam a história do concreto no Brasil². Entre as várias obras que o senhor pesquisou, quais delas foram as mais marcantes?*

AV: Bom, eu escrevi muito sobre obras brasileiras. E, das obras brasileiras de destaque, eu colecionei 23 recordes internacionais, decorrentes de soluções muito habilidosas de Estruturas! O expoente máximo da escolha de Estruturas notáveis foi o Emílio Baumgart³. O Emílio Baumgart era filho de alemães, nascido em Blumenau, Santa Catarina, numa época em que Santa Catarina era quase uma colônia alemã. Falava-se alemão em todos os lugares! E a língua materna dele era o alemão. Ele sabia o nome dos termos em alemão e não sabia os nomes dos termos correspondentes em português! Tanto é assim que, ao fazer o exame final na Escola de Engenharia do Rio de Janeiro, em 1919, ele precisou pedir auxílio a um colega, não para o ensino da matéria, mas para a tradução dos termos que ele só conhecia em livros alemães! Parece uma piada, mas foi o que aconteceu!

RS: *Algumas publicações do senhor retratam também a relação entre Estrutura e Natureza⁴. Acho que o senhor foi um dos primeiros a tratar essa questão. Como surgiu o interesse pelo estudo das estruturas naturais?*

AV: Bom, essa questão surgiu muito tempo depois da minha formatura. O arquiteto Nadir Cury Mezerani⁵ me pediu, em uma certa ocasião, para eu dar uma aula introdutória ao curso dele de Composição de Arquitetura.

² Cf. VASCONCELOS, Augusto Carlos. **O Concreto no Brasil**: recordes, realizações, história. São Paulo: Copiare, 1985. VASCONCELOS, Augusto Carlos. **O Concreto no Brasil**. São Paulo: PINI, 1992. VASCONCELOS, Augusto Carlos. **O Concreto no Brasil**: pré-fabricação, monumentos, fundações. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

³ Emílio Baumgart (1889-1943) formou-se engenheiro civil em 1919 pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Porém, desde 1912, trabalhava na Companhia Construtora de Cimento Armado – que introduziu a tecnologia do concreto armado no Brasil. Ainda como estudante, projetou a Ponte Maurício de Nassau, em Recife – a maior da época em concreto armado. Já formado, fundou sua própria construtora que, contudo, faliu dois anos depois. Em 1925, por sua vez, criou o primeiro escritório especializado em cálculo estrutural no Brasil – responsável por ajudar a formar muitas gerações de calculistas. É dele ainda a ponte sobre o Rio do Peixe, em Santa Catarina, a primeira a ser construída utilizando a técnica dos balanços sucessivos. Cf. VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil**: recordes, realizações, história. São Paulo, Copiare, 1985. p.29-30.

⁴ Cf. VASCONCELOS, A. C. **Estruturas da natureza**: um estudo da interface entre Biologia e Engenharia. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

⁵ O arquiteto Nadir Curi Mezerani (1939), formado, na década de 1960, pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie, construiu, nessa mesma instituição, sua carreira acadêmica – aposentando-se em 1995. Ao mesmo tempo, conduziu um escritório de projetos e ocupou cargos em entidades profissionais, como no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo (CREA-SP) e no Sindicato dos Arquitetos do Estado de São Paulo. Cf. PAIVA, C. **Arquitetura é arte e ciência**. São Paulo,

RS: *Onde?*

AV: No Mackenzie⁶. Ele dava aula no Mackenzie. E eu preparei uma aula adequada aos arquitetos: procurando evitar a matemática, procurando evitar falar em termos técnicos e mostrando aquilo que os animais faziam. Então, eu abordei: as barragens dos castores, os ninhos dos pássaros, as colméias das abelhas, os enxames das vespas e os alojamentos dos cupins. Essas Estruturas, que me pareceram montáveis, fizeram parte da introdução ao estudo das estruturas de concreto ou metálicas. E eu abordei esse assunto de maneira mais intuitiva, mostrando que os animais, sem nenhum conhecimento de Matemática, de Estruturas, conseguiam fazer barragens, conseguiam fazer os cupinzeiros, conseguiam fazer os favos das abelhas, de uma maneira extraordinária! Com uma precisão fantástica! Por exemplo, os favos das abelhas têm a forma de prismas com seção transversal hexagonal. A primeira dúvida: por que é hexagonal e não quadrada? Por que não é uma coleção de prismas triangulares ou quadrados? Por que a forma é hexagonal? É possível dividir o plano de diversas formas. Eu posso dividir o plano por meio de círculos. Esses círculos deixam, entre si, uns espaços vazios. Esses espaços vazios não seriam aproveitados para armazenar mel. Então, seria um desperdício! Se fossem quadrados, não ficariam espaços vazios, mas, pelo fato de existirem quatro cantos, havia um desperdício de utilização do espaço! Então, triângulos poderiam ser melhores do que quadrados. Analisando matematicamente todas as formas possíveis, verificou-se que, para criar o espaço, sem deixar vazios, seria necessário usar quadrados, triângulos ou hexágonos. Qualquer outra forma de polígonos regulares deixaria espaços vazios! Mas eu poderia fechar também o espaço misturando hexágonos com triângulos, hexágonos com quadrados, octógonos com quadrados... Existiriam outras soluções, mas deixando favos de diferentes tamanhos. Eles não seriam todos iguais. Por uma razão desconhecida, as abelhas resolveram dividir o espaço, formando células todas iguais. E as células iguais que mais dariam vantagens de ocupação do espaço com o menor volume de perímetro de cera seriam os hexágonos. Então, a conclusão matemática que se chegou muito depois, ao estudar aquilo que as abelhas haviam feito há séculos atrás, desde a sua formação, desde a sua existência, foi que elas resolviam realmente um problema de máximo e mínimo de uma maneira intuitiva. Bom, mas o grande acerto das abelhas não é na distribuição do espaço em forma de prismas hexagonais, é no fechamento desses prismas! Quando chegava no fim dos favos, os prismas podiam ser fechados ou por uma placa plana, ou por uma calota esférica, ou por uma pirâmide de seis lados – o hexágono teria seis lados, formando uma pirâmide de seis lados –, ou por meio de três losangos – pegando de dois em dois lados e fazendo um losango inclinado. As diversas possibilidades mostravam diferentes consumos de cera. E, matemáticos alemães fizeram um estudo pormenorizado das possibilidades geométricas do fechamento do favo. Então, chegaram à seguinte conclusão: de que um favo poderia ser fechado por três losangos, com um certo grau... O losango tem um eixo maior e um eixo menor, portanto, tem ângulos diferentes: tem dois ângulos agudos e dois ângulos obtusos. Conforme o ângulo, esses três triângulos dariam um fechamento pontudo, formando uma pirâmide alta, ou um fechamento “baixinho”, formando quase que um plano de fechamento. Conforme a altura desse losango, nós teríamos um maior consumo ou menor consumo de cera. Considerando esse volume de cera, em relação ao volume de material armazenado – seja ele mel, seja ele pólen –, esse volume armazenado atinge o máximo quando você tem um certo ângulo para o losango. E o ângulo foi medido em diversos losangos da França, da Guiana Francesa e de países ligados à França por um estudioso francês. Que mediu com precisão muito grande e chegou a um resultado numérico. Esse resultado numérico foi manipulado por um alemão, matemático, que estudou por meio de séries qual seria o ângulo mais vantajoso. Ele se chamava König⁷, que significa rei em português. Esse alemão estudou o ângulo e chegou à conclusão

FINESTRA, n. 40, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/nadir-curi-mezerani-a-arquitetura-15-03-2005.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁶ Referência à Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo.

⁷ Joahann Samuel König (1712-1757), matemático alemão. Depois de estudar na Universidade de Bern, em 1730, teve aulas com Johann Bernoulli (1667-1748) e, três anos depois, com Daniel Bernoulli (1700-1782). Além de Matemática, também realizou estudos sobre a filosofia de Leibniz. A partir de discussões com René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), foi estimulado a publicar um trabalho sobre a estrutura das colméias, que resultou na sua indicação para a Academia de Ciências de Paris. Cf. O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F.

que era 109° e alguns minutos – se não me engano, 26 minutos. Matematicamente foi medido o ângulo e achou uma diferença de 2 minutos! Quer dizer, as abelhas estavam errando por 2 minutos. Mais tarde outro alemão, Maclaurin⁸ – das séries de Maclaurin – refez os cálculos de König e verificou que o König tinha errado matematicamente nos cálculos! Que o ângulo certo era o das abelhas mesmo! E, no meu livro, eu repito esse cálculo que, hoje, é uma banalidade, mas eu refiz esses cálculos todos e cheguei à conclusão que o ângulo que dava o máximo de volume armazenado, com o mínimo de superfície de cera para fechar o casulo, era mesmo aquele que as abelhas faziam! Então, isso está escrito no meu livro, está demonstrado matematicamente. Hoje é um problema simples. Com o cálculo infinitesimal, você consegue uma solução simples, rápida, que aqueles matemáticos não tinham no tempo deles.

RS: *Esses estudos o senhor fez dessas fontes, quando esteve na Alemanha ou depois?*

AV: Não, eu fiz agora, há poucos anos atrás. Foi em 1985, quando eu editei esse primeiro livro. 85 não! 93! E realmente eu produzi o livro “Estruturas da Natureza”, que eu chamo de Estática, porque corresponde às construções feitas pelos animais, sem auxílio do homem. Entre essas execuções dos animais, estão os favos das abelhas. E esses favos mostram que as abelhas possuíam um conhecimento cognitivo de como dividir o espaço para produzir o melhor efeito, a melhor vantagem. E essa vantagem, matematicamente, está demonstrada, que é aquele ângulo do losango de fechamento! Não é o hexágono, do tubo, é o fechamento da área por meio de losangos! Engraçado, intuitivamente, a gente acha que deveriam fechar com placas planas. Mas, com placas planas, elas gastariam mais cera para um menor volume. Levantando um pouquinho aquela calota de fechamento, elas alcançavam o maior volume com um menor consumo de cera. Quer dizer, aumentava o volume, aumentava um pouco a cera, mas chegava num valor máximo mais apropriado. E, realmente, isso constituiu um mistério durante muitos anos! Que hoje em dia é uma brincadeira matemática que qualquer um pode resolver! Bom, os cupinzeiros são outra solução. Não tem nada de hexágono, não tem consumo de cera. Os cupinzeiros fazem uma construção que precisa ser mantida fria, com uma espécie de ar-condicionado, apropriado para o clima da África, cuja temperatura se eleva a mais de 40° ! Dentro do cupinzeiro, a temperatura não ultrapassa 37° ! Nunca! Mesmo sob a ação do sol mais potente, durante o maior tempo, a temperatura, dentro do cupinzeiro, é estável, tem uns dutos de ar-condicionado, dutos de ventilação que fariam inveja ao maior especialista atual em ar-condicionado! E, realmente, os cupins resolvem um problema de ventilação de uma maneira magnífica! Quer dizer, é outra situação, é outra disposição física da realidade. Bom, então, cada animal faz as coisas de um modo. Os castores conseguem fazer as barragens, utilizando gravetos. Com uma trama de gravetos, conseguem um muro aquático, para sustentação da água de até 60 centímetros de altura, de uma maneira perfeita! E conseguem fechar os vazios entre os gravetos por meio de gravetos menores e por meio de lama, fechando totalmente e deixando a água armazenada sem atravessar a barragem. Quer dizer, sem destruir a barragem por meio da circulação da água. E existem barragens, no Canadá, de até 700 metros de comprimento, com a altura de 60 centímetros! E os castores têm a visão, têm a intuição, de escolher o lugar da travessia de tal modo que a altura da barragem não precise ser muito alta e que, de um lado, forme um lago plano, tranquilo, sem ondas, sem marés, movimento, onde eles podem fazer os seus alojamentos. Alojamento num rio, com água corrente, não seria possível. Eles precisam formar o lago. E, nesse lago, eles precisam fazer o seu alojamento no meio do lago, para que os ursos não venham a destruir a sua casa. Os ursos são os maiores inimigos dos castores! Então, eles precisam fazer esses alojamentos longe das margens, onde os ursos não podem chegar! E fazem lá sua família, vivem lá, têm sua procriação lá. Em seco, no meio do lago! E, para entrar no lago, eles têm um caminho por baixo da água. Eles mergulham num buraco, já cheio d’água, mergulham e saem no seu alojamento sem aparecer na superfície.

Johann Samuel König. **School of Mathematics and Statics**, Saint Andrews, out. 1998. Disponível em: <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Konig_Samuel.html>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁸ Colin Maclaurin (1698-1746) foi um matemático escocês. Lecionou na Faculdade de Marischal, Aberdeen, de 1717 a 1725 e então na Universidade de Edinburgh de 1725 até 1745. Desenvolveu trabalhos em Geometria, particularmente estudando curvas planas. Cf. O’CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. Colin Maclaurin. **School of Mathematics and Statics**, Saint Andrews, nov. 1999. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Maclaurin.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

RS: *O senhor acredita que os alunos podem adquirir o conhecimento intuitivo do comportamento das Estruturas como os animais? De que forma?*

AV: Eu acho que é útil para os alunos e por isso que eu dei essa aula no Mackenzie, a pedido do arquiteto Nadir Cury Mezerani, para melhorar, para incentivar os alunos a usarem a sua intuição para resolver a Estrutura. Por quê? A criatividade humana é fantástica! Mas ela precisa ser orientada! Então, se o indivíduo começar a “fazer força”, exercer uma atividade para descobrir aquilo que existe na Natureza, ele vai ter um sucesso grande ao escolher suas Estruturas. Eu acredito que o ensino das Estruturas para os alunos iniciantes deve ser orientado mais pela intuição do que pela Matemática!

RS: *Uma forma de se fazer isso seria através de experimentações construtivas e atividades em canteiro, ou apenas por meio de modelos didáticos e da observação das estruturas naturais?*

AV: Eu acho que, para iniciar, ele precisaria utilizar esses modelos para despertar o interesse deles. Mas eu acho que é indispensável que ele tenha atividade de visitas a canteiros de obra e veja como é que a obra é executada. Ele não pode se afastar da realidade, porque ele não vai fazer as construções como os animais fazem! Mas ele precisa utilizar os recursos atualmente que existem no país para executar suas obras. Ele não pode fazer coisas que o país não está fazendo! Aquilo que os animais fazem não é o que os homens fazem! O joão-de-barro faz o seu ninho com bolinhas de barro, misturadas à sua saliva: ele não vai conseguir fazer uma casa misturando barro com saliva, porque não vai dar certo, não vai funcionar! Não só porque a escala dele é “pequeninha”, mas também porque os materiais que ele dispõe não são aqueles que ele produz no próprio corpo.

RS: *É preciso conhecer os materiais de que se dispõe...*

AV: Então, os materiais que estão à disposição são essenciais para a execução de suas obras. A obra não depende só da capacidade criativa, mas depende dos materiais disponíveis. Enquanto não existia ferro, o homem precisou fazer suas construções de pedra! Para vencer os vãos, começou a utilizar o arco. O arco foi uma forma de vencer o vão sem ter ferro, sem ter a necessidade de materiais que resistem à tração. As construções feitas pelo homem eram de tijolos, pedras, barro e areia. Ele começou essas construções, que não resistem à tração, com esses materiais. Então ele inventou o arco. O arco era uma maneira de vencer o vão, sem que o material fosse fletido, o material ficava só comprimido. E, por meio do arco, ele realizava essa possibilidade. Mais tarde, quando começou a aparecer o aço, ele começou a colocar o aço dentro dessas construções de pedra. Primeiro, fazendo furos na pedra e colocando vergalhões de aço nesses furos. Que foi uma coisa tremenda, de dificuldade enorme! Depois que apareceu o concreto, ficou mais fácil colocar o aço, os vergalhões de aço, e jogar o concreto em cima até endurecer. Então já foi um progresso grande! Atualmente com o concreto protendido, você coloca o aço dentro de um tubo e, nesse tubo, o aço não fica aderente ao concreto separado, jogado por cima. Depois desse concreto endurecido, é possível esticar o aço dentro desse tubo. E o aço esticado dentro desse tubo fica preso nas duas extremidades. É o concreto protendido que utiliza aços de grande resistência, com maior capacidade que o aço que se usa em concreto armado. Então, todo progresso provém de avanços na tecnologia! Atualmente se está empregando o concreto de alto desempenho, um concreto de resistência tão alta quanto a do aço. Esse concreto, feito de maneira especial, suplantou tudo aquilo que se construía até “coisa” de 15 anos atrás! Esse é um concreto especial, que só surgiu mediante avanços da tecnologia. E, ainda mais, surgiu também um concreto que, para ser compactado e colocado dentro das fôrmas, não precisa de vibradores! Tanto que eu tenho um artigo escrito, que vai ser publicado ainda, que se chama: “Vibradores de concreto: equipamentos do passado”! Por quê? Porque esses vibradores causam muito barulho, causam despesas de manutenção, não são baratos, são equipamentos que precisam ser cuidados e limpos, engraxados, mantidos em serviço, são equipamentos que exigem algum dispêndio de dinheiro e energia. Bom, esses vibradores são utilizados para vibrar o concreto e fazer com que aquele concreto que tenha pouca água consiga penetrar em todos os vazios entre as armaduras das estruturas que foram calculadas. Então, se esse concreto precisa ter alguma plasticidade, com algum conteúdo de água, ele precisa de uma vibração forte para poder escoar dentro da fôrma e preencher todos os vazios e envolver todas as armaduras. Ora, atualmente já se conseguiu, por meio de aditivos químicos especiais, fazer um concreto que aparentemente é fluido, aparentemente é uma “sopa”, que passa por todos os vazios, mas

com pouca água! Fazendo aquele concreto, sem o aditivo correspondente, ele vai ter o aspecto de uma farofa. Não se vê a água! Ele não escoar, ele não penetra! Precisaria de uma vibração muito forte para ele se ajustar e penetrar entre os vazios. Por isso que foi desenvolvido o estudo químico de aditivos especiais que tornasse o concreto mais fluido. Quer dizer, tirasse um pouco da tensão superficial da água e permitisse que esse concreto escoasse, como se ele tivesse uma quantidade muito grande de água, mesmo que a quantidade de água fosse pequena. Então, isso se conseguiu de uma maneira maravilhosa e, hoje em dia, esse concreto se chama concreto auto-adensável! Em inglês, seria, *self-compacting concrete* – SCC. No Brasil, é CAA – concreto auto-adensável.

RS: *Nos primeiros anos do desenvolvimento da tecnologia do concreto, o senhor foi estudar na Alemanha, onde obteve o título de doutor, certo?*

AV: Sim, eu fui estudar na Alemanha em 1954, com uma bolsa de estudos da Fundação Alexandre von Humboldt⁹. Essa instituição dá bolsas de estudo, de 10 meses, para o mundo todo, para diversos países. Não é propriamente para fazer uma tese na Alemanha. É um congressamento que visa tornar a Alemanha conhecida em diversos outros países. Mas eu quis aproveitar essa oportunidade, que era única, para fazer um doutoramento lá. Mas fazer um doutoramento em 14 meses era impossível! De modo que eu tive que fazer um esforço enorme para fazer isso, num prazo relativamente curto. E depois fiquei por minha conta lá alguns meses a mais para poder terminar os estudos, porque a bolsa de estudos não era prorrogável. Então, eu tive que gastar alguma “coisa” para me manter lá por um tempo maior do que a duração da bolsa. Bom, eu consegui fazer isso, fazendo modelos em concreto armado, mas estudando por meio de modelos físicos de plástico e dura-alumínio no lugar do ferro. O plástico, que era Audit, substituíam o concreto e o dura-alumínio, em fios, substituíam o aço. Fiz o estudo desses modelos, visando principalmente à aderência entre concreto e aço, e verificando como é que as tensões se repartiam quando a aderência era perfeita e quando não existia muita aderência. Esse foi o ponto principal dos estudos apresentados! Então eu consegui fazer isso em 14 meses, o que foi um recorde, porque a duração do trabalho de doutoramento na Alemanha – não era mestrado, era doutoramento – era, no mínimo, de 2 anos! Com muito esforço eu consegui fazer em 14 meses e fui aprovado. Esse é o meu diploma¹⁰.

RS: *Quando o senhor esteve lá, conseguiu observar quais eram as principais diferenças entre a prática profissional no Brasil e na Alemanha?*

AV: Bom, o que eu observei foi o seguinte: em primeiro lugar, o concreto armado, na Alemanha, não se chamava *stahlbeton* – *stahl* é aço, *beton* é concreto. Concreto armado, hoje, para nós, é *stahlbeton*, mas, na Alemanha, naquele tempo, era mais voltado para a origem, que era de Monier, na França. Monier foi o primeiro francês a usar o concreto em grandes obras, em grande quantidade, mesmo sem conhecer muito o funcionamento do concreto! Ele é que montou uma patente, na França, e conseguiu começar a fazer estruturas de concreto: primeiro, só vasos de flores; depois, fez estruturas mesmo – mesmo sem conhecer muito. Ele não era engenheiro, ele era um paisagista! Ele fazia jardins, chafarizes, glorietes – que eram caramanchões – para parques e instalações dentro de cidade. Quer dizer, ele nunca se preocupou muito com Estrutura, quem fez isso foram seus seguidores! Os seus assistentes que desenvolveram e transformaram aquela patente numa patente fantástica de obras de Estruturas! O próprio Monier não entendia nada de Estruturas! O grande concorrente dele foi o François Hennebique. Hennebique era um francês de origem algeriana – daí o nome Hennebique – que entendia mais de concreto, porque ele tinha sido mestre-de-obras. Não era engenheiro, mas tinha intuição de Estruturas. Quem começou realmente a fazer o concreto armado na França foi o Monier, mas quem fez o concreto armado consciente, sabendo o que estava fazendo, foi o Hennebique – daí a grande disputa entre Monier e Hennebique pelo mercado de trabalho. Hennebique chegou a ter até 29 sucursais em diversos países, inclusive na América do Sul, no Uruguai. E Hennebique conseguiu

⁹ A Fundação Alexander von Humboldt é uma instituição pública, sem fins lucrativos, que tem como objetivo estatutário o fomento da investigação científica internacional. Para tanto, financia a estadia na Alemanha de cientistas e investigadores estrangeiros e o trabalho colaborativo de equipes científicas alemãs e estrangeiras. Ver: Alexander von Humboldt-Foundation. Disponível em: <<http://www.humboldt-foundation.de/web/start.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

¹⁰ Aponta diploma pendurado na parede do escritório em que a entrevista foi realizada.

fazer obras no mundo inteiro. Tanto é assim que, 10 anos depois, ele já tinha 29 mil obras executadas! Mais que o próprio Monier! Daí a grande disputa e até processos judiciais que visavam aniquilar o concorrente por causa de plágio! Dizendo que já tinha patente daquilo, dizendo que já estava consagrado e tinha sido plagiado pelo outro. Quer dizer, coisas horríveis, que não devem ser repetidas, não devem nem ser comentadas! Mas o Monier conseguiu vencer todas as disputas. Bom, o fato é que Monier chegou a fazer pontes de 100 metros de comprimento na Itália: ponte do Risorgimento, na Itália, com 100 metros! Chegou a fazer obras grandes no Uruguai, no Brasil, praticamente não conseguiu nada – apesar de fazer propaganda, no Brasil, no Almanaque Laemmert¹¹, de 1918. Nessa época, em 1918, o concreto estava começando no Brasil ainda, “né”?!

RS: *E como essa tecnologia é transplantada para o Brasil? Qual foi o processo?*

AV: Essa tecnologia do concreto foi transportada para o Brasil através dos alemães. Tem um alemão chamado Gustav-Adolf Wayss e outro que montou a firma – que tinha realmente o conhecimento de Tecnologia – que era... Deixe-me lembrar o nome dele. De vez em quando “escapa”... Daqui a pouco eu lembro! Os dois montaram uma firma, na Alemanha, para cuidar do concreto. E tiveram que pagar os direitos autorais para o Hennebique, para o Monier, que já tinham patente registrada na Alemanha! Eles pagaram pelo direito de usar e começaram a fazer pesquisa. Digo: “Agora nós vamos começar a estudar o concreto armado, porque o francês não tinha estudado nada!”. E contrataram o professor Mörsch¹² para fazer pesquisas e estudar o concreto armado. Freytag! Agora me lembrei do nome. Freytag¹³ foi o outro sócio do Gustav-Adolf Wayss. Conrad Freytag – esse é que tinha a firma grande e chamou o Wayss para fazer as experiências. E contratou o professor Emil Mörsch para fazer os estudos teóricos do concreto armado. Foi o Mörsch o primeiro a encontrar uma fórmula, uma expressão matemática, para determinar qual era a armadura necessária para resistir a um determinado momento!

RS: *Quando?*

AV: Quando foi isso? Deve ter sido por volta de 1850... Porque o que lançou o concreto foi o Lambot, na França, em 1847. Depois é que foi vendida a patente de Monier. Lambot não conseguiu fazer nada, “coitado”! Lambot era um engenheiro, mas não tinha senso comercial e não tirou proveito do que ele inventou, deixou que Monier fizesse tudo. O Monier copiou do Lambot a idéia e teve a capacidade de lançar o produto. Depois ele vendeu a patente para a Austrália, para a Alemanha... Então, quem ganhou dinheiro foi o Monier, não foi o Lambot! O Lambot, “coitadinho”, nunca ganhou nada, nunca conseguiu fazer nada! Lambot queria até fazer navios de concreto e foi a Toulouse, na França, para expor a idéia dele e a resposta dos engenheiros da Marinha de Toulon foi: “O concreto não é um material apropriado para navios!”. E, com isso, ele não fez nada! Não conseguiu nada! Quem conseguiu foram os outros mais espertos do que ele! Bom, o fato é que o concreto veio para o Brasil por volta de 1911, com a vinda de um alemão de lá, da firma do Freytag, da Wayss & Freytag. Essa firma Wayss & Freytag, que tinha feito os estudos preliminares e que tinha estabelecido as bases teóricas do concreto, veio para o Brasil e se instalou aqui, formando uma firma chamada “Companhia Construtora em Cimento Armado”. Naquela ocasião se chamava assim. E quem começou com essa firma foi um engenheiro deles lá, da Alemanha, que não tinha diploma de engenheiro – tinha só ensino

¹¹ O Almanak Laemmert, publicado no Rio de Janeiro entre 1844 e 1889 pela Corte Real e editado pelos irmãos Eduard e Heinrich Laemmert, é o mais antigo almanaque brasileiro. Ver: AGUIAR, N. Almanak Laemmert. **Ministério da Cultura**, Brasília, 14 mai. 2008. Disponível em: <<http://www.cultura.gov.br/site/2008/05/14/almanak-laemmert/>>. Acesso em 04 fev. 2010.

¹² Emil Mörsch (1872-1950) foi um engenheiro, pesquisador e conferencista alemão, que se destacou no campo da construção em concreto armado. Desenvolveu teorias sobre a concepção e cálculo de concreto armado, cunhando sua padronização e normalização. Em 1901, Mörsch assumiu a coordenação do Departamento Técnico da companhia Wayss & Freytag. Cf. VASCONCELOS, 1985, p. 31-32.

¹³ Em 1884, Conrad Freytag adquiriu a licença de Monier para a execução de estruturas em concreto armado na Alemanha meridional. Junto com Gustav-Adolf Wayss, Freytag financiou e desenvolveu pesquisas sobre o uso estrutural do concreto armado, ajudando a consolidar essa técnica como um método de construção reconhecido na Alemanha. A cooperação entre os dois levou à fusão, em 1893, de suas empresas, formando a organização Wayss & Freytag. Ver: KURRER, K. E. **The history of theory of structures: from arch analysis to computational mechanics**. Berlin: Ernst & Sohn, 2008. p. 523-524.

médio –, chamado Lambert Riedlinger. Este Lambert Riedlinger montou uma firma, organizou, para fazer obras de concreto armado. E o Emílio Baumgart, que era estudante de Engenharia no Rio de Janeiro, foi fazer um estágio nessa firma. Como ele era alemão, de Santa Catarina, falando bem o alemão, teve facilidade de penetrar nessa firma, que só falava em alemão. Ele teve a graça de ser admitido, teve a sorte de ser admitido e começou a fazer todos os cálculos, aprendendo concreto armado na origem, com um “fulano” que nem era engenheiro! Com esse Lambert Riedlinger, que era mais um mestre que um engenheiro, mas trazia todo esse conhecimento de fazer obras da Alemanha. E ele se desenvolveu e aprendeu os conceitos lá na própria origem dos alemães, estudou em livros alemães, fez o curso na Escola Politécnica, mas se dedicando mais à prática nos escritórios dessa Companhia Construtora em Cimento Armado. Chegou a construir uma ponte, em Recife, que foi a ponte Maurício de Nassau¹⁴, ainda como estudante de Engenharia! Ele fez o projeto e os colegas fizeram a decoração do quadro de formatura, em 1919, com fotografias dessa ponte para mostrar que um colega tinha feito o cálculo da ponte que foi executada em Recife e está lá até hoje! Então, foi um recorde, foi uma coisa extraordinária que aconteceu! Esse próprio Emílio montou depois um escritório e ele tinha uma criatividade muito grande. Cada obra dele era motivo para pensar na forma de executar! Ele não pensava só em calcular! Ele pensava em como essa obra vai ser executada! O principal, para ele, era montar a maneira de execução da obra. E, uma vez que tinha montado essa execução da obra, tinha estabelecido cargas de tudo, dimensões, ele dava para os auxiliares dele – porque ele contratou muitos auxiliares que vinham de fora, que tinham algum conhecimento de concreto armado – e esses auxiliares é que faziam os cálculos numéricos e os desenhos. Então, as obras que ele fazia eram, primeiro, estudadas de uma forma consciente, pensando na maneira de executar, estabelecendo como é que ia funcionar a obra, estabelecendo as dimensões – ele colocava todas as dimensões, feitas por uns cálculos aproximados, mais intuitivos – e dava para os auxiliares fazerem os cálculos. Nessa época, conseguiu 5 recordes mundiais em concreto armado! Até o ano da sua morte, que foi 1943. Até 1930, ele já tinha feito diversas obras com recordes fantásticos! Uma dessas obras foi a ponte sobre o rio do Peixe, entre Herval e Juaçaba, Santa Catarina¹⁵. Essa ponte foi construída em concreto armado, com um vão de 68 metros, o maior vão do mundo em viga reta! Que tinha como segundo lugar no mundo uma ponte sobre o Danúbio, na Alemanha, em Untermarshtal. E ele fez a maior com 68 metros. Essa ponte foi feita com um processo inteiramente original. Para você ter uma idéia, o rio, com esse vão de 68 metros, era muito caudaloso, era um rio profundo, que não dava para colocar escoramentos apoiados no fundo. Um rio que aumentava 11 metros da noite para o dia! Quer dizer, durante a parte de alagamentos, de chuvas, o rio subia, da noite para o dia, em 24 horas, 11 metros! Então era impossível fazer escoramento que não fosse levado pela enxurrada! A imaginação dele era tão fértil que, em cada caso, ele tinha uma solução diferente! Ele fez uma porção de pontes e cada ponte foi feita com uma solução diferente, uma solução própria! Pensando mais na construção que no cálculo, pensando mais na forma de executar aquilo! E a execução dessa ponte sobre o rio do Peixe foi a seguinte: ele fazia um vão em terra, de um lado e de outro. Na parte externa desse vão, ele colocava os tirantes que iam ser tracionados, chegando até o chão, onde tinha um tubulão, pesado, de concreto, profundo, grande e que tinha peso suficiente para não deixar levantar a ponte naquele ponto. Era um contrapeso, de um lado e do outro. E no vão que era grande, 68 metros, à medida que ele ia avançando pelo meio do vão, a parte de trás ia sofrendo um levantamento, mas o peso não deixava levantar. Ele estudou a melhor maneira de articular, como se fosse os braços de uma

¹⁴ A Ponte Maurício de Nassau localiza-se na cidade do Recife e interliga os bairros do Recife e Santo Antônio. A ponte original, construída entre 1640 e 1643 pelo arquiteto Baltazar de Affonseca, por ordem do conde Maurício de Nassau, foi feita em madeira. A ponte sofreu reformas em 1683 e 1742, tendo sido substituída por uma outra, de ferro, em 1865. Em função da corrosão dessa estrutura pela maresia, em 1917, a ponte foi novamente reconstruída em concreto armado, com projeto de Emílio Baumgart. Ver: BARBOSA, M. A. **As VIII principais pontes do Recife (século XVII-XX)**. Recife: Cristal, 1999. p. 12-15.

¹⁵ A ponte sobre o Rio do Peixe (1930), em Herval d'Oeste (SC) vence um vão de 68,5 metros – o maior da época de sua construção em viga reta de alma cheia. A concretagem dessa ponte foi feita da margem para o centro em balanços sucessivos, sem auxílio de escoramento, fato inédito na história do concreto armado. As barras de aço, durante a construção em balanço, foram emendadas por meio de luvas rosqueadas. A ponte ganhou o nome de “Emílio Baumgart” após a sua morte e foi demolida em 1983, devido ao solapamento das fundações. Cf. VASCONCELOS, op. cit., p. 182.

balança em cima do apoio. Fez um aparelho de apoio metálico, com um tubo grande, permitindo rotação ali, à medida que a ponte ia avançando. Bom, ele estudou as fôrmas de madeira de tal modo que pudesse avançar 1 metro e meio em cada concretagem. Só 1 metro e meio! E os vergalhões de ferro seriam emendados com luvas, luvas com roscas. Ele enroscava um vergalhão no outro por meio de uma luva. Então, fazia vergalhões com 4 metros e meio, 3 vezes o comprimento de cada segmento concretado. Concretava um segmento de 1 metro e meio, esse segmento de 1 metro e meio vinha com umas barras que acabavam ali, vinha com outras barras que acabavam 1 metro e meio para frente e vinha com outras barras que acabavam 3 metros para frente – ficava só 1 metro e meio para trás. Então, as barras eram divididas em três: uma que terminava onde acabava a concretagem; outras que conseguiam passar mais 1 metro e meio para a segunda concretagem; e outras que passavam 3 metros para a outra concretagem! Então, sempre tinha: umas barras que acabavam na seção; outras barras que avançavam mais uma seção e outras que avançavam mais uma ainda. Iam fazendo assim, sempre as barras continuavam. Bom, essas barras ficavam presas às anteriores por meio de luvas com roscas. Quer dizer, deve ter sido muito caro fazer isso, mas não tinha outra solução naquela época! Ele fez as fôrmas de madeira. Essas fôrmas eram constituídas de tábuas de madeira que também avançavam 1 metro e meio, 3 metros e 4 metros e meio. Então, ele ia fazendo a concretagem presa nessas fôrmas. Essas fôrmas é que agüentavam o peso do concreto recém-lançado. As armaduras ficavam lá dentro do concreto só com o próprio peso, não estavam ainda sendo solicitadas. Ele conseguia realizar essas concretagens e o peso desse 1 metro e meio de concreto ficava sendo sustentado pelas próprias fôrmas que estavam para trás. Foi uma engenhosidade fantástica isso! Ele fez isso de um lado e de outro. Mas, ele percebeu que, quando chegasse no meio ia ter uma diferença de flecha, por mais perfeita que fosse a execução – o próprio concreto deformando, ia deformar diferente de um lado e do outro –, ia ficar um degrau. Então, ele fez o apoio com um rolete de tal modo que era possível apertar os parafusos lá de trás para levantar a ponte ou desapertar para abaixar. Fazia isso e conseguia com que as extremidades ficassem exatamente no mesmo nível em cada concretagem. Quer dizer, muitas idéias, muita elucubração e muito pensamento fora do cálculo numérico!

RS: *Isso é um dos aspectos que o senhor discute: que os engenheiros brasileiros propunham alternativas que iam para além das normas, do que estava instituído.*

AV: Isso. Inclusive, como não tinha norma brasileira, ele usava muito a intuição e a capacidade criativa para arranjar novas soluções. Quer dizer, a solução dele era mais voltada para uma execução perfeita do que para um cálculo perfeito! Então, hoje em dia, ele ia ter muita dificuldade com a exigência de obediência às normas, pois ultrapassava todas as normas! Ele tinha uma capacidade criativa magnífica e, com isso, ultrapassava tudo aquilo que as normas atuais diziam. Tanto é assim que aconteceu o seguinte: sendo de origem alemã, tinha uma vontade “louca” de conhecer a Alemanha. Ele era de Santa Catarina, nunca tinha saído do Brasil! Quando teve a oportunidade, foi para a Alemanha. Foi para lá e voltou decepcionado! Porque os alemães eram rígidos, não queriam se afastar das normas, não queriam fazer nada diferente! E ele disse: “Os alemães são retrógrados, eles não aceitam nenhuma novidade! Nós mostramos para eles as possibilidades fantásticas do concreto e os alemães não aceitam, porque estão presos às normas e não aceitam nenhuma novidade!”. Então ele ficou decepcionado com a atitude dos alemães, achando que o Brasil estava mais desenvolvido que a Alemanha em obras! Ele tinha, já nessa ocasião, 5 recordes internacionais! Em pontes, em processos executivos, em edifícios e em outras coisas. O edifício do jornal “À noite”, no Rio¹⁶, foi o edifício mais alto do mundo na ocasião. Ainda não existia o cálculo para forças de vento e ele foi o primeiro a pensar na resistência ao vento de um edifício de 22 andares que era no cais do porto! Ele escreveu para Chicago, que era o país onde existiam edifícios altos, perguntando como é que eles abordavam o efeito do vento e a resposta foi a seguinte: “Nós não calculamos aqui o efeito do vento, porque nós fazemos os pilares em concreto, mas envolvidos por uma alvenaria tão grande que essa alvenaria dá uma

¹⁶ Edifício “A Noite” (1928), projetado em parceria com Joseph Gire, na Praça Mauá do Rio de Janeiro. Foi o primeiro arranha-céu da cidade. No seu projeto, além do cálculo estrutural tradicional, também foi considerada a ação dos ventos sobre a estrutura. No prédio, concluído em 1930, funcionaram a redação do jornal *A Noite* e, mais tarde, a Rádio Nacional. Cf. DURST, L. A. R. Histórias cariocas. **Veja Rio**, Rio de Janeiro, n. 318, 05 mar. 2008. Disponível em: <<http://vejabrasil.abril.com.br/rio-de-janeiro/editorial/m318/historias-cariocas>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

rigidez extraordinária ao pilar e o pilar não precisa ser calculado para efeito de vento”. Então ele disse: “É, mas os pilares americanos têm dimensões muito grandes por causa das alvenarias. Aqui nós não temos alvenaria, aqui é estrutura de concreto”. A alvenaria vai ser feita depois, mas não é alvenaria portante, é só de fechamento, de vedação. Então essas alvenarias não devem participar da resistência, quem tem que participar é o pilar. Se os pilares fossem de concreto, em Chicago, eles teriam um grande problema, por quê? Se a estrutura fosse de ferro – a estrutura era toda de ferro –, envolvida pelo concreto e tivesse que trabalhar para efeito de vento, o vento faria com que a estrutura se deformasse e trincasse toda, porque os pilares não teriam rigidez suficiente. Quer dizer, os pilares teriam, mas o concreto que estava envolvendo os pilares ficaria todo trincado. Então ele fez o estudo de vento, fez o reforço da estrutura para efeito de vento e fez até uma solução brilhante para resistência ao vento que nunca havia sido feita nem nos Estados Unidos! Eu quero contar essas coisas para você ver que o indivíduo, estando livre para pensar, ele consegue fazer. Preso a pressões e regulamentos, ele fica de tal forma atado que não consegue mais pensar em coisas diferentes! Até certo ponto as normas constituem um entrave para o progresso para os indivíduos que precisam ficar presos às normas e não conseguem pensar fora delas.

RS: *Em relação às soluções alternativas, eu soube até de uma “história” de que, no velório do Joaquim Cardozo, o senhor reclamou que ele acabou não revelando como que armou a cúpula invertida do Senado, é verdade?*

AV: É sim. Até tem uma “história” que é contada sobre isso, dizendo que, quando ele foi na obra, viu aquela armadura toda, achou que era insuficiente e mandou duplicar a armadura! De uma hora para a outra, sem nenhum cálculo, sem nenhum desenho! Mandou, no lugar de cada ferro, colocar 2 na cúpula do Senado. Isso está no meu livro! Está no primeiro volume de “O Concreto no Brasil”, na parte de Estruturas de Brasília – que ele mandou multiplicar por 2 as armaduras existentes. É um negócio que hoje não se admite, “né”?! Que o indivíduo “pega” uma estrutura que já está sendo executada e manda “dobrar” a armadura?! Isso só em Brasília podia acontecer! Por que quem ia pagar por esse acréscimo? Mas em Brasília não tinha preço, porque era novidade, era estrutura fora das concorrentes e fora de preço. Tinha prazo para terminar a obra e tudo, então foi feito. Só no Brasil podia acontecer uma coisa dessas! E realmente ninguém ficou sabendo porque motivo ele ficou com esse receio e mandou duplicar a armadura.

RS: *Voltando à trajetória do senhor, mais especificamente, ainda estudante, o senhor trabalhou como estagiário no IPT¹⁷ e depois como engenheiro. Então como era trabalhar no IPT logo nos primeiros anos da sua consolidação?*

AV: Olha, você não vai acreditar! Eu não me formei para fazer concreto armado. Eu formei para Física. Eu adorava Física! Gostava muito da Física de partículas, gostava muito da Física nuclear! Quer dizer, o meu ideal era trabalhar em Física!

RS: *Isso na Escola Politécnica?*

AV: Na Escola Politécnica. Tanto foi assim que, durante as férias, nos últimos anos de Engenharia, eu pedi licença ao professor de Física – que era o professor Luiz Cintra do Prado – para aproveitar a época das férias e refazer aquelas experiências de laboratório que os alunos eram obrigados a fazer num tempo extremamente curto, fazer um relatório e entregar os resultados. Eu nunca aceitei esse tempo de preparação dos ensaios, porque achava que devia fazer os ensaios com mais lentidão, com mais precisão e “fazer” um resultado mais correto! Mas, como tinha o prazo para entregar o relatório, eu fui fazendo e entregando o relatório só para satisfazer a exigência da escola. Mas depois de passar pela matéria, de ser aprovado na matéria, nos anos subsequentes, eu pedi licença para refazer essas experiências e fiz. Todas elas! Do primeiro e do segundo ano. E escrevi esses textos, batidos à máquina, de próprio punho – era máquina de escrever, não era computador que é mais fácil. Máquina

¹⁷ Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Em 1934, o Laboratório de Ensaios de Materiais, fundado em 1926, foi transformado em Instituto de Pesquisas Tecnológicas pelo engenheiro Ary Frederico Torres. Atualmente, possui doze centros tecnológicos. Ver: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Histórico. Disponível em: <<http://www.ipt.br/institucional/historico>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

de escrever, você errava e tinha que fazer de novo a página. –, coloquei todos os dados obtidos dessas experiências feitas com o vagar, durante as férias, sem prazo de entrega. Fiz, escrevi, fiz os gráficos todos e até mandei encadernar. Tem o livro aí, mas eu não sei onde está... Tenho o livro encadernado com todas as experiências, folha por folha batida à máquina de próprio punho com os valores experimentais conseguidos nessa época, sem horário marcado. Bom, mas, infelizmente, eu não tive sorte na Física! Na hora em que eu fui me candidatar para ser estagiário, não me aceitaram! Não me aceitaram, eu tive que me conformar com isso, me formei. O que eu queria fazer em Física? Eu não queria fazer Concreto, não queria fazer Estruturas. Eu estava formado como Mecânico-Eletricista. O emprego que eu consegui foi como engenheiro da Seção de Verificação de Estruturas do IPT. E, nessa Seção de Verificação de Estruturas, eu tive que aprender concreto armado, porque era uma cadeira que eu não tinha tido! Toda a parte de concreto que eu tinha, dei de presente para outras pessoas: “Porque eu não vou usar isso, não vou usar concreto armado nunca na vida!”. Dei de presente tudo! Então, como engenheiro do IPT, eu pedi licença para eles e fiz as cadeiras que faltavam para fazer o curso Civil. Em um ano, eu fiz o curso Civil, simultaneamente com o emprego no IPT. Então, eu me formei em 48 e, dois anos depois, me formei engenheiro civil também. E, como engenheiro civil, eu aprendi concreto armado. Aí montei um escritório de concreto armado. Então tive que começar “do zero”, porque eu não tinha tido essa cadeira no curso preliminar! Eu fui “levado pela vida” a fazer concreto armado, que eu nunca pensei, nunca eu gostei de concreto, nunca tive atração! Eu fui para o IPT por quê? Porque no IPT eu teria condições de estudar fotoelasticidade que era Física! Estudo da luz polarizada para a resolução de modelos de Estruturas. Então eu estudei. Tive até uma bolsa de estudos, como aluno, para fazer o estudo de fotoelasticidade. Ganhei a bolsa, publiquei o estudo que foi de um bloco triangular – sugestão do Telêmaco. Ganhei a bolsa, cumpri as exigências e depois, quando eu tive a oportunidade de ir para a Alemanha, escolhi Munique, porque lá tinha laboratório de fotoelasticidade e eu ia estudar fotoelasticidade lá na Alemanha. Então, estando lá na Alemanha, digo: “Bom, já que estou aqui, eu não vou perder a oportunidade, né?! Vou fazer uma tese em fotoelasticidade”¹⁸. Aproveitei e fiz. E disse: “Eu vou aproveitar a oportunidade que já estou metido no concreto armado”. Fiz o curso do Rüschi¹⁹ de concreto armado, o curso normal de graduação e fiz o curso de concreto protendido. Olha só como a vida é engraçada: no Brasil não existia a cadeira de concreto protendido. Na Alemanha também não. Mas, depois da guerra, o professor que dava concreto armado na Alemanha era um nazista “roxo” e ele foi destituído da cadeira. Os americanos que “tomaram conta” da cidade não quiseram mais saber do professor Pistor, era o professor Pistor! Nunca esqueço nome dele. Que foi eliminado, ele foi rejeitado pelas tropas americanas. A cadeira ficou vazia e foi chamado um engenheiro de uma firma construtora “poderosa” da Alemanha que estava executando as pontes que ruíram durante a guerra. Então essas pontes danificadas durante a guerra foram todas recalculadas em concreto protendido e executadas por essa firma Dyckerhoff & Widmann²⁰, de Munique, tinha sede em Munique. E o engenheiro dessa firma, que era Ulrich Finsterwalder²¹, esse era a pessoa indicada para dar essas aulas. Ele rejeitou, não quis aceitar a cadeira,

¹⁸ Cf. VASCONCELOS, A. C. **Spannungsoptische Untersuchung der Spannungsverteilung in Stahlbetonbauteilen**. 1954. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Technische Hochschule Munchen, Munique, 1955.

¹⁹ Hubert Rüschi (1904-1979) foi um engenheiro e professor alemão. Foi professor emérito da Universidade tecnológica de Munique, membro estrangeiro da Academia Nacional de Engenharia (1977). Entre 1926 e 1948, trabalhou na empresa Dyckerhoff & Widmann. Desenvolveu diversas pesquisas sobre concreto armado e protendido, escrevendo livros sobre o tema. Entre eles: HÜRSCH, H. **Concreto armado e protendido**. São Paulo: Campus, 1981.

²⁰ Dymidag (Dyckerhoff & Widmann AG) foi fundada em 1865, por Henry Lang e William Gustav Dyckerhoff. Com a entrada de Gottlieb Widmann (1867), o nome mudou-se para Dyckerhoff & Widmann AG. A empresa, pioneira na construção em concreto protendido, foi responsável pelo desenvolvimento de pesquisas e patentes. Em 2001, fundiu-se com a empresa Walter Bau AG. Cf. DYMIDAG. Dymidag-Systems International (DSI) worldwide: a strong partner with tradition. Disponível em: <<http://www.dywidag-systems.com/group/about-us/history.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²¹ Ulrich Finsterwalder (1897-1988). Graduiu-se em 1923 pela Escola Técnica de Munique, doutorando-se em 1930 pela mesma instituição. Ainda em 1923, passa a trabalhar na Dyckerhoff & Widmann, tornando-se diretor do Departamento de Construção da empresa em 1933. Em 1929, vence um concurso para a Ponte Dreirosen em Basel, com proposta de construção em concreto protendido e balanços sucessivos. Em 1970, recebeu o Prêmio Freyssinet,

porque disse: “Eu não tenho jeito para lecionar, eu já estou na firma, eu dirijo a firma. Eu não tenho condições de fazer um estudo pormenorizado para dar uma cadeira na Engenharia. Eu indico o meu auxiliar, que é o professor Hubert Rüsch, porque ele tem dotes especiais, sensacionais, de didática e ele pode executar essa função muito melhor do que eu!”. Veja a simplicidade desse “fulano”! Não quis aceitar a cadeira e deixou o Rüsch encarregado disso. Quando eu cheguei na Alemanha, o Rüsch estava lá há um ano. Ele já tinha participado das normas alemãs de concreto protendido, que eram normas provisórias! Durante um ano, eles fizeram o “negócio” e tinha saído em 53 a norma. Eu cheguei em 54 lá. O Rüsch tinha dado uma cadeira de concreto armado na Escola de Engenharia e começou com uma cadeira nova, que não existia antes da guerra, cadeira de “Vorgespannte Konstruktionen” – quer dizer, Estruturas Protendidas, era o nome da cadeira. Ele começou em 53 e já mostrando para os alunos as coisas que saíram na norma de 53 mesmo! Então, ele aproveitou e mostrou: “Olha, as normas estão exigindo isso... A cadeira é assim...”. Eu cheguei em 54 e frequentei a cadeira que ele estava dando pela segunda vez! Ele escrevia as aulas, resumidamente, e deixava em cima da mesa, assim, para os alunos pegarem. Não pagava nada! Os alunos pegavam aquelas folhas e eu, como aluno, também ia lá e pegava as minhas, “né”?! Então, eu recebi todo o curso do Rüsch, de concreto protendido, cadeira chamada “Vorgespannte Konstruktionen”, e trouxe para o Brasil isso e dei essas aulas do Rüsch, em português, traduzidas.

RS: *Já no Mackenzie?*

AV: Não, antes, na Politécnica. Dei essas aulas, traduzidas para o português. Eu publicava também as apostilas e colocava lá em cima como o Rüsch para os alunos pegarem! Foi assim que começou!

RS: *Então o senhor acabou mudando as práticas didáticas após essa experiência na Alemanha...*

AV: Eu acabei mudando mesmo. Fui introduzido no concreto protendido pela fonte! Quer dizer, eu tive a sorte de “pegar” um professor que estava dando esta matéria pelo segundo ano, eu “peguei” o “comecinho” de tudo! E o assistente dele era uma pessoa extraordinária com quem eu fiz muita amizade, que foi o Herbert Kupter – que foi quem ficou no lugar dele depois que o Rüsch faleceu. Então, eu tive muita amizade, muita correspondência com o Kupter. Ele ficava lá e eu conversava muito com ele. Ele era assistente do Rüsch do mesmo modo que eu era assistente do Telêmaco aqui no Brasil. De modo que eu estava lá no mesmo nível dele – ele, na Alemanha, eu, no Brasil – e tivemos alguma amizade. Era a única pessoa que eu visitei na casa dele lá! Então ele fez uma tese – quando eu estava lá, tinha terminado de fazer a tese dele – e foi a única tese que foi aprovada com distinção! A única tese da Alemanha: *mit auszeichnung* – quer dizer, com distinção. A minha não é com distinção, está escrito aqui *sehr gut*, muito bom, mas não foi *mit auszeichnung*. A dele foi!

RS: *Além do conhecimento sobre o concreto protendido, o senhor trouxe alguma outra mudança na forma de ensino, para o Brasil, depois dessa experiência na Alemanha?*

AV: Bom, na realidade, sim. Mas eu nunca ensinei concreto armado! Na vida inteira, eu lecionei só concreto protendido! O concreto armado não foi objeto das minhas aulas. Mas eu sempre mostrei que as aulas de concreto armado, dadas aqui no Brasil, eram mais aulas de álgebra do que de concreto. Eu notei uma diferença enorme, porque eu assistia as aulas do Rüsch, lá na Alemanha, que eram as mesmas aulas que eu teria assistindo aqui no Brasil de concreto armado e que eram dadas de maneira diferente! Então, a principal diferença que eu notei foi a seguinte: aqui no Brasil, eram estabelecidas as equações de equilíbrio de uma seção transversal fletida, de concreto armado, e das equações de equilíbrio eram tiradas, eram deduzidas, a posição da linha neutra e a área de ferro, em função da solicitação por momentos e forças normais. Então, o critério era esse: deduzir fórmulas algébricas para o cálculo de armaduras e de limites de solicitação do concreto. Só! Exclusivamente isso! Na Alemanha, não se fazia cálculo algébrico nenhum! O professor dizia: “Vocês querem saber a dedução dessa fórmula? Peguem aquelas apostilas que eu deixei ali para vocês e estudem! Eu não vou perder tempo em álgebra com vocês! As deduções estão lá, se vocês quiserem ler, vocês lêem, se não quiserem, tanto faz!”. Falou com estas palavras. Nunca fez uma dedução! Mas ele mostrava item por

item: “Por que a norma exige isso? Por que a norma exige que um pilar tenha pelo menos 20 centímetros de lado? Por que não aceita um pilar com 10 centímetros? Por que exige um pé-direito de tanto?”. A aula inteira era só de justificativas do que a norma exige. Propriedades do concreto: “O concreto é um material que resiste a isso... Como ele resiste a isso. Resiste assim, assim... Quais são as deformações que ele tem... Tem deformações imediatas e lentas. As deformações não são proporcionais às tensões. O diagrama é assim...”. Olha, a aula inteira não tinha uma fórmula matemática! Não tinha uma dedução algébrica! Mas eram só exclusivamente conceituais!

RS: *Que era o contrário daqui.*

AV: Era absolutamente contrário ao que se aprendia no Brasil! E eu falei isso pra todo mundo do meu tempo, quando estava na Escola ainda lecionando. Eu dizia: “A maneira de enfocar o estudo, na Alemanha, é completamente diferente do que se faz aqui no Brasil!”. Na Alemanha, se estuda o conceito; aqui no Brasil, se estuda a álgebra.

RS: *Do ponto de vista do senhor, quais aspectos seriam então fundamentais para uma boa formação tecnológica de engenheiros e arquitetos?*

AV: Bom, eu acredito que numa escola de Engenharia seria mais proveitoso mostrar como é que se dá o funcionamento de uma peça de concreto, como é que a peça de concreto responde às solicitações, como é que ela se deforma na época de aplicação da carga e como é que ela se deforma depois, lentamente, com o decorrer dos anos. Isso é fundamental para o aluno entender como é que a estrutura está respondendo às solicitações que recebe! Principalmente isso. E, de lá para cá, modificou muito o ensino do concreto! Modificou completamente! Bom, com o uso dos computadores, ficou sem sentido se preocupar com as fórmulas, porque as fórmulas são avaliadas, são processadas diretamente no programa e o engenheiro não precisa saber nem quais são essas fórmulas! Quer dizer, hoje o engenheiro estudando os conceitos, ele pode até esquecer o uso de fórmulas. Mas, para ele ser completo, para que ele possa entender o funcionamento, inclusive quantitativo, de tudo o que ocorre dentro da peça, precisa ter alguma noção de como aquelas fórmulas foram aparecendo. Ele não precisa se perder em detalhes de álgebra e de resolução de equações, mas ele precisa saber como é que essas equações são informadas! Quer dizer, essa noção de como funcionam as estruturas é fundamental para que o engenheiro se complete e tenha uma boa formação intuitiva estrutural.

RS: *Em relação ao uso do computador para a proposta de soluções estruturais, o senhor considera que uma das vantagens foi a facilidade no processo de cálculo. E os aspectos negativos? Quais seriam?*

AV: Bom, o computador foi extremamente útil no sentido de fazer o cálculo numa velocidade muito maior do que aquela que a gente conseguia fazer antes. A parte negativa é a seguinte: que o indivíduo que não quer aprender, que fica só procurando o resultado que o computador “dá”, não procura saber se aquele resultado é razoável ou não! Quer dizer, é fundamental, ao receber um resultado do computador, saber se aquela ordem de grandeza está correta ou não. Ele obteve uma área de 5, mas não seria 50? Só 5 centímetros quadrados? Por que não é 50? Então, ele tem que saber porque é 5 e não 50 mesmo.

RS: *Tem que saber porque chegou até aquele resultado...*

AV: É, porque aquele resultado é consequência de uma solicitação. Se a solicitação for grande, aquele 5 pode estar errado: ele pode ter errado na vírgula! Então, é fundamental que ele tenha noção que aquele resultado é 5! Não é 10, é 5! Isso está sendo um verdadeiro problema, porque a mente humana é preguiçosa! A mente humana não quer responder à razão de ser da ordem de grandeza, mas usar aquele resultado sem avaliação crítica. Então isso é muito ruim. Basta, por exemplo, que se um programa de computador está exigindo que você entre com o vão em centímetros e você tem a viga de 6 metros, você esquece e coloca 6: você está fazendo o cálculo de uma viga de 6 centímetros! E não dá nada, dá uma ferragem mínima! Então, você usa aquela ferragem mínima sem crítica, sem questionar, chega a um resultado totalmente incorreto que, na obra, vai dar problema: vai trincar, vão aparecer defeitos, essa armadura vai ficar exposta, vai ser corroída com facilidade... Então, não vai ser bom! O computador pode ser usado, deve ser usado e nunca mais vai deixar de ser usado – depois que foi descoberto –, mas é

perigoso! Você precisa usar, mas com certos cuidados para sempre fazer uns cálculos aproximados, que eu chamo de “cálculos de padaria” – porque você faz em papel marrom de embrulho, “faz no joelho” –, só para saber: o resultado é 5 ou é 500? Isso você faz num “fechar de olhos”! Você arredonda todos os números, faz de cabeça as contas e chega à conclusão que não é 500, é 5. Então, essa diferença é fundamental para você não errar!

RS: Hoje os erros são mais prováveis por conta da má interpretação dos resultados dos dados e, antigamente, era devido à falta desse conhecimento teórico, conhecimento científico, sobre a tecnologia. O senhor se recorda de algum erro, por falta de conhecimento do material, que tenha gerado alguma dificuldade ou algum acidente mais grave?

AV: Olha, eu estou há 20 anos trabalhando como consultor em Estruturas. Hoje, a minha atividade não é de cálculo, eu sou “médico de Estruturas”! Patologista de Estruturas! Eu cuido das Estruturas como um ser doente e procuro evitar que ele “morra”! Morrer, quer dizer, desabar. E doente é “ter febre”. Eu tiro a “febre” da Estrutura com o reforço. Bom, realmente eu tenho visto coisas espantosas! Mas, os indivíduos, às vezes, se repartem em grupos completamente diferentes... Você está diante de uma estrutura projetada, que foi concebida com um concreto de resistência de 30 MPa – ou seja, 300 quilos por centímetro quadrado. Você executou essa estrutura e, ao chegar o caminhão betoneira na obra e antes de ser lançado o concreto na estrutura, foram tiradas amostras desse concreto em cilindros, preparado na chegada do caminhão. Esses cilindros foram levados para o laboratório e ficaram lá durante 28 dias para verificar qual seria a resistência desse concreto depois dos 28 dias, 7 dias ou 15 dias – dependendo da quantidade de cilindros disponíveis. Pois bem, muitas vezes os resultados mostram que, aos 28 dias, a resistência não deu 30, deu só 27. 27 para 30 não é motivo de desconfiança! Eu digo sempre: 10% em Engenharia é precisão absoluta! 30 menos 10% dá 27: está ótimo! Não precisa ser melhor do que isso! Quando você calcula com 30, na realidade, o que você está usando, com a segurança exigida nas normas, não passa de 24. E 24 mais 40% de 24 é 34. Quer dizer, você calcula com 30 e obtém 24, está acima de 30 menos 40%. Você está calculando não com 30, 30 foi o que você escreveu na planta. Mas, com a segurança exigida, você calcula como se fosse romper com 24 ou menos de 24. Então, motivo para ficar assustado com 27 não existe! Agora, além disso, existe o seguinte: quando se trata de pilares, a resistência do concreto é decisiva na segurança! Quer dizer, aquela parte mais sensível a um pequeno desvio da resistência do concreto é o pilar. Não é a viga, não é a laje. De um modo geral, as vigas têm a resistência determinada pelo aço e não pelo concreto. Raras vezes é o concreto que vai romper primeiro! Quase sempre o aço rompe antes. Não só por causa das redistribuições de esforços, mas também por causa de uma pequena resistência à tração que o concreto possui. Quer dizer, quando você determina qual é o esforço que vai realmente solicitar o concreto, você imagina o concreto trabalhando já fissurado. Na sua idéia, aquela estrutura, quando chegar naquela carga, naquela solicitação, ela já está fissurada, está trabalhando no Estádio II. Quem está resistindo é o aço. Nessa condição, o concreto, na parte oposta, está comprimido. Mas o aço está sendo mais solicitado do que a compressão no concreto. Raramente o aço e o concreto estão nos limites de sua capacidade simultaneamente! Quase sempre o aço rompe antes ou entra em escoamento antes. Até o concreto ser solicitado até o seu limite de capacidade, o aço já deformou, entrou em escoamento e já abriu uma trinca imensa que você já considera que a peça está rompida! E o concreto ainda está resistindo. De modo que, em geral, quando a peça é fletida, não é o concreto que vai determinar a sua capacidade, é o aço. Na laje, é a mesma coisa. Então, não é para preocupar muito... Preocupa sim, mas não de maneira a ficar apavorado se o concreto der uma resistência 10% menor do que aquela especificada. De modo que, se tratar de um pilar, é necessário tomar mais precauções, mas, se tratar de peças fletidas, como viga ou laje, não é o concreto o elemento que vai determinar o desabamento. São outros fatores. Existe também a resistência à flexão e a resistência ao cisalhamento. A resistência à flexão começa a dar um prenúncio da sua capacidade de carga pelo aparecimento de fissuras. Então, as fissuras são o primeiro alerta: essa estrutura já está trabalhando como foi calculada! Se tratar de cisalhamento, a ruptura ocorre sem aviso prévio. Quer dizer, quando começar a surgir fissuras de cisalhamento – e eu tenho um caso desses agora aqui para decidir –, a ruína já está próxima! Não vai precisar aumentar muito a carga para levar a viga ao desastre. O cisalhamento é um prenúncio mais perigoso do que a flexão! A flexão aparece em trincas verticais e essas trincas não são muito abertas: a capacidade da viga ainda está longe. Quando aparecem fissuras “fininhas” de

cisalhamento, a capacidade da viga não está longe não! A viga pode ruir com pouco acréscimo de carga, então, é necessário verificar direito o que está ocasionando aquilo. Porque, no cisalhamento, não há redistribuições muito grandes. Na flexão, existem redistribuições. O esforço que estava atuando antes da fissuração, na viga por flexão, esse esforço não vai aumentar mais com o mesmo ritmo com o aumentar da carga. Vai aumentar! Mas, se você duplicar a carga, o esforço não vai ser duplicado, vai ser aumentando menos do que o dobro. Mas quando se trata de cisalhamento, duplicando a carga, praticamente duplica o esforço também! Quer dizer, no cisalhamento, existe mais proporcionalidade do que na flexão. Então, quando se observa uma trinca na obra, é preciso saber qual é a origem da trinca. Está trincando por tração? Está trincando por excesso de flexão? Está trincando por excesso de carga no pilar? Aí sim é perigoso! No pilar, já está próximo da ruptura. Porque, no pilar, você pode ter a ruptura e, através das vigas, essa carga do pilar se transfere para os pilares próximos. Isso pode ocorrer! Pode ocorrer que uma carga no pilar que é extremamente perigosa para o pilar pode não ser perigosa para a estrutura desabar! Quer dizer, pode haver uma transferência de cargas para os pilares próximos e aquele pilar não vai aumentar mais a carga, porque já rompeu. Eu tive um caso desses, em que rompeu o pilar, mas rompeu mesmo! De ficar todas as armaduras dobradas, saindo do pilar e dobradas, sabe?! Mostrando que o pilar já não estava mais funcionando. E o pessoal lá estava reforçando esse pilar. Quando cheguei à obra, falei: “Não! Vocês têm que reforçar são os pilares próximos. São esses que estão ‘tinindo’ de ruína! Esses pilares próximos precisam ser reforçados imediatamente! Esse vocês não precisam reforçar não, esse já foi! Esse já ‘desistiu’ de trabalhar!”.

RS: É porque o senhor tem a visualização do comportamento da estrutura como um todo e isso é um aspecto que precisa ser trabalhado dentro das escolas...

AV: Como um todo. Então, é necessário ter um bom senso de como é que a estrutura realmente funciona para tomar uma decisão de reforçar, escorar ou não. Digo: “Não adianta nem escorar esse pilar! Esse pilar não tem mais carga! Ele já ruiu e a carga dele já foi para outro lugar! Não precisa reforçar nada!”. Bom, nesses casos de patologia, é necessário conhecer muito bem como é que a estrutura realmente funciona. Quer dizer, não é para reforçar aquilo que já não está funcionando.

RS: Eu gostaria que o senhor justificasse qual seria a importância do conhecimento das Estruturas para os arquitetos. O que o arquiteto perde não tendo domínio sobre o comportamento estrutural?

AV: Olha, veja, por exemplo, as Estruturas feitas pelo Santiago Calatrava. Todos os arquitetos já ouviram falar no Santiago Calatrava. Ele é um engenheiro e um arquiteto. Mas é um arquiteto que entende de Estruturas! É um indivíduo capaz de ter uma capacidade criativa imensa e é um indivíduo capaz de saber como é que uma Estrutura funciona. Então, graças a essa capacidade dele, pode imaginar Estruturas fora do comum! O que ele tem imaginado de Estruturas diferentes é um assombro! É um indivíduo fabuloso como criador de novas funções! Então, é um indivíduo que consegue fazer coisas diferentes dos outros, porque sabe como que uma Estrutura funciona! Com os outros arquitetos que não sabem, não conseguem ir além da rotina que vê todo mundo fazer. Quer dizer, as idéias, para um arquiteto, são fundamentais! O Niemeyer tem muita idéia, mas ele não tem bom conhecimento de Estruturas. De modo que as idéias dele, para serem tornadas realidade, têm que sofrer um exame cuidadoso por parte de engenheiros. E, muitas vezes, os engenheiros têm que “quebrar a cabeça” para descobrirem uma maneira de como aquela estrutura vai funcionar! Quer dizer, o grande mérito não é do Niemeyer, é de quem conseguiu imaginar uma estrutura capaz de manter aquela forma em pé! Agora, o Niemeyer não tem essa capacidade! Ele não foi treinado, não fez esforço para pensar como é que uma Estrutura funciona. Ele tem uma capacidade criativa enorme de imaginar formas diferentes, mas não formas estruturais diferentes! Ele é um artista plástico! É um artista plástico que tem muita experiência, tem muita vivência, já fez muita coisa, tem cem anos de vida, sem anos de atividade intensa. Quer dizer, não é um “indivíduo qualquer”, que vai projetar qualquer “bobagem”! Mas ele não é capaz de criar uma forma diferente de funcionamento!

RS: Ao longo, então, da história da Engenharia e da Arquitetura, quais profissionais o senhor destaca que tenham essa capacidade de bem relacionar Arquitetura e Estrutura?

AV: Eu conheço muitos arquitetos, conheço muitos engenheiros. Entre os arquitetos que eu conheço, existe um que eu acho que é superior a qualquer outro engenheiro que eu já vi na vida! E que não fez curso de Engenharia, mas é capaz de ver o “negócio” funcionando e saber como fazer aquilo funcionar. Eu já citei até esse “elemento” nos meus livros. É um indivíduo que não tem a formação do engenheiro, mas que, pela sua atividade profissional, era curioso em saber como poderia resolver certos problemas e utilizou essa sua capacidade nas obras que realizou. Quer dizer, é um indivíduo que sabia e ele até me corrigia! Quando eu achava uma determinada área, ele olhava aquilo, ficava pensando durante algum tempo e dizia: “Não! Essa área pode ser um pouco diminuída! Eu fiz uns ‘calculozinhos’ e achei que 80% dessa área já seria suficiente”.

RS: *Quem era?*

AV: René Mathieu²². É um arquiteto de Curitiba. Eu já vi coisas maravilhosas feitas por ele! Tudo na base da intuição! Ele compreendia como é que uma Estrutura estava realmente funcionando. Então tirava partido disso. Muitos engenheiros que têm criações, têm idéias fantásticas, são orientados por essa capacidade de raciocínio! De ver como é que a Estrutura está funcionando. O indivíduo vê como é que a Estrutura vai se deformar, onde é que a deformação é maior, onde é que a deformação é menor, a Estrutura vai responder à solicitação desta maneira e não daquela... Quer dizer, não adianta reforçar um ponto ali, se não é naquele ponto que a Estrutura vai romper, ela vai romper aqui. Reforçar lá não adianta nada! Então, essa capacidade da pessoa perceber como é que a Estrutura funciona, eu acho que é fundamental para um arquiteto!

RS: *Em termos de recursos didáticos, como que essa capacidade pode ser desenvolvida?*

AV: Pois é... Por isso que eu acho que o ensino da Arquitetura não está muito adequado para que o arquiteto venha a pensar em termos de Estrutura. O Niemeyer não pensa em Estruturas! “É uma pena”! Eu tive vários contatos com o Niemeyer e senti que ele não tem nem idéia de como a Estrutura está funcionando! Não tem idéia! Não é: “Acho que a Estrutura funciona assim”. Não, ele não acha! Ele nem pensa! Para ele, o que vale é a forma, é a escultura, é o desenho! Como poderia se ensinar? Eu não sei! Eu não sei dizer. Eu acho que demandaria muito mais tempo do que o curso para fazer o indivíduo “sentir” as deformações. Então, eu acho que tinha que ser através de modelos, modelos que se deformam com muito maior intensidade do que as Estruturas. Porque você não vê uma Estrutura se deformando! Quando a Estrutura está deformando, ela já está imprestável! Se você percebeu que a Estrutura deformou demais, ela já está imprestável! A Estrutura não pode deformar a ponto de você: “Ah! Está embarrigada!”. Já não está boa. Quer dizer, para o arquiteto ter essa noção, ele precisa ver essa Estrutura mais deformada do que ela realmente vai estar, como se ela fosse feita por um material plástico e não de concreto ou aço. Porque ela vai deformar para a gente ver a deformação! Como fazer isso? Tem que fazer a Estrutura com um material diferente! Então, mostrar para o indivíduo: se for de concreto, essa estrutura vai ficar assim e vai deformar assim... Faça essa estrutura de plástico, e vai deformar de outro jeito. O indivíduo: “Ah! Agora eu vejo!”. Mas a de concreto deformou também, mas você não viu.

RS: *Além dos modelos, o senhor acredita que manuseando os materiais, fazendo experiências com alguns sistemas construtivos, alguns sistemas estruturais, seja também possível desenvolver essa capacidade?*

AV: Acho que não, tenho a impressão que não. Ele precisa “sentir na pele” essas deformações. Ou então através de modelos. Por exemplo, o estudo da fotoelasticidade eu acho maravilhoso! Porque, através daquelas franjas de interferência, você “sente” onde é que um material está mais solicitado e onde é que está menos. Então, através das experiências desses modelos – que eu fiz muitos –, você vê:

²² René Marie Felix Mathieu (nascido em 1927) formou-se em Arquitetura pela École Nationale Supérieure des Beaux Arts. Desenvolveu trabalhos em concreto armado e protendido, criando sistemas de pré-fabricação. Associando-se ao engenheiro Felipe Arns, fundou a Construtora Marna. Como subsidiária da Marna, no Brasil, foi constituída a fábrica PROTENSA, dedicada à produção de peças protendidas de fio aderente. Como exemplos de suas contribuições, podem ser citados: o uso de macacos hidráulicos (no lugar de controle humano) para realizar protensão; e o desenvolvimento de fôrmas de concreto para a fabricação de vigas padronizadas de pontes. Cf. VASCONCELOS, 2002. p. 95-96.

“Onde é que essa Estrutura está mais solicitada... Vai começar a romper onde”... Então você percebe imediatamente: “É por falta de aderência? Excesso de tração? Excesso de compressão? O que é?”. Você vê pelas franjas de interferência, que se acumulam em determinados pontos: onde aparecem muitas franjas, uma ao lado da outra – é como um terreno muito íngreme que você vê a curva de nível uma ao lado da outra, “juntinho” –, é onde está sendo mais solicitado. Agora, existem pessoas que dão aulas e que conseguem transmitir isso. Mas são muito raras! Os professores que conseguem transmitir isso através da matemática estão certos que estão dando uma aula perfeita! Eu fui assistente do Telêmaco van Langendonck. Ele era um gênio da matemática! Ele era um “fulano” fabuloso e tinha um conhecimento profundo. Raras pessoas teriam um conhecimento maior que o dele, mas ele era incapaz de ver uma Estrutura se deformando. Ele tinha que ter a fórmula no meio para saber como é que a Estrutura se deformava!

RS: *E, no caso da Arquitetura, ocorre o contrário: os arquitetos precisam visualizar como que aquilo está acontecendo...*

AV: É o contrário. Ele dava aula na Arquitetura e eu era totalmente contrário à maneira dele explicar o assunto! Na hora de dizer alguma coisa, eu falava: “Ele não fala isso! Ele não diz! Está na hora de dizer isso!”.

RS: *O senhor chegou a discutir isso com ele?*

AV: Não, ele era irredutível! Não aceitava. Ele achava que o modo dele fazer era o mais correto.

RS: *Então quando o senhor foi dar aula, assumindo uma cadeira sozinho, colocou em prática um novo método?*

AV: Sim, eu tentava mostrar essas coisas. Mas não é fácil! Tem o tratamento do programa, tem que cumprir aquele programa que é “apertado”! Se você começar devagar, não dá nem a metade do assunto! Então fica difícil.

RS: *A própria Estrutura do curso não permite.*

AV: Teria que mudar a Estrutura do curso para poder fazer prevalecer isso. A estrutura do curso tinha que estar diretamente ligada com a possibilidade do aprendizado. Eu acho que certas coisas do aprendizado poderiam ser removidas, sem prejuízo, em benefício de outras coisas. O aluno vai sentir muito mais um ensinamento desses do que de outra forma.

RS: *Como, por exemplo?*

AV: Quer ver um exemplo? Deformação lenta do concreto. O concreto se deforma de imediato, mas essa deformação que ele recebeu agora, no ato, quando você mantém a carga, essa deformação vai continuar. E, daqui a 20 anos, esse concreto está continuando a se deformar em consequência daquela solicitação que ele recebeu na juventude. Quando era um concreto “novinho” ainda! Então, mais tarde, a repercussão dessa deformação vai ser consequência daquilo que ele recebeu com 2, 3 dias de idade. A gente fala o seguinte: uma criança recebe um castigo, recebe um “tapa” de um pai, porque ela fez uma coisa errada. Dali a 20 anos ela vai se lembrar daquele “tapa” e vai dizer que aquilo doeu muito, que foi um castigo muito severo! Que ela sofreu muito com aquele “tapa” que o pai lhe deu! Mas, se esse tapa lhe for dado com 20 anos, ela vai esquecer! Quando tiver 40 anos, nem sabe que levou aquele “tapa”! Então, a influência daquele “tapa” é muito maior quando ela recebe em tenra idade! A deformação lenta que um concreto vai receber vai ter repercussão na data em que ele recebeu aquela deformação. Se ele recebeu uma carga muito grande aos 2 dias de idade, por exemplo, uma peça protendida: os macacos foram na obra e protenderam a peça, porque a resistência do concreto já estava boa. O concreto tinha só 2 dias de idade, mas a resistência já era suficiente para agüentar aquele “tranco”. Então, o macaco foi na obra e protendeu os cabos. Se um indivíduo esperar 10 dias: “Eu vou esperar 10 dias e, com segurança, vou aplicar uma carga aos 10 dias de idade”. Quando o concreto tiver 20 anos, aquele que recebeu a protensão aos 2 dias, ainda está se deformando em consequência daquilo! Aquele que recebeu a protensão aos 10 dias praticamente não está se deformando mais. Muito pouco! Então, o concreto guarda, na memória, esta “ofensa” muito mais quando ela ocorre no começo da sua vida!

RS: *O senhor trazia as experiências da vida profissional para dentro da sala de aula? De que forma?*

AV: Bom, um colega meu dizia o seguinte: “Não adianta você tirar dúvida de quem não tem! As dúvidas que os alunos apresentam sempre, quando fazem um exame, quando fazem uma prova, são as seguintes...”. Ele anotava todas as dúvidas. E, quando ele dava aula, queria esclarecer aquelas dúvidas. Os rapazes diziam: “Não sei porque o senhor está explicando isso!”. Então não adianta tirar dúvida de quem não tem! Ele tem que ter tido a dúvida antes! Eu vou contar outro fato: na obra da Cidade Universitária²³, tinha uma obra de uma cobertura protendida, formada por quatro parabolóides hiperbólicos. O mestre da construtora, um italiano de 50 anos, nunca tinha feito concreto protendido na vida! E eu fui contratado para dar consultoria nessa obra, já dava aula no Mackenzie. Então, o mestre era pouco instruído e disse que nunca tinha estudado e eu procurei dar explicação sobre o concreto protendido. Você percebia que ele estava atento! Porque depois trazia dúvidas: “Mas será que não desaparece isso?”. Quer dizer, eu gostaria que um aluno do Mackenzie tivesse essa dúvida, porque mostra que ele tinha entendido tudo! Então é preciso ter alguma vivência de obra para ter dúvida. O “fulano” da obra entendeu, porque ele tinha um certo nível de conhecimento que é preciso para entender outros conhecimentos. Se você me explicasse sobre quartz, prósiton, eu não ia entender nada! É preciso ter algum cabedal para entender certas informações!

RS: *Então o ensino seria mais proveitoso se o aluno já tivesse uma certa vivência em obra?*

AV: Sim, seria muito bom. Por exemplo, quando eu me formei, fui chamado para fiscalizar a Igreja Vila Clementina²⁴, na Rua Borges Lagoa, mas eu não sabia o que olhar! Nem sei como está hoje! Se você vai em um desfile de modas, tem que entender aquilo para julgar. Se não, não adianta nada! Você realmente só aprende depois de errar. Os erros que a gente comete são os nossos melhores professores!

²³ Referência às obras da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira que sedia a Universidade de São Paulo (USP).

²⁴ Referência à Igreja de São Francisco de Assis, localizada na rua Borges Lagoa, no bairro da Vila Clementino de São Paulo. A paróquia foi fundada em 1941, em prédio provisório de propriedade da Família Cruz. Já a nova igreja matriz foi construída entre 1948 e 1957. Ver: <<http://www.franciscanos.org.br/vilaclementino/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

ANEXO F – ENTREVISTA COM JOÃO DEL NERO

BIOGRAFIA

João Antonio Del Nero é engenheiro civil, graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) em 1956 e mestre pela mesma instituição em 1971. Lecionou na Universidade Mackenzie em 1958. Entre 1964 e 1971, foi professor assistente da cadeira de Concreto Armado e Protendido, coordenada por Nilo Andrade do Amaral, também na Escola Politécnica. Entre 1972 e 1983, por sua vez, assumiu o função de professor assistente da cadeira de Pontes e Grandes Estruturas. Já a partir de 1983 até sua aposentadoria (2004), lecionou Sistemas Estruturais na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Atualmente exerce o cargo de vice-presidente de Ética e de Proteção à Consultoria do Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco), entidade que presidiu entre 1998 e 1999. É presidente executivo da Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S. A. desde 1982, empresa da qual foi estagiário e se tornou sócio em 1957.

Entrevista realizada no dia 15 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para contextualizar a contribuição profissional do senhor, gostaria primeiro que o senhor relatasse como foi o período de sua formação superior, principalmente sobre como era o ensino de Estruturas naquela época.*

João del Nero (JDN): Olha, na Politécnica¹, o ensino de Estrutura para a Engenharia Civil foi sempre muito forte. Tinha 2 anos, um de Resistência no terceiro ano, outro de Estabilidade da Construção no quarto e tinha, no quarto e quinto anos, Concreto Armado e Protendido. E tinha também disciplinas de Estruturas de aço. O concreto armado foi muito importante para o desenvolvimento da Engenharia Civil no Brasil e, posteriormente, da Arquitetura Moderna. O primeiro marco, como você sabe, foi o projeto do edifício do Ministério da Educação, no Rio de Janeiro, nos anos 40, mas a grande história do avanço das estruturas de concreto no Brasil foi em 1935, no projeto e construção da ponte sobre o rio do Peixe em Herval, Santa Catarina. Também em 39, eu creio que era de 20 andares, foi construído, no Rio de Janeiro, o edifício do Jornal “O Dia”, também em concreto armado². E o que aconteceu? Nas nossas escolas – a Politécnica foi fundada em 1894, a Politécnica de São Paulo –, havia professores de vários países da Europa. Então, o conceito, o conhecimento teórico, os engenheiros tinham! Desde o fim do século e começo do século XX, quando foi desenvolvido o concreto armado. O concreto armado teve grande impulso na primeira década do século XX, com trabalhos importantes na Alemanha e em toda a Europa. Havia o conhecimento teórico do projeto de Estruturas. O cimento é um dos produtos mais fáceis de ser industrializado. A ocorrência de calcário, de britas, pedras para concreto é muito abundante no Brasil. Então começaram grandes construções em concreto armado. Essa ponte foi recorde mundial durante 4 anos em viga de concreto! E também o método construtivo foi utilizado mais tarde no concreto protendido: o método dos balanços sucessivos. Por exemplo, a Imigrantes 2³ foi feita por esse método. Porque esse rio do Peixe era torrencial e variava muito rápido o nível. Os escoramentos, cimbramentos para fazer a ponte tinham ruído já mais de uma vez. Então esse engenheiro concebeu fazer a partir das margens em pequenos trechos. Para fazer o trecho seguinte havia uma estrutura auxiliar que segurava as fôrmas na frente e foi fazendo assim até fechar o vão. Teve também outros recordes em relação ao uso do concreto armado... Na ferrovia Mairinque-Santos⁴, feita também nos anos 30, do século passado. Foram feitas grandes pontes

¹ Referência à Escola Politécnica de São Paulo.

² Referência, na verdade, ao edifício do jornal “A Noite” (1928), no Rio de Janeiro, feito em concreto armado e que foi o primeiro arranha-céu da cidade.

³ Referência à pista descendente da Rodovia Imigrantes (1998-2002), cuja responsabilidade pelo projeto coube à empresa Figueiredo Ferraz. Ver: FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S. A. **Portfólio**. São Paulo: Figueiredo Ferraz, 2009. p. 16-17.

⁴ A Linha Mairinque-Santos da Estrada de Ferro Sorocabana é uma ferrovia brasileira que liga a cidade de Santos com a cidade de Mairinque, passando por Embu Guaçu e pela estação Evangelista de Souza. Sua construção iniciou-se em 1927 e foi concluída em 1937. Cf. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

ferroviárias, viadutos ferroviários, em concreto armado. Havia o conceito que o concreto armado não podia ser empregado em pontes ferroviárias, porque, com a trepidação do trem, as pessoas acreditavam que o aço se descolaria do concreto, a aderência seria vencida. Então, sem aderência, duraria pouco tempo. Mas essas obras foram feitas e estão até hoje servindo aqui ao estado de São Paulo na ferrovia Mairinque-Santos! E continua esse avanço... O Brasil tem alguns recordes de pontes de grandes vãos em concreto protendido. Tem aquele edifício que você conhece do MASP, que nós projetamos com a Lina Bo Bardi – a arquiteta preciosa que fez – que foi o maior vão em concreto protendido em edifício do mundo! Nós aqui projetamos pontes, duas pontes, com 220 metros de concreto protendido livre! Projetamos a primeira casca em concreto protendido do Brasil! Então, o concreto teve grande impulso aqui. Na Europa e nos Estados Unidos, você vê que as estruturas de aço é que predominaram, mesmo em edifícios. É que, no Brasil, a Revolução Industrial atrasou 100 anos! Infelizmente aconteceu isso... Porque a primeira indústria que produzia aço no Brasil, a CSN, foi fundada logo no fim da Segunda Guerra, em 1944-45. Mas o concreto, pela facilidade de você moldar a peça, com o volume, a forma que você deseja, deu um grande avanço na Arquitetura Moderna! A Arquitetura Moderna, no Brasil, foi um marco. Muitos acreditam que o Brasil regrediu, “né”?! Porque a Arquitetura Moderna, no Brasil, foi reconhecida em todo o mundo! E hoje a qualidade da Arquitetura é ainda muito discutida no Brasil. Houve uma regressão...

RS: *Então era ensinado sobretudo concreto nos cursos de Estruturas?*

JDN: É, concreto. A minha experiência foi em concreto, mas nós conhecemos estruturas de madeira e estruturas de aço. Aqui, na nossa empresa⁵... Estrutura é estrutura! Embora nós tenhamos feito grandes vãos em concreto armado, nós fizemos também em aço. Olha, essa ponte, no rio Orinoco, é em estrutura de aço⁶. Nós ganhamos um prêmio por criatividade... Ela foi feita no Brasil e montada na obra. O rio Orinoco é o terceiro rio mais caudaloso do mundo! Para cada possibilidade de Estrutura existe um caminho. Nós fizemos a estrutura em aço do Edifício do aço da Cosipa⁷! Não sei se você conhece esse edifício, mas o arquiteto era Botti Rubin e ele ganhou prêmio de Arquitetura pelo edifício. Valorizou muito na premiação o trabalho nosso de Estruturas! Venha ver onde é⁸... Esse edifício é interessante... Ele saiu bonito, mas tinha sido aprovado mais alto! Depois a Aeronáutica reduziu. Tinha sido aprovado pela Aeronáutica. É porque aqui atrás está o aeroporto de Congonhas. Aqui são treliças de aço e o edifício é suspenso. Em toda a volta são treliças de aço tubular e o edifício é suspenso. A caixa de elevador e a escada são de concreto. Isso dá rigidez, estabilidade lateral ao vento, para o edifício não tombar. É uma solução bastante interessante e tem sido muito usada.

RS: *Entre essas várias obras que o senhor ajudou a projetar, quais delas que considera um marco na sua carreira?*

JDN: Olha, em colaboração, foram as duas Imigrantes, sem dúvida! Agora, pessoalmente, a gente desenvolveu um conceito para recuperar a ponte do lago Paranoá, em Brasília. Essa ponte foi feita a partir de um desenho do Niemeyer que dizia: “O maior vão em concreto protendido do mundo é a ponte de Düsseldorf, na Alemanha, com 208 metros de vão. Então, se for feito com 220, vai ser recorde mundial!”. Essa obra parou no início da construção por sérios problemas construtivos. Para fechar o vão, tinha que caminhar, cada lado, 110 metros e parou em 30, 35 metros cada lado! Porque não se conseguia realizar a protensão... E estava lá abandonada, há um ano e meio, com muitas trincas.

PRESERVAÇÃO RODOVIÁRIA. Surge a Locomotiva. Disponível em: <<http://www.abpfsp.com.br/ferrovias.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁵ Figueiredo Ferraz – Consultoria e Engenharia de Projeto S.A., fundada em 1941 e da qual João Del Nero é presidente executivo.

⁶ Referência à Segunda Ponte Rodoferroviária sobre o Rio Orinoco (2001-2006), na Venezuela, com 3200 metros de extensão, feita em estrutura estaiada. Cf. FIGUEIREDO FERRAZ, op. cit, p. 8.

⁷ Referência ao Centro Empresarial do Aço, situado no bairro do Jabaquara, na Zona Sul de São Paulo e construído em 1992. O projeto arquitetônico, de 1989, foi concebido em conjunto pelo escritório Botti Rubin Arquitetos e pelo arquiteto João Walter Toscano. Ver: BOTTI E RUBIN ARQUITETOS. Centro Empresarial do Aço. Disponível em: <<http://www.bottirubin.com.br/2009/pt.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁸ Aponta localização do edifício a partir do escritório na sede da Figueiredo Ferraz e indica treliças na foto do edifício, presente no portfólio da empresa.

E nós fizemos um estudo de livre iniciativa, levamos para o governo, o governo aceitou, achou que era a solução e foi construída. A gente ganhou um prêmio de criatividade da Rhodia. Então essa obra foi muito importante. Mas eu digo também e dizia para meus alunos da Arquitetura – porque eu dava aula de Estruturas para arquitetos...

RS: *Na FAU⁹?*

JDN: Na FAU. Eu era do Departamento de Estruturas e Fundações da Poli, mas eu fui ensinar na Arquitetura, junto com o Aluizio Margarido¹⁰, na FAU, nos meus últimos anos, por iniciativa própria. Porque eu tenho orgulho de ter sido aluno do Artigas¹¹, na Politécnica – ele deu aula de Urbanismo na Politécnica. E eu fiz também um curso de pós-graduação de Urbanismo e Planejamento Urbano e Territorial, com o Anhaia Mello¹² depois de formado. E aprendi muito Arquitetura com muitos arquitetos que eu tive a honra e o prazer de trabalhar. Com o Gasperini, com o Aflalo, com o Croce... Também fizemos um trabalho bonito para... Como é que ele chamava? Depois eu lembro o nome... Mas eu tive muitas chances de trabalhar com arquitetos. Esse prédio aqui que era o Hospital-Escola¹³ – e depois a Santa Casa não conseguiu ficar com o prédio e vendeu.

RS: *Qual era então a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia na época de formação do senhor?*

JDN: Olha, no meu trabalho, como engenheiro, sempre houve um respeito muito grande entre os arquitetos e os engenheiros. Como os arquitetos que se formavam na época eram todos seguidores da Arquitetura Moderna e davam muito valor ao concreto armado, na concepção, a gente ajudava muito a formular soluções estruturais. Eu posso dizer para você que os arquitetos de maior projeção dominavam Estruturas, sabiam como usar uma Estrutura. As alternativas, o dimensionamento, desses arquitetos de melhor nível, eram frutos de uma colaboração muito boa. Agora, os outros arquitetos que não tinham tanta experiência às vezes queriam projetar com dimensões que não eram compatíveis com a resistência do concreto armado ou do concreto protendido. O concreto protendido permitiu reduzir as dimensões e vencer vãos maiores. Mas sempre foi alguma “coisa” amiga, uma colaboração, assim, instrutiva dos dois lados! E no ensino da Arquitetura também! Porque era dado pelo Margarido – eu também ajudei muito – conceito de diferentes estruturas: de uma cobertura em casca, de uma cobertura em grelha, de uma cobertura em vigas protendidas, uso de pré-fabricados...

RS: *E como eram trabalhados os conceitos?*

JDN: A maior dificuldade era ensinar a vocês, arquitetos, dentro de uma escolha que vocês tivessem feito, o pré-dimensionamento! Dimensões próximas da realidade de vigas, de pilares, de concreto armado. Em construções usais, é mais comum o uso do concreto armado. Mas o concreto protendido também usou muito! Não sei se você conhece outro prédio aqui, que eu acho que seria muito legal

⁹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP).

¹⁰ Aluizio Fontana Margarido (entrevistado anteriormente – Cf. ANEXO B).

¹¹ João Batista Vilanova Artigas (1915-1985) foi um arquiteto brasileiro, cuja obra é associada ao movimento moderno arquitetônico conhecido como “Escola Paulista”. Professor da Escola Politécnica, Artigas fez parte do grupo de docentes que deu origem à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), tendo sido responsável, junto ao arquiteto Carlos Cascaldi, pelo projeto da nova sede da Faculdade. Cf. ARTIGAS, J.B.V. **A função social do arquiteto**. São Paulo: Nobel, 1989.

¹² Luís Inácio de Anhaia Mello (1891-1974) foi professor universitário e político brasileiro. Exerceu o cargo de prefeito da cidade de São Paulo entre 1930 e 1931. Professor emérito da Escola Politécnica, Anhaia Mello foi um dos fundadores da FAUUSP. Sobre Anhaia Mello, ver: ARASAWA, C. H. **A árvore do urbanismo de Luiz de Anhaia Mello**. 2000. Dissertação (Mestrado em Sociologia Urbana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

¹³ Referência ao Fórum Criminal de São Paulo Mário Guimarães, na Barra Funda, presente no portfólio da empresa. Foi projetado por Fábio Penteado (1929), no final da década de sessenta, para abrigar o Hospital-Escola Júlio de Mesquita Filho, da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Cf. NOVO Fórum Criminal. **PINI**, 02 ago. 1999. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/novo-forum-criminal-85830-1.asp>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

você conhecer... Que é o Centro Empresarial de São Paulo¹⁴. Esse prédio foi feito há mais de 25 anos e você entra lá e pensa que foi feito na semana passada! De tão atual que é! O conceito de escritório era muito moderno de vãos livres. Foram projetados pilares a cada 15 metros, o afastamento dos pilares era de 15 metros. O primeiro piso foi de concreto protendido! Então, conseguiu afastar mais os pilares e, usando o protendido, não encarecer a Estrutura. E também, como era um conjunto grande, num lugar um pouquinho mais afastado, o piso de baixo é praticamente um shopping! Tinha lugares para almoçar, para compras diárias, farmácia... Não era um grande shopping, “né”?! Então, o que teria esse prédio de moderno? Escritórios panorâmicos, com grandes vãos, feito numa época interessante e parece que é um estudo moderno. Porque cada vez mais os escritórios panorâmicos são usados. Eu não sei se você visitou os últimos escritórios daqui, porque lá o nosso escritório é panorâmico – que é a área de produção nos dois últimos andares... Todo mundo trabalha junto, com seu computador. E esse prédio foi pioneiro. No Conjunto Cecap¹⁵ eu fui diretor de Engenharia. É um projeto de construções de três, quatro andares, que fica perto do Aeroporto de Guarulhos. Os arquitetos eram o Artigas, o Paulo Mendes da Rocha¹⁶ e o Fábio Penteadó¹⁷.

RS: *São esses os arquitetos que o senhor considera que tinham um domínio maior de Concepção Estrutural?*

JDN: Bom, o primeiro que eu considero mesmo foi casado com a minha irmã, que é o Carlos Millan¹⁸. Não sei se você conheceu o Carlos Millan, mas tem um prêmio permanente do IAB com o nome dele. Mas ele e minha irmã morreram muito cedo num acidente de carro. Ele era considerado o arquiteto mais promissor da era! Eu estava já no primeiro ano da Politécnica quando minha irmã e ele começaram a namorar... Ele tinha um domínio muito grande de Estruturas de concreto armado! Foi ele que me “pôs na cabeça” a seguir Engenharia Estrutural, quer dizer, Engenharia Civil com foco na Engenharia Estrutural – mas eu não me considero um engenheiro estrutural não! Eu sou um engenheiro que conhece todas as áreas da Engenharia Civil e trabalhei mais em Estruturas –. O Joaquim Guedes¹⁹ também... Não sei se você conheceu o Joaquim Guedes, que, infelizmente, morreu no ano passado. Eu fiz, em casa, dois projetos para ele que foram premiados! Um foi a casa do Cunha

¹⁴ O Centro Empresarial de São Paulo, projetado por João Henrique Rocha, foi inaugurado oficialmente em 15 de abril de 1977. Com cinco blocos concluídos (A, B, C, D e G), o condomínio recebeu as primeiras empresas no ano de sua inauguração. Cf. CENTRO EMPRESARIAL DE SÃO PAULO. História. Disponível em: <<http://www.centroempresarial.com.br/pt-br/o-complexo/historia.asp>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

¹⁵ Projetado por João Batista Vilanova Artigas (1915-1985), Fábio Penteadó (1929) e Paulo Mendes da Rocha (1928), o Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães Prado, em Guarulhos, São Paulo, foi encomendado, em 1967, pela Cecap (Caixa Estadual de Casas para o Povo), para funcionar como modelo de política estadual. Cf. FOLZ, R. R. **Mobiliário na habitação popular**: discussões de alternativas para melhoria da habitabilidade. São Carlos: RiMa, 2003.

¹⁶ Paulo Archias Mendes da Rocha (1928) é um arquiteto e urbanista brasileiro. Formou-se pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo em 1954. Em 2006, recebeu o Prêmio Pritzker, pelo projeto do Museu Brasileiro da Escultura (MuBE) em São Paulo. Sobre Paulo Mendes, ver: SEGAWA, H. M. **Paulo Mendes da Rocha**. Barcelona: Col·legi D'Arquitectes de Catalunya Y Actar, 1996.

¹⁷ Fábio Moura Penteadó (1929) formou-se em 1953, na Faculdade de Arquitetura Mackenzie. Entre seus principais trabalhos em Arquitetura estão: o Centro de Convivência Cultural de Campinas (1967) e o Hospital-Escola da Santa Casa de Misericórdia (1968), transformado há poucos anos em Fórum Criminal de São Paulo. Cf. MELENDEZ, A.; SERAPIÃO, F. Como paisagem urbana, São Paulo é de uma tristeza absoluta: entrevista com Fábio Penteadó. **PROJETO DESIGN**, n. 290, abri. 2004. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/fabio-penteadó-como-paisagem-22-04-2004.html>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁸ Carlos Barjas Millan (1927-1964) formou-se, em 1951, pela Faculdade de Arquitetura Mackenzie. Em 1957, foi convidado a dar aulas na cadeira de Composição Arquitetônica na Faculdade de Arquitetura Mackenzie e, em 1958, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Ainda estudante abriu seu próprio escritório. Era casado com Ana Tereza Del Nero – irmã de João Del Nero. Sobre Millan, ver: FAGGIN, C. A. M. **Carlos Millan**: itinerário profissional de um arquiteto paulista. 1992. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

¹⁹ Joaquim Manoel Guedes Sobrinho (1932-2008) foi um arquiteto brasileiro, graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo em 1954. De 1955 até sua morte, teve seu próprio escritório em São Paulo. Sobre Joaquim Guedes, ver: CAMARGO, M. J. **Joaquim Guedes**. São Paulo: Cosac & Naify, 2000.

Lima²⁰, que tem em livros que falam sobre a obra dele e outro foi o projeto de Estruturas da casa da minha irmã e do meu cunhado que eram colegas de turma, a casa ambulante²¹. Era em Butantã... Então eu tive a oportunidade de trabalhar com muitos arquitetos! Havia uma colaboração intensa, grande e a gente sempre aprendia bastante!

RS: *No caso do trabalho do senhor com o Joaquim Guedes, vocês trabalhavam juntos desde a concepção? Como era?*

JDN: O Guedes foi estagiário do Carlos Millan. Foi lá que eu o conheci, quando eles estavam fazendo o plano diretor de Brasília – porque eles fizeram isso também e fizeram bem, já que previram lugar para ter o metrô. Depois, como ele sabia que eu trabalhava aqui e serviços que eram muito pequenos para o escritório eu podia fazer em casa, eles me deram o trabalho! O projeto foi interessante, porque a Casa do Landi, que é junto... Como é que chama? A casa dos bandeirantes! É ao lado da casa dos bandeirantes! Ele tinha aproveitado uma depressão no terreno, um “buracão” que tinha, para embutir um pedaço da casa lá. Eu falei para ele: “Olha, não dá! O rio Pinheiros enchendo, não dá.”. Mas ele: “Dá! Aqui já teve algo assim...”. Começou a fazer, veio uma cheia e inundou tudo! Aí ele mudou o projeto. Então, eu também dei uma opinião sob o ponto de vista de cheias, de drenagem... Que é muito importante! Vocês, arquitetos, devem conhecer o mínimo disso! Fazer uma casa que vai ficar úmida a vida inteira não dá, “né”? E depois houve uma interação! Eu sentava junto com ele, o projeto dele estava esboçado, com a Estrutura concebida. “Daí”, na hora, eu dimensionava com régua de cálculo e ele fazia sugestões: “Puxa! Vamos estreitar mais a viga, aumentar a altura! Vai ficar bonito!”. Eu dizia: “Está certo. Então vamos e tal...”. Havia uma interação! Até que resultou numa Estrutura que o arquiteto, com a visão espacial que ele tem, achou que era a Estrutura para aquela casa! E foi! A minha irmã depois proibiu gente de visitar, porque ela não agüentava mais gente lá! Infelizmente o meu cunhado – que foi meu colega de turma e chegou até a ser diretor da Poli – faleceu faz quatro anos. Coisas da vida! Ele preferiu trabalhar intensamente e morrer antes. Mais de uma vez falei isso com ele – porque ele tinha já duas pontes de safena – e mais de uma vez ele me respondeu isso.

RS: *Na época de sua formação, o senhor comenta que havia duas principais escolas de Estruturas: a do professor Ferraz, em São Paulo, e a do professor Noronha²², no Rio de Janeiro.*

JDN: É, diziam isso nos anos 50, 60.

RS: *Quais eram as diferenças e as aproximações entre elas?*

JDN: Olha, o professor Noronha foi colega do professor Ferraz na Escola de Engenharia Militar, o IME. O IME tem uma escola de Engenharia que forma a maior parte de engenheiros que atuam nas forças armadas, mas também engenheiros da livre iniciativa. É uma escola de muito bom nível! Isso daí ficou patente para mim quando a Petrobrás convidou e deu aos dois escritórios, com notória especialidade,

²⁰ Residência Cunha Lima (1958), primeira obra em que Joaquim Guedes aplicou o concreto armado. Com terreno em forte declive, a casa resolve-se em um volume isolado e distribuído verticalmente em quatro níveis, dois acima e dois abaixo da rua. Sua estrutura apresenta um formato de “árvore”, com apenas quatro colunas internalizadas que, quando necessário, utilizam braços de apoios inclinados para sustentar os maiores balanços das sucessivas lajes. Cf. BELLEZA, G. Joaquim Guedes, arquiteto. **Revista AU**, São Paulo, n. 174, p. 74-79, set. 2008.

²¹ Referência à residência Francisco Landi (1965), construída em tijolo cerâmico e estrutura em pórticos de concreto aparentes, com cobertura em telha ondulada de fibrocimento. Recebeu o 1º Prêmio Governador do Estado no 17º Salão Paulista de Arte Moderna, em 1968. A residência era destinada a Francisco Romeu Landi (1933-2004) – engenheiro civil doutorado pela Universidade de São Paulo e professor titular da instituição, foi presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Marísia Del Nero Landi – irmã de João Del Nero. Cf. *Ibid.*, p. 78.

²² Antônio Alves de Noronha (1904-1961), engenheiro civil. Em 1927, foi responsável pelo projeto da estrutura de concreto da sede da Companhia Mecânica Importadora de São Paulo, que foi considerada a maior obra de concreto da época. Noronha tornou-se professor de várias áreas e projetou a estrutura de diversos prédios, como: a cúpula do Hotel Quitandinha, em Petrópolis; o Estádio do Maracanã; e a ponte do Rio das Antas no Rio Grande do Sul. Fundou, em 1932, a Noronha Engenharia S.A. Cf. DIAS, C. C. Antônio Alves de Noronha: um símbolo da engenharia brasileira. **Revista do CEPI**, Teresina. Disponível em: <http://www.portalaz.com.br/noticias/cidades/93542_engenheiro_divulga_a_2_edicao_da_revista_cepi.html>. Acesso em: 04 fev. 2010.

trabalhos grandes para projeto de plataforma *offshore*. Esses projetos eram feito “no estrangeiro” e a Petrobrás nos escolheu para nacionalizar o projeto, para não depender de nenhuma tecnologia. Nós trabalhamos 14 anos seguidos e, em 2 anos, estava 100% nacionalizado o projeto! E eu vim a saber que nos escolheram por causa de nossas qualificações em Estruturas e Fundações. Essas plataformas fixas de petróleo são projetos bastante avançados e nós tivemos que planejar programas e critérios compatíveis com a indústria aeronáutica! Porque havia necessidade de reduzir peso. Então, eram programas muito avançados de Engenharia ligados a Estruturas de aço. Aliás, esse Edifício do Aço que eu te mostrei foi usando esses programas que nós fizemos. Escolheram a gente em São Paulo e nós demos continuidade. Tanto que trabalhamos praticamente 14 anos. A Noronha trabalhou pouco, acho que não se interessou muito... Porque, no começo, a Petrobrás tinha pensado em plataformas de concreto, mas depois diminuiu o prazo e nós já éramos muito desenvolvidos em aço! O nosso escritório tem uma tradição fantástica em estruturas de aço! Também para esse arquiteto nós fizemos uma estação, que é na Marginal Pinheiros de aço²³. Como era o nome dele? Ele era professor da FAU... Foi o Margarido que o convenceu a usar aço. Isso acho que foi em 85, antes da queda do muro de Berlim. Vou te explicar porque tenho essa referência: ele ganhou na antiga União Soviética, na Rússia, o prêmio pela estação de aço mais contemporânea da época! É o Toscano, ele trabalha aqui com a gente.

RS: *E por que a escolha pelo aço no lugar do concreto?*

JDN: Eu acho que vocês, arquitetos, deviam pensar sempre que, quando tem grandes vãos de cobertura, Estrutura de aço é melhor! Porque é mais resistente e tem menos peso! Não tem sentido fazer um grande vão colocando o concreto que tem peso grande... Tem que ter dimensões compatíveis. Então, essa Estrutura ficou um pórtico, como você vê, vence o vão da estação. Aqui é o aço córtex que não precisa pintar... O aço consegue vencer grandes vãos com pouco peso. Então, para coberturas, sempre é uma solução interessante! Quando predomina a cobertura, como é nessa estação!

RS: *O senhor considera que a formação recebida durante a faculdade foi suficiente para o exercício da profissão ou também foi necessário aprender com a prática?*

JDN: Olha, nós tivemos, na Politécnica, grandes professores! O Telêmaco van Langendonck que era professor de Resistência e Estabilidade para Engenharia Civil. Quando a gente passava no quarto ano, eu, pelo menos, já me sentia engenheiro. Então a gente teve uma base muito sólida! Como eu encaminhei para a Estrutura, vim estagiar aqui junto com o Castanho²⁴, com a diferença de uma semana. E o estágio foi muito produtivo! O professor Ferraz nos dava um livro para estudar e dizia: “Faça essa Estrutura aí e tal...”. Supervisionava um pouco. Então, algumas coisas que eu fiz como estudante, vou te dizer que foram realmente um “ato de coragem”! E de confiança também de que a gente era capaz de fazer... Eu acho que o estágio é uma coisa importante! Na Politécnica, os alunos tinham 44 horas de aula por semana! Então era difícil fazer estágio. Mas, naquela época, as aulas teóricas não eram obrigatórias. Aí eu fazia o curso, assistindo metade das aulas teóricas. Mas eu te digo que, no quinto ano, quando fiz isso, foi o ano que eu me promovi mais facilmente, somente com os exames escritos. Exame escrito era uma coisa que existia antigamente... Para fazer exame escrito, que era no meio do ano e no final do ano, você tinha que ter aproveitamento acima de 7, nas provas práticas. E tinha que ter média no exame também de, no mínimo, 7. Se estivesse entre 5 e 7, tinha que fazer exame oral! Então, eram realmente barreiras, a gente precisava estudar bastante e estudávamos. Às vezes fazíamos o exame oral que era um exame em que o professor procurava saber se você sabia o suficiente para passar de ano... A gente considerava uma grande vitória! Mas o estágio é muito interessante! É importante que o profissional, seja de Arquitetura, seja de Engenharia, tenha uma boa intuição! A intuição simplifica muito o processo criativo! Se eu conheço todo tipo de Estrutura, opto por uma Estrutura metálica, como o Aluízio aconselhou nessa estação, ou por uma estrutura protendida se o vão é maior, ou estrutura de concreto armado... Às vezes os pilares que o arquiteto quer são

²³ Referência ao projeto da Estação do Largo 13 de Maio (1985), na Marginal Pinheiros, concebido por João Walter Toscano (1933). Toscano graduou-se na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em 1956, onde é professor doutor do Departamento de História da Arquitetura e Estética do Projeto. Cf. HIROYAMA, E. H. A afirmação do ofício. **Revista AU**, São Paulo, n. 162, p. 73-77, set. 2007.

²⁴ José Lourenço Braga de Almeida Castanho, entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO D.

insuficientes... Quando alguns arquitetos estavam aprendendo, no começo, a pergunta que mais se ouvia era se “isso passa”. Se essa dimensão “passa”: “Isso passa? Isso passa?”. E às vezes a pessoa não tinha o mínimo de experiência, porque dava dimensões que eram impossíveis fazer! Naquela solução, “né”?! Porque podiam achar outras soluções... Então o estágio é importante. A minha neta, arquiteta, no primeiro e segundo anos, quis estagiar aqui, na Figueiredo. E a diretoria do Mackenzie²⁵ permitiu, porque ela era novinha... E em que ela quis estagiar? Em *AutoCAD*. E aprendeu o *AutoCAD* como nunca! O que auxilia agora no desenvolvimento do aprendizado.

RS: *O senhor acha que o estágio é uma forma de desenvolver essa intuição?*

JDN: É uma forma, primeiro, de saber se você quer trabalhar naquela área ou não! Eu tive estagiários aqui, alunos do primeiro ano, que viram que não era projeto o que eles queriam fazer! Queriam obra! Não agüentavam ficar algumas horas dentro de um escritório... Queriam andar, se mexer, subir, fiscalizar obra! E depois é importante para complementar o que aprendeu de teoria. A escola tem que ter mais teoria que prática! Porque teoria você aprende é na escola... Quem não desenvolve teoria, depois não é capaz de estudar sozinho quando sair da faculdade! Então teoria é importante que se aprenda na escola! É a base! Depois para desenvolver a intuição, vem a prática profissional... Com a base, é fácil.

RS: *E quais outros recursos o senhor acredita que podem colaborar para desenvolver essa intuição, o conhecimento intuitivo das Estruturas?*

JDN: Analisando projetos excepcionais e tentando entrar nos conceitos desses projetos. Tentando verificar em revistas, em cortes, em “isso e aquilo”... Você vê um projeto de Arquitetura que, para você, é um impacto, que você gosta. Então tem que se perguntar porque gosta daquele projeto: por que é um projeto leve, está bem implantado, tem soluções criativas que não levam um grande custo? Eu dizia lá, para os meus alunos da FAU, que eu acho mais difícil projetar uma boa casa popular do que um palácio! Para o palácio, você tem todos os recursos disponíveis! Aqui, por exemplo, na ampliação do Aeroporto Santos Dumont²⁶, eu vou te mostrar uma coisa... Você verificou que é um projeto transparente, “né”?! Por que transparente? Porque o carioca acha que a melhor coisa de Niterói é a vista que eles têm do rio Niterói, que é bonito! Mas por ser transparente, ele teria uma carga muito forte de ar condicionado... Então, esse vidro teve que ser importado, porque isola a incidência do sol. Várias vezes que eu fui lá, procurei ver os níveis de sol, se era verdade e era mesmo! Não gastou tanto ar condicionado. Esse projeto foi difícil, porque aqui tem um edifício tombado que foi mantido... Ele serve também de desembarque quando o avião estaciona em ponto remoto – que é aquele fora das pontes de embarque. Então, em um palácio, você pode fazer uma Estrutura mais cara, pode importar vidros da Bélgica, “não sei o que” da França... Embora ache que no Brasil tem excelentes materiais de construção e sou contra fazer qualquer coisa desse tipo.

RS: *Além da experiência como estagiário, o senhor considera que experimentações construtivas e atividades em canteiros na faculdade são importantes?*

JDN: São também. Eu também fiscalizei muito projeto que a gente fez. Porque o engenheiro de Estruturas tem que conhecer muito de métodos construtivos! Porque não pode fazer um projeto que encareça a obra pelo método construtivo! Por muitos anos eu propus soluções de pontes e sempre voltadas a isso: ao método construtivo para vencer aquele vale, aquele rio, enfim, aquele acidente geográfico. Então construção é importante, como estagiar em construção. Aquilo que eu te disse: a tendência é ser construtor ou engenheiro de projeto? De toda modalidade de projeto: projeto hidráulico, de saneamento, de barragens, de Estruturas, elétrico...

²⁵ Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo.

²⁶ A empresa Figueiredo Ferraz realizou a elaboração de projetos executivos de engenharia para a ampliação do Terminal de Passageiros, do pátio de aeronaves, adequação do sistema viário e projeto para o Edifício Garagem nesse aeroporto, em 2005. Ver: FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S. A. **Portfólio**. São Paulo: Figueiredo Ferraz, 2009. p. 26.

RS: *Mas mesmo para um futuro engenheiro de projetos essa experiência prévia em construção seria importante?*

JDN: Olha, a finalidade do projeto é uma obra bem construída! Então, é importante! Se você faz um projeto teórico não adianta! Depois não consegue construir ou sai muito caro... São soluções que têm que ser equilibradas, do ponto de vista de valor do projeto, do valor de atender bem às necessidades daquele projeto – se é uma escola, se é um hospital, se é uma ponte, um túnel –, e também dentro dos menores custos possíveis! A segurança sempre é dada pelas normas que você deve seguir para fazer qualquer projeto.

RS: *Não é só pensar no cálculo, é pensar também no processo de execução daquilo que está sendo projetado..*

JDN: Teve um engenheiro, italiano, dos anos 30, 40, que ele dizia, quando não tinha computador que “o cálculo é a mera verificação da intuição”²⁷. Eu vou te mostrar algumas coisas que esse cara fez sem computador... Ele fazia rendilhado! Esse hangar, olha, é de 1935, em estrutura geodésica! Veja bem! Tinha máquina mecânica para fazer conta, de multiplicar e dividir... Os alemães dinamitaram um pilar de um desses hangares aqui, ele caiu e a Estrutura de cima não quebrou! Então esse engenheiro dizia que “o cálculo é a mera verificação da intuição”. Hoje em dia, o computador faz muita coisa e a intuição está reduzida! Mas a gente, quando calculava, sabia, mais ou menos, as dimensões, as armaduras de aço que o concreto precisava. Então, se havia um erro, a gente logo percebia e recalculava. E, no computador, se errar um sinal e o sujeito não tiver intuição, prejudica a obra!

RS: *Já que o senhor tocou nessa questão, como o senhor percebe a introdução da computação gráfica na Engenharia Estrutural? Isto é, quais são os aspectos positivos e os negativos em relação ao uso do computador para a proposta de soluções?*

JDN: Olha, os aspectos são sempre positivos se o engenheiro desenvolver a intuição! Porque se ele não desenvolver a intuição, podem ocorrer erros grandes. E o computador evita a parte massacrante do projeto de Estruturas que é fazer conta! Uma vez eu calculei uma barragem em arco, que tinha que resolver 7 equações a 7 incógnitas, antes da época do computador. Demorei 17 dias fazendo conta! Aquela obra da capa²⁸ é de 56-57, então foi antes do computador... E olha que bonito! Esse engenheiro dizia assim: “O cálculo é a verificação da intuição”. Mas isso é um exagero, são poucas as pessoas que têm a intuição tão assim desenvolvida!

RS: *O professor Margarido usava modelos como uma forma de desenvolver a intuição. Quando o senhor trabalhou com ele também achava que os modelos eram importantes?*

JDN: Ele fazia modelos muito simples e que tinham grande sucesso! Um deles era para mostrar em peças fletidas, como, por exemplo, uma marquise em balanço, qual era o lado tracionado e qual o comprimido. Você sabe que, quando, às vezes, o construtor, o arquiteto, o engenheiro “larga na mão” do mestre a colocação da armadura em balanços assim, em marquises, o mestre que não tem formação geralmente coloca a armadura embaixo, achando que a armadura vai segurar o concreto! Então ele mostrava em modelos de borracha, que eram muito fáceis de enxergar, pelos riscos verticais que fazia, onde que encurtava a peça e onde se alongava. Essa visão em modelos simples é uma coisa boa. Por exemplo, o Telêmaco – que foi meu professor – sobre flambagem, ele projetou na aula – eu nunca esqueci – uma bengala do Carlitos²⁹ fletida. Eu acho que modelos simples e maquetes também são interessantes.

RS: *Porque ajudam a visualizar o que acontece com a Estrutura...*

²⁷ Referência a Pier Luigi Nervi.

²⁸ Referência ao livro NERVI, P. L. **Pier Luigi Nervi**. Barcelona: Gustavo Gili, 1969.

²⁹ Personagem de Charles Chaplin (1889-1977), ator inglês. Carlitos era um andarilho que possuía as maneiras refinadas de um cavalheiro. Usava um fraque preto esgarçado, calças e sapatos desgastados e mais largos que o seu número, um chapéu-coco ou cartola, um pequeno bigode-de-broxa e uma bengala de bambu. Ver: SADOUL, G. **A vida de Carlitos**: Charles Chaplin sua vida e sua época. São Paulo: Casa do estudante do Brasil, 1952.

JDN: Exatamente. Porque, quando você for fiscalizar uma obra, sabendo onde tem tração, sabe se o ferro está colocado no lugar certo.

RS: *O senhor chegou a confeccionar algum tipo de modelo?*

JDN: Não, eu não fiz. Eu fazia desenhos no quadro negro, porque era fácil também fazer os desenhos. Mas o Aluízio teve muito sucesso como professor porque ensinava muito bem os conceitos! Então eu acho que o livro que o Aluízio fez é um marco para mim³⁰! Porque, primeiro, ele recorda conceitos que estão esquecidos. É ruim você dar uma aula e o pessoal não acompanhar porque esqueceu um conceito de Resistência. A base do cálculo de concreto armado, protendido, é a Resistência dos Materiais e Estabilidade da Construção. Então ele dá isso! Depois ele desenvolve com a intuição e faz um mínimo de cálculo necessário. E os professores não querem escrever livros assim, querem escrever livros que poucas pessoas conseguem entender! E isso eu acho um erro. Eu lecionei sempre no quinto ano e tenho uma ligação muito forte com meus ex-alunos: cada vez que a gente se encontra é uma festa!

RS: *O senhor lecionou na Politécnica e na FAU?*

JDN: Eu lecionei a maior parte da minha vida na Politécnica e, nos meus últimos anos, na FAU. Mas lecionei como professor do Departamento de Estruturas e Fundações da Politécnica.

RS: *Enquanto professor, havia troca entre os conteúdos que o senhor dava, em aula, e a prática profissional?*

JDN: Muito! Na Politécnica, em que eu lecionei Pontes também, eu dava muitos exemplos de cálculo de pontes! Desde escolha de um tipo estrutural até dimensionamento de uma fundação. Eu fui chamado a dar aula, na época, pelo professor Nilo Amaral – que era o catedrático de Concreto Armado da Politécnica. E o professor Nilo Amaral sempre escolhia assistentes que tivessem prática profissional! Eu tinha já 7 anos – com o estágio, 8 – de prática de projetar Estruturas. E nós projetamos muitas Estruturas de tudo quanto é tipo! Desde casas, como eu te disse... Projetava casas com régua de cálculo e papel sulfite. Duas casas do Guedes que ele ganhou prêmio e de outros arquitetos, meus amigos.

RS: *Gostaria justamente que o senhor detalhasse melhor como foi esse seu caminho profissional, já que o senhor se formou num período de desenvolvimento do Brasil e de consolidação da própria Engenharia no país.*

JDN: Olha, o próprio Ferraz percebeu que o futuro da Engenharia, no Brasil, de imediato, era o concreto armado e o concreto protendido. Isso no fim dos anos 40, quando ele começou como engenheiro. E realmente, na minha vivência, eu tenho falado isso em conferências, o concreto armado colocou a Engenharia Civil brasileira “em pé”! Porque, no final do século XIX, os engenheiros daqui ajudaram os ingleses a fazerem as ferrovias. Mas eram usados muitos projetos de fora e pontes de aço que eram importadas. E, com o concreto armado, houve uma liberação. A Arquitetura, imediatamente, acompanhou! Então, não existe obra que não tenha necessidade de Estrutura, como você sabe – seja uma caixa d’água, uma estação de tratamento de água e de esgoto, todo tipo de edificações, metrô... Não há obra que não tenha concreto armado ou protendido e estrutura de aço. A Estrutura é um ponto muito importante! E, com o desenvolvimento do concreto, a Engenharia Civil brasileira se desenvolveu muito. Nos anos 50, com Juscelino Kubitschek³¹, iniciou a industrialização grande no Brasil e, ao mesmo tempo, começou a migração do campo para a cidade, com a mecanização do campo e as áreas de seca no Nordeste. A Engenharia Civil e a Arquitetura trabalharam muito no Brasil! Você pode ver que, nos últimos 60 anos, cresceu entre 120 e 150 milhões de pessoas no Brasil!

³⁰ Cf. MARGARIDO, A. F. **Fundamentos de estruturas**: um programa para arquitetos e engenheiros que se iniciam no estudo das estruturas. São Paulo: Ziguarte, 2001.

³¹ Juscelino Kubitschek de Oliveira (1902-1976), médico, militar e político brasileiro. Conhecido como JK, foi prefeito de Belo Horizonte, governador de Minas Gerais (1951-1955) e presidente do Brasil (1956-1961). Coube a Kubitschek a responsabilidade pela construção da nova capital federal, Brasília. Cf. PLANALTO. Juscelino Kubitschek de Oliveira. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Infger_07/presidentes/jucelino_kubitschek.htm>. Acesso em: 04 fev. 2010.

Então, a Engenharia e a Arquitetura atenderam a tudo isso. E esse desenvolvimento deu condições de exportação de serviços. As firmas brasileiras que trabalham no exterior são muito bem avaliadas! A Figueiredo começou a trabalhar em 82. Para Portugal, fomos em 92-93... Depois fomos para Caracas, já tínhamos trabalhos grandes no Chile... Exporta serviço de Engenharia quem tem condição técnica suficiente para isso! E o Brasil tem, desde os anos 50 para cá. Nunca tínhamos feito barragem, fizemos a Itaipu³², que é um projeto inteiramente brasileiro, o projeto de construção. Então houve um grande desenvolvimento da Engenharia! Na Arquitetura também houve... Mas agora é preciso tomar cuidado, porque há uma invasão estrangeira muito grande, principalmente na Arquitetura. Também há na Engenharia, mas, na Engenharia, os custos dos estrangeiros são maiores! Na Arquitetura, tem muito estádio aí, da Copa do Mundo, que vai ser contratado no estrangeiro. Eu ouvi reclamações de arquitetos, porque existem escritórios que contrataram, nos Estados Unidos, fachada! Você já imaginou uma coisa dessas?! O IAB precisava reagir mais... Nós do Sinaenco³³ – que eu fui presidente por 6 anos, hoje sou conselheiro – sempre protestamos muito contra essas coisas. Mas acho que o IAB protesta pouco. Tem muita Arquitetura boa no Brasil e não precisa de gente estrangeira vir fazer.

RS: *O senhor possui justamente uma atuação expressiva em entidades de classe. Como o senhor observa que foi mudando a relação dos profissionais – engenheiros e arquitetos – com as entidades ao longo do tempo?*

JDN: Eu tenho experiência no Instituto de Engenharia, onde fui conselheiro, tenho experiência no Sinaenco, como diretor, presente e conselheiro – estou há muitos anos lá. Tenho experiência também na ABEMI, que é a Associação Brasileira de Engenharia e Montagem Industrial³⁴. Eu acho que o Instituto é um órgão muito importante! O fundador foi também o fundador da Politécnica – fundou e foi presidente até morrer³⁵. Fundou em protesto contra projetos de Arquitetura contratados no exterior! Isso em 1916! Ele foi pioneiro, na Politécnica, porque percebeu que o Brasil estava atrasado 100 anos na Revolução Industrial – que começou no fim do século XVIII na Inglaterra e, aqui, no começo do século XX, o Brasil estava muito atrasado ainda. Então eu acho que a Arquitetura está muito ligada com o conceito de vida que tem o brasileiro, com as inovações que o arquiteto e o engenheiro podem trazer de fora. Aqui certamente houve protestos contra edifícios com parede de vidro, com incidência grande de sol... Hoje já há o edifício ecológico. Há um desenvolvimento grande da Engenharia e da Arquitetura para poupar energia. Usar água de reuso nos prédios em São Paulo, aquecedores solares na habitação popular – porque o chuveiro elétrico consome muita energia e é caro. Houve uma época de muito modismo. Mas a época sólida também persiste e existe muito boa Arquitetura e Engenharia no país. Tem arquitetos e engenheiros que trabalham em Dubai... Firms de Engenharia que trabalham em todo o mundo. Então isso é um atestado muito bom em relação à qualidade técnica! Agora, nós, engenheiros, e vocês, arquitetos, deviam batalhar por um ensino sempre elevado de Engenharia e Arquitetura!

RS: *Como o senhor observa que está hoje a formação tecnológica dos engenheiros e dos arquitetos?*

JDN: Olha, tem os dois extremos: escolas que formam pessoas com cursos bastante elevados e escolas fracas! Para se criar uma escola de Engenharia e de Arquitetura, o Ministério da Educação e da

³² A Usina Hidrelétrica de Itaipu é uma usina hidrelétrica binacional construída pelo Brasil e pelo Paraguai no rio Paraná, no trecho de fronteira entre os dois países, 14 quilômetros ao norte da Ponte da Amizade. Sua construção iniciou-se em 1975, tendo entrado em operação em 1984. Cf. ITAIPU BINACIONAL. Nossa história. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/?q=node/356>>. Acesso em 04 fev. 2010.

³³ Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco), criado em 1988. Cf. SINAENCO. História. Disponível em: <http://www.sinaenco.com.br/quem_hist.asp>. Acesso em: 04 fev. 2010.

³⁴ A ABEMI foi fundada em maio de 1964 por um grupo de 12 empresários que visavam a desenvolver ações conjuntas de valorização do setor de engenharia de projetos e montagem industrial. Cf. ABEMI. História. Disponível em: <<http://www.abemi.org.br/index.asp?open=estaticas/historia.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

³⁵ Referência a Antônio Francisco de Paula Souza (1843-1917), engenheiro e político brasileiro. Estudou em Zurique (Suíça) e em Karlsruhe (Alemanha). Em 1871, voltou ao Brasil para dedicar-se ao desenvolvimento ferroviário brasileiro. Foi eleito deputado estadual em 1892, tendo sido presidente da Assembléia Legislativa e incentivador da criação da Escola Politécnica de São Paulo, da qual foi o primeiro diretor. Cf. ESCOLA POLITÉCNICA DE SÃO PAULO. Diretores: Prof. Dr. Antônio Francisco de Paula Souza. Disponível em: <http://www.polit.usp.br/Organizacao/Historia/Diretores/Paula_Souza.asp>. Acesso em: 04 fev. 2010.

Cultura devia, realmente, ser muito rigoroso! E eu acho que a defesa da Engenharia e da Arquitetura brasileira não é uma coisa corporativista, porque realmente existe boa Engenharia e boa Arquitetura! Agora, há retrocessos dos nossos governos: na incapacidade de contratar bem, estão contratando por menor preço, por “pregão”. O governo do estado deu um mau exemplo de contratar Engenharia por “pregão”! Porque um projeto bem conceituado e bem feito não é custo, é um investimento! Na cadeia produtiva, projeto pesa pouco e é essencial. Tanto do ponto de vista de qualidade, de atender às necessidades daquele investimento, quanto de durabilidade, de soluções criativas construtivas que levam a uma qualidade maior e a um preço menor. Então essa visão existia mais no passado, porque, hoje, há muita ingerência política nos ramos contratantes. A gente luta muito. Lutou muito no Sinaenco para mudar isso. Quantos protestos eu já fiz, assinei, contra a concorrência por “pregão”, de menor preço! Às vezes levando até ao Tribunal de Contas do estado. A importância das associações é para defender uma boa técnica, um bom projeto como necessidade para uma boa obra – seja de Arquitetura, seja de Engenharia.

RS: *Em termos de ensino, do ponto de vista do senhor, quais aspectos acha que poderiam ser melhor trabalhados? Ou seja, o que o senhor sugere para uma boa formação tecnológica de engenheiros e arquitetos?*

JDN: Aí eu acho que é importante no ensino, que engenheiros e arquitetos ensinem as cadeiras fundamentais. Por exemplo, no Cálculo, eu tive um ensino muito forte, mas os exemplos não eram dados de utilização daquele tipo de cálculo em projetos hidráulicos, em projetos de Estruturas, em projetos de estradas. Então, mais tarde, quando eu estudei um pouco de cálculo, estudei em livros que tinham esses exemplos. Quando, por exemplo, estudei flambagem, falei: “Puxa! Estou vendo agora porque a gente estudou séries e séries de Fourier!”. Que era o algoritmo para resolver casos de flambagem em pilares ou em arcos. Então eu acho que o curso deveria ser dado por matemáticos, por físicos, que fossem também engenheiros e arquitetos.

RS: *Que tivessem também noção da prática da profissão...*

JDN: É. Que ensinassem com muito rigor e dessem exemplos da utilização daquele tipo de cálculo no cálculo das Estruturas. Física é muito importante porque a gente vive num meio físico, “né”?! Então, nos cursos fundamentais eu achava isso e, nos cursos ligados à profissão, os exemplos devem ser dados de maneira mais realista possível e os trabalhos de conclusão de curso também! Que pudessem usar o máximo do ensinamento de materiais de construção, de métodos construtivos, de projeto, de tecnologia de concreto para fazer aquele exemplo. Eu até achava que, na minha época, a Politécnica devia dar um trabalho de conclusão de curso de uma barragem. Porque uma barragem usa todos os conceitos que o engenheiro aprendeu: seja de hidráulica, seja de Hidrologia, seja de Fundação, seja de Estrutura, de barramentos em argila, de barramentos em concreto, casa de força – mesmo numa barragem de terra a casa de força é sempre de concreto... Então era um exemplo que agregava tudo. Mas isso o pessoal achava difícil de fazer. Daí foram criadas as disciplinas e “picaram” todo o curso.

RS: *Então o senhor enxerga também que um dos problemas dos cursos é essa fragmentação das disciplinas?*

JDN: Eu acho também, eu acho sim. Acho que deveria haver uma integração maior. Pode haver fragmentação, mas com uma interação maior. Não pode um professor ensinar a mesma coisa, porque acha que o conceito que o outro está ensinando é errado. Agora, no Brasil, me desaponta, porque aqui, na Universidade de São Paulo, os professores são aposentados compulsoriamente. Chegando à idade de 70 anos, são aposentados. Enquanto que, nas maiores universidades do mundo, o professor continua com sala, com secretaria, até morrer! Porque ele orienta aluno, dá experiência, faz conferência... Um outro dia o prêmio Nobel da Economia morreu com 101 anos na faculdade. E aqui é um país que não tem tradição e aposenta as pessoas antes da hora. Não sou contra os jovens não! Mas é bom a força dos jovens com a experiência de quem tem! Na vida, acontece o seguinte: você, sendo uma aluna dedicada, estudando, pode aprender muito da sua área! Agora, a experiência você ganha fazendo com a “universidade da vida”, para quem sabe usar a “universidade da vida”!

RS: *Voltando então à experiência profissional do senhor, nos primeiros anos, não existiam tantos recursos teóricos, de cálculo. As Estruturas estavam sendo experimentadas, como no projeto, por exemplo, do MASP. Como foi trabalhar nessas obras?*

JDN: Aconteceu o seguinte... Você quis saber a história das duas escolas, “né”?! No começo dos anos 60, com a industrialização crescente, nós que éramos muito conhecidos na área de Engenharia Estrutural, percebemos que a empresa tinha que evoluir para uma construtora geral. Porque, para nós, não tinha sentido, para fazer as pontes, ser subcontratado por quem fizesse as estradas. Já que as pontes são trabalhos de maior responsabilidade e mais difíceis. Então, nós evoluímos para uma construtora geral, agregamos outras áreas à experiência e nos candidatamos para fazer projeto de Metrô. Houve a concorrência do Metrô e nós ganhamos um projeto! Eu mesmo fui entregar o primeiro projeto de construção do Metrô de São Paulo para o prefeito Faria Lima! Fizemos a mesma coisa e mandamos gente estudar aeroportos. Não tinha firma brasileira que fizesse aeroportos. Fizemos com sucesso e ganhamos um concurso, onde foi apresentado o Plano Piloto: o máster plano do Aeroporto de Campinas, de Viracopos³⁶. Depois, com isso, ganhamos muitos projetos de aeroportos. Nunca tínhamos feito estrada e ganhamos, com a proposta de melhor técnica, subindo a serra da Imigrantes. Depois, mais recentemente, ganhamos a decida. Fizemos projetos de estrada mais difíceis. Fizemos o projeto para a Ferrovia do Aço³⁷ e te garanto que é um projeto de altíssimo nível! Mais de 20 teses de mestrado e doutorado saíram da experiência dos trabalhos que fizemos na Ferrovia do Aço. Introduzimos, no Brasil, a técnica moderna do projeto e construção de túneis. Introduzimos na obra da Imigrantes. Os Estados Unidos “chegaram” em 78, numa estação feita no metrô de Washington. Então, o que acontece? A Engenharia consultiva, a Engenharia de projeto é uma coisa que propicia o desenvolvimento tecnológico. Fizemos o primeiro edifício-garagem, o primeiro edifício em concreto protendido de São Paulo: a garagem Araújo. Fizemos o primeiro projeto de ponte ferroviária protendida... Você pode aprender lendo os livros, mas se você “pega” um projeto, acompanha, faz e vai desenvolvendo tecnologia. A empresa de projeto, num país em desenvolvimento, é o elo entre a universidade e a prática, a construção! É o projeto que faz isso: apontando e desenvolvendo novas tecnologias.

RS: *A prática realimenta a teoria e vice-versa?*

JDN: Não. A teoria que se aprende nos livros, transforma-se em projetos que vão ser construídos e a prática disso desenvolve a tecnologia do país.

RS: *Para finalizar, eu gostaria que o senhor justificasse a importância do conhecimento das Estruturas para os arquitetos. O que os arquitetos perdem não tendo domínio sobre o Comportamento Estrutural?*

JDN: Olha, você tem a Arquitetura feita por “corretor de imóveis”... Você já ouviu falar disso? São Paulo está cheia: “Ah! Porque é isso aqui que vende!”. Eu não vou falar dessa Arquitetura, eu vou falar da verdadeira Arquitetura, da Arquitetura que tem valor, que pode às vezes ser caracterizada – como algumas pontes são – como obra de arte. O conhecimento da Estrutura para o arquiteto é fundamental! Para quem quer praticar a Arquitetura de alto nível... A Estrutura é um componente importante do projeto da construção. Como eu disse, os arquitetos tinham medo de usar aço, até recentemente. Porque os grandes arquitetos sabiam muito bem usar concreto armado... O domínio disso fez nascer, no Brasil, obras muito importantes! O prédio da FAU, que o Artigas ganhou um prêmio... Essas casas que fez o Guedes... Paulo Mendes da Rocha fez coisas importantes também na Arquitetura usando o concreto! O que não dizer do grande arquiteto brasileiro Niemeyer! O Niemeyer se apoiou sempre em alguns projetistas, calculistas, de concreto armado de grande nível! Para fazer as

³⁶ O antigo Campo de Aviação de Viracopos, em Campinas, foi transformado em 1960 no Aeroporto Internacional de Viracopos/Campinas. Coube à empresa Figueiredo Ferraz as seguintes ações: elaboração do plano diretor, acompanhamento dos serviços de geotecnia, levantamento de trincas, desenhos de topografia e estudos de alternativas para a recuperação da pista. Ver: FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S. A. **Portfólio**. São Paulo: Figueiredo Ferraz, 2009. p. 28.

³⁷ A construção da Ferrovia do Aço, entre São Paulo e Minas Gerais, é de 1976. A empresa Figueiredo Ferraz foi responsável pelo gerenciamento desse empreendimento ferroviário, executando a coordenação dos projetos e a realização do projeto básico ferroviário. Cf. *Ibid.*, p. 24.

Estruturas que ele fez... A obra do Niemeyer é marcada pela Estrutura. As duas cascas do Congresso Nacional³⁸, a igreja³⁹ – que eu acho uma das obras mais bonitas de Brasília... Aquilo lá é Estrutura! Os próprios palácios que ele fez: você, às vezes, não percebe, mas a Estrutura parece que é pequena. Então, ele usou, como nunca, o conhecimento de Estrutura! E sempre projetou com engenheiros de Estruturas de grande conhecimento e capacidade! O conhecimento que eu digo é o conhecimento teórico e o prático também! Eu conheço algumas obras de alguns professores que eu tive – que são professores fantásticos, mas nunca trabalharam em Engenharia – que são Estruturas pesadas e feias. Agora, o pessoal que trabalhou com o Niemeyer era competente, teoricamente, e fez muitas Estruturas! E, cada vez que você faz, você domina a Natureza, você está dominando a gravidade... Você vê isso aqui no papel⁴⁰ e quantas vezes eu “peguei” obras assim! Antes de ser fechado esse vão de 300 metros, faltava um módulo – que é de 15 metros –, eu caminhei aqui por cima. Então você tem uma dimensão que é realmente dominar a Natureza! O Niemeyer fez coisas arrojadas, gostou de fazer essas coisas, tirou grande partido do concreto armado! O concreto armado permite formas contínuas, curvas, qualquer modelagem do concreto se adapta à forma. Então você pode fazer verdadeiras esculturas em Estruturas de concreto!

RS: *Então é preciso também ter um bom conhecimento do material com que se está trabalhando...*

JDN: Tem que conhecer o material. E digo aos arquitetos: além de conhecer e ter um apoio forte para desenvolver as Estruturas, também tiveram e têm um grande gosto – os grandes arquitetos – pela textura do concreto! O concreto aparente marca a Natureza... É um material durável, que é fluido na primeira etapa, que se acomoda a qualquer forma. A curva que você quiser, contínua, depende de como você faz a forma. Ou os pilares variados, como fez o Artigas, como fez o Niemeyer em tantos palácios, “né”? Ou os arcos de concreto do Palácio do Itamaraty⁴¹... Eu acho o Palácio do Itamaraty um dos mais bonitos das obras do Niemeyer! Lá, em Brasília, eu gosto muito da igreja e gosto muito do Palácio do Itamaraty com a modelagem dos arcos. Aqueles arcos que têm função estrutural e não são só “enfeite”. A Estrutura que resiste é também uma escultura! A Estrutura de concreto pode ser uma escultura! Eu acho que os arquitetos deviam aprender isso com os grandes arquitetos. Então eu acho assim: no concreto armado, para os grandes arquitetos, com sua textura e forma de moldar, a Estrutura passou a fazer uma parte integrante da Arquitetura! O Niemeyer fez verdadeiras esculturas!

RS: *E essa interação entre Estruturas e Arquitetura que é importante...*

JDN: Agora, o Niemeyer, além de ter essa grande visão de Estruturas, contou, ao seu lado, sempre com engenheiros muito competentes! Eu conheci todos, menos o Cardozo que morreu antes! O Cardozo que projetou, para ele, as Estruturas todas de Brasília.

³⁸ Referência ao edifício do Congresso Nacional do Brasil, inaugurado em 1960. É um dos três edifícios monumentais que definem a Praça dos Três Poderes.

³⁹ Referência à Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida, mais conhecida como Catedral de Brasília. As obras foram concluídas em 1960, mas a inauguração oficial da igreja ocorreu apenas em 1970. Sua estrutura é formada por uma área circular de 70 metros de diâmetro, da qual se elevam 16 colunas de concreto (pilares de seção parabólica) num formato hiperbolóide, que pesam 90 toneladas. O projeto estrutural é de autoria do engenheiro Joaquim Cardozo (1897-1978). Cf.

. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, vol. 2, n. 2, p.21-30, dez. 2002.

⁴⁰ Nova referência à ponte sobre o rio Orinoco, na Venezuela.

⁴¹ O Palácio Itamaraty – também conhecido como Palácio dos Arcos – e os prédios anexos foram projetados pelo arquiteto Oscar Niemeyer. O Palácio foi inaugurado em 21 de abril de 1970, constituindo a sede do Ministério das Relações Exteriores, quando da fundação de Brasília. Cf. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. Palácio Itamaraty. Disponível em: <http://www.mre.gov.br/dc/patrimonios/01-palacio_itamaraty-apresentacao-parte_01.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2010.

ANEXO G – ENTREVISTA COM VITOR LOTUFO

BIOGRAFIA

Vitor Amaral Lotufo formou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1967. Ainda na graduação, trabalhou no escritório de seu pai, também arquiteto, Zenon Lotufo. Em 1970, lecionou no Instituto de Tecnologia Mauá. Entre 1972 e 1981, foi professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito – atual Universidade de Guarulhos. Em 1980, integrou o corpo docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. De 1982 a 1986, lecionou no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Entre 1980 e 2001, assumiu a disciplina de Sistemas Estruturais na Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Também foi professor da área de Tecnologia da Associação de Ensino de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo (AEAUs) – conhecida por Escola da Cidade (2002-2009).

Entrevista realizada no dia 16 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *O intuito dessa entrevista é demonstrar a contribuição do senhor, enquanto profissional e docente, ao campo das Estruturas.*

Vitor Lotufo (VL): A arquitetura que eu faço tem uma ligação muito estreita com o problema estrutural. Porque talvez quando eu comecei a me interessar por Estrutura eu não tinha essa idéia total, mas... Meu pai era um arquiteto modernista¹. Nos anos 50, ninguém pensava que o pinho de construção ia terminar um dia. Madeira era uma “coisa” que tinha! Todos os materiais eram abundantes! Sobre os problemas sociais, normalmente o “cara” que tinha mais consciência se dizia comunista. Mas, se você fosse à obra, a turma estava sem sapato, sem capacete... Quer dizer, na verdade, a preocupação social não existia. Então, o mundo que a gente vive hoje é totalmente diferente de 50 anos atrás! Isso exige uma outra resposta que não é mais a do modernismo. Eu acho que não sou um arquiteto modernista. Não é que não tem mais “nada a ver”! Não é alguma “coisa” contra o modernismo, mas o modernismo é ultrapassado. Tanto que hoje a maioria das construções é modernista e arquitetonicamente elas costumam ser muito ruins. Isso há 50 anos atrás não era assim! Um outro problema eu acho que é com relação à História. O modernismo tinha um problema com a História, principalmente em relação ao Ecletismo. Muitos clientes iam pedir uma obra em estilo “tal”: estilo mexicano, estilo gótico... Então, na verdade, havia um antagonismo da Arquitetura Moderna com a História da Arquitetura. E eu acho também que, na nossa geração, não existe mais isso. É ao contrário! Eu acho que a História da Arquitetura é uma “coisa” viva, não é uma “coisa” morta, em “figurinhas” dos livros. É uma fonte permanente de inspiração, de procura, de aprendizado. Então, o que eu tenho feito também tem muito a ver com o passado. E, nesse aspecto, eu tenho muita ligação com o João Marcos², porque acho que ele professa as mesmas idéias. A gente trabalhou um bom tempo juntos e a gente tinha muito isso de “fuçar” livro de arquitetura gótica, não para ver estilo, mas para ver os processos construtivos! Ver como é que faziam, porque faziam. E perceber que ainda é uma “coisa” interessante e válida! Aquela estrutura ali do meio³ é um gótico! Por quê? Porque o gótico liberou a estrutura da vedação, essa foi a grande invenção do gótico! Aquela é uma estrutura de nervuras, inclusive, é decalcada, por assim dizer, do gótico inglês. Porque é uma estrutura de dupla curvatura. Aí todo mundo olha e fala: “Puxa! Parece Gaudí!”. E parece mesmo! Por quê? Porque o Gaudí foi o primeiro arquiteto, 500 anos depois do gótico inglês, a fazer superfícies de dupla

¹ Zenon Lotufo (1911-1986), graduado engenheiro-arquiteto pela Escola Politécnica de São Paulo (EPUSP) em 1936. De 1936 a 1938, foi arquiteto da Diretoria de Obras Públicas de São Paulo. Entre 1938 e 1941, lecionou no curso de engenheiro-arquiteto da EPUSP. De 1939 a 1945, atuou como chefe da Divisão de Obras da Prefeitura de Santos. Novamente assumiu cargo de professor na Escola Politécnica (1944-1946). Em 1952, participou da equipe dirigida por Oscar Niemeyer no projeto do Parque do Ibirapuera e seus pavilhões. Na década de 1950, tornou-se docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, aposentando-se em 1981. Foi também professor da Faculdade de Engenharia de Limeira, da Universidade de Campinas e do Instituto de Tecnologia Mauá. Cf. FICHER, S. **Os arquitetos da Poli: ensino e profissão em São Paulo**. São Paulo: EdUSP, 2005. p. 269-357.

² Referência ao Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes, orientador deste trabalho de mestrado.

³ Aponta estrutura da cantina Matterello, local em que foi realizada a entrevista.

curvatura. E os livros de história da Arquitetura desprezavam o gótico inglês. Eles achavam que era um estilo! Então, chamavam assim: estilo perpendicular, estilo tal... Quer dizer, os historiadores não compreenderam a novidade que aquilo continha. Eles viam como uma “figurinha” mesmo, não como um processo construtivo, um processo estrutural! E, quando eu comecei a querer fazer as “coisas”, eu comecei a ter uma grande dificuldade no cálculo estrutural! Eu não conseguia alguém que calculasse... Na verdade, eu também entrei no mestrado e meu trabalho é exatamente sobre ensino de estrutura⁴. E acho que não é na Arquitetura! Eu acho que houve um problema que é o seguinte: o cálculo estrutural foi desenvolvido por matemáticos, no Polytechnique de Paris. Mas eles trabalhavam sob um ponto de vista que não era construtivo. Então, se você olhar trabalhos como o de Leonardo da Vinci, do Galileu, do Monier – que foi quem inventou o concreto armado – o caminho era o da construção, de “como a coisa funciona”! E o caminho dos matemáticos foi o das deduções a partir da elasticidade do material. E formou uma “coisa” muito complexa! Há alguns anos eu dei aula da disciplina de Arquitetura, mas em escola de Engenharia Civil, da UNICAMP, do Mackenzie⁵. E pude ver que a grande maioria dos estudantes de Engenharia também não entende nada! Então, eu acho que são pouquíssimos calculistas que sabem o que estão fazendo! A grande maioria dos calculistas copia uma rotina aprendida na escola, baseada em tabelas, sem ter realmente o entendimento da “coisa”. Isso, creio, foi a principal razão da Arquitetura querer “sair” da Politécnica. E acho que foi um grande erro histórico! Na França, por exemplo, como no Rio de Janeiro, ela veio da Escola de Belas Artes. Então, os arquitetos projetam sem ter noção – às vezes, têm do funcionamento! – sem ter um entendimento melhor da estrutura. Vou fazer uns croquis para você ver se entende o trabalho que eu tenho feito⁶... Então, existe um problema de linguagem: porque é difícil entender momento, mas é fácil entender geometria! E, assim, com um único sistema, eu consigo resolver qualquer tipo de Estrutura: casca, argamassa armada... Qualquer estrutura eu calculo com essas mesmas “formulinhas”! Eu acho que esse sistema é universal, ele é mais simples, então é melhor! Interessante foi também que isolei o conceito de flexão do de flambagem, porque, na escola, eles são dados como uma “coisa” só... Essas eram as aulas que eu dava na Escola da Cidade, mas eu fui mandado embora, no ano que passou. As pessoas não acreditam nisso! Mas eu acho que funciona!

RS: *O senhor foi desenvolvendo esse processo de cálculo ao longo do tempo...*

VL: Ao longo do tempo. Hoje isso já está mais cristalizado. Então, eu tenho feito muita “coisa” diferente e muita gente acha que eu não faço cálculo! É que eu comecei a fugir dos calculistas, porque o “cara” pensava “superdimensionado” por não saber, por insegurança... E eu acho que, com isso, dá para o arquiteto calcular estruturas de pequeno porte! Eu acho que é errado a Arquitetura estar separada da Engenharia Civil. Devia ser um curso só! Simplesmente ia ter arquitetos que “curtem” mais o cálculo estrutural! Às vezes as Estruturas começam a ter particularidades que alguém que tem essa prática é quem vai resolver. Então não é para substituir! E mesmo, como isso não é do dia-a-dia do arquiteto, eu vejo que também cometo muitos erros. Eu faço e vejo que errei uma soma, errei uma multiplicação... Porque não é o meu *métier*. Mas uma “coisinha” pequena, à toa, eu consigo fazer com segurança! Sem precisar “chutar”, sem por em risco a vida de ninguém. Então eu acho que é muito importante o cálculo estrutural, só que eu acredito no ensino que esteja envolvido com a prática! Eu não acredito numa profissão que é prática com um curso teórico! As aulas que eu dei com o João Marcos sempre tiveram prática! Sempre! Porque daí você entende essas coisas, você sente.

RS: *E como surgiu o interesse do senhor pela formação dos arquitetos?*

VL: Bom, eu comecei a dar aula pouco depois que me formei. Então, eu sempre estive muito envolvido nisso. Mas acho que principalmente por causa do meu trabalho. Eu queria resolver os meus problemas.

⁴ Vitor Lotufo ingressou no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em 2009.

⁵ Universidade Estadual de Campinas e Universidade Presbiteriana Mackenzie, respectivamente.

⁶ Faz croquis para explicar os conceitos de tração, compressão, flexão e flambagem a partir de relações geométricas.

RS: *Quando o senhor começou a lecionar e a se interessar pela questão das Estruturas, quais foram as referências principais fundamentais – de profissionais e de bibliografia – que despertaram esse interesse?*

VL: Olha, eu acho que tem um “cara” que é genial que chama James Gordon! Ele tem vários livros publicados... Eu acho que ele é australiano, mas dava aula na Inglaterra. E a formação dele era em Engenharia Aeronáutica. Ele tem um que é... Eu não lembro o nome dos livros, mas eram muito legais! Um outro “cara” legal é um que chama Rosenthal⁷! Eu tenho um livrinho dele que está perdido na minha bagunça. Uma vez fui procurar na Internet, um livro “pequeninho”, de umas 60 páginas, 150 dólares o mais barato! Quer dizer, já é uma preciosidade o livro! Além disso, eu dei aula por um tempo, junto com o Yopanan⁸, dei aula junto com o Renato Camargo Andrade, na PUC-Campinas... Dei aula muitos anos com ele. Depois ele saiu de lá e veio o João Marcos. Deu para eu ter uma boa visão do cálculo tradicional.

RS: *No início dos anos 70, o senhor lecionou na Farias Brito⁹, onde propôs que os alunos desenvolvessem modelos numa escala maior. Gostaria que o senhor contasse como foi essa experiência de ensino.*

VL: Eu dava aula de Projeto lá. Surgiu essa idéia da gente fazer projeto de algo que se construísse. O curioso é que, naquela época, as empresas doavam os materiais! Deu para construir “coisas” grandes! Não sei se essa turma tinha mais disposição também... Eu construí bastante “coisa”, tudo com material doado. E até curioso: estou fazendo o projeto e construindo agora a casa de um ex-aluno desse tempo. Ele trabalha mais com urbanismo e pediu para eu fazer a casa dele. Um relacionamento que surgiu dessa época... Então, a partir daquela experiência, eu achei que valia a pena. Todo ano tinha um ponto em que a gente executava alguma “coisa”. A gente falava em escala 1:1. Quer dizer, algo que a gente pudesse entrar dentro, que não fosse um “modelinho”... Porque o modelo engana muito! Você põe um pingão de cola e às vezes ela é tão poderosa que encobre o efeito do que está acontecendo. Por isso que eu acho que não existe teoria sem a prática!

RS: *Uma alimenta a outra.*

VL: Uma faz a outra ficar interessante. Então eu acho uma tolice, como na PUC, um pouco antes de eu sair – saí até por causa disso –, quando a mantenedora começou a dividir as disciplinas em teóricas e práticas. A minha que chamava Sistemas Estruturais passou a ser teórica. E nunca foi teórica! Sempre foi teórica e prática.

RS: *Os modelos eram construídos com todo tipo de material?*

VL: Sim. A gente fez “coisa” com lona, com madeira, com tijolo, com concreto menos – mas também fizemos –, com taipa... A gente dividia a turma em grupos e deixava escolher, mas a gente também orientava, fazia algumas propostas. Normalmente eram alunos dos primeiros anos. Eu acho que por isso que dava certo! Porque o aluno que já está saindo da escola tem menos interesse em ficar na escola, porque isso leva tempo, leva um envolvimento maior, “né”?! Então, normalmente, eram nos três primeiros anos. Daí fui dar aula em Campinas e lá a gente fez bastante “coisa”. A princípio, a gente fazia do lado da sala de aula. A gente tinha uns canteiros, mas, na verdade, era terra com mato crescendo! E a escola achou que aquilo era o jardim que a gente estava mexendo... E aí começou também a “história” do forminho de pizza. A gente fez uma cúpula e eu mostrei que aquilo era o princípio do forno de pizza. Fizemos uma pizza e virou tradição! Depois, a mantenedora não queria mais que a gente utilizasse esse espaço. O que era bom, porque eu acho que isso tem de estar na sala de aula! Não é para você ir no lugar e construir um modelo, você tem que estar fazendo conta e construindo ao mesmo tempo! Não é ter, por exemplo, como na FAU, um canteiro, mas como algo à parte¹⁰. Tem que estar integrado no curso, nas disciplinas. Então a gente foi fazer em um outro lado,

⁷ Cf. ROSENTHAL, H. W. **Structural decisions**. London: Chapman & Hall, 1962.

⁸ Yopanan Conrado Pereira Rebello – engenheiro civil entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO A.

⁹ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito – atual Universidade de Guarulhos.

¹⁰ Referência ao Canteiro Experimental Antonio Domingos Battaglia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP).

em outra área. Mas também acharam que ficava muito feio lá! O Caracol¹¹, que era o diretor da escola, ele é um “cara” muito bacana e falou: “Olha, então você vai fazer no nosso futuro prédio da Arquitetura. Naquela área, eu que mando lá!”. Por azar, era um platô, o ponto mais alto da universidade, mais visível! Depois que nós saímos de lá, eles demoliram aqueles trabalhos, o que causou uma revolta muito grande!

RS: *O senhor também lecionou por um breve período em São Carlos¹² no final dos anos 80. Como foi essa experiência?*

VL: Lá eu fui dar aula com o Gelson¹³ que também estava fazendo uns trabalhos assim de campo. E daí fizemos um trabalho grande, uma “coisa”, assim, que era ferro-cimento, tijolo, cúpula... E quando a gente voltou, em março do ano seguinte, tinha desmanchado tudo. Também porque “enfeitava”: “O campus da escola não podia ter uma coisa feia daquelas lá do lado!”.

RS: *As experiências foram realizadas na disciplina de Projeto?*

VL: De Projeto. Isso me chateou muito lá e eu acabei indo embora.

RS: *Gostaria de saber também como que foi mudando a própria forma de ensino do senhor, em relação às concepções metodológicas e às práticas didáticas a partir dessas experiências.*

VL: Olha, eu acho que a gente começou a dividir a aula em partes. A gente procurava, em todas as aulas, dar um pouco de todos os aspectos: História da Arquitetura, por exemplo... Porque eu acho que também é errado ter uma disciplina só de História da Arquitetura. Quer dizer, errado não, pode ter, mas as outras disciplinas têm que ter História da Arquitetura também! Então, a gente tinha um momento de Geometria, de trabalhar com a Geometria, com a Matemática... Eu li um livro agora fabuloso que o “cara” mostra que até os gregos as pessoas não achavam que o mundo era matemático. “Tipo assim”, essa caneta caiu na mesa, mas se eu jogar de novo, pode ser que ela vá para cima!

RS: *Não sabiam da existência das leis que governam o mundo.*

VL: E todas essas leis são matemáticas. Os gregos que começaram a perceber que o mundo era governado pela Matemática! Pitágoras¹⁴... Descobriram que até a música tinha uma organização matemática! Então, a gente sempre quis imprimir essa idéia também nos alunos de que não dá pra você pensar no mundo físico sem a Matemática. Quer dizer, a Matemática é uma forma de expressão do mundo físico! E aí você começa a ver que a Matemática que é ensinada na escola é errada, porque tinha que ser a partir de experiências sensíveis, reais... E a turma fica dando coisas abstratas para a moçada. Mas mudou bastante! Tem muita gente boa! Inclusive, quando a gente fez aquele livro “Geodésicas”¹⁵, fomos procurados pelos matemáticos e tem vários livros de Matemática que citam o nosso livro. E de Arquitetura nenhum, eu acho! Quer dizer, ele fez sucesso no meio matemático. Então, a gente dava as várias formas de se sentir o real: o desenho, os processos construtivos... Porque o processo mostra o início, o meio e o fim. E o arquiteto muitas vezes acha que as “coisas” aparecem assim: “Puf!”. E eu acho que melhora muito a qualidade do projeto se você pensar em como fazer aquilo, como começar... Esse sistema do fundo¹⁶ é uma “coisa” assim. Eu vi os trabalhos do Eladio Dieste¹⁷... Esse é um tipo. Ele era engenheiro, mas não era! Ele era arquiteto! Um dos grandes

¹¹ Prof. Dr. Wilson Ribeiro dos Santos Júnior, apelidado de “Caracol” – atual coordenador do curso de mestrado em Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

¹² Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (SAP-EESC/USP).

¹³ Professor Doutor Gelson de Almeida Pinto – docente da cadeira de Projeto da EESC-USP.

¹⁴ Pitágoras de Samos foi um filósofo e matemático grego que nasceu em Samos entre cerca do ano 570 a.C. e 571 a.C. e morreu em Metaponto entre cerca do ano 496 a. C. ou 497 a.C. Cf. MADJAROF, R. Pitágoras de Samos. Disponível em: <<http://www.mundodosfilosofos.com.br/pitagoras.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

¹⁵ Cf. LOTUFO, V. A.; LOPES, J. M. A. **Geodésicas & cia**. São Paulo: Projeto, 1981.

¹⁶ Nova referência à estrutura da cantina Matterello, em que foi concedida a entrevista.

¹⁷ Eladio Dieste (1917-2000) foi um engenheiro e arquiteto uruguaio, responsável pela construção de uma série de estruturas. Em 1943, graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade de Montevidéu, instituição em que

arquitetos, sem dúvida nenhuma! Daí ele me mostrou o que fazia com ferro e tijolo e veio a idéia de usar o ferro já como fôrma! Porque então você dispensa uma etapa e normalmente a fôrma é cara. Nos projetos dele, era interessante porque ele usava uma mesma fôrma várias vezes. Então, diminuía o custo dela. Esse sistema eu já usei bastante, fiz várias “coisas” porque você consegue qualquer forma. É difícil você sair do plano, porque as “coisas” industrializadas são planas, “né”?!

RS: *A fala do senhor me leva a uma outra pergunta, porque o senhor sempre exerceu a atividade de magistério em conjunto com a prática da Arquitetura: havia intercâmbio então entre os conteúdos ministrados em aula e essa prática? De que forma isso ocorria?*

VL: A gente procurou, nas aulas, nunca repetir uma experiência. Então isso sempre foi, na verdade, uma experiência minha também! Os trabalhos dos alunos sempre tinham um passo além das outras propostas: “Fizemos assim, vamos começar agora assado”. Tudo o que eu fiz tem muito a ver com o trabalho dos alunos numa re-alimentação. Inclusive eu acho que a gente colaborou com a formação de muita gente legal que está por aí!

RS: *O senhor pode citar algum processo ou alguma inovação que surgiu nos canteiros das escolas e que depois o senhor utilizou na profissão ou vice-versa?*

VL: Uma pirâmide de tijolos! A primeira vez que eu fiz foi na PUC, depois eu usei em alguns projetos... Mas tem mais coisas! Eu é que não estou lembrando agora. E muita “coisa” eu fiz também para mim! Eu e o João Marcos, a gente fazia isso... No escritório tinha uma área livre e a gente construía estruturas para testar. Às vezes na escola e às vezes fora da escola.

RS: *Existe alguma experiência de ensino que se tornou mais marcante e que se tornou referência depois para as outras?*

VL: Eu acho que as aulas que eu e o João Marcos demos na PUC foi uma época profícua! Lá a gente deu uma aula teórica sobre cúpulas, como calculava cúpula, depois como construía, aí fomos construir a cúpula no pátio e, no fim da aula – a gente tinha levado farinha de trigo, fermento, mozzarella –, fizemos pizza! Em um dia!

RS: *Passaram por todo o processo: concepção, execução e depois utilização.*

VL: Foi muito legal! Eu acho que isso deve ser rico. É difícil você saber dos alunos, porque a gente perde o contato. Mas tem alguns que você encontra depois e vê que foi importante! Até texto... Tem um texto de um arquiteto – não sei se ele é canadense ou francês, mas dava aula nos Estados Unidos – que se chama Jacques Paul Grillo¹⁸, ele fala bastante dessas coisas e eu acho que a gente foi muito influenciado por esse livro! Por exemplo, ele fala que um “cara” vai comer camarão nos Estados Unidos, então ele compra um “plastiquinho” que tem uma massinha cor-de-rosa, come e não faz idéia que aquilo é um bicho! Que tem olho, antena, pata... Então, o compromisso ecológico do “cara” não existe! Para ele ter esse compromisso, ele tem que comer o bicho! Como a pessoa que fala: “Nossa! Com tanto leite em pó, para que criar vaca? Vamos tomar leite em pó!”. Então ele fala muito isso: se você nunca cozinhou, como é que vai projetar uma cozinha?! Se você nunca limpou, vai fazer uma casa difícil de limpar... Quer dizer, ele propunha que você, arquiteto, tinha que participar integralmente da vida! Para você entender como ela é e aí poder propor “coisas” para os outros!

RS: *Em relação ainda à profissão de Arquitetura, como o senhor observa que a prática vem se alterando, principalmente em relação ao campo das Estruturas?*

VL: Minha mulher me chama de pessimista... E eu acho que não, acho que tenho os “olhos abertos”! Se a gente for olhar um livro de História da Arquitetura, vai ver que o que está lá foi feito por “não-arquitetos”. Formalmente não era arquiteto. Sempre que um arquiteto ganha o *status* de arquiteto, ele foge da profissão. Ele acaba virando alguém acessório e não o principal. E isso ao longo de todo o

atuou como professor. Sobre Dieste, ver: DIESTE, E. **Eladio Dieste**: la estructura cerámica. Bogotá: Escala, 1987. ELADIO Dieste: innovation in structural art. New York: Princeton Architectural Press, 2004.

¹⁸ Cf. GRILLO, P. J. **Form, function and design**. New York: Dover Publications, 1975.

tempo! São pouquíssimos os que se diziam formalmente arquitetos que estão na História da Arquitetura. Talvez Brunelleschi¹⁹... Mas Brunelleschi também não, porque ele era ourives! Michelangelo²⁰ detestava projetar Arquitetura! Eu acho que a gente está caminhando para outra fase dessas. Quer dizer, cria-se um padrão estético e eu acho que hoje as escolas de Arquitetura só estão preocupadas com a Estética! E a Estética, sem você ter a História, a Estrutura, o processo construtivo, é vazia! Por exemplo, eu gosto de Fórmula 1. E, na época, ganhava os convites que os amigos me arrumavam e ia nos treinos só para ver os carros. A gente fazia aposta de quem seriam os ganhadores do ano. Normalmente, era o carro mais bonito! Quer dizer, a beleza tem a ver com a funcionalidade, com o desempenho, não é uma coisa gratuita! Por quê? Porque a Estética da Fórmula 1 não está querendo fazer o carro mais bonito, ela quer ganhar a corrida! E eu acho que os arquitetos de hoje estão preocupados com uma Estética que eu diria que é um formalismo.

RS: *Não é síntese.*

VL: Não é síntese, simplesmente faz tudo “retinho”. Há uns anos inventaram o 45° e, de repente, a planta ganhou umas sacadas a 45°. Para mim, isso é formalismo, não vem do âmago da questão! Estruturalmente, eu acho que houve um avanço em tentar entender a funcionalidade das Estruturas. Mas, no fundo, se você pegar um livro – que eu não citei antes, espetacular! – do Torroja, ele te ensina a pensar a Estrutura, em tudo! Tem os do Mario Salvadori... Então sinceramente eu não vejo muito avanço.

RS: *E como o senhor percebe a introdução da computação gráfica para a proposta de soluções estruturais? Quais são os aspectos positivos e os negativos, até mesmo em termos de ensino?*

VL: Eu acho que ela é um acessório e tinha que ser pensada como um acessório. O meu pai tinha um outro arquiteto que trabalhava junto com ele – que desenhava muito bem – e ele falava: “Não deixa o lápis ir à frente da sua cabeça!”. Ele era russo, tinha um sotaque forte: “Sua cabeça tem que dominar o lápis!”. Então, não precisa ser o computador, o próprio lápis às vezes “caminha” na frente do pensamento. E eu acho que o computador faz um pouco isso: ele desenha mais do que você está pensando. Ele tinha que ser encarado como acessório! Aliás, isso, na Escola da Cidade, eu acho legal: é só no fim do curso que o “cara” começa a usar a máquina. Ele precisa desenhar bastante para depois usar a máquina. Eu acho que deveria ser assim. Porque, se não, você acaba fazendo o que, para a máquina, é mais fácil fazer e não aquilo que você quer fazer, que você deveria fazer! É difícil de enxergar também... Porque, na Arquitetura, você faz um croqui e vai “crescendo”. Na tela, é muito difícil, às vezes, você ter a noção do conjunto. Você fica olhando pedaços do desenho, “né”?!

RS: *O computador permite uma velocidade maior, mas, ao mesmo tempo, exige uma maior simplificação do processo?*

VL: A velocidade é muito relativa! Porque eu desenho muito mais rápido que o computador do que alguém que tenha prática. O que ele facilita, às vezes, é onde existe uma repetição. Eu fiz uns 3 “projetinhos” – ou mais, 4, 5 – usando o computador, porque ele era um projeto extremamente geométrico. Mas eu só “fui” para a máquina depois de ter resolvido! Tem uma casa que eu fiz de pré-moldado e de argamassa armada e a gente precisava ter ângulos “certinhos”, porque era uma estrutura espacial... Então, se eu fosse ficar fazendo à mão, matematicamente, ia tomar muito tempo.

RS: *O computador garante uma precisão do desenho. Ele deve ser visto como uma ferramenta e não uma solução para todos os problemas da Arquitetura, certo?*

¹⁹ Filippo Brunelleschi (1377-1446) exerceu, inicialmente, a profissão de ourives e, posteriormente, foi um arquiteto da Renascença. A sua obra mais conhecida é a cúpula da catedral Santa Maria del Fiore, em Florença. Construída em 1434, foi a primeira cúpula de grandes dimensões, erguida na Itália, desde a Antiguidade. Sobre Brunelleschi, ver: PRAGER, F. D.; SCAGLI, G. **Brunelleschi**: studies of his technology and inventions. Cambridge: The Massachusetts Institute of Technology, 1970.

²⁰ Michelangelo di Ludovico Buonarroti Simoni (1475-1564) foi um pintor, escultor, poeta e arquiteto renascentista italiano. Como escultor, seus trabalhos mais conhecidos são a *Pietà* e o *David*. Na pintura, destacam-se: as cenas do Gênesis, no teto da Capela Sistina, e O Juízo Final, também no mesmo local. Projetou também a cúpula da Basílica de São Pedro, em Roma. Sobre Michelangelo, ver: ALLEN, A. **The story of Michelangelo**. London: Faber and Faber, 1953. VENEZIA, M. **Michelangelo**. São Paulo: Moderna, 1996.

VL: Isso. Mas eu “fui” para fazer o desenho final e não para projetar. Hoje eu vejo que muitos que estão se formando e estão virando “cadistas”. O cara “vai” para desenhar. E eu acho que nem precisa fazer uma faculdade para aprender *AutoCAD*. E é um programa que tem um problema de fundamento, porque ele desenha linhas e, para a Arquitetura, precisaria que desenhasse “coisas”. Por exemplo, se for desenhar essa mesa, faço um ponto que é o tampo e vou expandindo esse ponto, dou uma espessura, dou uma área... Aquele programa do Google faz um pouquinho disso.

RS: *O Sketchup²¹?*

VL: É. Mas, por exemplo, nessa casa aí, a gente precisava desenhar no *AutoCAD* e não sabia. Aí eu chamei um “cara” que foi meu aluno – que era bom no *AutoCAD* –, ele foi me falando umas coisas e eu comecei a desenhar... Então ele: “Bom, mas como é que você fez isso? Como é que você sabe que é isso?”. Porque eu tenho uma visão geométrica que ele não tem. Eu desenhei em 3D, fui alimentando x,y,z em tudo... E é “gozado”, porque ele perguntava: “Como é que você faz?”. Eu explicava: “É porque isso é a mediatriz”.

RS: *Uma das questões que me intrigam é justamente o fato de que os alunos parecem ter dificuldade em compreender o Comportamento Estrutural por não terem um bom conhecimento de Geometria. Talvez essa seja uma falha dos cursos. O senhor concorda?*

VL: Mas aí o curso começa a ficar muito amplo... Eu acho que tinha que ter uma pressão para melhorar o ensino básico, porque o cara deveria entrar já sabendo essas “coisas”.

RS: *Isso não seria uma função do ensino superior.*

VL: Agora, poderiam ter disciplinas... Quer dizer, eu acho que você, como professor, deve despertar o interesse no aluno. Porque daí o “cara” vai procurar, ele vai se interessar! O Buckminster Fuller uma vez veio no Brasil e ele estava contando que um aluno perguntou: “Como é que eu faço isso?”. Ele falou: “Olha, eu pensei e fiz! Pensa também!”. Eu acho legal essa visão de ensino: você não tem que dar um manual para o “cara”, você tem é que despertar o interesse dele! Por exemplo, a História da Arquitetura é muito formal. Você vai “pegar” um livro de História da Arquitetura e vai descrever o que está vendo! A construção dessa casa em argamassa armada é inspirada no gótico inglês do claustro de Gloucester na Inglaterra²². Aí se você for ver quem é, quem fez... Eles fizeram uma “chamada” de dinheiro, porque era uma igreja muito “pequeninha” e lá estava enterrado um rei inglês, Henrique²³. Então não fazia jus o rei estar num lugar tão “mixo”! E ele tinha virado um mártir. Por que ele virou um mártir? Você assistiu aquele filme “Coração Valente”? Lá tinha um rei homossexual, “né”?! Então, esse cara foi morto pela mulher e um duque que injetaram fogo derretido no ânus dele. O enterraram longe, porque ela virou rainha da Inglaterra. Uma assassina! E o cara foi martirizado e virou lugar de peregrinação. Todo mundo, na Inglaterra, ia visitar o túmulo dele! Aí o filho, quando assumiu o poder, resolveu construir a igreja, a catedral de Gloucester. Eles contrataram os melhores “caras” que tinham. Então, eu acho que a História não é feita só do material de construção, ela é feita dos acontecimentos. Por exemplo, uma coisa que a

²¹ O SketchUp é um *software* proprietário para a criação de modelos tridimensionais (3D) no computador. Foi originalmente desenvolvido pela *At Last Software* (*@last software*, empresa estadunidense adquirida pela Google em 2006. Sobre SketchUP, ver: <<http://sketchup.google.com/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²² Catedral da Gloucester, em Gloucester, Inglaterra. As alas do claustro da catedral, construídas em 1351 e 1377, são cobertas por abóbada de leque, com formas semelhantes à metade de um funil, côncavas em todas as seções verticais, mas convexas em todas as seções horizontais. Sobre a catedral, ver: <<http://www.gloucester.cathedral.org.uk/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²³ Referência, na verdade, ao rei Eduardo II (1284-1327), que foi enterrado na Catedral de Gloucester. Casou (1308) com a princesa Isabel da França, filha do rei Filipe IV, com quem teve quatro filhos. Capturado e encarcerado em Kenilworth, o Parlamento (1327) obrigou-o a abdicar em favor do filho de 15 anos com Isabel (Eduardo III) e seu amante Roger de Mortimer. Isabel de França mandou matar o marido, então preso no Castelo de Berkeley, Gloucestershire, enterrando-o no local. Posteriormente, Eduardo III mandou erigir-lhe uma sepultura na Catedral de Gloucester. Cf. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Edward of Caernarvon, o Rei Eduardo II da Inglaterra. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/RBEduar2.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

gente sempre dava também: o Panteão²⁴, em Roma, foi feito nos anos 100. Foi o maior vão da História durante 1.300 anos! Ninguém fez uma “coisa” maior... Quem foi fazer uma “coisa” um pouquinho maior foi o Brunelleschi em Florença. Por que ficaram 1.300 anos sem fazer uma “coisa” maior? Porque veio a queda do Império Romano e a Europa se dividiu em feudos: então o “cara” queria fazer muros, queria fazer torres! Não precisava de lugar para reunir ninguém. Isso é História! E o que aconteceu? Aconteceu que, nessa época, a Igreja era, digamos, fora da lei na maior parte da Europa. Então os monges iam construir mosteiros nos lugares inacessíveis! Porque assim ninguém “tocava” neles... Para você sobreviver num lugar inacessível, era melhor só ter homem! Com mulher e criança ficava mais difícil. Isso foi levando ao celibato na Igreja! Não que eles não tinham relações, só não podiam ter família! Porque era estratégico! Aí, no ano 800, mais ou menos – anos 700 –, o Charlemagne²⁵ percebeu que cada ponto desses era uma fortificação. Então ele fez um acordo com o papa, em que se submetia ao papa, desde que pudesse nomear os bispos desses mosteiros todos. O papa “topou”, pois, daí em diante, todo rei tinha que ser coroado por ele. Por outro lado, o Charlemagne conquistou toda a França, porque passou a comandar os mosteiros. E aí surgiram caras, como o São Domingos²⁶ e o São Francisco²⁷, que começaram a dirigir a Igreja para o povo! Porque, até aquela altura, quem ia à Igreja eram seus membros, eram monges! O povo não era nada, o povo não interessava! Se tinha povo, precisava ter um espaço grande para reunir. De novo, começam a construir espaços grandes. Por volta de 1.200 começam as catedrais... Então, eu acho que não pode ter História também achando que é só “pedra sobre pedra”. É gente fazendo, são tramas acontecendo!

RS: *Do ponto de vista do senhor, qual seria o principal problema do ensino de Estruturas? Quer dizer, apesar de todo o esforço de profissionais, como o senhor e o Yopanan, por que continua existindo um ensino fragmentado? O que o senhor acha que ainda falta?*

VL: Eu sou meio suspeito para falar disso. Eu acho que falta uma coisa: que as pessoas possam ter acesso a esse tipo de conhecimento. Porque, no ensino tradicional, as pessoas não têm acesso. Poucas pessoas que têm acesso, não pela escola, mas porque são pessoas especiais que entendem a “coisa”.

RS: *E o senhor acredita que as experimentações construtivas, as atividades em canteiro, precisam estar inseridas nos currículos dos cursos?*

VL: Você está falando com um anarquista! Então eu também sou muito suspeito para falar disso. Eu nunca acreditei muito na lei. A História da lei é a seguinte: os romanos começaram a conquistar lugares

²⁴ O Panteão, situado em Roma, Itália, também conhecido como Panteão de Agripa foi edificado em 27 a.C., na República Romana, durante o terceiro consulado de Marco Vespasiano Agripa. Primeiramente foi construído como templo dedicado a todos os deuses e, desde o século VII, representa um templo cristão. O edifício, circular, tem um pórtico com três filas de colunas, sob um frontão. O interior é abobadado, sob uma cúpula de 43,5 metros de diâmetro, que apresenta alvéolos no interior, em direção a um óculo que se abre para o zênite. Cf. DUARTE, M. D. O Panteão de Agripa. **Aventuras na História**, n. 76, Nov. 2009. Disponível em: <<http://historia.abril.com.br/religiao/panteao-agripa-478070.shtml>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

²⁵ Carlos Magno (747-814), também conhecido por Carlos, o Grande: em alemão *Karl der Große*; em francês, *Charlemagne*; e, em Latim, *Carolus Magnus*. Em 800, durante a missa de Natal em Roma, o Papa Leão III (750-816) coroou Carlos Magno como Imperador do Sacro Império Romano. Sobre Carlos Magno, ver: LEÃO, P. **Carlos Magno e seus cavaleiros**. Porto Alegre: Globo, 1967.

²⁶ São Domingos de Gusmão (1170-1221) foi um teólogo espanhol. Fundou a Ordem dos Pregadores – os Dominicanos –, em Bolonha, reconhecida, em 1216, pelo papa Honório III. Os princípios fundamentais da Ordem eram: a pobreza mendicante, a formação teológica e universitária de seus membros e a fundação de conventos nos principais centros urbanos. Cf. SOLIMEO, P. M. Vida de santos: São Domingos de Gusmão. **LEPANTO**. Disponível em: <<http://www.lepanto.com.br/dados/HagDomingGusm.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²⁷ São Francisco de Assis (1181-1226), nascido Giovanni Battista di Pietro Bernardone, foi um frade católico, canonizado, em 1228, pela Igreja Católica. Fundou em 1209, com doze discípulos, a família dos doze irmãos menores, que viria a ser conhecida como a Ordem dos Frades Menores – os franciscanos. De 1217 a 1219, os franciscanos efetuam missões de evangelização no exterior. Em 1221, Francisco de Assis funda a Ordem Terceira, constituída por membros leigos (homens e mulheres). Cf. SOLIMEO, P. M. Vida de santos: São Francisco de Assis. **LEPANTO**. Disponível em: <<http://www.lepanto.com.br/dados/HagSFranc.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

que tinham leis muito diferentes. Então eles tiveram que fazer uma lei escrita para o cara saber o que era certo e o que era errado. A lei todo mundo sabia! Cada povo tinha sua lei e sabia... Até mesmo Moisés escreveu os dez mandamentos... Mas, a gente vive num país em que toda vez que existe um caso de violência, falam assim: “Não! Tem que fazer uma penalidade maior!”. O cara que fez aquilo não pensa se vai ser preso por 10 ou 100 anos... Não é a lei que vai fazer com que o cara mude. Você tem que mudar é o indivíduo! “Tipo assim”, aqui você põe uma “plaquinha” na rua de 40 km/hora. Se você olhar, você está super devagar e está a 60! Quer dizer, a placa é que está errada, o legislador é que está errado! Tinha que por algo factível, algo para todo mundo cumprir. Até 60! Aí, quem ultrapassar, multa! Mas não uma velocidade que ninguém vai passar naquele lugar... Bom, mas eu já me enveredei por outros assuntos. Então, eu não acredito muito em currículo, eu acredito mais em liderança.

RS: *Que a iniciativa deva partir dos professores e dos alunos?*

VL: É. Eu acho que funcionaria mais. Quer dizer, seria bom que a lei não impedisse, mas às vezes a lei age contra, não é?!

RS: *Para finalizar, quais são os aspectos que o senhor considera fundamentais para uma boa formação tecnológica? Ou seja, o que um futuro arquiteto precisa conhecer sobre Estruturas e como ele pode alcançar esse conhecimento?*

VL: Mais ou menos tudo o que a gente conversou... Eu acho que é ter interesse na História, nos Processos Construtivos... E isso mostra o caminho. Porque quem ficar, como predomina no ensino, apesar do esforço da turma de Estrutura, construindo apenas pilar, viga e laje, não vai muito à frente. Então, para isso, não serve muita “coisa”. É o curso ter momentos de canteiro, de História, dessas coisas todas...

RS: *Que todos esses aspectos estejam interligados.*

VL: E na mesma disciplina, não criando ramais.

ANEXO H – ENTREVISTA COM MARIO FRANCO

BIOGRAFIA

Mario Franco (Livorno, Itália, 1929) graduou-se em Engenharia Civil na Escola Politécnica de São Paulo (EPUSP) em 1951. Na mesma instituição, obteve seu doutorado em 1967 e exerceu o cargo de professor do Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações. Entre 1971 e 1998, atuou como professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). É sócio fundador (1952) do Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Engenheiros Civis Ltda. É membro das seguintes entidades técnico-científicas: Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo (CREA), Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE), American Concrete Institute (ACI), Federação Internacional do Concreto (FIB), Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH), e International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE). Recebeu várias premiações por sua atuação profissional, como, por exemplo, o Prêmio Emílio Baumgart pela IBRACON, em 1985.

Entrevista realizada no dia 30 de junho de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que o senhor contasse como foi o período de sua graduação, principalmente sobre como era o ensino de Estruturas oferecido naquela época.*

Mario Franco (MF): Eu me formei na Poli, da USP. E o meu curso foi de 47 a 51. O ensino na Poli era muito voltado para os conceitos. A grande força da Poli era a Matemática, a Física e as disciplinas de aplicação – como Estruturas, por exemplo – eram extremamente rigorosas. Tive um professor de estruturas, o Telemâco van Langendonck que foi um mestre, escreveu livros, uma pessoa extraordinária a quem eu devo toda a minha formação. Ele me ensinou o rigor! A coerência, a organização, enfim, ele me ensinou a não transgredir em nada com o cálculo das Estruturas, com a concepção... Nas áreas mais de aplicação – como o Concreto Armado – eu também tive professores com o mesmo tipo de formação. E, portanto, eu posso dizer o seguinte: que o nosso curso não era um curso prático. Nas aulas de Concreto, a gente aprendia alguma coisa, alguns “projetinhos” de prédio... Mas, nessa época, eu já estava fazendo estágio fora e sabia muito mais pelo estágio que pelo aprendizado. O importante é que, na escola, a gente tinha uma base muito sólida e foi possível construir tudo! Porque o que a gente aprendeu na escola era uma fração muito pequena do que se aprende depois na vida profissional. Protendido! Eu tive algumas aulas de Protendido – já nessa época, no Brasil, começava-se a usar Protendido –, mas aprendi Protendido depois, fazendo!

RS: *Além da formação na escola, também foi necessário aprender com a prática.*

MF: Ah, sim! E não teria cabido mais do que isso no curso. Quer dizer, o curso foi muito bom, porque ele deu o que precisava dar: a base! O que você vai estudar depois, se não tiver uma base sólida, é tudo coisa “por ouvir dizer”, não tem consistência. Se você tem uma base sólida, tudo é construído em cima dessa base e vai se encaixando. Então, aí, a sua educação tem uma estrutura que vem lá da faculdade.

RS: *Logo após a graduação, o senhor começou a trabalhar com Julio Kassoy¹. Como foi a experiência dessa sociedade?*

MF: Foi muito divertida! A experiência foi interessante. Eu era estagiário numa firma construtora² – naquela época as construtoras tinham calculistas dentro da empresa –, trabalhei lá um ano, mas eu não cheguei a conhecer o Julio. Ele já trabalhava lá como calculista, é mais velho do que eu. Encontrei com

¹ Julio Kassoy (1922) formou-se em Engenharia Civil, em 1945, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foi professor assistente da cadeira de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções na mesma escola e é sócio-titular do Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Engenheiros Civis LTDA, desde 1952, quando o escritório foi fundado. Cf. SABBAG, H. Y. **Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco**. São Paulo: C4, 2007. Contra-capá.

² Construtora Comercial Dácio A. de Moraes S/A. – a empresa não existe mais.

ele numa sala: “Escuta, Mario, você não quer trabalhar comigo?”. Eu falei: “Quero, vamos lá!”. Eu comecei a aprender Estruturas com ele e, quando eu me formei, a gente teve a idéia de fazer o escritório.

RS: *Na construtora, o senhor não trabalhava com Estruturas como estagiário?*

MF: Sim, sim. Eu comecei trabalhando em outras áreas, fazia medição de pintura, coisas de estudante... Mas depois eu passei a trabalhar com o Julio, na construtora, na área de cálculo mesmo. Aí a gente se deu bem e, logo depois de formado, já saiu o escritório. Isso em 52. Eu me formei em 51 e, em 52, já estava funcionando aqui o escritório³ – que faz agora 57 anos. O Julio está aí, ainda, ele está meio aposentado, mas ainda trabalha. E, assim, como ele tinha a mesma formação que eu – também se formou na Poli, com os mesmos professores, com a mesma mentalidade –, a gente tinha muita afinidade, porque a linguagem era a mesma. Eu procuro passar isso para as pessoas que trabalham comigo também: ter uma base sólida.

RS: *Um dos primeiros projetos do escritório foi o do Othon Palace Hotel.*

MF: Esse foi um projeto que o Julio tinha começado na empresa, a Dácio de Moraes. Quando ele saiu, eu me lembro que o engenheiro da Dácio falou: “Escuta, Julio, você vai deixar o paciente aberto na mesa de operação?”. Então a gente fez um contrato e acabou o projeto.

RS: *E como foi a experiência dessa obra?*

MF: Foi muito interessante. Era uma obra importante, “né”?! Tinha prazo, porque tinha que ser inaugurada no quarto centenário de São Paulo, em 54.

RS: *Em termos de Estruturas, quais eram os desafios dela?*

MF: Não tinha muito desafio, só a fundação que foi complicada. O maior desafio era fazer o cálculo em tempo, porque a obra era mais rápida que o cálculo naquela época! A gente só tinha régua de cálculo e máquina elétrica... Mas aí já começamos a fazer outros prédios altos.

RS: *O senhor trabalhou com vários arquitetos, como o Artigas e o Paulo Mendes da Rocha.*

MF: Todos! O Artigas, Paulo Mendes da Rocha, Ruy Ohtake, Pedro Paulo Saraiva⁴, o Chico Petracco⁵, todos os arquitetos de uma certa época... Bom, agora eu trabalho com outros. Com Ruy Ohtake ainda faço projeto com ele. O Croce, o Aflalo e o Gasperini...

RS: *Então como o senhor percebe essa relação entre Engenharia e Arquitetura?*

MF: É uma relação de amor e ódio! Não, não. Só de amor mesmo... Poderia haver ódio se não houvesse a compreensão do princípio das coisas. Eu sempre tive uma “alma de arquiteto”, até queria ser arquiteto, depois acabei enveredando pela Civil. Eu tenho uma sensibilidade para a linguagem arquitetônica, então, o trabalho com os arquitetos sempre foi muito bom, muito positivo. Porque os bons arquitetos entendem de Estruturas! Há diálogo, não é imposição. É o contrário do que muita gente pensa: “O calculista estraga o que o arquiteto faz!”. Muita gente acha isso: “Ele pôs o pilar no meio da sala!”. Essas coisas... Isso é “bobagem”! Se a gente tem uma boa linguagem comum, a gente consegue fazer um bom trabalho. Claro que existem arquitetos ruins por aí e então fica mais difícil! Porque é mais difícil a gente ter aquela

³ Referência à sede do Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco, onde foi realizada a entrevista.

⁴ Pedro Paulo de Melo Saraiva (1933) é um arquiteto modernista brasileiro. Formado em 1955 pela Faculdade de Arquitetura Mackenzie em São Paulo, ganhou diversos prêmios. Entre seus projetos, podem ser citados: a Ponte Colombo Salles em Florianópolis e a reforma do Mercado Municipal de São Paulo. Cf. SAYEGH, S. Pedro Paulo de Melo Saraiva fala sobre a arquitetura brasileira. **Revista AU**, São Paulo, n. 185, p. 70-72, ago. 2009.

⁵ Francisco Petracco graduou-se, em 1958, na Faculdade de Arquitetura Mackenzie em São Paulo. Em 1960, fez parte do grupo de professores que fundou a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Santos. Como exemplo de sua obra, está o Clube XV, em Santos, projetado em parceria com Pedro Paulo Saraiva. Cf. SERAPIÃO, F. Francisco Petracco. **PROJETODESIGN**, São Paulo, n. 336, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/francisco-petracco-o-arquiteto-20-03-2008.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

empatia, aquela compreensão... Mas isso é uma coisa rara! A grande maioria dos arquitetos tem essa abertura para as Estruturas. Aqui, no Brasil, os arquitetos têm uma boa formação.

RS: *O senhor trabalhava com esses arquitetos desde a concepção dos projetos? Como funcionava o processo?*

MF: Olha, tinham todas as situações possíveis. Um dos projetos mais bem sucedidos que eu fiz, ainda no “comecinho” do escritório, em 60, foi o projeto de uma obra em Santos que, infelizmente, já foi demolida: o Clube XV⁶. Era uma obra muito legal! Nessa obra, a concepção da Estrutura foi feita pelos arquitetos. Eles ganharam o concurso com uma idéia estrutural que eles “bolaram”! Com articulações, com balanço... Depois eles “chegaram” e disseram: “Mario, dá para fazer isso?”. Aí, é claro, precisou de muita Matemática. Eu vou te dar uma coisa que você vai achar interessante⁷. Deixa eu te mostrar: a gente achou legal fazer uma coisa aqui, na contracapa, em que colocamos umas folhas de cálculo do Clube XV! Isso tudo: integrais e cálculos eram coisas dos anos 60! Quer dizer, depois do arquiteto “bolar” isso, precisou de muito cálculo! Nesse caso, a Estrutura estava tão bem concebida que eu não fiz nada, só refinei. Agora, em outros casos não era assim. No caso do Citibank⁸ – que foi uma obra que eu fiz com o Gasperini –, ele bolava uma coisa, aí eu fazia os cálculos e dizia: “Dá isso!”. Ele: “Não, mas não está bom! Puxa pra cá, faz aquilo...”. Até chegar nesse prédio que está aí, que você conhece, teve muita interação. Às vezes dava uma interação muito forte com o arquiteto.

RS: *Em relação à colaboração com o Paulo Mendes da Rocha, como foi o projeto do MuBE⁹?*

MF: No MuBE, a idéia era dele. Eu falei: “Bom, então, Paulo, vamos fazer o que você quer”. Que era um vão de 60 metros, com uma altura de 2 metros. Isso foi imposição dele. Ele queria uma coisa extremamente leve! Então, se você olhar o corte transversal do MuBE... Deve ter aqui¹⁰! Olha, quase não tem concreto! Porque, se não, não dava para “parar de pé” esse “negócio”! Porque o vão é muito grande. Você vê que era muito otimizado isso. Nós usamos, na época, o concreto mais alto que se podia conseguir, que era o de 350 quilos por centímetros quadrados. Hoje a gente usa de 500 sem problema! Mas o edifício era muito “fininho”! Olha aqui! Essa “lajinha” de baixo tem 7 centímetros! Foi concreto protendido. Veja quantos cabos de protensão! Você vai se divertir com esse livro! Então, às vezes, o arquiteto vem com as idéias concebidas. Tem outros casos aqui... Esse é o Clube XV. Olha que maravilha! Esse é o desenho de fôrmas da Estrutura que eu recuperei. Agora, outro caso no qual teve uma interação muito forte foi no Anhembi¹¹, nessa cúpula do Anhembi do Jorge Wilhelm¹².

⁶ O Clube XV (1962), em Santos, foi projetado por Pedro Paulo Saraiva e Francisco Petracco. O Clube XV foi fundado em 1869 e, em 1960, realizou-se um concurso para a construção de sua nova sede (a sexta ao longo de sua história) – vencido pelos arquitetos supracitados. Sua inauguração ocorreu em 1969, tendo sido demolido em 2000. Cf. NOVO MILÊNIO. Histórias e lendas de Santos: clubes. Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0171b.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁷ Referência ao livro: SABBAG, H. Y. **Escritório técnico Julio Kasoy e Mario Franco**. São Paulo: C4, 2007.

⁸ Referência ao Citicorp Center (1983), em São Paulo, concebido pelo escritório Croce, Aflalo & Gasperini. Cf. SABBAG, op. cit., p. 56-59.

⁹ Museu Brasileiro da Escultura (1987), em São Paulo, projetado por Paulo Mendes da Rocha. A obra configura-se por meio de uma grande cobertura de concreto, com vão livre de 60 metros e instalações subterrâneas. Cf. Ibid., p. 60-67.

¹⁰ Referência ao livro de Sabbag (2007) supracitado.

¹¹ Palácio das Convenções do Parque Anhembi (1971), concebido por Jorge Wilhelm, Miguel Juliano e Massimo Fiocchi. A sala de convenções é coberta por uma casa de concreto em folhas poliédricas com espessura de 10 centímetros. A cobertura é constituída por 28 semi-arcs com seção transversal em “V”, que convergem para um anel central de compressão de 6,4 metros de diâmetro e interligados por um anel externo protendido. Cf. SABBAG, op. cit., p. 42-45.

¹² Jorge Wilhelm (1928) é arquiteto diplomado pela Faculdade de Arquitetura Mackenzie (1952). Abriu seu escritório no ano seguinte, ao vencer um concurso para o projeto de um hospital, a Santa Casa de Jaú. Assumiu diversos cargos na administração pública. Foi um dos três consultores contratados para a reformulação do texto da Lei do Plano Diretor de São Paulo (1998). Desde 2005, reassumiu seu escritório, denominado de Jorge Wilhelm Consultores Associados. Ver: JORGE WILHEIM CONSULTORES ASSOCIADOS. Jorge Wilhelm: currículo. Disponível em: <<http://www.jorgewilhelm.com.br/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

RS: *Eu soube até de uma história que, no Pavilhão de Exposições do Anhembi, o senhor precisou ficar embaixo da fôrma durante a desforma porque não acreditavam que ia parar em pé. É verdade?*

MF: É, não acreditavam... Os operários tinham medo de que fosse cair. Aí o único jeito foi eu ficar embaixo. Mas foi emocionante!

RS: *E como foi essa obra e o projeto dela?*

MF: O projeto foi também uma interação com o arquiteto, que era o Jorge Wilhelm. Esta forma que está aqui é uma forma que saiu do cálculo. Eu queria, primeiro, uma forma curva, porque ela seria mais ideal. O arco seria a forma perfeita! Mas ele ficou tão horrível que a gente resolveu abandonar a forma curva! Evoluímos para essa forma em origami que, digamos, desenha a curva em pontos, entende?!

RS: *Ela segmenta a curva.*

MF: Ela segmentou a curva. Quer dizer, ela acompanha a curva ideal, mas sem ser a curva ideal! E deu um ótimo resultado! Está aí, não caiu.

RS: *A obra é em concreto armado ou protendido?*

MF: Isso tudo aqui é uma casca de concreto armado, que tem 10 centímetros de espessura. Mas esses apoios todos são ligados por um anel que é protendido. E, quando a gente protendeu, a gente queria que, protendendo, ele subisse um pouco. E ele subiu. Tem a história aqui... Agora, eu estava querendo falar de uma obra na qual a interação foi muito grande: que foi no auditório de Campos do Jordão¹³. Olha, você está vendo aqui a nervura grande e o espaçamento que vai aumentando e outra nervura... Isso tudo foi computador! O Gasperini queria esses apoios, uma grelha. Mas eu falei: “Gian Carlo, vamos fazer que seja absolutamente racional!”. Então, onde os esforços são maiores, as nervuras são altas e densas. Conforme o esforço vai diminuindo, ela vai acompanhando. É uma música! Teve um maestro que chegou aqui e falou: “Essa Estrutura é musical!”. Aqui é o diálogo do arquiteto com o estruturalista dando uma coisa bacana! E o Gasperini é uma pessoa de muita sensibilidade que logo entendeu, “né”?! Está aí, a história da interação está nesse livro.

RS: *Outra parceria com o escritório do Gasperini foi o projeto premiado em Buenos Aires¹⁴. E como foi essa experiência?*

MF: Também está aí no livro. Essa foi uma experiência única! Era o prédio de concreto mais alto do mundo! Infelizmente não foi construído. Mas era! Eu tive que estudar muito. Tive que aprender toda a Matemática, na época, dos prédios altos. Eu escrevi até uns artigos sobre isso... Quer dizer, eu tive que estudar muita Matemática para poder fazer esse projeto. E nesse a gente também teve muita cooperação, muita interação! Foi legal.

RS: *O escritório do senhor foi um dos primeiros a trabalhar com a questão da estabilidade aos ventos nesses prédios altos. Quais eram as referências e as fontes de estudo?*

MF: Eu me lembro que recebi uma revista técnica francesa na qual tinha o cálculo ao vento de uma ponte. Uma grande ponte! Aí eu comecei a estudar aquilo, comprei as normas francesas e estudei vento “para valer”. Quando chegou a hora de fazer o edifício Peugeot, eu já desenvolvi as equações integrais e calculei. O diagrama das forças, dos esforços internos, era determinado por equação! Mas

¹³ Auditório de Campos do Jordão (1977), com projeto do escritório Croce, Aflalo & Gasperini. Sua cobertura é constituída por uma grelha de concreto armado sobre vigas periféricas que originam oito grandes balanços – dois para cada um dos lados do quadrado da cobertura. Nas nervuras da grelha, à medida que se afastam das principais e que os esforços reduzem, sua altura e largura diminuem gradualmente, enquanto o espaçamento entre elas aumenta. Cf. SABBAG, op. cit, p. 48-55.

¹⁴ Concurso para o Edifício Peugeot (1962), em Buenos Aires, vencido pelo escritório Croce, Aflalo & Gasperini. O projeto enviado para o concurso, que previa uma torre de mais de 200 metros de altura, continha uma planta livre, com apenas dois grandes pilares em seção caixão que abrigavam as escadarias e os elevadores de carga, além de quatro pilares duplos de fachada. Cf. Ibid., p. 31-32.

aqui, nesse projeto, é pena que não tem uma planta! Essa planta a gente estudou para ficar o mais limpa possível. Só tem 6 pilares e o resto tudo está em balanço! Foi muito positiva essa obra.

RS: *Uma estrutura muito leve.*

MF: A estrutura foi leve. E foi uma Estrutura de vãos grandes que permitiu ganhar o concurso! Quer dizer, não é só a Estrutura, claro! Mas a Estrutura teve um papel importante. Eu me lembro que, nessa época, era muito amigo, principalmente do Aflalo. Num outro concurso, o Aflalo falou uma coisa que reflete bem o que deveria ser o relacionamento entre o engenheiro e o arquiteto. Foi um concurso que nós não ganhamos. Nesse concurso, eu lembro que o Aflalo e o Gasperini foram lá em casa e a gente estudou: “Mario, eu estava com uma idéia que podia ser assim...”. Eu falei: “Olha, dá para fazer assim!”. E o Aflalo falou: “Mario, eu não estou te perguntando se dá para fazer assim, mas se é para fazer assim!”. Quer dizer, é muito mais! Se é uma “coisa” legal. A Estrutura tem que ser uma “coisa” legal! Não é só uma “coisa” secundária. A relação entre o engenheiro e o arquiteto tem que ser construtiva! É o que acontece com o Ruy Ohtake também, como no Hotel Unique¹⁵. Cada projeto tem sua história.

RS: *Na parceria com Artigas, o senhor destaca algum projeto?*

MF: Eu fiz pouca coisa com o Artigas. Eu fiz o Clube Anhembi¹⁶, que tem aqui em São Paulo. São duas coisas. E fiz uma residência de um tal de Mendes André¹⁷. Essa é uma Estrutura que valeria a pena conhecer! O Artigas quis fazer uma residência de quatro pilares de uma simplicidade impressionante! São quatro painéis iguais. Esse é o andar superior e essa é a cobertura¹⁸. Isso aqui é articulado, aqui e ali. Muito simples, “né”?! Só que para isso parar de pé... Dá para entender que não para assim, porque isso é muito delicado. Então aqui a gente fez uns tirantes metálicos que ficaram aparentes. Era um feixe de quatro tirantes que, depois de desformar, a gente concretou uma lâmina, assim, que ficou “super” delicada! E transparente, não é?! Quer dizer, porque ficou um risco.

RS: *Quase não dá para perceber.*

MF: Não dá para perceber. E a gente, eu e o Artigas, “curtiu” muito fazer esse projeto.

RS: *É essa obra que o senhor considera um teorema estrutural?*

MF: É, considero. Esse é um teorema estrutural. Tem algumas obras que são um teorema estrutural. Para o meu desgosto, eu vi que alguém “imitou” essa casa. Até é um professor da USP. Eu fiquei tão bravo! Como um professor da USP vai fazer uma coisa dessas? É um plágio! Sem dizer que é do Artigas a idéia, “né”?!

RS: *O senhor exerceu a atividade de magistério em conjunto com a prática da Engenharia. Enquanto professor da Escola Politécnica e da FAU, como senhor procurou trabalhar a questão da Estrutura?*

¹⁵ Hotel Unique (1999), em São Paulo, com projeto de autoria de Ruy Ohtake. A estrutura do corpo do edifício é composta por duas empenas laterais de concreto de 90 metros de comprimento, distanciadas de 15 metros entre eixos, com espessura de 30 centímetros e protendidas em três faixas horizontais. Nelas são engastadas as lajes, também protendidas, dos pavimentos-tipo e a cobertura. Cf. SABBAG, op. cit., p. 74-77.

¹⁶ Sede do Anhembi Tênis Clube (1964), em São Paulo, concebido por Vilanova Artigas. A obra é formada por estruturas porticadas, com apoios triangulares que desenham inflexões, estreitamentos, alargamentos e vazios. Esses elementos enfatizam questões estruturais de transição de esforços e são utilizados para detalhes, como o recolhimento de águas pluviais e aberturas para iluminação zenital. Cf. ANHEMBI TÊNIS CLUBE. História. Disponível em: <<http://www.clubeanhembicom.br/index.php?cont=historia>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

¹⁷ Residência Manoel Mendes André (1966), na vila Mariana, em São Paulo, projetada por Vilanova Artigas. A casa constitui-se em um pavilhão suspenso por 4 pilares. O andar superior é uma estrutura única, composta pelas lajes de piso e de cobertura, atirantadas nas faces longitudinais e com empenas cegas nas transversais. Solução que permite a liberação dos espaços internos para a configuração dos ambientes. Cf. ZEIN, R. V. Residência Manoel Mendes André. Disponível em: <<http://www.arquiteturabrutalista.com.br/fichas-tecnicas/DW%201966-91/1966-91-fichatecnica.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

¹⁸ Faz croqui da obra para explicar.

MF: Bom, são coisas muito diferentes! Na Escola Politécnica, eu dava aula para alunos de Engenharia, então, tinha que estar dentro de uma linguagem com aquele rigor, com aquela “coisa” necessária. Eu dei aula também na pós-graduação, na Poli, na minha especialidade: edifícios altos, equações e tal... Já na FAU, foi completamente diferente! Nessa época, a tradição das faculdades de Arquitetura, em geral, e da FAU em particular, era que o curso de Estruturas era um mini-curso de Engenharia.

RS: *Uma cópia simplificada.*

MF: É, uma cópia reduzida. E eu achei que não era nada disso que tinha que fazer. Então eu inventei um curso totalmente diferente! Eu dava as aulas expositivas – não quero dizer teóricas, porque não eram teóricas, eram aulas de exposição – e tinha dois assistentes que davam aulas de exercícios. Eu achava importante ter as duas coisas. De um lado, nas minhas aulas, os conceitos fundamentais eu dava com o mesmo rigor que daria na Engenharia: conceito de equilíbrio, conceito de vínculo, como se vincula uma Estrutura, as reações de apoio, conceito de esforços solicitantes, de momento fletor, o que é força cortante... Tudo isso eu procurava explicar da melhor forma possível para o aluno ter uma noção clara. E, nas aulas de exercício, tudo isso era transformado em exercícios numéricos, porque eu também achava que, mesmo que o arquiteto não tenha que calcular Estruturas – eu nunca pretendi formar ninguém com o diploma de Cálculo –, para entender as coisas qualitativamente, era preciso passar pela parte numérica. Porque os números ajudam a gente a entender. Se você “pega” um problema e transforma em números, você o entende 10 vezes melhor. Agora, além das aulas conceituais, eu dava, principalmente no segundo semestre, aulas de Estruturas mais complexas. Aí eu não pretendia, claro, que o aluno fosse calcular, mas pretendia que ele entendesse como funcionava um arco, como funcionava um pórtico...

RS: *Os sistemas estruturais.*

MF: Os sistemas estruturais. Como funcionava uma Estrutura suspensa... A gente destrinchou uma Estrutura geodésica até! Como é a geometria do domo, como funciona... Aí eu levava fotos de domos e tal. Além disso, eu dava aula de História das Estruturas. Porque através da História a gente aprende muito! E os alunos gostavam da minha aula, viu?! A sala estava sempre cheia. Agora, no fim do primeiro semestre, eu dava um trabalho prático.

RS: *E como era?*

MF: Cada ano eu mudava um pouco. Mas tinha ano que eu “pegava” os alunos e dizia: “Bom, vocês vão aprender flexão”. Então eu mandava pegar uma porção de barras de madeira, carregar, ensaiar até a ruptura, anotar os resultados, enfim, “quebrar a coisa”! Para entender o que é a ruptura. Entendia o conceito de momento de inércia, que a barra chata resiste muito menos que a barra em pé, mas a barra em pé flamba lateralmente... Eu deixava que eles fizessem. Aprendiam muito com isso e “curtiem” também! E, ao fim do curso, no segundo semestre, eu dizia o seguinte: “Bom, vocês aprenderam ‘x’ sistemas estruturais. Então, agora, vocês vão fazer em equipe – como sempre, em equipes de cinco – um trabalho. Cada equipe vai definir um tema – podia ser um estádio de futebol, ou uma ponte, etc. –, resolver arquitetonicamente e depois resolver estruturalmente. Usando tudo aquilo que vocês aprenderam!”. Então saía cada coisa maluca! Saíam pênseis estruturas, pontes... Era muito divertido! Aí, no fim do curso, a cada última avaliação, a gente fazia a exposição das maquetes lá no Salão Caramelo da FAU – você conhece a FAU, não é?! – e aquilo tudo ficava um mês lá. E, no último dia, eu dizia: “Agora, vocês vão me contar como é o trabalho”. Eu ia de trabalho e trabalho e dava a avaliação pelo trabalho e pelo que eles me contavam. Assim que eles aprendiam. Eu achava isso importante, porque acredito que, na profissão de arquiteto – e na do engenheiro civil –, além dos cálculos, das equações, do equilíbrio, existe a necessidade da intuição e eu achava que essa era uma maneira de começar a estimular a criatividade, a intuição dos alunos. Eu falava: “Inventa! Inventa qualquer coisa! Não interessa como! Eu não vou dar receita!”. E eles inventavam. Inventavam cada trabalho bonito! Eu mandava fotografar e usar todos os recursos disponíveis. Não tinha ainda computador. Eu nunca incentivei a usar o computador. No fim, eles usavam um pouco. Mas queria era “abraçar” o material, a matéria, a física, montar a Estrutura...

RS: *Então eles faziam modelos.*

MF: Faziam os “modelinhos”. Faziam os modelos da Estrutura, maquetes. E esse era o trabalho prático de fim de ano. Eu acho que ainda é assim! Acho que os professores que continuaram o meu trabalho, depois que me aposentei compulsoriamente, continuaram, mais ou menos, nessa mesma Estrutura didática. Naturalmente que cada professor tem sua personalidade, seu interesse. Mas eu sei que um dos professores conhece muito História das Estruturas e também valoriza. Como é que funcionava uma catedral gótica, os empuxos, o equilíbrio... É bacana isso!

RS: *O senhor dava as aulas de História usando quais recursos?*

MF: Eu levava slides. Eu tenho uma coleção enorme de slides! Que eu tirei nas minhas viagens e muitos que eu tirava de livros e mostrava. Na Arquitetura românica, quais eram as características, os arcos cruzados, os empuxos...

RS: *Criando um repertório de soluções estruturais.*

MF: É, criava um repertório.

RS: *Além dos modelos que os alunos desenvolviam – e que o senhor considera que eram importantes –, o senhor acredita que também atividades em canteiros experimentais ou experimentações construtivas são válidas?*

MF: Acho que são menos importantes do que essa parte, na minha opinião, de formação das Estruturas. Ter uma idéia eu acho interessante. Mas eu não fazia isso. Porque, no canteiro, a gente não vê muita coisa. A gente tem uma idéia. Por exemplo, os meus alunos iam muito no IPT. Quando faziam, por exemplo, um trabalho sobre madeira, tinha muita gente que ia lá na sessão de madeira do IPT e o pessoal orientava. E o pessoal gostava disso! Mesmo os engenheiros do IPT gostavam de receber os alunos, mostravam as máquinas, como ensaia a madeira, etc. Eu acho que um contato é bom. Mas eu acho que o mais importante, realmente, é essa parte de construir modelos.

RS: *Havia intercâmbio entre os conteúdos ministrados e a prática profissional do senhor dentro da sala de aula?*

MF: Muito pouco. Porque, como eu trabalhava mais com edifícios – e não com pontes, por exemplo –, uma ou outra “coisa” eu levava. O Parque Anhembi, por exemplo, aquela Estrutura eu destrinchei. Porque era um dos exemplos de Estrutura em arco. No final, aquilo é uma “porção” de arcos concêntricos. Então, de vez em quando, eu levava alguma coisa, quando havia alguma coisa diferente. Quando eu trabalhava com vigas, acho que já levei o Clube XV, por exemplo. Que era uma “super” viga, com articulações, como exemplo de articulação. Essa obra¹⁹ é toda apoiada em neoprene. Essa obra é importante.

RS: *Como surgiu o interesse do senhor pela questão do ensino de Estruturas? Foi logo depois da graduação ou dentro ainda da faculdade?*

MF: Não, não. Foi depois. Eu teria gostado de ser professor universitário, de fazer carreira acadêmica, mas acabei indo para o lado da profissão mesmo. As aulas na Poli eu comecei a dar, mas realmente o que eu gostei de fazer foi dar o curso na Arquitetura. Em 71, quem dava aula de Estruturas era o pessoal da Poli. Em São Carlos, eu acho que é a mesma coisa: Estruturas é responsabilidade do Departamento de Engenharia. Então, o chefe de Departamento era meu amigo e falou: “Mario, eu estou com uma crise lá na Estruturas. Tive uma reprovação muito grande na Arquitetura. Os arquitetos e o professor não se dão bem e tal... Eu quero que você vá lá tomar conta da faculdade. A Faculdade de Arquitetura é tua! Faça o que você quiser!”. Aí eu fui, foi um desafio. Montei esse curso e deu certo! No primeiro ano, eu tinha 300 alunos! Porque tinha 150 do curso e 150 do outro ano! No começo foi difícil, porque o pessoal via, em mim, mais um “engenheiro”. Anos 70! “Anos de chumbo”! Anos da repressão, tinha muita repressão. Depois, aos poucos, eles perceberam que meu “recado” era outro e já no fim do curso

¹⁹ Referência ao Museu da Escultura Brasileiro (MUBE), com foto em quadro presente no escritório em que foi realizada a entrevista.

realmente eles começaram a se entender melhor comigo. Porque eu inventei um curso para eles! Inventei um curso especial, sob medida, para arquitetos! Dizem: “Ah! Mas arquiteto não pode calcular Estruturas!”. Não pode, não deve. Eu acho que arquiteto não deve se dedicar ao cálculo, porque tem muitas outras coisas para fazer. Falavam: “Mas legalmente pode!”. Eu rebatia: “Legalmente pode, mas o meu arquiteto não vai poder! Se ele quiser calcular Estruturas, ele que estude!”. Até porque o engenheiro também tem que estudar para calcular Estruturas. Não é o engenheiro formado ontem que já está habilitado para calcular um prédio alto! Também tem que aprender. Então eu enfrentei esse argumento da legalidade. Porque até hoje, você sabe, pode “assinar” um cálculo. Mas eu falei: “A realidade profissional nossa não é essa!”. Então eu inventei um curso no qual o arquiteto não aprende a calcular, mas aprende a entender. O que é fundamental!

RS: *O senhor chegou a participar de algum dos encontros de professores de Estruturas – o de 74 e o de 85²⁰?*

MF: Participei. Em 74, na Poli, teve um encontro nacional de ensino de Estruturas. Eu inclusive participei da organização, das mesas e foi muito interessante! Nesse simpósio, foi apresentado por alguém aí esse argumento da legalidade e eu contestei. Acho que o nosso ponto de vista prevaleceu. Mas teve briga lá! Tiveram sessões bem “ardidas”!

RS: *Sobre o que deveria ser ensinado?*

MF: Sobre o que deveria ser ensinado. Em 85 teve outro, mas desse outro eu não me lembro tanto. Eu acho que fui para Goiânia, mas não participei de tudo. Mas eu me lembro que em, 68 – olha! 68, hein?! –, logo depois do AI 5²¹, teve um problema muito sério com o professor de Estruturas lá na Universidade de Brasília. E os alunos ficaram sem curso. Uns arquitetos amigos meus disseram: “Pelo amor de Deus, vem dar um curso acelerado de Estruturas, porque aqui precisa!”. Então eu fui lá. Fiquei 15 dias em Brasília dando o curso. Em pleno AI 5! Tinha um clima de repressão, uma “coisa” horrível! Mas dei um curso totalmente fora de tudo e alguns professores me criticaram. Porque, você imagina, numa época de repressão, não podia dar uma “coisa” tão liberal! Eu levei modelos e o pessoal adorou o curso!

RS: *Voltando então à trajetória profissional do senhor, entre as mais de 2.000 obras do escritório, quais dela considera um marco na sua carreira?*

MF: Tiveram muitos marcos. O primeiro marco foi o Teatro Castro Alves em Salvador²², nos anos 50. Ali o arquiteto já veio com a obra concebida. Por exemplo, o Citibank eu acho um marco. O MuBE, sem dúvidas! O Unique... Tem muitos! Tem muitas obras menores que eu acho, como essa aí²³, que é um átrio do Gasperini. As obras que eu considero um marco estão todas no livro. Tem até um porto! Uma obra portuária que eu achei muito bacana de ter feito.

²⁰ Referência aos dois “Encontros Nacionais de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura”: o primeiro, realizado em São Paulo, em 1974; e o segundo em Goiânia, em 1985.

²¹ O Ato Institucional Nº5 ou AI-5 foi o quinto de uma série de decretos emitidos pelo regime militar brasileiro nos anos seguintes ao Golpe militar de 1964. Sobrepondo-se à Constituição de 24 de janeiro de 1967, bem como às constituições estaduais, dava poderes extraordinários ao Presidente da República e suspendia várias garantias constitucionais. Cf. BRASIL. Presidência da República da Casa Civil. Ato Institucional nº5, de 13 de dezembro de 1968. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/AIT/ait-05-68.htm>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²² Teatro Castro Alves (1957), em Salvador. Seu projeto original foi feito pelos arquitetos Rocha Miranda e Souza Reis, em 1948. Porém, o edifício construído foi aquele desenvolvido por José Bina Fonyat Filho, ganhador da IV Bienal de São Paulo pela aplicação de conceitos modernistas. Cf. TEATRO CASTRO ALVES. Institucional. Disponível em: <<http://www.tca.ba.gov.br/01/index.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²³ Aponta cartaz, presente no escritório, da obra Atrium VI (2000), com projeto de Aflalo & Gasperini, em São Paulo. Apresenta volumetria triangular determinada pelo formato do terreno, que ocupa a confluência de três ruas. Uma viga de transição, apoiada em pilares, delimita o pórtico de 8,50 metros de altura que marca o perímetro do edifício. O posicionamento centralizado do núcleo de serviços, além de favorecer a rigidez do conjunto, possibilita a divisão do andar-tipo em dois ambientes. Cf. AFLALO & GASPERINI. Atrium VI. Disponível em: <http://www.aflaloegasperini.com.br/projeto_detalhe.php?id=186>. Acesso em: 04 fev. 2010.

RS: *Onde é?*

MF: Em Salvador. O porto de Aratú²⁴.

RS: *As obras em outros estados o senhor também acompanhava?*

MF: E como! Teve época em que eu ia de 2 a 3 vezes ao mês para a Bahia. Tive muita obra em Salvador. Muitos edifícios. Fiz obra para a universidade, fiz o prédio da Faculdade de Arquitetura – projeto de um grande arquiteto baiano que é o Diógenes Rebouças²⁵. Foi um grande arquiteto! Eu ia lá sim. Sempre gostei muito de ir em canteiro de obras. Eu sempre gostei de ver as coisas sendo construídas e achava bacana o contato com os mestres-de-obras. Conversava, inclusive, com os ferreiros, porque tinha obras que era difícil colocar o ferro, então eu ia lá e trabalhava com eles. Eles gostavam muito disso! Eles achavam bacana o calculista se interessar pela parte prática.

RS: *No caso dos edifícios altos, não existiam as normas brasileiras quando o senhor começou a calculá-los, certo?*

MF: Aliás, não existia livro nenhum que ensinasse a calcular. Eu “catava” coisas em revistas técnicas e fui aprendendo.

RS: *Publicações francesas e outras?*

MF: Francesas, inglesas, americanas... Mas eu sou meio autodidata. Toda a parte de mecânica, de vibrações, estudei por minha conta. Aprendi e depois escrevi coisas sobre isso.

RS: *Além da questão do vento, quais outros desafios o senhor considera que enfrentou no cálculo das Estruturas?*

MF: Em geral, projetos de arquitetura complicados. Teve uma época que eu fiz muitos viadutos. Aí eu gostava de fazer, de mexer com essas Estruturas complicadas. Depois eu parei de fazer. Hoje não faço mais viaduto.

RS: *O senhor comenta que, com o passar do tempo, a Engenharia Estrutural sofreu uma mudança, em que o volume de obras foi substituído pela maior complexidade dos projetos, por uma necessidade de maior integração entre as áreas. Frente a essa nova realidade, como o senhor acredita que os engenheiros e arquitetos devam ser formados?*

MF: Olha, o meu estilo de projetar Estruturas exige que eu entenda projeto de arquitetura, mas também vou muito atrás do projeto dos sistemas, principalmente de ar condicionado, hidráulica, etc. Porque, quando eu projeto uma Estrutura, eu já procuro projetar de modo a não ter interferência com os outros sistemas. Pouca gente faz isso. Geralmente o pessoal projeta e depois vê: “Ai, então tem uma viga! Precisa furar a viga porque vai que passar um duto!”. E depois não consegue passar. Eu procuro fazer uma síntese pelo menos das coisas mais importantes. No começo, pergunto: “Onde é que estão as casas de máquina do ar condicionado? Por onde é que o ar condicionado vai circular? Que altura eu tenho disponível para isso?”. Bom, então, neste caso, a Estrutura só pode ser essa, porque qualquer outra vai interferir. Eu tinha agora um projeto com um certo número de andares e tinha a distância entre andares, eu acho que de 4 metros, que permitia fazer uma estrutura nervurada de 4 centímetros. Depois passavam os dutos e sobrava um pé-direito suficiente. Aconteceu que, por razões de gabarito, em vez de 20 andares, a Estrutura precisou ter menos. Mas aí, essa distância entre andares não podia

²⁴ Terminal de Líquidos do Porto de Aratú (1974), em Salvador. Para sua construção, foi utilizada uma diversidade de sistemas construtivos: as fundações foram executadas em tubulões de grande profundidade; a plataforma de operação, por sua vez, foi realizada por meio de concretagem *in loco*, sendo as formas sustentadas por estruturas metálicas soldadas às camisas de chapas de aço dos tubulões. Cf. SABBAG, H. Y. **Escritório técnico Julio Kassoy e Mario Franco**. São Paulo: C4, 2007. p. 46-47.

²⁵ Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia (1965), concebida por Diógenes de Almeida Rebouças, Américo Simas e Oscar Caetano Silva. Cf. FACULDADE DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Histórico. Disponível em: <<http://www.arquitetura.ufba.br/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

ser tanta, porque, se fosse grande, perdiam-se mais um ou dois andares. Então tivemos que “bolar” uma outra Estrutura, de 20 centímetros, protendida, “maluca”, porque era a única que ainda permitia passar os dutos e deixar um pé-direito adequado! Se você não começa a pensar nos sistemas, você faz uma outra Estrutura de 40 e depois não cabe nada! Então, hoje, a gente precisa entender um pouco de Instalações, precisa ter um bom diálogo com todo mundo... Às vezes o impacto é até no Paisagismo! Você precisa prever lajes com alturas “malucas” internas, por onde vão escoar as águas pluviais... Enfim, a Engenharia Estrutural precisa dialogar com todas as outras áreas. Hoje eu falo que a grande evolução é que o projeto – qualquer projeto – é o resultado de um trabalho de equipe. Você tem que saber se entrosar numa equipe! Você é parte de uma equipe! É claro que, a partir de um certo ponto, você faz o seu trabalho, mas sempre relacionado com o todo. Você não pode pensar só na sua Estrutura, o que muita gente ainda faz.

RS: *Em termos de ensino, quais recursos o senhor acredita que possam contribuir com essa formação mais holística, mais condizente com a realidade?*

MF: Bom, hoje se eu fosse montar um curso, usaria muito mais técnicas computacionais. Daria um trabalho muito grande, mas eu até gostaria de levar às salas de aula – com projetor, por exemplo – a montagem de uma Estrutura em computador, como se analisa. Porque hoje você faz tudo no computador! Não é como na época da régua de cálculo que era tudo manual, com essas “continhas bonitinhas” que eu te mostrei. Eu acho que isso seria interessante até para os arquitetos: “Bom, vamos projetar o andar de um edifício. Então os pilares estão aqui...”. E ia gerando a Estrutura. Mas eu nunca fiz isso. Usar muito o computador, usar imagens, usar *Power Point*²⁶, usar recursos gráficos é importante! Digo também pelos meus colegas, quando eu lecionava na FAU. Eu tinha assistentes que eram professores de Estruturas na Poli e diziam: “Puxa, Mario, mas se a gente pudesse dar isso para os nossos engenheiros seria tão legal! Mas o nosso curso lá é diferente e tal...”. Eles achavam que esse enfoque meio materialista que eu dava seria bom para os engenheiros também! Ter mais contato com isso também. E eu acho que o contato com o modelo ainda é importante. A manualidade é importante, a matéria!

RS: *E permite uma melhor visualização do comportamento da Estrutura.*

MF: É. Eu acho que isso ainda é importante! Apesar de computadores e tudo mais, eu ainda sou muito de estimular a imaginação, a criatividade. Intuição, criatividade e experiência são coisas que “não têm nada a ver” com cálculo! São os três pilares da criação: a experiência – sua e dos outros, da História –, a criatividade e a intuição. A intuição é fantástica!

RS: *Depois o cálculo vem para confirmar o que foi pensado.*

MF: Ou às vezes para desmentir, “né”?! Mas em geral dá! A intuição é muito importante! A gente não pode perder isso.

RS: *E uma forma de desenvolver essa intuição seria através dos modelos, certo?*

MF: Dos modelos e até através dessas aulas de História. Entender como é que os romanos faziam aquelas pontes deles...

RS: *A observação das estruturas naturais também seria um recurso?*

MF: Não, isso eu nunca fiz. O Vasconcelos²⁷ é que gosta disso. Você entrevistou o Vasconcelos?

RS: *Entrevistei sim, por isso me lembrei dessa questão agora.*

²⁶ Microsoft PowerPoint é um programa utilizado para edição e exibição de apresentações gráficas originalmente escrito para sistema operacional Microsoft Windows e também portado para a plataforma Mac OS X. O programa permite a criação e exibição de apresentações, cujo objetivo é informar sobre um determinado tema, podendo usar imagens, sons, textos e vídeos, que podem ser animados de diferentes maneiras. Sobre PowerPoint, ver: <<http://office.microsoft.com/pt-br/powerpoint/default.aspx>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

²⁷ Augusto Carlos de Vasconcelos – engenheiro entrevistado neste trabalho de mestrado. Cf. ANEXO E.

MF: Ele é muito interessante! Eu conversei com ele hoje. Ele é meu amigo de verdade, um bom amigo. Ele gosta muito do estudo da Natureza! Eu não “curto” muito não. Eu “curto” aquilo que eu posso fazer! O que Deus faz, ele fez muito bem feito... São dele as Estruturas da Natureza! Mas é interessante também.

RS: *O senhor comentou que uma das vantagens do computador é a facilidade de visualizar o processo, de simplificar o cálculo. E quais seriam os aspectos negativos em relação ao uso do computador para a proposta de soluções estruturais?*

MF: Eu não vou dizer o que tenha prejudicado, mas o que pode prejudicar o campo das Estruturas. Pode dar, a quem usa o programa, a falsa impressão de que basta entender de programa para fazer uma boa Estrutura. O que não é verdade! Eu prezo muito ainda os cálculos de “verso de envelope”, sabe?! Em guardanapo de restaurante! Essa aqui²⁸ eu comecei no guardanapo. Fui tomar um café com o Pedro Paulo e aí começamos a “rabiscar”. Eu acho que o guardanapo de papel ainda é um bom recurso. Não se pode perder isso! Eu fui fazer o projeto de um edifício muito alto e agora já estou trabalhando com o computador. Porque eu já defini bem o sistema estrutural e agora estou fazendo vários processamentos, com diferentes simulações de vento. Nesse caso, o computador é fantástico! Mas ele não pode “engessar” a cabeça da pessoa! Tanto é assim que, quando chega um projeto – hoje, o projeto vem do arquiteto que, em geral, já “bolou” o prédio – todos os primeiros estudos eu faço a mão livre, a cores. Por quê? Porque é a mão livre que eu raciocino. Eu faço aqueles “desenhinhos” – gosto de desenhar –, aí mando para o arquiteto, ele coloca mais pilares na Estrutura e tal. Só então eu começo a desenhar com o CAD. Mas o primeiro enfoque é no papel. Porque, naquela hora, você tem a liberdade de fazer as coisas.

RS: *Não tem a necessidade de tanta precisão.*

MF: Não tem. É diferente! E eu faço muito cálculo manual. Eu tenho calculadoras de mesa, com programas, mas não aquela “coisa” do programa em geral. E, nessa fase inicial, é muito importante isso!

RS: *Do ponto de vista do senhor, quais aspectos poderiam ser melhor trabalhados nos cursos de graduação? Isto é, o que o senhor sugere para uma boa formação tecnológica de engenheiros e arquitetos?*

MF: Eu acho que, primeiro, os conceitos fundamentais têm que ser muito bem dados. E têm que ser rigorosos! Por exemplo, o conceito de equilíbrio é um conceito que precisa ser entendido até com exercícios, porque equilíbrio é tudo! Então os conceitos fundamentais têm que ser bem dados e bem ministrados até numericamente.

RS: *Numericamente seria através de exemplos?*

MF: Através de exemplos e até de modelos! Acho importante conhecer História das Estruturas. Acho muito importante cultivar a compreensão intuitiva do funcionamento das Estruturas! Acompanhada pela compreensão numérica! Mas uma não pode “matar” a outra! Digamos, você não pode “soterrar” o aluno com “avalanches” de aritmética e matemática e fazer com que ele perca o essencial que é o funcionamento da Estrutura! Porque dar informação demais também não é o fundamental! Como eu te falei, a gente aprende muito é na profissão. Mas se não tiver bons conceitos, bons fundamentos, também não adianta.

RS: *É mais importante formar que informar.*

MF: Isso. A escola não deve dar uma lista de “receitas de bolo” de como fazer as coisas. Não é isso que a escola tem que fazer! Pelo menos eu penso assim.

RS: *O que o senhor considera que um arquiteto perde não sabendo de Estruturas, não tendo domínio sobre o Comportamento Estrutural?*

²⁸ Referência à obra do Clube XV.

MF: Como toda obra tem que passar por uma viabilidade estrutural, se o arquiteto não entende de Estruturas, ele fica à mercê de alguém que vai “contar” como é que tem que ser a Arquitetura dele! Ele vai perder o domínio da Arquitetura por não ter o domínio das Estruturas! A Estrutura é parte da Arquitetura! Eu não sou capaz de separar as duas! Olha isso aqui ó²⁹: quem é que pode fazer um “troço” desses sem entender de Estruturas? Não digo também que todos têm que fazer isso!

RS: *Mas se quiser chegar nesse resultado é preciso entender de Estruturas.*

MF: Esse é um livro de Concreto. Foi publicado agora há pouco, tem grandes obras de Arquitetura e eu tive o prazer de ver que tem duas obras minhas aí! O Hotel Unique e o CENU³⁰... Essa foi uma obra que eu não mencionei, mas que foi uma obra marcante! Nessa obra, pela primeira vez, eu trabalhei com um laboratório de aerodinâmica canadense. Fiz um modelo lá no Canadá, depois ensaiou e foi uma experiência fantástica! Fiquei amigo do diretor do laboratório, enfim, abriu um mundo novo!

RS: *Para finalizar, quais arquitetos o senhor acredita que tenham esse domínio da concepção estrutural, do comportamento das Estruturas?*

MF: Olha, eu não posso falar do Niemeyer, porque nunca trabalhei com ele. Ele tem uma visão meio autoritária que eu até critico um pouco. Quem trabalha com ele diz que não, que é uma pessoa boa de trabalhar. Mas eu não sei. Agora, aqui em São Paulo, tem o Paulo Mendes da Rocha, o Ruy Ohtake, o Gasperini... Tem muitos! O Brasil está cheio de arquitetos ótimos! O Paulo Casé³¹, o Índio da Costa³² – eu até fiz um projeto grande dele ano passado... Tem muitos arquitetos com os quais dá um bom diálogo! Agora, tem um ou outro “casca de ferida” que eu não dou certo! Aí não dá diálogo nenhum, é muito chato!

²⁹ Referência ao livro: CALATRAVA, S. **Calatrava**. Barcelona: Gustavo Gili, 1989.

³⁰ Torre Norte do Centro Empresarial Nações Unidas (CENU, 1996), em São Paulo, projetada pelo escritório Botti & Rubin. O envelope externo da torre é constituído por pilares de concreto, distanciados entre eixos de 7,5 metros e interligados por vigas. O núcleo octogonal, que encerra 12 elevadores, é formado estruturalmente por 3 “tubos” rígidos – caixas de concreto dos elevadores –, além de 2 pilares de canto, ligados através de vigas aos tubos e entre si. Foram efetuados, no laboratório canadense *Boundary Layer Wind*, ensaios de túnel de vento, com modelos reduzidos, em escala 1:3000, para determinar as forças de projeto, as acelerações, pressões e sucções locais nas fachadas. Cf. SABBAG, H. Y., op. cit., p. 68-71.

³¹ Paulo Casé (1931) é um arquiteto e urbanista modernista brasileiro. Dentre os projetos de sua autoria, destacam-se: os hotéis Hilton, Marriot e Le Méridien (atualmente Iberostar) do Rio de Janeiro; e o prédio Rio Metropolitan. Na área de urbanismo, desenvolveu os projetos do Rio-Cidade dos bairros de Ipanema e Bangu, e da Cidade das Crianças, construída no bairro de Santa Cruz. Cf. PAULO CASÉ. *Experiência*. Disponível em: <<http://paulocase.com.br/>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

³² Luiz Eduardo Índio da Costa (1938) é um arquiteto brasileiro, formado, em 1961, pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Brasil, atualmente Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Índio da Costa fundou seu escritório em 1973 e, com o ingresso de seu filho Luiz Augusto Índio da Costa, em 1996, o escritório passou a chamar-se Índio da Costa Arquitetura e Design. Foi o primeiro arquiteto a receber o prêmio Comenda Niemeyer, em 2006, do Instituto de Arquitetos do Brasil. Cf. ÍNDIO DA COSTA. *História*. Disponível em: <<http://www.indiodacosta.com/defaultPOR.aspx>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

ANEXO I – ENTREVISTA COM MAXIM BUCARETCHI

BIOGRAFIA

Maxim Bucaretschi é graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Braz Cubas em 1975. Em 2002, concluiu seu mestrado em Habitação pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Lecionou na Universidade de Guarulhos entre 1977 e 1979. Fez parte do Projeto Favela USP (1984-1987), desenvolvendo tecnologias de construção para reurbanização da Favela São Remo. Foi professor da Pontifícia Universidade Católica de Campinas entre 1991 e 1992, 1995 e 1996 e a partir de 2003. Entre 1994 e 2003, lecionou na Universidade Metodista de Piracicaba; sendo que foi um dos responsáveis pela concepção pedagógica do curso de Arquitetura e Urbanismo dessa escola. Colaborou nos escritórios de diversos arquitetos, como Sylvio Sawaya, Jorge Wilhelm, Oscar Niemeyer e Luiz Paulo Conde. Desde 2002, mantém escritório próprio, denominado de Área Arquitetura.

Entrevista realizada no dia 08 de outubro de 2009 em Campinas (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar a nossa conversa, eu gostaria que o senhor contasse como foi o período de sua formação superior e sobre como era também o ensino de Estruturas daquela época.*

Maxim Bucaretschi (MB): Bom, eu fiz a escola de Arquitetura num momento meio complicado da história do país e também estudei numa Faculdade de Arquitetura que “fugiu” um pouco do que já existia. Porque já havia duas escolas de Arquitetura, a FAU e o Mackenzie, e então surgiu a Faculdade de Arquitetura Braz Cubas, em Mogi das Cruzes, que foi fundada em 1969 e passou a funcionar em 1970¹. O que aconteceu com as faculdades do período? A gente passou pelo AI-5, em que muitos professores foram até cassados, professores da FAU, do Mackenzie e, por isso, alguns desses professores, no final, foram contratados para darem aula lá em Mogi. Então eu tive uma formação muito boa! Tive aula com Ubirajara Ribeiro², Maurício Nogueira Lima³, com o Eduardo Corona⁴ – que era professor também da FAU e trabalhou no

¹ Em 1964, a Sociedade Civil de Educação Braz Cubas – que já era mantenedora de complexo educacional de 1º e 2º graus – decidiu orientar a entidade para o campo do ensino superior. Assim, em 1965, o Conselho Federal de Educação concedeu autorização para o funcionamento da Faculdade de Direito Braz Cubas e, em 1970, para a instalação da Faculdade de Arquitetura. Cf. GRINBERG, I. História da Universidade Braz Cubas. Disponível em: <<http://www.brazcubas.br/portal/institucional.php?siteid=3>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

² Ubirajara Motta Lima Ribeiro (1930-2002) foi arquiteto, desenhista, gravurista, artista gráfico, pintor, aquarelista e professor. Formou-se, em 1954, pela Faculdade de Arquitetura da Universidade Mackenzie. Em 1956, mudou-se para Salvador, onde estudou gravura na Escola de Belas Artes da Universidade da Bahia. Na década de 1960, integrou o grupo dos cinco arquitetos-pintores, junto com Maurício Nogueira Lima (1930-1999), Flávio Império (1935-1985), Sérgio Ferro (1938) e Samuel Szpigel (1936). No período, também iniciou carreira como professor. Cf. ENCICLOPÉDIA ITAÚ DE ARTES VISUAIS. Ribeiro, Ubirajara (1930 - 2002). Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br/aplicexternas/enciclopedia_ic/Enc_Artistas/artistas_imp.cfm?cd_verbete=3444&imp=N&cd_idioma=28555>. Acesso em: 04 fev. 2010.

³ Maurício Nogueira Lima (1930-1999) estudou Artes Plásticas em Porto Alegre, no Instituto de Belas Artes da Universidade do Rio Grande do Sul, de 1947 a 1950. Voltou a São Paulo em 1951, onde cursou, no Instituto de Arte Contemporânea do Museu de Arte de São Paulo (MASP), Comunicação Visual, Desenho Industrial e Propaganda. Em 1953, integrou o Grupo Ruptura, com o qual expôs trabalhos durante a década de 1950. De 1953 a 1957, cursou Arquitetura e Urbanismo na Universidade Presbiteriana Mackenzie. Em 1974, passou a atuar como docente. Cf. GUERRA, T. R.; ALVARADO, D. V. M. P. Nogueira Lima: biografia. Disponível em: <<http://www.mac.usp.br/mac/templates/projetos/seculox/modulo3/ruptura/lima/bio.html>>. Acesso em: 04 fev. 2010.

⁴ Eduardo Corona (1921-2001) formou-se em Arquitetura pela então Escola Nacional de Belas Artes. Em 1943, ainda estudante, organizou um escritório de arquitetura, colaborando, entre outros, com Affonso Eduardo Reidy (1909-1964) e Oscar Niemeyer (1907). Em 1949, tornou-se assistente do arquiteto Anhaia Mello (1891-1974), na disciplina Teoria da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. De

projeto... E o meu curso de Estrutura, na Faculdade de Arquitetura, na realidade, praticamente não existia, porque era um curso de Resistência dos Materiais, em que você estudava Cálculo! O curso não tinha nenhuma prática, era um curso técnico de engenheiro. A escola funcionou muito bem, em termos de criar espaço para a gente se profissionalizar. Até porque a gente ia trabalhar nos escritórios de Arquitetura, já que, na época, não existia tanta gente assim e você “conseguia espaço” para trabalhar nos escritórios. Como eu também fui presidente do Centro Acadêmico, tinha contato direto com o pessoal da FAU, do Mackenzie, com o pessoal que fazia Arquitetura no Brasil. A minha vida foi “meio” prática! A escola teve um papel, acredito, que de formação política e ideológica. Acho que isso foi importante. Mas, na realidade, eu já estava traçando um caminho profissional. Comecei a aprender a desenhar, por exemplo, no escritório do Sylvio Sawaya⁵ e, desde então, nós dois somos grandes amigos. Comecei a aprender a fazer projeto em cima dos desenhos do Millan, porque o Sylvio tinha trabalhado com o Millan e tinha muitos originais dele. Então o meu primeiro grande exercício foi tentar recuperar aqueles desenhos do Millan, que tinham sido feitos pelo Léo Madeira – que era um grande desenhista de Arquitetura. Naquela época, desenhava com canetas gráficas e precisava ter um controle muito grande. Aí comecei a “entrar nessa vida de Arquitetura”.

RS: *Também junto com o Sylvio Sawaya, logo no início dos anos 80.*

MB: Não, não. Com o Sylvio Sawaya, eu comecei em 1971.

RS: *Eu ia perguntar, na verdade, sobre o Projeto Favela⁶, que é desse período.*

MB: Aí eu trabalhei alguns anos no escritório... O Sylvio foi fazer o doutorado dele e eu trabalhei com ele durante o doutorado⁷. Depois, a gente foi trabalhar junto no escritório do Jorge Wilhelm, onde eu trabalhei no projeto do Centro Cultural do Estado de São Paulo. Depois disso, eu fui para o Rio de Janeiro. Lá eu trabalhei com o Oscar... Fui “bater” no escritório dele, porque eu tinha que acabar com os meus “mitos” e ele me recebeu super bem! Ele sempre foi um cara muito generoso!

RS: *O senhor trabalhou quanto tempo com ele?*

MB: Eu não fiquei muito tempo, foram uns seis meses. Na verdade, fiquei fazendo uns projetos que ninguém queria fazer! Foi bom para “quebrar os mitos”! Depois, eu trabalhei um ano no escritório do Luiz Paulo Conde⁸, lá no Rio de Janeiro, que foi prefeito do Rio. E, ao mesmo tempo, eu tinha o meu

1949 a 1953, participou do Convênio Escolar, órgão responsável pelo projeto de equipamentos escolares em São Paulo. No final da década de 1960, Corona foi responsável por idealizar o plano para o Campus da Universidade Braz Cubas, para a qual projetou o conjunto de edifícios e as diretrizes básicas de ensino. Cf. CARRANZA, R. **Eduardo Corona**: arquitetura moderna em São Paulo. São Paulo: FUPAM, 2001.

⁵ Sylvio Barros Sawaya é arquiteto graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (1967). Ainda estudante, foi estagiário do escritório Carlos Millan (1927-1964). Após a graduação, trabalhou nos escritórios dos arquitetos Marcelo Fragelli (1928) e Jorge Wilhelm (1928). Professor da Universidade de São Paulo desde 1971, atualmente é diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Também lecionou na Universidade de Brasília (1976-1977), na Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1983-1984) e na Universidade de Guarulhos (1997-1998). De 2000 a 2004, fez parte da Associação Brasileira dos Construtores com Terra (ABC Terra), da qual foi presidente até 2003. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4788364H7>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

⁶ Projeto de urbanização da favela São Remo (1984-1988), localizada atrás do Campus Butantã da Universidade de São Paulo, cujos objetivos eram a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de construção para educar a população local na organização e produção de moradias, por meio de sistema de autoconstrução.

⁷ Sylvio Sawaya fez doutorado entre 1969-73. Cf. SAWAYA, S. B. **O Lago da Concórdia**: estudo de arquitetura e urbanização. 1973. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

⁸ Luiz Paulo Fernández Conde (1934) é um arquiteto e político brasileiro. Formou-se em Arquitetura pela antiga Universidade do Brasil (atual UFRJ). Ainda estudante, integrou a equipe de Affonso Eduardo Reidy (1909-1964), que projetou o Museu de Arte Moderna (MAM) do Rio de Janeiro. Foi presidente do Instituto dos Arquitetos do Brasil (1974 e 1976), professor e diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ

escritório. Sempre trabalhei fazendo as duas coisas. Eu estava fazendo uma obra, uma residência em Ponta Negra⁹, e essa foi a terceira obra que eu projetei... A primeira foi a do Horácio Coutinho¹⁰. O Sylvio tinha feito a casa do irmão do Horácio Coutinho e aí o Horácio foi procurá-lo para fazer o projeto e o Sylvio me indicou para fazer o projeto. Não foi o meu primeiro, mas foi o primeiro que eu construí! Fiz a casa do Horácio, foram quatro anos de trabalho... Nessa época, tinha montado o escritório junto com o Nelson Zara e Diana Manzoni. Os dois eram recém-formados. Depois eu fiz uma casa que aí mudou completamente! A casa do Horácio Coutinho era com estrutura de concreto, muito influenciada pelo Le Corbusier, pela casa Jaoul¹¹, com as abóbadas... Só que, na cobertura, você tinha três abóbadas e, embaixo, era uma área para o ateliê da esposa do Doutor Horácio, mas eram cascas de concreto. Foi aí que eu comecei a me “ligar” na Estrutura!

RS: *Eu ia perguntar justamente como foi que surgiu seu interesse pelas Estruturas. Então já nessa fase, no início da carreira.*

MB: É... Com o Sylvio, quando eu fiz uma primeira casa, tive uma discussão em que o Sylvio me mostrou a importância de a gente fazer sempre um pré-dimensionamento estrutural. Que era fundamental para a qualidade da obra!

RS: *Foi ele quem despertou esse interesse e não na Faculdade.*

MB: Não, não foi. Foi na prática mesmo! Eu “peguei” uma primeira casa, estava cheio de dúvidas... Então sentei com o Sylvio e passamos um “tempão” discutindo. Calorosamente! Depois eu fiz a casa do Coutinho, junto com a Diana e o Nelson, mas depois continuei sozinho.

RS: *E como surgiu o interesse do senhor pela questão das tecnologias construtivas?*

MB: Quando fui construir a casa do Coutinho, descobri que só projeto não “dava”! Se você não tiver um controle do projeto como construção, o conteúdo que está implícito dentro do seu projeto, que é a linguagem construtiva, “vai para o espaço”! Porque cada um pode fazer a interpretação que for. E foi assim que começou essa “história”!

RS: *Com a prática, na hora de “lidar” com a construção.*

MB: Foi na prática. Na hora de “lidar” com a construção, por um lado. Essa “coisa” de lidar com o uso dos materiais. E, por outro lado, de você estar se relacionando com a mão-de-obra mesmo! Com o cotidiano do canteiro... A gente – eu falo sempre “a gente”, porque a Arquitetura não é feita no singular, ela é feita no plural. Então digo “a gente”, porque é todo mundo que estava envolvido no processo: eu fiz o projeto, depois teve desenhista que me ajudou, o pessoal que foi para a obra... Teve um engenheiro que foi fundamental para mim também nessa história, o Chico, o Francisco da Silva Santos, que foi quem me mostrou a possibilidade da plasticidade do concreto, que eu poderia fazer com o concreto o que eu quisesse. Aí comecei a me empolgar, “né”?! Quando eu conheci o Chico, ele

(1990-1992). Em 1996, foi eleito para a prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. Cf. CONFIRA trajetória de Luiz Paulo Conde, que lidera as eleições no Rio. **FOLHAONLINE**, Rio de Janeiro, 01 out. 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/brasil/ult96u7916.shtml>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

⁹ Começou a ser construída em 1979. Foi exposta, em 1982, na premiação anual do IAB-RJ e na expo Brasil-Argentina em 1983. Passou por uma reformulação entre 2005 e 2009. Cf. PRIMI, L. Casa na praia. **O Estadão**, São Paulo, p. 4-5, 13 nov. 2009.

¹⁰ Construída entre 1976 e 1979.

¹¹ A casa Jaoul (1952), em Neuilly-sur-Seine, foi projetada com um repertório diferenciado do qual Le Corbusier, responsável por seu projeto, era associado. No lugar de elementos planos de concreto, o arquiteto empregou abóbodas em concreto e tijolo à vista. Cf. LE CORBUSIER. **Le Corbusier**. Madrid: Asppan, 2003. p. 54.

tinha voltado do Chile, tinha sido exilado... Foi quase todo mundo exilado naquela época! Você não precisava fazer muito para ser perseguido. Eu fiz a casa do Coutinho, depois fiz uma em bloco estrutural, que foi a segunda casa minha. A primeira era aquela estrutura de concreto, com as abóbadas e que tinha paredes de bloco... Que era em homenagem ao Le Corbusier, uma homenagem “torta”! Mas era bonita! Outro dia estava vendo as fotos dela e é uma obra bonita! É bem legal! Tem uma Estrutura “limpa”, são poucos pilares, ela é toda modulada... Então eu comecei a perceber também que a Estrutura organizada te permite uma liberdade enorme para você projetar! E para você construir também. Depois eu fiz a casa de Ponta Negra, que realmente considero como se fosse um marco na minha vida como arquiteto! Porque consegui fazer uma obra absolutamente “limpa” e acho “super” arrojada até hoje. É uma casa de praia que tem uma varanda de 24 metros de vão livre! Fiz uma grande reforma nessa casa, fiquei 4 anos recuperando. Terminei agora a obra, faz uns 2 meses! Tive que tirar uma abóbada, porque a maresia “comeu”. A casa era de bloco de concreto estrutural e a gente precisou revesti-la “inteirinha” de pedra para proteger contra a maresia.

RS: *O que ficou no lugar da abóbada?*

MB: A gente fez uma estrutura de madeira, com telha. Aí já é uma solução do tempo em que a gente está vivendo. Depois eu te mostro o projeto... É uma estrutura de madeira, com cobertura em telha “Ecotop”. Mas eu precisava resolver aquela cobertura de jeito que mantivesse a mesma intensidade que a abóbada tinha! Eu considero essa casa de Ponta Negra um marco, porque pude vivenciar a hierarquia que existe dentro do canteiro. Fiquei 2 anos vivendo dentro da obra! Construindo e morando lá com o pessoal. Enfim, essa obra é emblemática, porque tem uma história que está ligada à história da minha vida. O tempo todo ela fica “indo e vindo”... Aí você descobre que existem arquitetos que fazem obras que estão ligadas à vida toda deles! Não estou querendo me comparar ao Gaudí, mas basta ver o exemplo da Sagrada Família¹². A representação da vida do Lelé é o trabalho com a Rede Sarah. Você fala em Lelé e já enxerga os hospitais, o trabalho com argamassa armada! Ele é uma pessoa maravilhosa! Bom, durante essa “história” de Ponta Negra, eu estava no Rio de Janeiro.

RS: *Durante a obra de Ponta Negra?*

MB: É... Fazia Ponta Negra, trabalhava com o Oscar... No escritório do Conde, depois eu fiz a reforma de um apartamento. Então o Sylvio me ligou e falou: “Olha, tem uma favela lá na USP e a gente precisa fazer um projeto de recuperação da favela. Então vamos fazer uma proposta! A Maria Adélia¹³ está na prefeitura e cedeu espaço para a gente fazer uma proposta de reurbanização da favela”. E nesse meio tempo, a gente já estava vendo essas “coisas” com terra... Eu conheci o Vitor¹⁴ e o João Marcos¹⁵. Era algo que estava vindo junto: a idéia também de a gente trabalhar com uma matriz energética que fosse de baixo impacto, a matriz tecnológica que fosse ligada à matriz energética, a existência de uma outra matriz antropológica que era a ligação com as culturas... A gente estava já envolvido com essa questão. Até mesmo pela nossa formação, porque, na formação básica de Arquitetura, existia uma ligação com a questão da habitação popular. Que é fazer arquitetura para todo mundo e não para meia dúzia de pessoas, “né”?! Então eu vim para São Paulo. Eu me lembro que vim

¹² Gaudí passou dez anos exclusivamente desenvolvendo o projeto e obra do Templo Expiatório da Sagrada Família.

¹³ Maria Adélia Aparecida de Souza possui graduação em Geografia pela Universidade de São Paulo (1962). É professora titular aposentada da mesma instituição, continuando, no entanto, a trabalhar no seu Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Entre 1983 e 1986, assumiu a Prefeitura da Universidade de São Paulo. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4783599D2>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

¹⁴ Vitor Amaral Lotufo – entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO G.

¹⁵ Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes, orientador deste trabalho de mestrado.

encontrar com o Sylvio em São Paulo e, na época, estava o Manoel da Silva Lemes¹⁶ trabalhando na prefeitura. Foi um cara maravilhoso que preparou tudo! Foi professor lá da PUC¹⁷, é urbanista. Ele era muito ligado com o Milton Santos¹⁸. Aliás, era o pessoal que estava na prefeitura universitária, porque a Maria Adélia também era muito ligada com o Milton Santos. O Sylvio também... A gente foi elaborar a proposta, que era justamente a de uma construção que fosse produzida pela própria população, em que o material fosse produzido pela própria população! Então, a gente mudou o paradigma. Nós não fazíamos o projeto para que depois alguém planejasse como que seria aquela construção e o pessoal saía para montar um sistema de compra de materiais... A gente pensava que o material seria produzido no local, fora o que iríamos reciclar! O novo paradigma era: o da produção – “pegar” matéria-prima e transformar em material de construção – e o do aproveitamento – “pegar” material já existente, que fosse dado como sucata, e reciclar –, produzindo uma habitação. Educando também a população, preparando a população para a Arquitetura! Quando a gente foi para a Prefeitura da USP, passamos um bom tempo ali trabalhando pela nossa idéia! A gente vivia de “ar”! O dinheiro apareceu depois. A idéia nossa era formar um centro de capacitação de mão-de-obra e de formação para a Arquitetura. E realmente isso mudou completamente a minha visão! Nós montamos um laboratório de produção, uma “fabricazinha” de produção de blocos de terra crua estabilizada. Fizemos contatos com a CPFL¹⁹ – na época, era CPFL – e conseguimos descobrir onde que eles estavam colocando os postes de eucalipto que estavam sendo substituídos por postes de concreto. A gente pediu para eles se poderiam doar, para o nosso projeto, os postes e eles começaram a doar. Desenvolvemos uma fórmula para fazer o tijolo de terra crua estabilizada sem cimento: descobrimos que a White Martins²⁰ tinha a borra de carbureto, que era uma pozzolana, um cimento pobre. Com isso, a gente conseguiu estabilizar! Depois a gente descobriu um outro lugar em que eles desenvolviam uma fórmula para misturar com a terra, para deixar a terra estável e impermeável – que era o DS-328²¹. E essa indústria que produzia o DS-328 também doou o material para o nosso projeto, para a gente poder experimentar na produção dos tijolos – que o pessoal chama de “baba de cupim”! Organizamos uma equipe de arquitetura grande: o Sylvio, eu, o Marcio Mazza, o Marcelo Tinoco, o Manoel²²... Era um monte de gente! Um monte de gente legal! Então realmente o projeto mudou: não era mais aquela “coisa” de autoria!

RS: *Era realmente um trabalho de equipe.*

¹⁶ Manoel Lemes da Silva Neto é formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (1980), mestre (1990) e doutor (1998) em Arquitetura e Urbanismo pela mesma instituição e especialista em Gestão do Desenvolvimento Regional pelo Instituto Latino-Americano e do Caribe de Planificação Econômica e Social (1993). Atualmente é professor da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Entre 1977 e 2004, trabalhou na Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=T86499>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

¹⁷ Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas).

¹⁸ Manoel Lemes participou na equipe responsável pela elaboração do projeto “Estudos de cenários alternativos para a organização do Estado de São Paulo”, sob a coordenação de Milton Santos.

¹⁹ Companhia Paulista de Força e Luz – atual CPFL Paulista, integrante do Grupo CPFL Energia. Ao longo de sua história, esteve sob controle privado nacional, privado internacional, federal e, novamente, privado nacional. Cf. CPFL ENERGIA. História da CPFL Energia. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br/Hist%C3%B3riaCPFL Energia/tabid/106/Default.aspx>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²⁰ A White Martins, criada em 1912, é a maior empresa de gases industriais e medicinais da América do Sul, presente em nove países do continente. Cf. WHITE MARTINS. Sobre a White Martins. Disponível em: <<http://www.praxair.com/sa/br/bra.nsf>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²¹ O DS-328 é um aditivo a base de óleos e resinas vegetais, desenvolvido para estabilização de solos utilizados na pavimentação de estradas, ruas, pátios de estacionamento, entre outros. A Dynasolo S/A Indústria e Comércio é a empresa que detém a patente do produto. Cf. DYNASOLO. DS-328: a tecnologia da Baba de Cupim na Construção Civil. Disponível em: <<http://www.dynasolo.com.br/ds328s.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²² Sylvio Barros Sawaya, Marcio Mazza, Marcelo Tinoco e Manoel Lemes da Silva Neto, respectivamente.

MB: Era um trabalho de equipe, porque a Arquitetura é um trabalho de equipe. Eu não identifico muito a Arquitetura como autoria, que “fulano” fez... Parece que o arquiteto fez tudo sozinho! Não é assim! É um trabalho coletivo de uma equipe, sempre. Faz sozinho, quando você está trabalhando, “quietinho”, lá no seu escritório, fazendo uma obra bem pequena... Mas isso é difícil de acontecer e, cada vez mais, os trabalhos vão ser coletivos, porque as demandas são maiores. A gente hoje vive em um país em que essas demandas todas que estavam “dentro do armário”, estão saindo de lá com uma grande força e você vai precisar de gente com bastante capacidade para atender.

RS: *Em relação às referências de bibliografia, de profissionais, existe alguma específica que despertou o interesse do senhor por essas questões?*

MB: Olha, eu vou falar uma coisa para você: eu sempre estudei o básico. Então, para mim, as grandes referências sempre foram o Frank Lloyd Wright, o Le Corbusier, o Louis Kahn²³, o Gaudí, o Niemeyer... Referências como arquitetos. Tem também o Hassan Fathy²⁴, que é um “cara” maravilhoso! Tem também o Renzo Piano²⁵, o Lelé... O Lelé foi um “cara” que sempre me marcou! Principalmente depois que eu comecei a trabalhar muito com canteiro. O Sérgio Ferro, o Rodrigo Lefèvre e o Flávio Império também são referências. Porque eu acho que a Arquitetura é tudo! A construção está em tudo quanto é lugar, não só no projeto do edifício. Existe a “Arquitetura urbana”, por exemplo. E eu não acredito só na “Arquitetura do edifício”, sabe?! Acho que você pode fazer uma arquitetura do edifício boa, mas, se você não tem uma sociedade estruturada, com um Urbanismo bom, a Arquitetura vai ser “perdendo no meio do caminho”. Também porque eu acho que a Arquitetura precisa fazer parte da formação das pessoas! Elas precisam estar “abertas”... E vejo a Arquitetura como um “problema de saúde pública”! Porque essa “história” do governo ficar desenvolvendo um tipo de atendimento à população mais carente, em que você tem posto médico e escola, não adianta nada se a pessoa mora em um local insalubre! Então a saúde está muito relacionada com a qualidade de vida que o “cara” tem. Não importa se a moradia tem 30 metros quadrados, ela precisa ter dignidade e ser saudável! Que sejam 30 metros quadrados com muito espaço! Não é questão de você ficar dividindo espaço... E essas questões todas foram contribuindo para minha formação. Eu fui olhando para o sistema construtivo, o sistema estrutural... Essas duas matrizes para mim sempre foram fundamentais na construção de uma idéia! Independente para o quê seja sua formação: fazer Arquitetura, ou fazer Urbanismo, ou educar... Eu acho que é função da Arquitetura não só fazer Arquitetura, mas conscientizar as pessoas para a Arquitetura! O arquiteto tem que ser um educador, um “conscientizador”! O que não acontece... Você não tem que “abraçar” um trabalho como se fosse dono dele, mas você tem que ser generoso! Você cria o lugar para que as pessoas possam usufruir e se desenvolver dentro desse lugar. Porque é para elas, não é para você! Então é claro que o espaço vai sofrer transformações: a gente também muda todo dia, não é?!

²³ Louis Isadore Kahn (1901-1974) foi um arquiteto norte-americano, formado pela Universidade de Pensilvânia em 1924. Depois de ter trabalhado para vários escritórios na Filadélfia, fundou seu próprio atelier em 1935. Kahn também atuou como crítico e professor na Faculdade de Arquitetura de Yale e na Faculdade de Design da Universidade da Pensilvânia. Sobre Kahn, ver: KAHN, L. I. **Louis I. Kahn**: in the realm of architecture. New York: Universe, 1997.

²⁴ Hassan Fathy (1900-1989) é um arquiteto egípcio que se voltou para o estudo das construções rurais de sua região, especialmente para a construção artesanal com tijolos de adobe. A partir de estudos de campo, redescobriu a construção de cúpulas de tijolos sem o uso de fôrmas, empregando e divulgando essa tecnologia autóctone em suas obras. Graduiu-se, em 1926, pela Universidade do Rei Fuad I – atual Universidade de Cairo. Sobre Fathy, ver: FAHTY, H. **Construindo com o povo**. São Paulo: Salamandra, 1980.

²⁵ Renzo Piano (1937) é um arquiteto italiano, diplomado, em 1964, pela Escola de Arquitetura do Instituto Politécnico de Milão. Em 1993, fundou seu atual ateliê em Gênova, conhecido como *Renzo Piano Building Workshop*, criando paralelamente, escritórios independentes em Paris e Gênova. Sobre Piano, ver: PIANO, R. **Renzo Piano**: pezzo per pezzo. Roma: Casa del libro, 1982.

RS: *É verdade... Com relação a sua trajetória no ensino, qual foi o caminho?*

MB: O caminho foi o seguinte: em 1977, eu comecei a dar aula na Faculdade de Arquitetura de Guarulhos. Mas a minha “porta de entrada” na Faculdade de Arquitetura foi pelas disciplinas de Desenho. Como é que isso aconteceu? Um outro arquiteto que, para mim, também é importante, o Maurício Fridman²⁶ – que foi meu professor também na Faculdade de Arquitetura –, estava dando aula na Universidade de Guarulhos e não sei bem o que aconteceu, mas ele precisava de um tempo para ficar um ano ou dois anos fora... Tinha pedido uma licença acho que para o mestrado, que estava fazendo na época. Bom, então ele me pediu para o substituir e foi dessa forma que eu entrei! Para substituir o Maurício Fridman. Comecei então por essas disciplinas de Desenho, de Cenografia... Mas que eu nunca parei de fazer, porque até hoje eu faço cenários. Sou cenógrafo oficial do LUME, do teatro²⁷. Na verdade eu fiz o cenário de uma peça só, que está “correndo” já faz uns dois anos pelo Brasil, pelo mundo, que é a “Kafka – Agarrado num traço a lápis”. É um cenário em estrutura de madeira, bem legal! Era o teatro do Kafka²⁸... Na realidade, o cenário que eu fiz era um teatro! Porque ele é um palco, com os objetos que o Kafka usa – que é o universo do Kafka – e que pode ser construído em qualquer espaço, em qualquer lugar. Então ele pode ser construído dentro do teatro ou fora dele! É bem legal! Foi uma experiência maravilhosa também! Ficamos quase um ano trabalhando “em cima” dele.

RS: *É legal também a possibilidade de buscar referências em outros campos, não só na Arquitetura.*

MB: Porque, pra mim, para falar a verdade, eu não me considero muito arquiteto... É claro que eu sou arquiteto, mas não dentro do que tradicionalmente se chama de arquiteto, entende? Acho que também tenho bastante de artista plástico, de desenhista... Eu sempre quis ser pintor. Então tudo o que faço tem muita cor, as texturas são muito fortes: é como se fossem grandes painéis, grandes murais, grandes pinturas! Por esse lado, também não só aquela ligação da Arquitetura com a técnica. A técnica, para mim, é fundamental: a tecnologia é o instrumento de produção da Arquitetura. Mas eu uso isso para produzir obras de arte!

RS: *A técnica também como um meio de expressão.*

MB: Eu tento incorporar isso também no “espírito” do pessoal mais jovem que trabalha no escritório, de que a Arquitetura continua e a gente passa por ela. Mas aquilo que a gente tem que fazer um dia acaba e vêm outros que continuam fazendo. Para você ver, um exemplo grande disso é o Mario

²⁶ Maurício Fridman (1937) é arquiteto, artista plástico e professor. Possui graduação (1963) e doutorado (2000) em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. Ainda estudante, participou de projetos de intervenção urbana em comunidades de baixa renda. Em 1975, foi um dos fundadores da Cooperativa Geral para Assuntos da Arte em São Paulo. Entre 1972 e 2001, foi professor da Universidade Braz Cubas. De 1979 a 2004, lecionou na Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Cf. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Mesa redonda. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/i_minami/AUP5867/mesar.htm>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²⁷ O LUME TEATRO foi criado, em 1985, na Universidade de Campinas (Unicamp), com a idéia de ser um centro de estudo e pesquisa da arte de ator. Desde sua fundação, criou 23 espetáculos e mantém, atualmente, diversas obras em repertório. Esses espetáculos, juntamente com o conjunto de *workshops* e demonstrações técnicas do grupo, vêm sendo apresentados pelo Brasil e em países do exterior. Cf. LUME TEATRO. Um breve histórico. Disponível em: <http://www.lumeteatro.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=26>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²⁸ Franz Kafka (1883-1924) foi escritor de ficção da língua alemã. O corpo de obras suas escritas – a maioria incompleta e publicadas postumamente – destacam-se entre as mais influentes da literatura ocidental. Seu estilo literário – presente em obras como a novela *A Metamorfose* (1915), e romances incluindo *O Processo* (1925) e *O Castelo* (1926) – retrata indivíduos preocupados em um mundo impessoal e burocrático, abordando os temas de alienação e perseguição. Cf. ROSCHEL, R. Franz Kafka. **FOLHA ON LINE**, Almanaque: Banco de dados: Autores. Disponível em: <<http://almanaque.folha.uol.com.br/kafka.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

Botta²⁹! O Mario Botta trabalhou com o Le Corbusier e o Louis Kahn e tem uma influência enorme do Louis Kahn em sua obra! Só que ele evoluiu a linguagem do Louis Kahn! Inclusive ele trabalha com aqueles mesmos materiais do Louis Kahn, mas de uma maneira mais contemporânea. Então tem a marca dele... E é uma Arquitetura que tem uma referência também da Arquitetura Clássica, geométrica do Renascimento “e tal”. Mas o que ele faz é Arquitetura contemporânea, ele é um construtor. Porque a Arquitetura dele é construção! Ela é verdadeira! São os materiais que ele usa, ali, aparentes... O “cara” precisa dominar a construção.

RS: *Não tem revestimento para cobrir os defeitos depois.*

MB: Não, não tem. É de verdade.

RS: *Depois da experiência de ensino em Guarulhos, a próxima experiência foi a concepção do curso da UNIMEP³⁰?*

MB: Não, não foi. Depois eu fui para a USP. Na USP, eu não era professor, mas trabalhava na Universidade com aquela experiência de educação. E a gente preparou um processo de educação, mas para a população da favela que iria trabalhar conosco no desenvolvimento dos produtos que a gente estava concebendo. Esse pessoal todo era formado por mulheres e adolescentes, jovens! Também a maioria das pessoas era de funcionários da Universidade. Então a gente fez a experiência de montar uma creche para esse pessoal. A gente foi usando tudo que tinha oportunidade de usar: oficina de madeira, depósito de material, a garagem da prefeitura virou uma fábrica de tijolos... Fomos improvisando! A gente tinha o laboratório de modelos, tinha o laboratório em que a gente testava a terra e onde a gente desenvolvia nossos componentes.

RS: *Os equipamentos também eram desenvolvidos por vocês?*

MB: Foram desenvolvidos por nós. Alguns equipamentos nem existiam! Por exemplo, a gente queria usar uma máquina de fazer tijolo automatizada, que fabricasse 10 mil tijolos por hora – porque a gente precisava de muitos tijolos –, mas só conseguimos a manual. Depois ela foi mais desenvolvida, mas, na época, era bem rudimentar. E fomos fazer tijolo com isso! Ficamos um bom tempo fazendo tijolos, esperando os tijolos curarem... A gente descobriu qual era o processo para curar o tijolo. Enfim, tudo isso mudou a nossa concepção de Arquitetura! De lá, a gente já “saiu” de outro jeito! A gente fez várias exposições sobre o trabalho que desenvolvemos na USP. Eu não sabia, mas a Maria Adélia falou que foi premiado pela UNESCO! Acho que ninguém sabe disso... Bom, depois, como eu estava na USP, veio o pessoal da Associação de Favelados de Piracicaba me procurar. Essa Associação era ligada a um núcleo lá da UNIMEP que dava assessoria para eles e que estava querendo desenvolver um projeto de habitação popular. Então o Projeto-Favela da USP foi “abrindo caminhos”. Eu comecei a dar assessoria para esse pessoal, isso durou alguns anos... Esse pessoal da UNIMEP tinha apoio de algumas fundações internacionais, como da *American Foundation* que dava bolsas para desenvolver os trabalhos com esse povo todo. Nesse meio tempo, eu fui dar aula na PUC, em 1990.

RS: *Antes da UNIMEP ainda.*

MB: Em 1990, eu fui convidado para dar aula na PUC. Logo depois da PUC, o pessoal da UNIMEP resolveu fundar um curso de Arquitetura. Então me convidaram para desenvolver o projeto

²⁹ Mario Botta (1943) é um arquiteto suíço. Estudou na Escola de Arte de Milão, antes de iniciar o curso de Arquitetura no Istituto Universitario di Architettura (IUA), em Veneza, onde graduou-se em 1969. Em 1970, fundou seu próprio escritório. Sobre Botta, ver: PIZZI, E. **Mario Botta**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

³⁰ Referência à Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

pedagógico. Eles me falaram que tinham contratado um outro professor da USP e que eu trabalharia em parceria com esse professor. Quando eu cheguei lá, esse professor era o Antonio Battaglia. Então a idéia embrionária do curso de Arquitetura da UNIMEP saiu de nós dois.

RS: *A primeira idéia do curso então não foi com o Hélio Dias³¹, mas com o Antonio Battaglia?*

MB: Com o Hélio Dias não, ele estava em Grenoble. O Hélio Dias veio depois, porque ele era funcionário da universidade e tinha ido para Grenoble, inclusive porque eu e Marcio Mazza o tínhamos apresentado em Grenoble. Então ele foi fazer o mestrado lá. Depois ele trouxe a experiência de Grenoble e a gente juntou tudo. Então montamos também um convênio com Grenoble. Ele estava com uma ligação forte com Grenoble e trouxe, inclusive, na época, o Sérgio Ferro para falar na escola. Então montamos a escola com canteiro.

RS: *Como era a concepção do curso? Por que o projeto pedagógico era inovador?*

MB: Porque era uma escola de canteiro de obras! Em primeiro lugar, a concepção do curso saía de um núcleo central de aprendizado de Arquitetura, porque era um curso radial. Isso permitia a criação de uma estrutura, em que você tinha 4 grandes áreas de conhecimento: uma área era de Arquitetura e Urbanismo, outra era de Arquitetura e Construção, outra era a de Culturas Construtivas e a quarta era de Arquitetura e Projeto. Para você entender como é forte a ligação entre Arquitetura e construção no curso, existia uma área de Arquitetura e Construção e outra área de Culturas Construtivas! A área de Arquitetura e Construção era onde a gente trabalhava o canteiro e a área de Culturas Construtivas era onde se davam as disciplinas instrumentais para as aulas do canteiro. É claro, também tinha a área de Projeto – sempre tem que ter – e a de Arquitetura e Urbanismo. E durante esse tempo eu fiquei envolvido com o curso, de 1993 até 1999. Quer dizer, eu saí de lá em 2002... Depois que eu saí e o Hélio continuou lá só como diretor, teve uma crise na escola, que nem convém contar aqui, por questões éticas.

RS: *O senhor sabe me dizer como é hoje a estrutura do curso?*

MB: Pode me chamar de você.

RS: *Tudo bem então. A gente nunca sabe como lidar com essas formalidades...*

MB: Bom, hoje eu não tenho a mínima idéia de como é o curso. Eu já tinha a sensação de que aquilo iria acontecer apenas durante um tempo. Inclusive, levei um monte de gente que acreditava que poderia contribuir com o curso, de maneira mesmo a aproveitar o tempo, porque não acreditava que permaneceria por muito tempo. Mas eu acho que ela é uma referência do que deve acontecer nas escolas de Arquitetura, porque as escolas de Arquitetura devem “cair na realidade” e preparar os alunos.

RS: *Como eram as aulas? Por exemplo, as atividades em canteiro ocorriam só em um dia? Havia ligação entre as disciplinas?*

MB: As disciplinas tinham ligação com o canteiro.

³¹ Hélio Dias da Silva possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1978). Concluiu seu mestrado, em 1988, na Escola de Arquitetura de Grenoble e o doutorado, em 1993, no Instituto de Urbanismo de Grenoble. Desde 1998, é o coordenador brasileiro da Cátedra Unitwin da UNESCO. Exerceu os seguintes cargos na Universidade Metodista de Piracicaba: vice-diretor (1981-1982) e diretor (1983-1986) do Centro de Tecnologia, professor titular (1981-2001), diretor da Faculdade de Arquitetura (1999-2001) e coordenador do Centro Cultural (2003-2005). Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4781215P9>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

RS: *Todas as disciplinas?*

MB: Não, as disciplinas da área de Culturas Construtivas e de Arquitetura e Construção. Então, por exemplo, você tinha aula de Sistemas Construtivos, você tinha aula de Sistemas Estruturais, você tinha aula de Desenho e outros meios de expressão...

RS: *Existia alguma ligação também com a área de História?*

MB: Nem tanto com as disciplinas de História... Ah! Você tinha uma disciplina que era de História da Ciência e das Técnicas! Exatamente por isso o curso lá foi todo voltado para as questões do canteiro! E hoje você tem arquitetos que saíram de lá e são muito bons! O próprio Fernando Minto³², que eu posso passar um atestado de qualidade e capacidade! Que acabou passando por um monte de lugares e hoje está na USINA³³. O João Marcos foi convidado também para dar aula lá, mas não pôde ir e indicou o Marinho³⁴. O Marinho foi e ficou. Então a gente tinha ligação com esse pessoal todo... É uma grande família!

RS: *Com relação a sua experiência na PUC de Campinas? Qual foi o processo?*

MB: Eu passei pela PUC três vezes e, na terceira, fiquei! Na primeira, foi entre 90 e 91, quando fui trabalhar também na área de linguagem e não na área de tecnologia. Em 95, eu já era chefe de departamento lá na UNIMEP, o Vitor me ligou e falou que tinha a disciplina de Sistemas Estruturais que tinha mudado de período e perguntou se eu queria substituí-lo no período que ele não podia... Eu fiquei trabalhando com o Roberto Assunção, que é um engenheiro calculista, que trabalhava com o Vitor e o João tinha entrado na PUC para trabalhar com o Vitor. Fiquei dois anos e saí, porque eu estava muito ocupado na época. Estava dando assessoria também para a Prefeitura de Natal!

RS: *Nossa! Bem distante!*

MB: Pois é... Ia às quintas-feiras para Natal. Eu sempre estive ligado à educação e à profissão! Muito mais ao exercício da profissão! Então passei por essa “loucura” toda de ficar fazendo duas coisas ao mesmo tempo. Aí parei. Em 2002, o pessoal me chamou para ir para a PUC, já não tinha mais interesse em trabalhar na UNIMEP, então fui.

RS: *Na PUC, quais foram as práticas didáticas diferenciadas que você propôs para o curso?*

MB: Eu fui trabalhar com o João Marcos na disciplina de Sistemas Estruturais e, por incrível que pareça, fui dar um curso de Instalações também! Fui dar aula de Projeto e Patrimônio! No final, eu fazia um pouco de tudo! E na área de Projeto também. Olha, a questão fundamental, numa Faculdade

³² Fernando Cesar Negrini Minto é arquiteto e urbanista, graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP (1998). Desenvolveu trabalhos e projetos de arquitetura em escritórios de São Paulo e em escritório próprio, a partir de 2002. É associado da assessoria técnica Usina Centro de Trabalhos Para o Ambiente Habitado (USINA), desde 2006. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/CurriculoLattesMostrar?codpes=3191858>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

³³ A USINA é um grupo multidisciplinar de assessoria técnica a movimentos populares e a administrações públicas para a produção do ambiente construído. Cf. USINA. Apresentação. Disponível em: <<http://www.usinactah.org.br/apresenta.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

³⁴ Mário Luís Attab Braga graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Belas Artes de São Paulo (1986). Possui mestrado (2001) em Habitação pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Desde 1990, é coordenador da Usina Centro de Trabalhos Para o Ambiente Habitado e, desde 2001, é professor da Universidade Metodista de Piracicaba. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4734267A0&tipo=completo&idiomaExibicao=1>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

de Arquitetura, acho que é complexo de falar... Para você poder chegar à construção, ao mesmo tempo você tem que passar por um processo de “alfabetização gráfica” que é sério, é importante, porque você “entra” completamente leigo! E você também nem sabe direito o que é Arquitetura! Na PUC, quando eu fui dar aula com o João, queria entender primeiro o que ele estava fazendo, porque já estava lá há algum tempo. Eu era mais um observador. Eu ficava vendo, no começo, e, aos poucos, fui dando a minha contribuição. Mas a gente trabalhou só esse ano juntos, porque depois o João saiu e eu fui para a área de Projeto, de Patrimônio... Exatamente discutindo essa questão da produção do espaço em áreas de Patrimônio Histórico e como é que você propõe adições, edifícios contemporâneos, ou como é que você restaura um edifício antigo. Então a gente também precisa ver a questão da tecnologia do edifício. Mas também foi complicado, porque a gente já estava sem canteiro na Faculdade de Arquitetura, o espaço para a gente desenvolver canteiro era muito pequeno! Fui para a área de Industrialização da Construção, trabalhar com a Mel³⁵ e essa já era uma experiência que ela vinha desenvolvendo há algum tempo em cima do trabalho do Lelé. A gente aperfeiçoou a disciplina, juntos, com a questão da produção de componentes em argamassa armada. Entender o que é industrialização da construção. A gente, inclusive, conseguiu envolver o Lelé, que está sempre presente, acompanhando até hoje o que fazemos. Mas eu vejo uma dificuldade enorme em você conseguir desenvolver tecnologia dentro das Escolas de Arquitetura! Eu acho muito complicado.

RS: *Por falta de apoio institucional?*

MB: Por falta de apoio, em primeiro lugar. Eu acho que existe um olhar muito preconceituoso ainda, porque se valoriza muito o projeto! Mas o pessoal esquece que o projeto que você utiliza como instrumento de transferência de informação daquilo que precisa ser construído tem uma complexidade muito grande e a pessoa que vai utilizar essa informação não está totalmente preparada e capacitada para entender tudo o que está lá, graficamente. Então, para isso acontecer, existe uma transição entre o desenho e o canteiro que é a capacitação. E é a capacitação técnica do “cara” que vai para o canteiro, trabalhar lá, mas é também a capacitação técnica do arquiteto e do “cara” que é o empreendedor!

RS: *São linguagens diferentes e ninguém se entende.*

MB: Se não, fica um monte de “caixa preta” junto e, de repente, essa “caixa preta” dá problema. Porque ninguém mais consegue conversar ou dialogar.

RS: *Uma questão que você mencionou é que sempre exerceu a atividade de magistério junto com a prática da Arquitetura. Você promovia então algum tipo de intercâmbio entre os conteúdos ensinados em sala de aula e as experiências de obra, as experiências em canteiro?*

MB: O tempo todo. É porque, para a escola, você não consegue desenvolver modelos de porte muito grande, mas você consegue desenvolver experimentos que fazem o aluno perceber como é que se produz, como é que se constrói. Há a possibilidade de se construir, num espaço maior, aquilo que é proposto para uma escala maior. A primeira coisa que você vê é esse monte de “forninho” de pizza que o pessoal faz por aí! Isso surgiu de um trabalho que a gente fez há muito tempo e que virou tradição... São esses “forninhos” de pizza, são essas cúpulas.

RS: *E teve aula experiência de ensino, além do “forninho”, que foi mais significativa?*

MB: Tem, tem sim. Na UNIMEP, a gente construiu grandes espaços. E acho que o João Marcos e o Vitor Lotufo construíram, na PUC, um canteiro enorme. Existia lá um terreno, que depois virou a sede

³⁵ Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo Leite – entrevistada neste trabalho. Cf. ANEXO J.

da reitoria da PUC. O João deve ter te mostrado já as imagens. Tinham muitas experiências lá: abobadilha, abóbada, tinha tudo! A gente fez um monte de experiências na UNIMEP, com paredes de terra, com painel de concreto pré-fabricado, com arco, com cúpula, com abóbada...

RS: *E você chegou a aproveitar alguma das experiências das escolas para seus próprios projetos, para suas próprias obras?*

MB: Não. Na realidade, muitas experiências que foram feitas lá, foram resultados de experiências que já haviam sido feitas nas obras. Então não foi uma coisa que saiu da escola para lá... É o contrário: veio “de fora para dentro”. A gente trouxe a experiência que tinha fora para dentro da escola.

RS: *Para mostrar aos alunos.*

MB: Alguns aproveitaram e foram se desenvolvendo nesse conhecimento do sistema construtivo. Então, por exemplo, não é só dentro da escola, mas é em tudo. Pra mim, essa questão da educação para a Arquitetura está presente o tempo todo.

RS: *Do seu ponto de vista, qual seria então o principal problema do ensino de Tecnologia dentro das escolas de Arquitetura?*

MB: Eu acho que é tudo muito teórico. Em primeiro lugar, vamos começar pelo desenho: uma coisa é você fazer um desenho de observação. Por exemplo, se você fizer um desenho de observação daquele pilar que está lá³⁶, você vai ficar olhando para ele e vai entender como que o tijolo é assentado, qual é a dimensão dele, como é que ele está inserido aqui dentro desse espaço... Aí, se eu pedir para você desenhar um pilar desse, de novo, você vai desenhar “numa boa”. Agora, se eu não tivesse te mostrado esse pilar e pedisse para você projetar um pilar de tijolos, como é que você iria fazer? E sempre foi assim. Se fosse “pegar” o Leonardo da Vinci³⁷, aquela “coisa” do corpo humano que ele diseca, na verdade, fica desenhando o tempo todo para entender como é que funcionam aquelas estruturas. Como é que são os nervos, como é que são os ossos, como é que são os órgãos, como é que tudo está interligado, qual é o ponto de apoio daquele “ossinho” que você tem no joelho e que possui uma articulação... O próprio Calatrava também faz isso. Mas aí você já “chega” à faculdade de Arquitetura pedindo para as pessoas fazerem projeto sem elas terem a mínima noção de como é que se faz um projeto! Então, você tem que começar como? É “pegar” um projeto, olhar um projeto que existe, ver como é que ele é desenhado, como é cotado, qual é a espessura de linha para ver o que está mais perto ou mais no fundo, como é que você desenha uma curva em verdadeira grandeza, como é que você desenha um triângulo... Essa representação geométrica.

RS: *Parece, inclusive, que uma questão seja a Geometria, porque a gente não tem uma formação boa em Geometria.*

MB: Esse é um outro problema da faculdade de Arquitetura de hoje: não tem mais aula de Geometria. Mas, para você estudar Estabilidade da Construção, precisa entender Geometria. Para você projetar e desenhar um edifício de qualquer espécie, precisa entender Geometria. A representação gráfica é uma representação geométrica! Tudo passa pela Geometria!

RS: *Mas a gente passa direto para o cálculo, sem ter noção de Geometria, de forma.*

³⁶ Referência ao pilar central da sala da residência em que foi concedida a entrevista.

³⁷ Da Vinci realizou estudos anatômicos, unificando o conhecimento anatômico obtido através da dissecação ao conhecimento da representação artística, focalizando os detalhes da forma externa do corpo humano.

MB: Pois é... Aí você vai para o dimensionamento. Mas a Geometria não tem números, ela tem uma proporção!

RS: *São relações.*

MB: É, são relações. O raciocínio geométrico determina a estabilidade de uma Estrutura, por exemplo. Só então eu posso dimensionar essa Estrutura! E calcular se aquele esforço realmente vai “passar” ou não. Então, existe um raciocínio metodológico que está se perdendo! Eu acho que isso foi culpa da nossa geração! Porque foi a nossa geração que transformou as escolas de Arquitetura e elas estão em “nossas mãos”. Não adianta colocar a culpa nos alunos. Acho que a forma de se ensinar Arquitetura hoje é que precisa ser revista.

RS: *Falta um método adequado.*

MB: Eu acho também que fazer Arquitetura é difícil, é muito difícil! É muita responsabilidade, é muito estressante! Então a gente precisa ser flexível para poder fazer isso. Se você não tiver flexibilidade, vira um “cara” rígido.

RS: *Que faz Arquitetura de um único jeito.*

MB: E não tem fórmula para fazer Arquitetura. Não é estudando Arquitetura Moderna e estruturas de concreto que você pode dizer que é arquiteto! Ou “pendurado” na Lina Bo Bardi, ou “pendurado” no Niemeyer... Não é por aí. O Artigas foi o Artigas, o Niemeyer é o Niemeyer! A Arquitetura reflete a maneira do “cara” pensar, eles são pensadores! O Sérgio Ferro produziu Arquitetura até os 28, 29 anos, depois ele partiu para a educação em Arquitetura e para a pintura! Ele vai até o Renascimento para entender a técnica, para tentar pintar como o Michelangelo! O trabalho é constante! A Arquitetura não é uma fórmula que você vai aprender na faculdade e vai sair arquiteto por aplicar essa fórmula!

RS: *Então, o que você sugere, em termos de metodologia e de práticas didáticas, para uma boa formação tecnológica dos arquitetos?*

MB: Olha, eu sugiro, em primeiro lugar, para que você possa exercer hoje em dia a profissão, que seja obrigatória uma vivência em canteiro de obras. Acho que uma capacitação para a construção é fundamental! E também acredito no exercício de aprofundamento de vários conhecimentos que estão fora do ensino e que deveriam ser recuperados: de Desenho, de Geometria, de um aprendizado tecnológico sério. Eu acho que precisa existir laboratório, precisa ter canteiro! Não dá para existir uma escola de Arquitetura sem isso! E tem que ser um espaço “aberto”, de apropriação, porque a única forma de você aprender a pensar o espaço é se apropriando dele! Agora, eu acho também que precisa ter limitação. Não é o caso de você construir um modelo e ele ficar lá para sempre: tem que aprender a construir, aprender a desconstruir, depois constrói outro... Existe um templo que eles demoram 7 anos para construir e outros 7 anos para desconstruir! Então a técnica e o conhecimento vão passando a cada geração. Eu poderia ficar falando horas sobre isso! Mas eu sinto muita dificuldade, principalmente em escola particular. É complicado!

RS: *Dificuldade com os alunos ou com a instituição?*

MB: Com os alunos e as instituições são complicadas também. Antigamente, uma escola particular era o lugar em que o “cara” ia estudar e que ele tinha um padrão de ensino alto, porque estava pagando. A escola era ótima! Mas hoje em dia, como você tem um monte de escola particular, ela é clientelista. Então, se o aluno está para ser reprovado, o professor é chamado para facilitar. Por outro lado, acho

que o jovem universitário anda muito infantilizado, muito imaturo! O “cara” entra na adolescência com 26 anos, sabe? Não dá! O “cara” vai para a faculdade, mas parece que ainda está no colégio! Só quer ficar na “farrá”! O que eu vejo é que, antes de entrar na faculdade, ele deveria passar por um curso técnico. Na Itália, na França, por exemplo, é assim: se o “cara” quer estudar Artes Plásticas, vai fazer o curso técnico primeiro. Entra na faculdade com uns 23 anos e já é um profissional. Acho que esse é um problema do Brasil: o Brasil precisa mudar a relação dele com o trabalho. O trabalho é muito desvalorizado no Brasil! Como o trabalho é desvalorizado, quem tem condição, começa a trabalhar muito tarde. E você vê que tem um monte de gente jovem, de classe humilde, que não sabe nem por onde começar, por onde caminhar... Porque não tem orientação.

RS: *E não tem onde se formar também.*

MB: Não tem onde se formar, claro! Então, em relação à questão do Urbanismo ligada à qualidade de vida, por exemplo, você tem que fazer uma urbanização que prevê equipamentos urbanos: miateca, cursos técnicos, escolas... Tudo concentrado em um lugar que seja um centro de formação. Que você crie situações de trabalho para todo mundo! Valorize a arte popular, ao invés de reprimi-la! “Pega” o pessoal que picha e transforma em grafiteiro. Eu acho que a gente tem um mundo hoje com um potencial enorme! O problema é que ninguém pensa em educação de verdade. E é educação informal também, não só formal... É abertura. Até porque, se você estudar os grandes artistas brasileiros, a maioria deles tem uma “bruta” crítica sobre a educação formal e o tempo todo o que marcou a vida deles foi exatamente quando partiram para a educação mais informal.

RS: *A educação da vida.*

MB: Um “cara”, por exemplo, é o Jorge Bodanzky³⁸. Você conhece? É um cineasta, pai da Laís Bodanzky, que fez aquele filme “Bicho de sete cabeças”³⁹. Tem um livro que conta a história dele – é um “cara” novo, tem por volta de 60 anos. Dizem que um “cara” vira arquiteto por volta dos 58 anos, então, o Jorge Bodanzky é novo... Mas a história dele é assim: queria fazer Cinema, e não tinha faculdade de Cinema, então foi estudar Arquitetura em Brasília. Veio o Golpe de 64, por isso, ele saiu de Brasília e foi para a Bauhaus. Fez o curso por um ano e meio, dois anos, saiu e foi fazer cinema. Logo depois, a escola acabou! A escola acabou e ele fez aquele filme dele, super famoso, que chama “Iracema” – sobre a história de Transamazônica que ele filmou. Uns três anos depois, quando ele encontrou o “cara” que era diretor da escola, como ganhou prêmios com esse filme, deram o diploma para ele! Porque ele foi um “cara” premiado, já foi o suficiente para demonstrar a sua capacidade. Na Europa, é diferente. Se você tiver capacidade para fazer mestrado, por exemplo, os “caras” te aprovam: não tem essa burocracia daqui. O pessoal começa a trabalhar com 16, 17 anos, é auto-suficiente, vai morar sozinho, amadurece mais cedo... Então, quando está na faculdade, o respeito dele pelo professor é diferente. Ele sabe que você é um “cara” que está lá para passar conhecimento para ele e que você é “super” importante na formação dele! Porque também conhece o seu trabalho, então

³⁸ Jorge Bodanzky é fotógrafo e cineasta. Quando a Universidade de Brasília, onde Bodanzky estudava Arquitetura, sofreu intervenção militar, ele conseguiu uma bolsa para estudar Fotografia na escola alemã Bauhaus. Depois de fotografar filmes de diversos alunos da Universidade de Ulm, Bodanzky retornou ao Brasil, em 1968. Entre suas obras, destaca-se: “Iracema, uma Transa Amazônica” (1974), co-dirigido por Orlando Senna e rodado com recursos da TV alemã – que retrata com a devastação da Amazônia e a prostituição na região. Cf. CONDE, A. P. A volta de Jorge Bodanzky. **Trópico**. Disponível em: <<http://pphp.uol.com.br/tropico/html/textos/1688,1.shl>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

³⁹ Laís Bodanzky (1969) é cineasta e roteirista. Dirigiu o filme “Bicho de sete cabeças” (2001) e o documentário “Cine mambembe – O cinema descobre o Brasil” (1999). Cf. AMENDOLA, G. Entrevista: Laís Bodanzky. **Bem Paraná**, Curitiba, 06 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.bemparana.com.br/index.php?n=132024&t=equoto-brasileiro-gosta-de-se-reconhecer-nas-telasequot-diz-lais-bodanzky>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

você é respeitado. Já aqui ninguém respeita ninguém. O professor é visto como alguém que está cumprindo uma obrigação: é mais um funcionário. O Battaglia conta uma história que uma vez foi dar aula para uma turma da FAU, que era de estudantes do primeiro ano, e o pessoal era tão carrancudo, mas tão carrancudo, que ele sentiu vontade de entrar na sala de aula com terno e gravata! Não tinha mais aquele “espírito” revolucionário. Porque antes a universidade era um lugar de “batalha” mesmo, onde você ia colocar suas idéias e todo mundo ia te ouvir, de debate para você se desenvolver.

RS: *Mas tem como os professores voltarem a incentivar esse debate?*

MB: Tem alguns que incentivam, mas outros não, que reprimem. Não têm paciência! E tem também a questão da crítica e da autocrítica, porque ninguém aceita ser criticado. É horrível ser criticado! Ninguém gosta de ser criticado! Principalmente um professor... Agora, se você cria um espaço para todo mundo se desenvolver, eu acho importante ter crítica.

RS: *Só para finalizar, eu gostaria que você justificasse a importância do conhecimento das Estruturas para os arquitetos. O que um arquiteto perde não tendo domínio sobre Comportamento Estrutural?*

MB: Porque ele não entende como que vai ser a estabilidade de uma construção. Eu tive uma experiência essa semana, aliás, essa não é a primeira vez que me chamam... Arquitetos, que fizeram um projeto para um determinado cliente, e não têm a mínima noção do que é uma construção, do que é um sistema estrutural e ficaram “na mão” dos engenheiros! Se você pegar grandes arquitetos – o Artigas, o Niemeyer, o Lelé –, vai ver que o sistema estrutural é fundamental para a concepção do espaço deles! Tudo começa da Estrutura!

RS: *A Arquitetura nasce junto com a Estrutura.*

MB: Não existe Arquitetura sem Estrutura. Agora, existe um monte de estruturas sem Arquitetura! E realmente é aquilo que o Artigas conta, porque quando o pessoal olhava a obra dele, diziam: “Vai cair! Vai cair!”. Ele respondia: “Isso é porque eu sempre me cerquei de engenheiros competentes!”. Eu não consigo fazer um projeto em que eu não tenha controle total da Estrutura! Quando eu vou trabalhar com um engenheiro e o “cara” começa a dar “muita idéia” que eu não concordo, já mudo de engenheiro. Geralmente os engenheiros com quem trabalho são meus amigos, são criativos no que fazem, eu tenho muito carinho por eles. E calculam “na hora”! Você “chega” com um problema, eles ficam empolgados e querem resolver as coisas junto com você! E dão grandes idéias! Mas são alguns engenheiros, não são todos. Aliás, pode até ser... Você pode trabalhar com um engenheiro mais rígido que você ainda consegue com que ele faça alguma coisa legal, conversando com ele, encaminhando junto.

RS: *Mas, para poder conversar com ele, você precisa ter conhecimento da linguagem.*

MB: Eu acho que devo isso muito ao Chico. Ele foi quem me mostrou esse caminho da importância da Estrutura! Quase tudo o que projetei até hoje foi ele que calculou. Chegava com um problema estrutural e perguntava: “Isso daqui passa ou não passa?”. Ele nunca mexeu no dimensionamento de peça nenhuma, sempre fez questão de chegar até o limite daquilo que era possível e sempre deu certo! Mas é o que eu falo na faculdade de Arquitetura: “Não é uma planta. E não tem que ter preconceito contra pilar, porque o pilar é um elemento arquitetural! O pilar e a viga são fundamentais para a beleza da obra!”.

RS: *A Estrutura também faz parte do repertório da Arquitetura.*

MB: Olha só esse pilar: ele organiza o espaço! É a mesma coisa que se você cortar as pernas de uma pessoa: como é que vai parar de pé?

ANEXO J – ENTREVISTA COM MARIA AMÉLIA LEITE

BIOGRAFIA

Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo Leite diplomou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Católica de Santos em 1979. Concluiu sem mestrado (1998) e doutorado (2005) em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. Entre 1981 e 2000, foi sócia do escritório “Maria Amélia Ricardo Leite Arquitetos”. Foi professora da Faculdade de Belas Artes de São Paulo e coordenadora da Sequência de Estruturas entre 1981 e 1986. Desde 1998, mantém seu escritório próprio. A partir de 1987 tornou-se docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Nessa instituição, assumiu os seguintes cargos: coordenadora do Laboratório do Habitat (1991-1999), assessora de Cooperação Internacional e Interinstitucional (1996-2001), e coordenadora do Departamento de Relações Exteriores (2002-2005).

Entrevista realizada no dia 09 de outubro de 2009 em Valinhos (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que a senhora contasse como foi o período de sua formação superior. Como era o ensino de graduação, principalmente em relação ao campo das Estruturas, à área de Tecnologia?*

Maria Amélia (MEL): Bom, na época que eu fiz a graduação em Arquitetura, poderia dizer que nós tínhamos um curso que, embora este não tivesse um projeto pedagógico, digamos, extremamente elaborado ou discutido como hoje a gente encontra mais frequentemente nas escolas, nós tínhamos uma grade curricular que seguia muito claramente o Currículo de 69. Tinha uma estruturação clara ali em relação ao ensino de Projeto, de História e de Tecnologia, sendo que a área de Projeto já incorporava a área de Urbanismo e Planejamento Urbano, e alguma coisa também de Desenho Industrial – mas ainda chamado de Desenho do Objeto. Na parte de História e Teoria, o ensino de História seguia aquela formatação clássica de Sociologia, Teoria da Arquitetura, História da Arquitetura... E, enfim, a área de Tecnologia também de forma tradicional, ou seja, primeiro, como um certo apêndice ou acessório – as disciplinas que a gente chamava de Tecnologia, em geral, sendo ministradas por engenheiros e da forma como geralmente eram dadas na Escola de Engenharia, mas um pouco facilitadas – e o ensino de Estruturas não era diferente disso. Quer dizer, nós tínhamos as disciplinas de Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções e Sistemas Estruturais. Era um sistema mesmo de ensino! Eu acho que a questão da aprendizagem nem existia! Ou seja, era um ensino voltado para a transmissão de um conhecimento estruturado já pelo professor e uma recepção passiva do aluno. O Yopanan¹ foi meu professor de Sistemas Estruturais, no terceiro ano, e foi aí que começou essa história – eu acho que ele deve ter falado alguma coisa nesse sentido.

RS: *Ele comentou sim a respeito: que foi em Santos² que os alunos começaram a questionar o seu método de ensino e que vocês começaram a discutir.*

MEL: Exato. Eu era aluna de terceiro ano, quando já tinha feito as disciplinas de Resistência e Estabilidade. E eu ia bem nas disciplinas! Porque era uma “coisa” meio mecânica, de estudar a sistemática de cálculo e aplicar nos exercícios que eram sempre muito reprodutivos. Mas eu não tinha a menor noção de como aquilo ia “entrar” depois na vida profissional, derivar em termos de concepção de projeto! E no terceiro ano – que eu acho que é sempre um ano crítico na escola, porque você

¹ Yopanan Conrado Pereira Rebello – entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO A.

² Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Santos (FAUSANTOS).

começa a se dar conta um pouco das exigências da profissão –, já trabalhava e me sentia muito insegura nessa questão da concepção estrutural. Nesse ínterim, o Yopanan foi meu professor de Sistemas Estruturais. Ele era sempre muito dedicado, empenhado, mas dava um curso como os outros.

RS: *Como ele também havia aprendido.*

MEL: É, como ele também aprendeu. Basicamente, cálculo. Na época, inclusive, ele não tinha essa facilidade com o desenho que possui hoje, então, na verdade, nós o ajudávamos a desenhar! Ele pedia e a gente desenhava as figuras... Então um dia, quando terminou a aula – era, inclusive, uma aula de escada helicoidal, eu me lembro –, fui conversar com ele: “Professor, de duas uma: ou você não sabe ensinar, ou o nosso Q.I. é muito baixo, porque a gente não entende! Apesar do seu esforço e tal”. Ele falou: “Seguramente é a primeira alternativa: eu acho que ensino como aprendi”. E, brincando, comentei com ele: “Quem sabe um dia a gente não poderia fazer alguma coisa diferente?”. Então, assim, só para te dizer que o ensino que eu tive de Estrutura e de Tecnologia, em geral, na escola, não “fugiu à regra” do quadro que se tinha que era esse: ou seja, um desprestígio da área tecnológica. O que eu acho que compensava era o fato de que, à revelia de não ter um projeto pedagógico extremamente discutido – era até bastante pragmático –, o corpo docente era formado por profissionais muito experientes em todas essas áreas! Por “osmose”, o brilhantismo da experiência profissional daqueles professores e a interação que a gente tinha, a vivência muito próxima – que hoje, em geral, eu não vejo nas escolas. Acho que as escolas vêm se aperfeiçoando muito em procedimentos administrativos, mas me parece que a entrega, a paixão, o envolvimento, uma “coisa” mais de caráter coletivo, de construir junto não existem mais. Eu sinto bastante falta disso – acabavam compensando. Por conta dessa conversa com o Yopanan, depois que eu me formei, fui procurá-lo, porque me dei conta da minha insuficiência nessa área e resolvi começar a estudar por aí, por Estruturas. Depois evolui para as outras áreas tecnológicas, como Instalações... A questão do Controle do Ambiente estava começando naquele momento! Nos início dos anos 80 – 81, 82, 83 – que as disciplinas de Controle do Ambiente começaram a surgir.

RS: *As disciplinas de Conforto?*

MEL: Na verdade, é até uma terminologia que eu acho muito questionável essa de “conforto” térmico, acústico, lumínico. Essa é a meta que você deve ter a partir do controle. Isso é até uma questão que, na literatura estrangeira, você tem colocada de uma forma mais precisa. No Brasil, a gente adotou esse termo já indo para os “finalmente”, sem passar pelos “preliminarmente”! Aí nos tivemos a oportunidade de fazer uso de um instrumento que havia na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Santos, que nunca havia sido utilizado: o Estágio de Aperfeiçoamento para Ingresso no Corpo Docente. Eu e o Paulo Lacreta – que também era ex-aluno do Yopanan – nos inscrevemos para, durante um ano, fazer esse estágio. Era um estágio como você tem na USP, por exemplo, que é o PAE³. Então, durante um ano, todas as semanas nós acompanhamos o curso de Sistemas Estruturais do Yopanan. Os dois recém-formados, com um posicionamento interessante, porque nós já estávamos atuando na prática profissional, trabalhando e, ao mesmo tempo, éramos recém-egressos, então, a gente tinha tudo aquilo muito “fresco”. Nós íamos toda semana acompanhar a aula toda e, acabando a aula, imediatamente fazíamos uma reunião de avaliação. O Yopanan, realmente, foi de uma paciência, porque se submeteu a um verdadeiro escrutínio de “A a Z”! A gente não deixava passar nada! Desde a forma como ele organizava os conteúdos, colocava na lousa, se expressava... E, aos poucos, nós fomos conseguindo identificar, ali, algumas das questões que posteriormente desenvolvemos bastante bem –

³ Referência ao Estágio Supervisionado em Docência do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), oferecido aos alunos de pós-graduação da Universidade de São Paulo (USP).

tanto eu, quanto o Yopanan, quanto o Paulo. A gente foi identificando onde estavam esses “gaps”, essas lacunas, essas dificuldades, as diferenças de leitura entre engenheiros e arquitetos, os focos de interesse... Ao final, nós elaboramos um relatório, onde já estavam prenunciados muitos dos aspectos que a gente viria a trabalhar depois. De fato, primeiro, nós comprovamos que havia uma dissonância entre os interesses de aprendizagem dos arquitetos e a maneira como os engenheiros foram, desde o século XVIII, estruturando a experiência empírica a partir de conhecimentos científicos – e não pela sua vivência em si. Daí, então, uma supervalorização dos recursos matemáticos, do cálculo, sem uma verdadeira, digamos, compreensão do fenômeno físico ou de uma identificação, na verdade, ao que você tem de invenção, de inventividade na concepção estrutural a partir da exploração dos próprios fenômenos. Não apenas uma resposta ao fenômeno! Ir além! Fazer uso do fenômeno para criar! Percebemos que isso era um quadro geral nas escolas de Arquitetura – o que foi muito interessante, porque tirou um pouco o foco de achar que era apenas na FAUSANTOS. Não, pelo contrário!

RS: *Mas como vocês chegaram a esses dados sobre as faculdades?*

MEL: Porque nós fomos pesquisando os currículos. Pelos currículos e pelas conversas! Por exemplo, nessa época, o Zanettini⁴ fez aquela discussão, lá na FAUUSP – aliás, foram duas discussões importantes –, sobre o ensino de Estruturas. O Zanettini, nesse período, estava muito preocupado com isso! Até ele nos acompanhou muito, ao Yopanan e a mim, no início do nosso trabalho na Belas Artes, quando a gente foi convidado a montar a sequência de Estruturas.

RS: *Então, logo depois que vocês fizeram esse estágio na FAU, acompanhando o Professor Yopanan, já mudaram para a Belas Artes?*

MEL: O curso da Belas Artes estava iniciando. O Caron⁵ – que, inclusive, era professor na FAUSANTOS e foi meu orientador do TGI – já acompanhava essa inquietação minha e do Paulo. E não havia, até aquele momento, quem, de fato, fosse assumir a sequência de Estruturas. Acho que o curso da Belas Artes foi uma experiência muito precursora enquanto projeto, de fato, customizado para a formação de arquitetos! Porque as outras escolas – tanto a FAUUSP, quanto a FAU Mackenzie, a FAU da Federal de Minas Gerais, da UFRJ, antiga nacional... Que são cursos bastante paradigmáticos, que ditaram regras. Mesmo o da UnB... –, apesar de toda a sua posição, em termos políticos, na formação do arquiteto ou mesmo na construção do próprio país, em termos de elaboração didático-pedagógica, “deixaram muito a desejar”! Nessa área tecnológica, então, totalmente! Porque o que houve – o próprio Artigas declara isso nos documentos da Reforma da FAUUSP – foi que a área de Tecnologia resultou de uma simples migração dos mesmos procedimentos anteriores do curso de engenheiro-arquiteto. As disciplinas eram ministradas pelos professores engenheiros da Poli. E nas Belas Artes não! Nas Belas Artes, nós tivemos a oportunidade de escrever uma “partitura”, juntos, e, mais do que isso, executar essa partitura como se fosse uma orquestra!

RS: *A senhora e o professor Yopanan?*

MEL: Eu e o Yopanan fomos convidados a elaborar a sequência de Estruturas. Porque, na Belas Artes, o curso funcionava como uma matriz. Esse aqui foi um trabalho que eu e o Yopanan escrevemos e apresentamos num concurso nacional sobre pesquisa e educação, acho que foi em 1984, que descreve

⁴ Siegbert Zanettini – entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO C.

⁵ Jorge Oswaldo Caron (1936-2000) atuou como arquiteto e urbanista, educador, paisagista, designer, cenógrafo e cineasta. Graduou-se em 1965, pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Após a graduação, iniciou sua carreira docente, coordenando cursos de Arquitetura na Faculdade de Belas Artes de São Paulo, na Universidade de Franca e na Escola de Engenharia de São Carlos. Cf. CONFEA. Súmula curricular. Disponível em: <<http://www.confear.org.br/publico/media/jorgecaron.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

toda a nossa experiência na Belas Artes⁶! Esse eu acho que é um documento importantíssimo para você! Essa é a matriz do curso que eu falei... Então, nós tínhamos uma coordenação horizontal – cada semestre tinha um coordenador – e nós tínhamos as coordenações verticais de seqüência. Eu e o Yopanan fomos coordenadores da seqüência de Estruturas, que ficava dentro da área de Tecnologia do Edifício. Quando nós apresentamos o trabalho no concurso, já devíamos ter uns dois anos de experiência do curso. Nós construímos, inclusive, toda uma sistemática de avaliação de desempenho do curso! E isso foi o que eu apresentei em Goiânia⁷, inclusive!

RS: *No encontro de Goiânia de 85?*

MEL: O que apresentei em Goiânia foi um texto muito parecido com esse!

RS: *Que também relatava a experiência na Belas Artes.*

MEL: Exato. E já com uma discussão conceitual, mesmo, sobre o que era ensino de Estruturas, com outros princípios... O relatório que a gente fez sobre o estágio também é importante para você, porque foi um momento crucial! É a origem de tudo! Se você “pegar” o trabalho do Yopanan, hoje, a origem dele está ali. Mesmo o meu... E também o do Vitor⁸, o do João Marcos⁹... Por quê? O Caron era um homem muito visionário, sempre foi um homem, cuja mente estava muito à frente do seu momento! Então, ele nos convidou e entramos nessa “partitura”, de um corpo docente, em que 90 pessoas trabalhavam absolutamente juntas! Aí a gente começou a trabalhar exatamente sobre aqueles pontos que descobrimos: quer dizer, por que o ensino de Estruturas que acontecia nas escolas de Arquitetura não viabilizava o aprendizado? Mas a gente não “tinha claro” ainda, nesse momento, toda essa discussão sobre ensino e aprendizagem! Inclusive, eu atribuo ao Yopanan, sem dúvida nenhuma, um avanço expressivo nessa discussão com a dissertação de mestrado dele! Porque ele “mergulhou” mesmo nos estudos da área da Educação, da Pedagogia! Eu dei continuidade a isso, apresentei outras coisas dentro da área de Tecnologia... O resultado disso você deve ter visto na tese, em que o final é a proposição de conceitos norteadores. Aqueles conceitos, no meu entendimento, são válidos para qualquer uma daquelas áreas! A questão de você ter uma compreensão global do objeto, todos aqueles cinco conceitos¹⁰. Então, nós tivemos espaço para poder experimentar! De fato, a nossa atividade, no início, foi muito empírica! Eu e o Yopanan, seguramente, para cada aula de uma hora que a gente dava, estudávamos de 10 a 15 vezes mais tempo! Eu me lembro que a gente fez estudos exaustivos, por exemplo, da Teoria da Elasticidade para descobrir como poderia explicar os esforços, os fenômenos estruturais de uma maneira compreensível! Foi um processo, para nós, de muito crescimento! Essa busca de não só “o que”, mas “como” transmitir! Nesse momento, acho que a gente conseguiu avançar não só na questão dos conteúdos – porque a gente teve que colocá-los no tempo –, mas também na forma de apresentar! Não havia bibliografia no Brasil.

RS: *La perguntar justamente quais foram as referências que vocês usaram.*

⁶ Cf. LEITE, M. A. D. F. D. **Introdução ao ensino de Sistemas Estruturais em curso superior de arquitetura e urbanismo**. Concurso Nacional de Pesquisa em Educação, 1982.

⁷ Referência ao II Encontro Nacional de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura, realizado em Goiânia, em 1985.

⁸ Vitor Amaral Lotufo – entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO G.

⁹ Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes, orientador desse trabalho de mestrado.

¹⁰ Conceitos norteadores propostos na tese: domínio tecnológico do arquiteto; resolução global dos problemas e complexidade evolutiva; aprendizado por problematização e estímulo à inventividade; conhecimento vivenciado em atividade pública; e competência e compromisso com o acerto.

MEL: Eu acho que uma das fontes principais foi o Eduardo Torroja. Depois eu viajei algumas vezes... Nesse período, eu tive a oportunidade de fazer meu curso de especialização – que foi em Controle do Ambiente. Foi um curso montado, uma única vez, pela CAPES e pelo MEC¹¹, para formar professores de controle do ambiente, porque não havia! As disciplinas se tornaram obrigatórias e não tinha professor! Então a CAPES e o MEC fizeram um curso de especialização e ofereceram 30 vagas para o Brasil todo. Eu me inscrevi, fui selecionada e fiz esse curso. Por conta do curso de especialização, ganhei uma das cinco bolsas que foram disponibilizadas para quem tinha tido uma melhor avaliação e fui para os Estados Unidos. Nessa época, eu já estava muito envolvida com o curso das Belas Artes, fiz uma pesquisa lá e trouxe alguma literatura. Por exemplo, tem esse livro aqui de um belga.

RS: *Esse eu conheço, do James Gordon.*

MEL: Tinha um outro livro também que falava de Estruturas na natureza... O que era uma coisa inédita que a gente não encontrava por aqui. O próprio Shelter, que, na verdade, não é sobre Estruturas em si, era sobre, digamos, a construção alternativa... Mas a gente já tinha um outro olhar! E, portanto, ia identificando nesses livros coisas que nos interessavam. Então, nós montamos a proposta do curso e fomos administrando as dificuldades. Nessa época, localizamos também, por exemplo, livros como esse que fala sobre economia na construção¹²! Que é uma coisa rara que você não tinha aqui! Nós começamos as experiências e realmente tudo era muito empírico! Fomos aprendendo no processo e até mesmo com o esforço de participar dos eventos, de escrever trabalhos... Por exemplo, esse concurso aqui foi do Ministério da Educação. Não era um concurso de Arquitetura! A gente até inscreveu o trabalho, porque nós nos sentimos, naquele momento, discutindo o ensino! Mas isso em Arquitetura e Urbanismo era uma coisa muito pouco presente! Acho que um livro que seja interessante – não sei se você já viu – é aquele inventário, que foi organizado pelo IAB¹³. Ali tem vários depoimentos de arquitetos sobre a profissão e o ensino. Esse livro aqui, se você nunca viu, é importante, “Educating Architects”¹⁴, que também reúne depoimentos.

RS: *É um dos livros referenciados na dissertação, certo?*

MEL: Esse eu cito tanto na dissertação, quanto na tese. É um livro que eu te recomendo muito! Tem textos importantes de arquitetos estrangeiros... Você vai ver no texto do concurso que nós mantemos a sequência e fomos montando os conteúdos das disciplinas. Na verdade, nós já começávamos a discussão sobre Estrutura antes, nessa disciplina de “Edificação 3”, junto com o Battaglia. Nós tínhamos sempre um professor da sequência de Edificação e um da sequência de Estrutura, dando essa disciplina. Eu dei, o Yopanan deu, o João Marcos deu, o Vitor deu, junto com o Battaglia... A gente se revezava. Inclusive, isso era uma coisa muito importante, porque a gente achava que tinha ter essa troca de experiências. Então, a discussão de Estruturas já começava aqui. No primeiro semestre do segundo ano... Nessa disciplina de Edificação, os alunos tomavam contato com algumas questões do edifício. E, nesse semestre, eles tomavam contato com o que era sustentante no edifício! Antes de entrarmos com a disciplina de Estrutura propriamente dita, já havia uma discussão, na relação de Projeto, de que nem tudo no edifício é igual! As coisas têm funções específicas. Então essa disciplina era sempre dada por um professor de cada sequência. Em geral, o único engenheiro que participava era o Yopanan. Chegou um momento em que eu e o Yopanan não conseguíamos mais dar todas as

¹¹ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Ministério da Educação (MEC), respectivamente – ofertaram o curso de especialização em Controle do Ambiente entre 1982 e 1984.

¹² Cf: MORTON, R.; JAGGAR, D. **Design and the economics of building**. London: Spon Press, 1995.

¹³ Cf: FAERSTEIN, E.; CASTRO, J.; MONARCHA, S. (Orgs.). **II Inquérito nacional de arquitetura**: depoimentos. Rio de Janeiro: Projeto Editores Associados; IAB/RJ, 1982.

¹⁴ Cf: PEARCE, M.; TOY, M. (Edts.). **Educating architects**. London: Academy Editions, 1995.

disciplinas! Então tivemos que encontrar arquitetos que tivessem essa preocupação e engenheiros – porque a gente acreditava que tinham que trabalhar sempre um arquiteto e um engenheiro juntos, para formar professores e mudar o jeito de pensar! A primeira pessoa que procuramos foi o Vitor Lotufo. O Vitor tinha acabado de publicar o livro “Geodésicas & Cia”! O João Marcos era estagiário dele, participou do livro, mas ainda estava na escola. O Vitor foi o primeiro que entrou, junto com o Battaglia: foi a primeira dupla. Fazíamos uma discussão sempre muito “rica” entre todos e então convidamos o primeiro engenheiro... Foi um “parto” achar um engenheiro que quisesse trabalhar a Estrutura daquela forma que a gente trabalhava! Ou seja, discutindo conceito, demonstrando esse conceito no que existia ao redor – nas estruturas naturais, no seu corpo –, usando modelos físicos demonstrativos daquele fenômeno e só depois ir para a tradução matemática! Com uma outra linguagem! Mais de certificação, de interpretação... Isso a gente não “abria mão”! Então: “Você quer trabalhar com a gente? A proposta é essa! Tem que acreditar nela e acrescentar o que você acha importante para suas experiências”. Mas tinha que ter tudo! Mesmo, no início, de forma mais simples e delicada, mas com aumento de complexidade progressiva.

RS: *Quem foi o engenheiro contratado?*

MEL: O Reyolando¹⁵, que tinha uma relação com o Yopanan. Depois o João Marcos se formou e passou a trabalhar com a gente também. Nós tínhamos uma predominância de arquitetos na sequência de Estruturas! Isso também nos encontros era comentado.

RS: *Gostaria justamente de falar sobre isso. A partir dessa experiência na Belas Artes, vocês foram apresentar o trabalho no encontro de 85. Qual era a discussão desse encontro?*

MEL: Era exatamente a discussão sobre ensino de Estruturas. Era uma continuação daquela que aconteceu em 74¹⁶.

RS: *Nesse encontro de 85, havia troca de experiências entre os professores de formas diferenciadas de ensino?*

MEL: Havia sim. Esse encontro de Goiânia foi muito legal! Eu acho que foi um momento importante, porque, junto com tudo isso, havia a abertura democrática do país, as universidades estavam se revendo, os cursos de Arquitetura iniciando uma fase muito importante de trabalhos de extensão. As cidades já apresentavam questões sérias de inchamento, das periferias, de habitação popular... Nós já havíamos implantado, na Belas Artes, a experiência do LABHAB¹⁷. Porque uma coisa bacana que a gente tinha na Belas Artes eram os laboratórios!

RS: *O Laboratório de Estruturas e o de Habitação.*

MEL: Tinha o LABHAB, que foi o primeiro. Eu fui coordenadora do LABHAB, depois saí para montar, junto com o Yopanan, o Laboratório de Estruturas. Eu também tenho esses documentos do Laboratório de Estruturas, do que a gente fazia... Se você quiser, depois te passo.

¹⁵ Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca Brasil possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1970), mestrado (1984) e doutorado (1990) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Professor Associado da Universidade de São Paulo. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/curriculoLattesMostrar?codpes=2085527>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁶ Referência ao 1º Encontro Nacional de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura, realizado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em 1974.

¹⁷ Laboratório de Habitação da Escola de Belas Artes.

RS: *Quero sim. Depois da experiência na Belas Artes, a senhora foi dar aula na PUC de Campinas, onde ainda é professora. Com relação a esse curso, quais foram as propostas diferenciadas de ensino? Como foi o processo dessa escola?*

MEL: Então, na PUC-Campinas, eu entrei porque, como você deve saber, a gente teve uma crise na Belas Artes e o corpo docente original todo foi demitido. Para mim, aquilo foi uma coisa “super” traumática! Acho que para todos, pois estávamos “super” envolvidos, era uma paixão mesmo muito grande! Eu havia prestado dois concursos na PUC-Campinas. Nenhum, na verdade, na área de Estruturas: em um, tinha prestado na área de Controle do Ambiente e fiquei classificada em segundo lugar; depois eu prestei um concurso para a disciplina de “Introdução ao Projeto” e fiquei também em segundo lugar. Aí falei: “Bom, acho melhor dar um tempo, porque dois segundos lugares não dá, né?!”. Circunstancialmente, eu fui chamada, algum tempo depois, pelo professor Sant’Anna, Antonio Carlos Sant’Anna¹⁸. Ele havia prestado concurso para a FAUUSP e a vaga dele na disciplina de “Industrialização da Construção” ficou vazia. Então, como havia a possibilidade, na universidade, de você chamar um segundo candidato em concursos anteriores, eles me consultaram. Fui conversar com o professor titular – que, na época, era o professor Boris – e me propus a trabalhar, porque achei que a experiência que eu tinha na área de Estruturas poderia ser importante. Isso foi uma coisa também muito significativa para mim, porque confirmou a minha inquietação, na verdade, em relação à formação tecnológica! Porque eu comecei pela Estrutura, depois fui para a área de Controle do Ambiente e a experiência da Industrialização da Construção foi muito importante quanto aos aspectos ligados à produção mesmo! Numa visão mais ampla! Saindo do domínio da noção tradicional, que eu acho que ainda marca fundamentalmente a formação do arquiteto: quer dizer, a gente tem um “gap” de tempo. Eu costumo brincar que os arquitetos tinham que fazer “terapia de vidas passadas”! A gente tinha que voltar para o Renascimento, encerrar aquela “história”... Vivenciar a Revolução Industrial, porque eu acho que a escola de Arquitetura não incorporou a Revolução Industrial! E aí a gente começa de novo: vivencia o século XIX de forma adequada, passa pelo Modernismo de novo, mas como gente adulta, madura... Supera o Modernismo! Entende que ele foi uma fase e que há algo dessa fase que ainda vale a pena ser mantida: o fato de se esclarecer quanto às intenções da Arquitetura. Mas, como dizem, “a fila anda”! Você não pode olhar a questão das nossas cidades com esse mesmo discurso. A não ser que você queira ser um diletante da Arquitetura modernista! Afora isso... Então essa experiência na disciplina de “Industrialização da Construção” me ajudou muito, tanto que toda a parte empírica da tese é feita tendo por base o espaço de investigação da disciplina.

RS: *São as duas disciplinas que aparecem na tese: Industrialização da Construção e Sistemas Estruturais, certo?*

MEL: Porque, na verdade, eu acabei indo para a disciplina de Sistemas Estruturais muito tardiamente na PUC. Eu dei vários cursos com o Yopanan nos períodos livres, mas, enquanto docente da área de Estruturas, passei a assumir essa disciplina muito tempo depois. Talvez em 2002 ou por aí... Voltando à tua pergunta, na PUC-Campinas, nós tínhamos também, quando cheguei, uma grade curricular. Muito tradicional, muito parecida com a da FAUSANTOS, até porque foram escolas que surgiram no mesmo período! O que aconteceu na FAU PUC-Campinas foi que, primeiro, a gente teve, naquele momento, uma migração dos professores da Belas Artes para a PUC-Campinas. Então, por exemplo, a

¹⁸ Antonio Carlos Sant’Anna Junior possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1974). Atualmente é professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (desde 1985) e Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie (desde 1980). Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/curriculoLattesMostrar?codpes=87220>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

experiência do LABHAB migrou e foi criado o L'HABITAT¹⁹! Eu coordenei durante oito anos o Laboratório do Habitat. A gente, inclusive, evoluiu nessa proposta do trabalho extensionista. A idéia também dos laboratórios: o próprio CEDOC²⁰ que tinha na Belas Artes... Na verdade, o L'HABITAT acabou incorporando um pouco o que era o LABHAB e o Laboratório de Projeto do Interior – que a gente tinha na Belas Artes e era a Malu²¹ que coordenava. No Laboratório do Habitat, eu propus que a gente tivesse uma forma de organização, digamos, profissional da extensão!

RS: *Para que os alunos já tivessem contato com a realidade da profissão...*

MEL: Eu coordenei em torno de uns 34 a 35 convênios grandes, com prefeitura, associação de moradores, cooperativas, sistema Unimed... Um monte de convênios! Se você quiser um dia conhecer esses documentos, tenho muita coisa! O curso da PUC vem passando, sucessivamente, por uma série de mudanças. Acho que até várias delas eu relato na dissertação de mestrado. Eu faço uma discussão ali que nunca tinha aparecido: o fato de ter dois currículos! É uma escola que tem dois currículos! Porque a implantação do sistema de semestralização das disciplinas parecia uma ótima de idéia – já que você tinha mais tempo para trabalhar as disciplinas –, mas, a princípio, não houve uma clareza de que, na verdade, você praticava dois currículos. Eu até explorei muito isso: fiz uma análise qualitativa e quantitativa! Agora, circunstancialmente, a PUC-Campinas acaba de aprovar um novo currículo, que nós estamos operacionalizando, onde se retomou a prática de algumas disciplinas anuais! Mas essa discussão eu fiz em 91! Quer dizer, demorou 18 anos para “cair a ficha”! Porque o que eu discutia, naquele momento, era talvez a proposta de um currículo híbrido e não necessariamente você retornar ao currículo anual – que é o da FAUUSP, em que você tem 18 disciplinas, ao mesmo tempo. Por outro lado, na semestralização, ou você tem uma oferta simultânea, com todas as disciplinas sendo apresentadas semestralmente para que você tenha um currículo só! Na verdade, uma grade curricular. Eu não conheço qual seja a estrutura da tua pesquisa ou qual sejam as suas hipóteses... Porque as suas hipóteses talvez não tenham um foco muito voltado para discutir a questão do ensino-aprendizagem, você pode estar discutindo outras coisas, até mesmo sob uma perspectiva mais historiográfica, que eu acho também super válida! Acho importantíssimo que alguém faça esse trabalho!

RS: *Na nossa percepção, falta justamente isso: porque até hoje a gente não vê uma sistematização de todas essas experiências que foram implantadas.*

MEL: O que me parece que você está traçando, ou tendo como intenção, junto com o João Marcos, é talvez traçar uma historiografia desses movimentos mais recentes de revisão do ensino.

RS: *O objetivo é retomar a discussão.*

MEL: Mas, de todo modo, uma coisa que, para mim, foi fundamental foi entender ou discutir o currículo, o conceito de currículo.

¹⁹ O Laboratório do Habitat (L'HABITAT) é um organismo de extensão universitária do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias (CEATEC), criado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Pontifícia Universidade Católica de Campinas em 1992. O L'Habitat tem desenvolvido planos, programas e projetos para associações comunitárias e instituições públicas e privadas. Cf. PUC-CAMPINAS. L'Habitat. Disponível em: <http://www.puccamp.br/centros/ceatec/lab_habitat.asp>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²⁰ Centro de Documentação (CEDOC) da Escola de Belas Artes.

²¹ Maria Lúcia Salum D'Alessandro é arquiteta urbanista, graduada pela Universidade de São Paulo. Possui mestrado pela University College of London. Possui experiência em urbanismo e meio ambiente, bem como na elaboração de Planos Diretores. Atuou como consultora do PROCENTRO E CDHU na formulação de metodologias de seleção de edifícios para intervenções de reabilitação urbana para fins habitacionais, implantando novas rotinas de trabalho junto às equipes técnicas. Cf. YCON. Arq. Ms. Maria Lúcia Salum d'Alessandro. Disponível em: <<http://www.ycon.com.br/palestrante50.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

RS: *Um dos aspectos que a senhora defende é que o currículo é uma vivência integral durante o período da graduação.*

MEL: Exatamente, não é grade curricular. Porque, nas escolas, o que as pessoas chamam de currículo é grade! Eu diria que a grade talvez seria um dos documentos mais – eu vou falar uma palavra que é forte – desimportantes! Porque, na verdade, ela é o resultado da “conta”, é uma “coisa mais expressionista que impressionista”. Quando você formula a grade curricular, teoricamente, você já teria que ter se esclarecido sobre muitas outras intenções! Porque a grade curricular só te mostra o arranjo! Se você não souber o que fundamenta esse arranjo, a tal ponto que você possa até revê-lo no seu desempenho, perde o sentido. Mas as equipes de gentes sacralizam, cristalizam as grades curriculares! Então o que é forma vira uma verdade! Isso até tem um certo fundamento, porque é documento. Nas escolas privadas, até as mensalidades estão ligadas com a grade! Você tem um ciclo que se origina disso. Daí a importância de você ter um projeto didático-pedagógico do curso que tenha valores, princípios... Esse foi o esforço que eu fiz na tese de formular conceitos norteadores, princípios! Porque, se você tiver princípios – e as escolas podem ter, inclusive, princípios diferentes – que sejam compreensíveis, que sejam um valor trabalhado por aquela equipe, consegue “navegar nesse oceano” muito agitado de uma maneira tranqüila. E isso era o que nós tínhamos na Belas Artes! Éramos 90 pessoas que sabiam exatamente o que faziam no papel que tinham assumido! Eu nunca tive dúvidas, por exemplo, do que era o meu compromisso no curso da Belas Artes! Mas passei, no mínimo, uns 15 anos na FAU PUC-Campinas sem entender o que eu fazia, ou o que tinha que fazer... E o problema é que, quando não se entende, cada pessoa tenta traduzir o curso inteiro no seu curso! É como aquele ator que, além da fala dele, fica “gesticulando” a fala do outro!

RS: *E, além dos professores ficarem confusos, os próprios alunos também não entendem qual é o seu papel na escola, qual é o objetivo de sua formação, qual é o objetivo de uma formação tecnológica em Arquitetura.*

MEL: Claro! E eu acredito tanto no que você está falando que o primeiro parágrafo da dissertação é uma fala de uma educadora – esse foi um dos textos mais importantes que eu li! –, a Regina Leite Garcia. O texto – Currículo Emancipatório – de onde extraí esse parágrafo que é de 1993. É uma das três coisas mais bonitas e importantes que eu li durante todo o meu trabalho de pesquisa sobre educação! No caso, ela fala sobre currículo emancipatório voltado para a questão de raças, de etnias, mas o que ela discute é possível discutir com relação a qualquer outra questão do ensino-aprendizagem! É você promover uma autonomia crítica e uma noção de identidade, de existência, de clareza sobre quem você é e o outro é. São missões que a escola tem que promover, muito mais que a apresentação de conteúdos! Eu acho que o conteúdo é importante quando é visto como um dos “ingredientes” da elaboração da construção de uma consciência coletiva! Afora isso, se o conteúdo não estiver sendo visto sob essa perspectiva, perde o significado. Até porque muitos conteúdos tendem a ser anacrônicos rapidamente. Enfim, na FAU PUC-Campinas, o que vem acontecendo é isso: a gente tem vivido iniciativas... A universidade, como um todo, teve iniciativas importantes de flexibilizar currículo! O que, às vezes, acontece é que você tem isso apropriado para outros fins... Mas aí a gente vai voltar até Kafka! Você tem uma apropriação dessas coisas, de repente, por uma “febre” burocrática que, às vezes, assola as instituições e as estruturas e que faz “adoecer” mesmo as pessoas! Eu acho muito comum ver esses processos que se cristalizam em formas que acabam ficando desconfortáveis e incômodas ao longo do tempo, porque já não acolhem as necessidades. O que a gente teve, na PUC-Campinas, primeiro, foi esse movimento que todas as escolas privadas acabaram vivenciando, em

função da Lei de Diretrizes e Bases²²... Em vários momentos, eu senti uma angústia profunda do que pode ter sido “um tiro no pé” gerado pela Lei de Diretrizes e Bases! O que estou querendo dizer? A obrigatoriedade de hoje as universidades terem um terço do seu corpo docente de titulados²³ – e é um terço do que você tiver: se você tiver mil, é um terço de mil; se tiver seiscentos, é um terço de seiscentos – e outras determinações da lei, que são bem-intencionadas, mas que, na prática, não dão certo! Porque, às vezes, as boas intenções, na sua experimentação prática, influenciadas por toda a questão da cultura daquela comunidade, por aquelas ideologias que já estão ali consolidadas, acabam apresentando um resultado diverso do que você pensou inicialmente. Então, o que a gente assistiu na PUC-Campinas – e que não é um privilégio desta universidade – foi, primeiro, uma redução rápida e intensa do corpo docente! Uma redução que não se pautou exatamente numa avaliação de qualidade, de mérito, mas muito mais por questões administrativas e econômico-financeiras. Prevendo um sistema muito leonino de avaliação governamental, de checagem desses parâmetros quantitativos, principalmente, quantitativos. Embora o MEC tenha toda uma intenção, na avaliação de cursos, de averiguar qualidade, talvez os parâmetros de avaliação de qualidade tenham que permitir processos de identificação dos fenômenos, dos movimentos, que trabalhem num plano muito menos objetivo e pragmático, e mais mesmo no campo das idéias, da filosofia que podem transcender essas experiências... Resumindo, a gente teve um “enxugamento” drástico do corpo docente, a gente teve uma mudança no modelo institucional. Então, o que antes eram escolas autônomas, faculdades autônomas com seus princípios didático-pedagógicos, foi transformado em aglomerados! Foram chamados de centros. Então, por exemplo, nós estamos hoje no CEATEC, que eu não me lembro direito o significado²⁴... Acho que até a nossa dificuldade em aceitar isso nos leva a nunca conseguir explicar o que é o CEATEC! Mas, só para você ter uma idéia, no CEATEC da PUC, estamos hoje nós, a Arquitetura... Que tinha uma tradição enorme, inclusive, em experimentação didático-pedagógica! Era uma escola que tinha um corpo de aproximadamente mil alunos e caiu de mil para seiscentos, aproximadamente. Um corpo docente que tinha em torno de 90 professores e hoje está na casa dos 50. Mais que números, tinha uma história importante! Tanto que muitas coisas que a FAU propôs foram depois incorporadas pela universidade! As práticas complementares de formação.

RS: *As práticas de extensão, os laboratórios?*

MEL: É... Tudo isso a universidade acabou absorvendo. Também a própria área internacional²⁵! Foi uma área que fui convidada para montar, desde o zero, coordenei durante 10 anos. E, naquele momento, a FAU era a única que tinha uma experiência em intercâmbio acadêmico sistemática, como parte do currículo! Isso, para você ter uma idéia, gerou uma área institucional e coordenada por uma

²² Cf. BRASIL. Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²³ O Capítulo IV da Lei N° 9.394/96 dispõe sobre a Educação Superior, sendo que, nos incisos II e III do artigo 52, determina que: um terço do corpo docente, pelo menos, deve ter titulação acadêmica de mestrado ou doutorado; e um terço do corpo docente deve ter regime de tempo integral.

²⁴ O Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias (CEATEC) foi criado em 2002 e reúne as Faculdades de Análise de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Geografia, Matemática e Química Tecnológica. Cf. PUC-CAMPINAS. CEATEC. Disponível em: <<http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ceatec/index.asp>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

²⁵ A PUC-Campinas, por meio do Departamento de Relações Externas, é parceira do Programa de Estudantes Convênio de Graduação (PEC-G), administrado pelo Ministério das Relações Exteriores e pelo Ministério da Educação. Por meio de Acordos de Cooperação celebrados entre a PUC-Campinas e Instituições de Ensino Superior nacionais e internacionais, é possível estudar por um ou dois períodos letivos em Universidades ou Escolas Superiores parceiras. Cf. PUC-CAMPINAS. Departamento de Relações Externas. Disponível em: <http://www.puccamp.br/aluno/oportunidades/oportunidades_exterior.asp>. Acesso em: 05 fev. 2010.

professora da FAU! Até questioneei a própria indicação: “Bom, não sou uma profissional da área de Relações Internacionais”. A justificativa da reitoria era que a FAU era a única unidade que tinha uma experiência consolidada. Por quê? Se você olhar, na História da Arquitetura, o *Vitruvius* já escrevia, no século primeiro, que toda pessoa, para se tornar um arquiteto, tem que viajar, tem que desenhar, tem que anotar, tem que medir, tem que conversar com as pessoas!

RS: *Tem que criar repertório.*

MEL: E o repertório da Arquitetura esteve sempre vinculado ao conhecimento das obras *in loco*. Eu e o Yopanan até escrevemos, para essa série de artigos da AU, um artigo sobre patrimônio – Arquitetura, Estrutura e Patrimônio – em que usamos uma expressão “da bíblia de papel à bíblia de pedra”²⁶! É até uma expressão do Victor Hugo²⁷, na *Notre-Dame de Paris*, em que ele fala do medo que as pessoas tinham, num primeiro momento – principalmente o clero que dominava o conhecimento –, em relação à imprensa: a nova bíblia que acabou difundindo o conhecimento. Mas, até aquele momento, muito do que se conhecia estava nas coisas em si, por elas mesmas! No caso da Arquitetura, as construções mesmas! Os tratados foram muito posteriores. Enfim, o que aconteceu com a PUC-Campinas foi isso: hoje nós temos uma universidade que está muito concentrada nos seus procedimentos administrativos. Embora com intenções didático-pedagógicas, sem dúvida nenhuma! E até no âmbito da universidade inteira! Mas eu acho que isso acaba se subjugando muito à forma.

RS: *E com relação ao ensino de Estruturas?*

MEL: Com relação à Estrutura, o que nós tivemos de interessante foi, primeiro, uma revalorização da questão das Estruturas! No sentido, inclusive, de trazer a discussão de Estrutura já para o início do curso! A gente começa a discutir, no primeiro semestre do curso, em uma disciplina que estou dando com um engenheiro – que se “abriu” para essa nova forma de ensino... Uma comemoração que a gente pode fazer nesse momento é que, após 20 e tantos anos, nós temos uma literatura nacional sobre Sistemas Estruturais! E não é só isso! Uma literatura muito adequada à aprendizagem do arquiteto e do próprio engenheiro!

RS: *É verdade! As escolas estão incorporando essa literatura. Nos questionários que estou fazendo aos cursos, já vi experiências que citam esses livros como referências das disciplinas.*

MEL: Para você ter uma idéia, olha esse curso que eu e o Yopanan demos em Alagoas... Fomos convidados pelo CREA e pela universidade²⁸. Foi em 86. Ficamos lá uma semana. No caso, o curso era sobre estruturas metálicas, mas a gente fazia toda uma discussão sobre conceitos de Estruturas. Nesse momento, você veja, nós fomos chamados para dar um curso de grande responsabilidade, porque ele não foi só aberto para universitários, mas para a prática profissional mesmo! A gente já divulgava essa nova forma de ensino, com modelos. Foi um curso de uma semana! E que a gente continua realizando de outras formas. Isso eu acho que seria muito importante você explicitar no seu trabalho: é possível, hoje, verificar, através dessa historiografia, uma evolução na literatura! Eu fico

²⁶ Cf: REBELLO, Y. C. P.; ELOY, E.; LEITE, M. A. D. F. D. Com a palavra, o edifício. **Revista AU**, São Paulo, V.156, p. 66-69, mar. 2007.

²⁷ Victor Marie Hugo (1802-1885) foi um poeta, romancista e dramaturgo francês. É autor de *Les Misérables* (1862) e de *Notre-Dame de Paris* (1831), entre diversas outras obras. Sobre Victor Hugo, ver: ROBB, G. **Victor Hugo: a biography**. New York: W. W. Norton & Company, 1999.

²⁸ Curso de Extensão sobre Estruturas Metálicas, ofertado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de Alagoas (CREA-AL) e pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em 1986. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4773741U6&tipo=completo&idiomaExibicao=2>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

até emocionada de falar disso, porque acho que nunca tinha pensado tão efetivamente sobre a questão! Agora, vendo essa coleção de livros estrangeiros na sua frente, que a gente garimpava, hoje talvez eu tenha uma pilha maior até dos livros nacionais! Pega o Vasconcelos, o Yopanan, as coisas que a gente já escreveu, o próprio João Marcos, a Marta²⁹... Enfim, a gente vai compondo um repertório que está disponível para o estudante de arquitetura muito mais “digestivo” do que aquele que a gente estudava!

RS: *Acho que o que falta é a divulgação disso em âmbito nacional. Eu mesma me formei há pouco tempo e não tinha acesso a essa publicação. Fui procurando por inquietação pessoal.*

MEL: Eu começo a dissertação falando disso. De como surgiu? Eu como aluna.

RS: *Por causa da insegurança.*

MEL: Isso. E o mais tranquilizador, para mim, foi perceber que não era só eu, que tinha um monte de gente que sentia o mesmo problema!

RS: *Gostaria também de saber, levando em conta a experiência profissional da senhora, se promove algum tipo de intercâmbio entre os conteúdos ministrados em sala de aula e o exercício da profissão. Há alguma troca?*

MEL: Você diz isso em qual sentido?

RS: *Troca de experiências... Da sua experiência pessoal como arquiteta.*

MEL: A minha pessoal... O que eu te diria é... Aliás, eu vou até fazer uso de uma frase do Yopanan que ele diz: “A grande sacanagem de ensinar é aprender!”. Essa frase dele é ótima! E é assim que eu me sinto mesmo. Eu te diria que, a sala de aula, para mim, não importa o que esteja acontecendo nela, é sempre um momento “hiper” privilegiado de aprendizagem! A cada momento que eu entro nela... É uma coisa egoísta, mas é um egoísmo do bem, porque acho que usufruo da sala de aula muito! É por isso mesmo que as fotos todas que estão na capa da tese são de experiências e pessoas reais, da PUC-Campinas. Para mim, foi muito importante trazer todas essas pessoas juntas, naquele dia da defesa, porque elas fizeram parte dessa construção de pensamento! Eu sou muito agradecida a todas elas: pelas dificuldades, pelos relacionamentos bons e os difíceis, os momentos agradáveis e desagradáveis... Eu me sinto muito confortável na vida profissional e não é de hoje! Aquela inquietação que me levou a estudar Estruturas e as outras coisas, hoje, eu não digo que ela está resolvida. Pelo contrário! A cada dia são novos desafios, as edificações estão cada vez mais complexas, as relações de trabalho estão extremamente complexas, a sobrevivência profissional de um escritório de arquitetura continua sendo complexa... A inserção da informática como universo de produção, para nós, acho que trouxe, ao mesmo tempo, recursos fantásticos e complicadores! Quem explora muito isso, se você quiser investigar, é o professor Francisco Segnini, na tese de doutorado dele, onde fala sobre a prática profissional do arquiteto³⁰. É uma tese primorosa! E eu sou muito preocupada com a questão! Eu acho que a inserção da informática na formação do arquiteto está acontecendo de forma pouco controlada. Controlada, não no sentido ruim da palavra, de restrição, mas acompanhada! O que eu verifico é um empobrecimento da concepção e da inventividade, porque os alunos ficam: metade, deslumbrados – e é um deslumbre absolutamente adolescente, para não dizer

²⁹ Referência à série de artigos produzidos para a Revista AU, dentro da seção “Arquitetura e Estruturas”, por Yopanan Conrado Pereira Rebello, Maria Amélia Devitte Ferreira D’Azevedo Leite, João Marcos de Almeida Lopes e Marta Bogéa, entre outros.

³⁰ Cf. SEGNINI JÚNIOR, F. **A prática profissional do arquiteto em discussão**. 2002. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

infantil! Há uma infantilização do recurso! –; e a outra metade, dispersos. O uso da prancheta, da lapiseira, do lápis de cor, do papel, das dimensões materiais está sendo perdido. E, em termos de tecnologia, isso é muito sério! Porque a Arquitetura é produção material e se o aluno não enfrenta a materialidade, a começar pelo grafite, não exercita a sua mão, não exercita sua força, não pega nas coisas, perde muito. Se de repente você pudesse resolver tudo, hoje, só pela voz e pelo computador, acho que o aluno de Arquitetura “lavaria as mãos”! E talvez fechasse também os olhos! Eu questiono isso, porque eu acho que o arquiteto é um profissional do universo tecnológico.

RS: E como relação ao campo das Estruturas, como a senhor observa essa inserção da computação gráfica para a proposta de soluções estruturais?

MEL: Eu acho que é um ótimo recurso para você fazer simulações! Porque, além do modelo físico, você pode apropriar esse modelo físico pela computação gráfica. Já está demonstrado cientificamente que há limites da concepção estrutural, principalmente das formas mais complexas, em que o cálculo não é o recurso mais adequado! Você tem que trabalhar inicialmente de outras formas: usar o modelo físico; trabalhar esse modelo físico através de modelos matemáticos, mas a sua referência é o modelo físico – ou seja, eu sei qual é a forma que estou buscando, pois construo essa forma no espaço. Então, acredito que a computação gráfica e os programas todos de modelagem matemática são enormes recursos e ferramentas! Eu tenho dúvidas de que o arquiteto deva, digamos, dominar esses recursos na sua essência, ou saber dialogar com eles através da simbiose com outros profissionais! Eu, particularmente, acredito mais nisso. Se não, a gente vai acabar perdendo um pouco a referência de qual é o teu papel nessa questão! A gente entrou nessa questão da informática, mas a tua pergunta original era outra.

RS: Era sobre o intercâmbio entre os conteúdos de sala de aula e a prática profissional.

MEL: Bom, eu acho que o grande resultado, para mim, a partir do momento que comecei a discutir essas coisas com o Yopanan e a aprender, foi uma evolução disso na minha prática profissional! Mesmo que, muitas vezes, a gente não tenha oportunidade nos trabalhos, nos contratos, de se aventurar e propor coisas inovadoras, o simples fato de você conseguir trabalhar o convencional de maneira precisa, boa e clara, de conseguir dialogar, é muito confortável! Eu acho que é muito confortável, para o arquiteto, quando você tem um “trânsito livre”! A definição arquitetônica já coloca as concepções, os paradigmas daquela obra, e os outros profissionais vêm ao favor, ao encontro de realizar aquilo! Porque, no início, você se percebe assim: um “refém” do conhecimento do outro! Porque você não tem autonomia de pensamento, não tem certeza. Mas entendida como uma certeza saudável, que incorpora a possibilidade da dúvida, de estar sempre se “abrindo” para as alternativas. Então você começa a ter coragem para discutir, ter repertório, ter vocabulário... Nesse sentido, eu considero um privilégio estar na universidade, porque é uma possibilidade de me manter sempre estudando! Sempre estudando! Você, forçosamente, tem que ser uma aprendiz! Aliás, esse é o último conceito que eu coloco na tese, como um conceito complementar, porque não faz parte das intenções iniciais... Na relação com o aluno, isso seria uma missão a mais da escola! De permitir que o corpo docente seja sempre de aprendizes, constantemente! A instituição nem sempre tem isso claro e nem sempre acha agradável pensar no professor como aprendiz. Mas, particularmente, acho que a escola tinha que promover isso mesmo. Então é assim: acho que a prática profissional se enriquece, se aperfeiçoa, se aprimora e, além disso, é um campo de experimentação! Inclusive, tive oportunidade, nos projetos, de checar conhecimentos que depois retornam para a sala de aula!

RS: Teve alguma experiência de ensino que foi mais marcante e depois se tornou referência para as outras?

MEL: Em termos de coisas que eu tenha feito?

RS: *Isso!*

MEL: Eu acho que todas essas experiências de trabalhar com modelos – tanto reduzidos, quanto em escala 1:1. A escala 1:1 é “fatal”! Até pela possibilidade de você reproduzir um ciclo completo de produção do arquiteto! E foi o que a gente conseguiu fazer durante algum tempo na disciplina de Industrialização. Por que digo que durou algum tempo? Porque, em função de um movimento que eu considero muito inadequado da parte dos alunos, nós hoje estamos impedidos de solicitar que as equipes adquiram os materiais com os quais vão fazer os protótipos. E isso gerou uma acomodação, porque não há responsabilidade sobre as decisões arquitetônicas! Os alunos não se preocupam em ser precisos, ou em procurar limites de melhor *performance* dos sistemas, porque isso tem uma decorrência na economia. Quando é uma atribuição intrínseca do arquiteto zelar pelo desempenho econômico de uma obra! Mas, de todo modo, essa experiência de poder vivenciar um ciclo completo de trabalho do arquiteto – que vai desde a identificação de um problema, criar um método para resolvê-lo, projetar a forma, resolver a produção e depois experimentar o objeto arquitetônico criado –, para mim, foi uma grande descoberta! E tem sido, mesmo que agora parcialmente, também uma experiência muito produtiva para os alunos! A cada semestre, eu percebo que há um ganho de aprendizado. Muito baseado no compromisso de pensar e realizar, de ir até o final!

RS: *De entender o arquiteto realmente como profissional da construção.*

MEL: Exatamente. Porque, em geral, as disciplinas, na escola de Arquitetura, não trabalham com isso. Não entendem que o arquiteto é um “resolvedor” de problemas de materialidade! Mas eu te digo que não me sinto em um fórum de consenso em relação a isso. Falo, porque, para mim, isso era uma inquietação e, graças a Deus, me esclareci. Digo isso porque realmente acredito! É até uma questão minha de ser honesta com os alunos, porque eles vão ver isso na prática profissional. Até digo que quem procura um arquiteto não está exatamente interessado num projeto, está interessado em uma obra! Então o nosso trabalho é instrumentalizá-lo e não é por isso que ele perde o seu valor! Pelo contrário! Porque, quanto melhor o teu resultado de obra, mais significativo é o projeto! O cliente, em geral, tem três perguntas: “Quanto? Quanto? E quanto?”. Quanto vai ser a obra, quanto custa o seu trabalho e em quanto tempo vai ser realizada! Daí para frente, a gente discute conceito de Arquitetura, o que você pensa, do que você gosta... E eu não vejo isso como um lado ruim! Ele mostra a nossa necessidade na vida da sociedade, que é uma necessidade antiga! Quer dizer, foi há muitos milênios que o arquiteto se consolidou como um profissional específico, uma pessoa que tem esse compromisso. Perigosamente a gente vem “abrindo mão” – não é nem pela perspectiva corporativa –, deixando de construir esse espaço de conhecimento tão rico que é a Arquitetura!

RS: *Então, do ponto de vista da senhora, qual seria o problema central da formação tecnológica dos arquitetos? Apesar de todas as discussões que a senhora e o próprio professor Yopanan propuseram, o que acha que ainda falta em termos de ensino de Tecnologia? O que seria necessário para uma boa formação tecnológica dos estudantes de Arquitetura?*

MEL: Eu penso que, em primeiro lugar, as escolas de Arquitetura se entendam como ambientes de formação de profissionais da área tecnológica. A segunda questão é que elas tenham claro o que seja Tecnologia. Que se entenda que a porção tecnológica, onde está inserida hoje a Arquitetura, enquanto bem social. Porque o que nós projetamos, depois, se transforma em bem econômico e imóvel, ainda! É um tipo de bem muito especial, porque ele fica um “tempão” ali, formando a cidade, além de tudo! Construindo um tecido permanente e que influencia cotidianamente a vida das pessoas e, hoje, a vida

do próprio planeta! E a escola de Arquitetura, em geral, não tem isso claro. Por quê? Porque, se tivesse claro, já teriam, inclusive, aperfeiçoado os espaços didáticos que discutem o pensamento. Como a gente estava comentando, a questão de se evoluir o Modernismo e tal... Fazendo uma leitura contemporânea do edifício e da arquitetura urbana. Entendendo a possibilidade do arquiteto ser um líder numa equipe multidisciplinar, mas estar também compondo uma equipe sob outras lideranças! Que isso é possível para trabalhar em prol de um ambiente construído de melhor qualidade. E isso era uma dúvida: a Arquitetura tinha que estar junto com as Artes? Com as Ciências Sociais? Com as Ciências Humanas? Com as Engenharias? Tem que estar onde? Ou a Arquitetura tem que estar sozinha, porque ela é única e exclusiva? A Arquitetura vista pelo prisma da necessidade da sociedade, não tenho dúvidas de que tenha seu lugar na área tecnológica, por essa missão que é a de materializar! E hoje, mais do que tudo, materializar a partir da via industrial! Eu não estou falando especificamente da construção industrializada, estou falando até da construção convencional que faz um uso predominante de materiais e componentes que passam pela via industrial durante a sua produção. Entendendo que a produção industrial é eminentemente tecnológica! Ela faz uso de conhecimentos científicos e de procedimentos técnicos, práticos... Hoje, já num patamar de muito avanço enquanto instrumento. E, portanto, acho que isso é fundamental! Nessa perspectiva, as disciplinas de Projeto estariam muito mais sensibilizadas em manter ciclos de trabalho que tenham começo, meio e fim, que sejam conseqüentes. Ou seja, o que é resolver um problema de Arquitetura? É resolver mesmo! É este problema ter habitabilidade, é estar dentro da legislação, é ter uma vinculação econômica, fazer uma discussão, lógico, da questão estética... Isso significa, digamos, que a gente não tivesse um limite tão claro entre o que é disciplina de Tecnologia, de Projeto, de História, mas uma questão realmente voltada para uma produção de qualidade do ambiente construído. Nesse sentido, cada vez mais eu respeito a experiência da Bauhaus! Mesmo que a intenção não tenha sido tão ampla quanto a que eu hoje vejo como necessária. Eu acho que foi uma experiência de uma coragem, de um grau de inovação muito altos! Por que havia, naquele momento, uma inquietação clara: de que como é que você iria responder a essa nova forma de organização da cidade, à nova forma de produção dos objetos. Havia também uma tentativa de entender essa produção em escala. E você vê que, hoje, são poucos os arquitetos que estão próximos à indústria! São poucos os arquitetos que se colocam como desenvolvedores de tecnologia! São muito poucos! E os que fazem isso são mal-vistos!

RS: *Ou não são vistos como arquitetos.*

MEL: É como se você estivesse traindo toda uma tradição, uma história, entende?! Isso é um outro ponto. Daí a necessidade de você ter, nas escolas, os espaços de aprendizagem mais variados. Não pode ser só o ateliê. De repente tudo acontece dentro do ateliê e nada, de fato, acontece dentro do ateliê! Essa semana, por exemplo, eu tenho dado aulas no laboratório e é uma experiência interessantíssima! Em Industrialização, eu acho que passo metade do tempo no ateliê e a outra metade no laboratório ou no canteiro. Mas isso é uma disciplina! É um “grão de areia no oceano”! E pior: os alunos de Arquitetura estão cada vez mais “introjetados”, ensimesmados no seu notebook! Eles passam 80% do tempo perdidos no universo da Internet, ao invés de efetivamente trabalharem. Passam reproduzindo formas quadradas e retangulares que são simplesmente a mera resposta aos dois primeiros comandos do programa!

RS: *A própria conquista do comando se confunde com a realização de uma boa Arquitetura.*

MEL: Isso! É uma “coisa” bastante pobre! Se fosse para resumir, eu diria que a escola tem que se entender como ambiente de ensino e aprendizagem de uma produção tecnológica! Que, no meu entendimento, não significa menos de nada! Pelo contrário! Significa mais! Porque a gente tem desafios tão grandes hoje, principalmente de escala! Veja só, semana passada coordenei uma sessão de debates

sobre “Habitação e cidadania na região metropolitana de Campinas”. Para minha alegria, estávamos em três arquitetos, um engenheiro civil – mas totalmente influenciado pela Arquitetura –, um bancário e um economista. E só esse tema – habitação – e só sobre a região metropolitana de Campinas – que é uma região conhecida no mundo inteiro pela sua importância tecnológica, mas que no quesito habitação, no quesito serviços, no quesito transportes, no quesito meio ambiente, tem tragédias! – já foi muito difícil! Como é que você concilia essas coisas? A região responde por 3% do PIB nacional! Responde por quase 10% do PIB do estado de São Paulo! Em compensação, tem níveis de miserabilidade das pessoas que são assustadores! E os arquitetos estão muito vinculados com essas questões!

RS: Para finalizar, gostaria que a senhora justificasse a importância do conhecimento das Estruturas e de Tecnologia para os arquitetos. O que um arquiteto perde não tendo domínio sobre Comportamento Estrutural, domínio tecnológico?

MEL: Bom, acho que perde, de início, a sua liberdade enquanto conceitor. Você vai ser um “projetista refém”! Se alguém quiser ser um arquiteto com liberdade de pensamento e de ação, eu realmente não consigo vislumbrar a alternativa de assim sê-lo sem que se tenha conhecimento suficiente sobre concepção estrutural! Acredito que esse conhecimento, no que diz respeito à concepção estrutural, pode ter, obviamente limites de aprofundamento. Por exemplo, quanto ao dimensionamento preciso, ao cálculo. Embora eu acredite que nós deveríamos mesmo, na escola de Arquitetura, chegar até o limite de cálculo de Estruturas hiperestáticas planas! Mas entendendo o cálculo como um dos itens para a compreensão global das Estruturas! Acredito que isso permitiria que o profissional depois pudesse controlar melhor os processos, dirigir melhor as obras. É o que estava te falando: eu me sinto muito confortável hoje em participar de projetos em equipes, em dirigir obras, se isso for necessário, porque eu tenho percepção! Às vezes olho alguma coisa e digo: “Espera aí! Talvez isso tenha que verificar!”. Em geral, eu vejo que os profissionais não têm essa percepção. Acho que a primeira questão é essa. Quem deseja ser um profissional livre na sua possibilidade de conceber e dirigir, posteriormente, a materialização da obra precisa ter domínio tecnológico! Eu incluo aí, obviamente, a concepção estrutural, a resolução estrutural, o dimensionamento... Para além disso, a gente tem questões legais. A nossa profissão é regulamentada e, dentro das nossas atribuições, acho que está implícita a noção de que é preciso que você tenha certeza do que está propondo em relação à segurança, à qualidade, à manutenção, à pertinência... A questão da intervenção dessas obras no espaço, do que elas criam depois de resultado psicológico. Talvez esse pudesse ser um segundo ponto: o cumprimento dos nossos compromissos profissionais pela ótica da sociedade. Para você responder à sociedade de uma maneira adequada. A partir daí seriam variações sobre um mesmo tema.

ANEXO K – ENTREVISTA COM HENRIQUE LINDENBERG NETO

BIOGRAFIA

Henrique Lindenberg Neto é engenheiro civil, formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) em 1970; instituição em que também obteve os títulos de mestre (1981) e doutor (1989) em Engenharia. Em 1990, realizou um curso de pós-doutorado no Computational Mechanics Institute, em Ashurst, Inglaterra. Entre 1971 e 1979, trabalhou como engenheiro projetista de estruturas no escritório técnico Augusto Carlos Vasconcelos S.A. Engenheiros Associados, empresa da qual foi sócio. É professor do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica da USP desde 1973. Entre 1998 e 2001, assumiu a coordenação do Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações, sendo membro da Comissão de Relações Internacionais da Escola Politécnica e Presidente da Comissão de Coordenação do Programa de Dupla Formação FAU-EPUSP. A partir de 2006, também passou a lecionar na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da mesma instituição.

Entrevista realizada no dia 13 de outubro de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que o senhor falasse sobre como foi o período de sua formação superior, sobretudo sobre como era o ensino de Estruturas naquela época.*

Henrique Lindenberg (HL): Eu fiz tudo na Escola Politécnica. Entrei aqui em 1966 e, naquela época, a escolha do curso era feita ao final do primeiro ano. Então, no final do primeiro ano, eu escolhi Engenharia Civil e depois havia quatro áreas de especialização – o que já não existe mais hoje. Há muito tempo que não existe mais isso, mas, naquela época, havia. As quatro áreas de especialização eram áreas que deram origem aos quatro departamentos que nós temos hoje: Construção Civil, Estruturas – o departamento se chama Estruturas e Geotécnica –, Hidráulica e Transportes. Aí, no final do terceiro ano, a gente escolhia uma dessas áreas e eu escolhi a de Estruturas. Então, eu fiz o curso de Engenharia Civil em Estruturas – “coisa” que não existe mais desde a década de 70! Eu me formei em 70 e eu acho que talvez tenha sido um dos últimos alunos dessa turma. Eu me formei em 70, fui trabalhar no escritório do professor Vasconcelos¹ e comecei a dar aula na Poli em 73. Nesse ano, quando eu vim dar aula na Poli... Naquela ocasião, as coisas eram diferentes do que são hoje: a gente podia dar aula sendo simplesmente engenheiro! E eu comecei a fazer mestrado quando comecei a dar aula. Fiquei no escritório do professor Vasconcelos até 1979. Em 79, eu passei a ficar em período integral na Poli. Fiz o meu mestrado na Poli, depois fiz meu doutorado na Poli também². Só fiz meu pós-doutorado na Inglaterra, em 1990, porque é uma coisa muito rápida! Fiquei na Inglaterra 4 meses e meio, num instituto de pesquisa onde fiz um curso, mas que foi muito importante para mim³! Foi muito bom esse período na Inglaterra, embora curto! Então a minha formação foi toda ela na Poli. Mas você tinha uma outra pergunta... A pergunta tinha duas partes: uma parte era essa e a outra era?

RS: *Era com relação ao ensino de Estruturas.*

HL: Ah, sim! Como era o ensino de Estruturas naquela época! A escola era muito diferente do que é hoje, justamente porque não tem mais essas especializações. Então, eu tive muito mais Estruturas do que se dá hoje no curso! As disciplinas eram anuais, diferentes também do que é hoje. Mas, se fossem semestrais, a gente teria, por exemplo, 6 de Concreto! Porque eram Concreto 1, 2 e 3. Hoje em dia os alunos têm Concreto 1 e 2! Nós tínhamos Resistência dos Materiais 1 e 2, mas tive também Teoria da Elasticidade – que, no nível que foi dada para mim, nós não temos mais na graduação! Eu tive Pontes... Tive 2 anos de Pontes! Atualmente é um semestre só! Eu tive a disciplina de Metálicas e

¹ Augusto Carlos de Vasconcelos, entrevistado anteriormente. Cf. ANEXO E.

² Cf. LINDENBERG NETO, H. **Sobre a formulação matemática dos problemas de estabilidade das estruturas**. 1981. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981. LINDENBERG NETO, H. **Contribuição ao estudo do condicionamento numérico da resolução dos sistemas de equações de equilíbrio das estruturas reticuladas de comportamento linear**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

³ Referência ao Computational Mechanics Institute, em Ashurst, Inglaterra.

Madeira um ano inteiro e, atualmente, é um semestre de Metálicas e Madeira. Então, na área de Estruturas, tive muito mais do que se tem hoje! Agora, por outro lado, mudou a filosofia do curso... Porque, por outro lado, “paguei o preço”: eu não tive praticamente nada de Construção! O que eu tive de Construção foi pouquíssima “coisa”! Eu não tive Instalações, por exemplo. Nunca tive Instalações! Hidráulicas, a parte de instalações elétricas... Eu não tive nada disso! Eu tive uma disciplina de Construção, uma disciplina de Materiais de Construção. Foi só! E isso se repetiu com os demais departamentos. Com Hidráulica e Transportes foi a mesma coisa. Então, eu tive um curso muito profundo de Estruturas e pouca “coisa” do resto! Por outro lado, éramos poucos alunos, nós éramos 14 alunos. O curso foi muito bom! O nível do curso de Estruturas era muito bom! E era um curso extremamente moderno! Quando eu penso hoje... Eu me formei em 70. Ou seja, o uso de computador era uma coisa que estava começando: não tinha praticamente nada! Mas nós já tivemos análise matricial de estruturas! Nós tivemos Fortran ensinado no cálculo numérico. Ou seja, o curso foi muito avançado para aquela época! O curso de Estruturas foi muito bom!

RS: *Então, por causa da especialização é que se decidia qual seria o aprofundamento do curso.*

HL: Por causa da especialização é que se tinha um aprofundamento muito maior do que tem hoje. O curso é muito mais abrangente do que era naquela época! É um curso em que se vê mais da Engenharia Civil do que eu vi. Por outro lado, eu tive muito mais aulas de Estruturas do que se tem hoje!

RS: *Como que surgiu o interesse do senhor pela formação dos arquitetos e engenheiros, já que o senhor começou a lecionar logo após a graduação?*

HL: Eu comecei a dar aula na Poli pouco depois... Eu fui convidado a dar aula na Escola logo que me formei, porque fui um bom aluno. Naquela época, como que era a escolha dos professores? Não havia esses processos seletivos que tem hoje, era diferente. Então eu fui um bom aluno da Poli e aí ficou um banco vago na Escola. Era assim que se escolhiam os professores. Tanto é que nossos professores antigos eram praticamente todos formados pela Poli! Os que são formados fora da Poli são exatamente pessoas que vieram fazer pós-graduação na Poli e, como bons alunos da pós-graduação, foram convidados a ficar. Mas a forma de entrar era completamente diferente do que é hoje. Então eu tinha sido um bom aluno e aí ficou um banco vago na Escola, mas eu nunca havia pensado em ser professor! Nunca pensei na idéia de vir a ser professor! Mas fui trabalhar no escritório do professor Vasconcelos e confesso que achei muito monótono o trabalho! Achei muito repetitivo! Eu tinha a ilusão de que o projeto era muito diferente de um prédio para o outro e, no fundo, os projetos são muito parecidos. Claro que existem diferenças! Mas a base é parecida... Achei a coisa muito repetitiva e decidi aceitar o convite que me tinha sido feito antes de dar aula na Escola. Comecei a dar aula em 73! Ou seja, comecei a trabalhar no escritório do professor Vasconcelos em 71, fiquei lá em 71 e 72 e aí, em 73, além de ir ao escritório, dava aula na Poli. Mas, até 79, eu vinha só dar aula! Eu vinha, dava aula e voltava para lá. Nessa época, é que o tempo integral começou. Quando fui aluno, não havia professores em tempo integral! Os professores em tempo integral começaram a vir com essa questão de se fazer pesquisa na escola... Pelo menos, na minha época de aluno, isso não havia! Mas, na década de 70, são dois fatores que contribuíram para isso: o primeiro foi que houve uma grande crise na Engenharia Civil! Os governos militares fizeram muitos investimentos em infra-estrutura, em obras muito grandes... Por exemplo, a Usina de Itaipu é desse período. Então houve um grande crescimento! Ferrovias, rodovias, etc. Mas isso foi à custa de financiamentos e empréstimos externos. Depois, como o Brasil não tinha como pagar tudo isso, essas obras diminuíram muito! As empresas começaram a ter menos trabalho, a demitir... O salário da Escola, não digo que superava o das empresas, mas, naquele momento, não era assim tão ruim! Além disso, a pós-graduação se iniciou na década de 70! Antes não tinha essa pós-graduação mais formulada como nós temos hoje: com mestrado, doutorado. Não tinha mestrado antes, era só doutorado! Então, surgiu a oportunidade de fazer pesquisa. Eu acho que os primeiros professores em tempo integral do departamento são de 78! São dois professores que justamente foram contratados para trabalhar em laboratório! Um deles é o professor Amaro, Amaro Santos, contratado para trabalhar no Departamento de Estruturas, e a professora Heloísa Gonçalves que foi contratada para trabalhar no Laboratório de Mecânica dos Solos – onde ela está até hoje. Bem,

então eu comecei a dar aula, mas comecei a dar aula na Poli! Não dava aula na FAU⁴. Eu vim a dar aula na FAU muito recentemente! O professor Mario Franco deu aula na FAU até se aposentar. O Mario Franco se aposentou, depois o professor Margarido, o professor Del Nero... Todos eles se aposentaram. Durante muitos anos o professor Mario Franco foi substituído pelo professor Reyolando Brasil, que se aposentou também. Eu dei aula na FAU, meio semestre, numa época em que o professor Reyolando Brasil tirou licença-prêmio. Aí dei aula durante dois meses no lugar dele. Mas um curso que ele tinha montado! Depois, quando ele se aposentou, é que foi feito um novo curso. Na realidade, é porque na época em que ele foi se aposentar é que foi feita uma reestruturação dos cursos da FAU. Mas houve uma reestruturação das disciplinas de Estruturas da FAU recentemente, da qual eu não participei. Foi basicamente feita pelo professor Túlio Bittencourt⁵ que dava aula na FAU e pelo professor Carlos Eduardo Mazzilli⁶ que não dava aula na FAU! Os dois fizeram essa reestruturação e as disciplinas começaram a ser dadas. Eu dei aula em 2009, 2008, 2007 e 2006... Então, em 2006, as disciplinas reformuladas começaram a ser dadas: a primeira e a segunda em 2006, e a terceira e a quarta começaram em 2007. Eu comecei a dar aula na FAU nessa disciplina nova em 2006. Então é o quarto ano que dou aula lá dessa disciplina. Eu só dou aula da primeira disciplina! São quatro disciplinas, elas têm encadeamento umas com as outras, mas eu só dou a primeira delas que é a de Fundamentos. Chama-se “Estruturas na Arquitetura 1: Fundamentos”. Então é isso. Mas eu dou uma disciplina muito parecida na Poli! Na Poli, eu dou aula disso há anos! Na Poli, eu dava Resistência 1 e 2. Quando voltei da Inglaterra, comecei a dar aula de “Resistência 0” – nós temos uma “Resistência 0”. É claro que esse não é o nome dela, o nome dela é “Introdução à Mecânica das Estruturas”! Nós tínhamos 4 disciplinas de 6 créditos. E, num certo momento, esses créditos foram redistribuídos e nós passamos a dar 5 disciplinas de 4 créditos! A primeira delas existe, mas só se chama Resistência mesmo a primeira e a segunda. Eu acho que o nome das outras duas é Teoria das Estruturas. A primeira, Introdução à Mecânica das Estruturas, dou aula desde 1990, 1991... É interessante então, porque, na FAU e na Poli, eu dou coisas muito parecidas, apesar da forma de dar ser muito diferente!

RS: *Quais são as diferenças de abordagem?*

HL: Eu acabei de dizer para você que, quando voltei da Inglaterra, mudei de disciplina. Quando voltei da Inglaterra, me pediram para dar a disciplina de “Introdução à Mecânica das Estruturas”. Essa disciplina é o que, antigamente, a gente chamava mais ou menos de Estática, porque é basicamente a parte de Estática. Não tem Resistência dos Materiais realmente! De Resistência dos Materiais, eu só dou conceito de tensão, esforços internos, esforços solicitantes – mas para justificar porque nós vamos estudar esforços solicitantes. Como são estruturas isostáticas, então falo de diagrama e de comportamento estrutural... Bem, comecei a ser responsável por essa disciplina em um determinado momento, não me lembro mais exatamente quando. Essa disciplina foi sendo mudada ao longo dos anos e eu sempre gostei muito dos aspectos qualitativos! Mais que dos aspectos quantitativos! Porque, na minha opinião – essa é uma opinião pessoal, mas que, de certa forma, meus cursos estão calcados, criados, montados em cima disso –, é mais importante a pessoa ter noção do comportamento estrutural! Ou seja, muito mais do que os modelos matemáticos, as fórmulas, as expressões – que, na hora em que a pessoa precisa, ela vai buscar no livro, não precisa guardar nada daquilo –, é mais importante a pessoa ter noção do comportamento estrutural e da importância que isso tem! Então, nessa disciplina que eu fui montando ao longo dos anos – ela foi se modificando um pouco... Uma outra coisa que eu preciso dizer é que gosto muito de História e acho História uma “coisa” muito importante! Na realidade, a História é muito pouco valorizada nos cursos de Engenharia Civil! É claro que existem várias áreas que não sabem se fazer sem História! A Arquitetura é uma delas... Você não

⁴ Sigla da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

⁵ Túlio Nogueira Bittencourt é engenheiro civil, graduado pela Universidade de Brasília (1984). Atualmente é professor associado da Universidade de São Paulo, diretor de eventos e membro do Conselho do Instituto Brasileiro do Concreto e também atua como revisor de periódicos. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4781070E4>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

⁶ Carlos Eduardo Nigro Mazzilli possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1975). Ingressou na Universidade de São Paulo em 1976, ocupando o cargo de Professor Titular da cadeira de Estruturas desde 1992. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/CurriculoLattesMostrar?codpes=2086678>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

dá para imaginar um curso de Arquitetura sem a História da Arquitetura, um curso de Música sem a História da Música, ou curso de Artes sem a História das Artes – Pintura, Escultura, que seja! Mas a Engenharia é curso absolutamente sem falar em História! É como se as coisas não tivessem passado! E eu sempre gostei muito de História – isso é uma coisa muito pessoal de gostar de História – e sempre tive vontade de dar um curso de História da Engenharia. Quando estive na Inglaterra, fiz um curso – que eu mencionei – e uma das disciplinas que eram dadas, na segunda-feira de manhã, de uma única hora, era da História da Engenharia! Por alguns meses eu fiz esse curso de História da Engenharia e consegui – porque os ingleses gostavam muito de História – algum material básico para eu montar um curso de História da Engenharia de Estruturas. O curso que eu fiz lá não era de História da Engenharia de Estruturas, em particular, porque tinha Engenharia Mecânica, Engenharia naval... Tinha outras coisas. Mas, quando eu voltei pra cá, propus uma disciplina de História da Engenharia de Estruturas, que agora mudou de nome. O nome que ela tem é “Concepção, Projeto e Realização das Estruturas: Aspectos Históricos”. E essa disciplina de pós-graduação foi dada pela primeira vez em 92 ou 93... É uma disciplina de História da Engenharia de Estruturas! Ao longo desses anos, muita gente tem pesquisado... Hoje em dia tem muita coisa sendo feita nessa área, mas ainda ela não é feita por muita gente aqui da Escola mesmo! Tem muita gente que acha que essa área não é uma área muito séria, que é uma área muito fácil, que não tem fórmulas... Bem, hoje, nessa disciplina, eu uso um livro de um engenheiro chamado Mario Salvadori – não sei se você conhece. O Salvadori é engenheiro, mas ele dava aula de Engenharia para os arquitetos e ele tem vários livros escritos. Tem um livro que se chama “Why buildings stand up?” – que foi traduzido recentemente para o português e se chama então “Por que os edifícios ficam de pé?”. Eu uso esse livro. É claro que a disciplina conta a História, mas o objetivo dela não é só “contar história”, também tem uma análise grande dentro de sistemas estruturais! Que é o que tem no livro do Salvadori! O livro do Salvadori faz exatamente isso: tem a História, ele conta uma série de fatos históricos, mas ele descreve também os sistemas estruturais. Então, nas minhas aulas, nós temos as duas coisas entremeadas, tem uma discussão sobre sistemas estruturais. Mas não há fórmulas! Não há nenhuma fórmula! Na minha opinião, é muito importante que os alunos conheçam, primeiro, a importância dos sistemas estruturais! Quer dizer, entendam, no caso de um edifício, de uma construção, que existe uma estrutura, que os sistemas estruturais podem ser muitos e que esses sistemas estruturais se ligam a uma série de condicionantes da questão do projeto, a começar pelos materiais. É interessante! Nessa análise histórica, você vê que os materiais duráveis – que tinham durabilidade – eram materiais que resistiam mal à tração e resistiam bem à compressão. Então, os sistemas estruturais que eram usados eram os sistemas de formas naturais resistentes à compressão. Daí os arcos, que predominaram até o final do século XVIII. Depois, com a descoberta do ferro forjado, vem o aço no século XIX... Aí vêm os outros sistemas ligados a vigas, como nós temos hoje. Porque antes as vigas exigiam um número grande de pilares, como no caso dos templos gregos e dos templos egípcios... Bom, mas então, na minha opinião, é extremamente importante que o aluno desenvolva a capacidade de observação das estruturas! O que eu gostaria é que os alunos, ao entrarem num edifício, por exemplo, percebessem que atrás daquilo existe uma estrutura! Que eles procurem conhecer a estrutura que está por trás daquilo! Então, na minha disciplina, é claro que existem modelos matemáticos que nós desenvolvemos – isso é necessário –, mas não são só esses modelos matemáticos! Na Engenharia, eu dou pouca História... Falo alguma coisa de História, mas é mais para iniciar cada um dos assuntos. Por exemplo, quando se fala em treliças, eu conto um pouco da história das treliças; quando se fala dos arcos, conto a história dos arcos... Mas isso só como uma introdução, não é realmente um objetivo da disciplina! O que eu gostaria realmente é que os alunos guardassem a noção dos sistemas estruturais e conhecessem o comportamento desses sistemas estruturais. Isso na Poli. E, na FAU, a minha opinião é a seguinte: pelo menos no caso do Brasil – porque em outros países isso muda um “pouquinho” – a importância da questão dos aspectos do comportamento da estrutura é maior ainda! Não digo mais importante do que na Engenharia, mas esse é um aspecto importante para a Arquitetura! Porque, na realidade, muito provavelmente o arquiteto não vai se dedicar ao cálculo da estrutura! Quem vai fazer o cálculo da estrutura é um engenheiro.

RS: *Mas a concepção é dele.*

HL: Isso! Por outro lado, na hora em que se concebe a obra, a estrutura já está lá! Ou seja, quando o arquiteto pensa no espaço, ele não pode pensar no espaço, sem pensar na estrutura que está por detrás

daquilo! Na minha opinião, pelo menos nas obras maiores, é fundamental que nesse momento o arquiteto já converse com o engenheiro! O importante para o arquiteto é ele conhecer o comportamento das estruturas, os diferentes materiais, todas as ações que ele deve considerar... E o curso então da FAU é um curso em que se privilegia isso. A nossa avaliação, aqui no Brasil, é muito feita em cima de notas, de provas. Então, na Poli, a minha disciplina tem três provas e um projeto. O projeto tem peso 1 e as provas têm peso 9. Na FAU, já é um pouco diferente. Nós temos então duas provas, que têm peso 7, mais dois projetos, cada um com peso 1 e mais os exercícios que são resolvidos pelos alunos em sala, que têm peso 1 também. As provas, na FAU, são provas com consulta, diferentemente da Poli – em que as provas não são com consulta –, porque o objetivo justamente é outro. Então a gente não está muito preocupado em que os alunos guardem aquelas fórmulas... Embora a temática seja a mesma, na FAU, eles estudam com menos profundidade, os exercícios são mais fáceis que os exercícios dados na Poli. Porque o objetivo é muito mais do aluno ficar conhecendo aquele conceito, aquele fenômeno do que realmente ele se aprofundar muito naquilo, já que ele não é a pessoa que vai calcular aquilo! Mas, por outro lado, para a concepção, ele tem que conhecer todas as possibilidades que têm à disposição dele. Então quanto mais repertório ele tiver do ponto de vista de sistemas estruturais disponíveis, melhor vai ser o projeto que vai poder fazer! Eu dou na Poli e na FAU um mesmo projeto: nós temos um projeto de observação de estruturas do cotidiano. Esse projeto vai ser desenvolvido em grupo – na Poli, são grupos de 2 pessoas e, na FAU, são grupos maiores, de 4 a 5 alunos. Esse projeto, ao longo dos anos, mudou bastante! Mas atualmente o exercício é sobre duas estruturas. Este ano nós pedimos uma estrutura que tivesse, no caso da FAU, uma viga Gerber e a outra um arco triarticulado ou a estrutura de um guarda-chuva. Uma delas era obrigatória – não me lembro mais qual – e a outra opcional. Então o aluno vai visitar a obra e têm perguntas para responder, por exemplo, sobre: qual é o material da estrutura, quais são as ações que atuam na estrutura, como é que são os apoios da estrutura, como é que são os elementos da estrutura, as peças da estrutura... Depois eles devem montar o modelo matemático dessa estrutura – porque isso é uma falha grande dos nossos cursos! Nos nossos cursos, nós damos os modelos matemáticos prontos para os alunos, mas praticamente em nenhum momento eles criam seus próprios modelos! Eles sabem resolver os modelos, mas não criam os próprios modelos! Então, tem um momento em que os alunos devem fazer o esquema da estrutura, montar o modelo matemático. Eles usam um programa de computador, bem “simplesinho”, o Ftool⁷ – não sei se você conhece – e resolvem a estrutura através do Ftool. Aí eles vão analisar... Analisam, principalmente, a deformada da estrutura. Tiram fotografias da estrutura, fazem um relatório... Esse projeto é exatamente o mesmo na Poli e na FAU, não tem a menor diferença entre eles! Mas na FAU temos um outro projeto, que tem mudado muito ao longo dos anos. Neste ano, os alunos fizeram igual àqueles projetos que o Gaudí fazia, em que ele pendurava aquelas correntes. Os alunos fizeram um projeto desse tipo, em que eles fizeram uma proposta de estrutura para uma cobertura, com arcos. Aí eles vieram aqui no nosso laboratório, penduraram aquelas correntes e fotografaram. Porque, como não dava para apresentar aquilo montado na sala de aula, porque eram muitos grupos, então eles fotografaram, fizeram um relatório... Primeiro eles tiveram que fazer uma apresentação histórica das estruturas do Gaudí. No ano passado, eles fizeram um outro projeto... Eu não sei se você conhece um engenheiro chamado Heinz Isler, ele fazia coberturas em cascas. É um engenheiro suíço, ele é vivo. Como é que ele faz os projetos dele? Ele prende um tecido, aí aquele tecido fica pendurado – semelhante ao do Gaudí. Estica o tecido até ficar “tadinho” tracionado, então coloca gesso e o gesso endurece – esse gesso mesmo que se usa aí, como quando você quebra o braço. Aquilo endurece e aquela estrutura, virada ao contrário, fica só resistindo à compressão. Ele tem vários projetos de cascas. Elas são extremamente finas feitas dessa forma! Então, no ano passado, os alunos fizeram um projeto desse tipo e, no outro ano, eles fizeram um projeto como esse que você mencionou, que você própria fez: de elaboração de modelos didáticos⁸. Eu fiz uma série

⁷ O Ftool, desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, é uma ferramenta computacional para análise estrutural bidimensional. Possibilita a montagem de esquemas estruturais e, a partir da especificação de alguns parâmetros, permite construir gráficos de momento fletor, esforço normal e cortante, linha elástica e gráfico de configuração de deformada. Cf. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. Ftool. Disponível em: <<https://web.tecgraf.puc-rio.br/ftool/>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

⁸ Referência ao projeto de pesquisa desenvolvido pela autora durante a graduação, intitulado “Estudo multidisciplinar do comportamento das estruturas por meio de modelos teóricos, físicos e numéricos” – mencionado antes da realização da entrevista.

de modelos didáticos que poderiam ser escolhidos pelos grupos, eles escolheram e fizeram... E aí nós usamos esses modelos deles nas próprias aulas! Assim como os modelos que estão ali⁹. Tem alguns modelos que foram feitos pelos engenheiros aqui da Poli, desenvolvidos ao longo dos anos. Outros são feitos pelos alunos da FAU. E nós temos um laboratório de modelos, um laboratório didático onde tem os modelos! Os alunos da Poli fazem, além desse projeto que comentei de observação de estruturas, uma experiência de laboratório: que é o traçado de linhas de influência, experimental, nesse laboratório que temos de modelos. É o Laboratório de Resistência dos Materiais. No curso da FAU, tem alguns aspectos quantitativos, mas eu dou uma ênfase maior aos aspectos qualitativos – muito maior do que aqui na Poli! E na FAU, uma parte da prova, em nota, 40%, são questões de caráter conceitual, não são de caráter numérico! Não é a resolução de um problema como é na Poli. Na Poli, a prova é 100% de resolução de problemas, já, na FAU, 60% é de resolução de problemas e 40% é de aspectos conceituais ligados a comportamento estrutural.

RS: *Além do Mario Salvadori, o senhor poderia citar quais outras referências de profissionais e de bibliografia que despertaram seu interesse por esse aspecto do ensino qualitativo das Estruturas?*

HL: Olha, tem um livro que o autor se chama Henry Cowan. Esse professor é um professor australiano e ele tem livros de Estruturas. Aliás, eu devo dizer que, quando eu fiz esse curso na Inglaterra, o professor que dava aula de História da Engenharia – o nome dele é Philip Bulson – tem um livro que é conhecido sobre Estabilidade das Estruturas¹⁰, sobre flambagem – assim como o Cowan. São pessoas que são professores de Estruturas, mas que têm uma preocupação grande com a História e com os aspectos de comportamento estrutural do ponto de vista qualitativo! O Cowan é a mesma coisa. E ele tem dois livros sobre História da Engenharia de Estruturas. São esses livros que conheci quando estive na Inglaterra. Um deles se chama “The master builders”. Um outro livro é sobre estruturas do século XIX – não me lembro o nome dele, nunca consegui o original, mas tenho uma cópia-xerox dele. Foram esses dois livros do Cowan que me permitiram mudar o curso. Então eu mudei o curso de pós-graduação a partir desses dois livros. Tem livros que eu gosto muito que são livros para criança! O autor chama-se David Macaulay¹¹. Esses livros são traduzidos para o português. A diferença é que, em inglês, eles são grandes – têm, assim, o tamanho de um papel A4 – e, em português, eles são “pequenininhos”, editados pela Martins Fontes. Mas então tem castelo, catedral, uma cidade romana, arranha-céu, pirâmides... São livros para criança, mas magníficos do ponto de vista da História, das ilustrações! Os desenhos são feitos à mão, então, são desenhos muito elucidativos! Tem outros livros que me agradam muitíssimo! Tem um chamado “The tower and the bridge”, com um texto de David Billington¹². É um livro, eu diria, mais para engenheiros, talvez... Mas é bastante filosófico. Ele analisa a questão da Arquitetura e da Engenharia de um ponto de vista bastante filosófico! Depois tem um livro do Rowland Mainstone¹³ – daqui a pouco eu me lembro do nome do livro... Se eu pegar, no meu computador, a relação da bibliografia, vou dizer para você qual é o nome do livro. O livro do Timoshenko sobre a História da Resistência dos Materiais tem fórmulas e tudo – é diferente do que estou dizendo – mas apresenta uma abordagem histórica. Tem um livro de um autor francês, que mora na Inglaterra, e se chama Jacques Eman e que aborda a história do desenvolvimento da Resistência dos Materiais e também é um livro muito interessante! Bom, eu disse que esse assunto tem tido bastante desenvolvimento ultimamente, então tem sido feita muita pesquisa, principalmente no exterior. Vou abrir a Internet e te dou o nome do livro do Mainstone: “Development in structural form”. Tem um livro que foi recentemente lançado, traduzido para o português, e se chama: “Edificação: 3000 anos de

⁹ Referência aos modelos físicos presentes no armário da sala pessoal do entrevistado, situada na Escola Politécnica, em que foi concedida a entrevista.

¹⁰ Cf. BULSON, P. S. **The stability of flat plates**. London: Chapman and Hall, 1970. Sobre História da Engenharia, Cf. BULSON, P. S.; CALDWELL, J. B.; SEVERN, R. T. **Engineering structures: developments in the twentieth century**. Bristol: University of Bristol, 1983.

¹¹ Cf., entre outros, MACAULAY, D. **Construção de uma pirâmide**. São Paulo: Martins Fontes, 1988. MACAULAY, D. **Construção de um castelo**. São Paulo: Martins Fontes, 1988. MACAULAY, D. **Subterrâneos da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

¹² Cf. BILLINGTON, D. P. **The tower and the bridge: the new art of structural engineering**. Princeton: Princeton University Press, 1983.

¹³ Cf. MAINSTONE, R. **Developments in structural form**. Harmondsworth: Penguin Books, 1983.

Projeto, Engenharia e Construção”. Esse livro é muito bom! Por trás dele tem uma pesquisa seríssima que deve ter demorado um tempo enorme! As pesquisas são muito profundas. E é um livro bem escrito por engenheiros! Ou seja, é uma História da Engenharia de Estruturas, mas escrita por engenheiros: então ele fala da história das réguas de cálculo e dos computadores... É um livro muito interessante! Tem muita coisa! O Salvadori é de 1980, os livros do Cowan – “The Masters Builders” é o primeiro, “Science and Building” é o segundo – são de 77 e 78... Tem um antiquíssimo, que é o “Engineering in History”¹⁴! Esse é do Kirby, de 56. Mas é um livro mais de História mesmo e ele fala da Engenharia como um todo. Depois tem esses outros que eu mencionei que são mais modernos. Uma coisa que acontece e que eu acho que é uma falha grande nos livros de Arquitetura é que, em geral, são livros bonitos, mas não mostram a estrutura! Um pouco como a Internet... A Internet é fonte de fotografias magníficas hoje em dia! Eu uso muitas fotos, nas minhas aulas, da Internet. Mas ou são fotos tiradas por um leigo, que vai lá e acha bonita a construção, ou então são feitas por fotógrafos que mostram a Arquitetura, mas não mostram a Estrutura!

RS: *Não mostram o processo de concepção.*

HL: Não só a concepção, mas detalhes da estrutura e defeitos também! Por exemplo, quando você vai ao Panteão de Roma, percebe que ele é cheio de fissuras! E aquelas fissuras são interessantíssimas! Porque é uma cúpula, então, na base, ela está tracionada e, se usa um material ali que não resiste à tração, fissura. É o caso do Panteão: ele é “todinho” fissurado! E você não encontra fotografias que mostrem fissuras do Panteão! Então eu mostro, para os meus alunos, fotografias que eu tirei! Quando eu estive lá? Em 98 – já faz tempo –, e com uma máquina muito simples! Então, eu mesmo tento mostrar para os alunos, porque isso não é uma preocupação dos livros. Esses livros bonitos, de fotografia, não são só bonitos: têm pouco conteúdo! Tem um livro de fotografias que eu acho magnífico, do National Geographic! A sociedade do National Geographic indica livros e eu tenho um livro que se chama “The Builders”¹⁵. É um livro já meio antigo... Não tem textos, é um livro de fotos. Então não está na bibliografia do curso. Mas ele tem fotos muito bonitas e, antes da Internet, eu usava fotos de lá. É bom! Ou seja, o pouco de texto que ele tem é bom, feito por gente séria.

RS: *Além do uso de modelos de estruturas e da análise histórica sobre o comportamento estrutural das obras, o senhor acredita que experimentações em canteiro e outras atividades construtivas também são importantes para o aprendizado das Estruturas?*

HL: Acho. Acho isso extremamente importante! Deixa-me só dizer uma coisa: além disso tudo que nós fazemos, tem um momento em que eu faço uma visita ao MASP. É também muito interessante! Essa visita ao MASP eu já venho fazendo há muitos anos e é interessante por várias razões. A primeira é porque é um prédio magnífico! Tanto do ponto de vista da Arquitetura, quanto da Engenharia de Estruturas. É um prédio que, na minha opinião, é o símbolo de São Paulo. Se você for hoje perguntar para a população qual é o edifício mais expressivo, muito provavelmente é o MASP que vai ser considerado o edifício-símbolo da cidade. O conteúdo dele também é muito importante... Então, por todas essas razões, o MASP é um prédio muito significativo para todos nós! Além disso, a estrutura é toda visível! E o mais interessante é que, embora a estrutura seja toda visível, quase ninguém sabe qual é a estrutura do MASP! Os alunos nossos da Poli nem todos já visitaram o MASP. Alguns a primeira vez que visitam o MASP é quando a gente vai lá ver o prédio. Mas os da FAU todos já foram ao MASP! E muito provavelmente aqueles alunos da FAU foram ao MASP sem ter visto sua estrutura. Eles não enxergaram a estrutura! A estrutura é magnífica, porque é toda aparente, mas feita de uma maneira tal que ela não agride o visitante! Então a pessoa vai lá dentro do prédio, mas não sabe que aquilo é a estrutura. Então nós vamos ao MASP fazer uma visita para conhecer a estrutura. Bem, a visita é feita propositalmente para os alunos da Poli e da FAU, porque é importante que os alunos se misturem! É muito interessante, porque os alunos da Poli e da FAU enxergam coisas diferentes! As perguntas de uns e de outros são distintas, porque a cabeça de uns e de outros é distinta e, assim, umas complementam as outras. Eu sempre sugiro para eles que, ao irem a algum lugar, que eles procurem observar a estrutura. Quando eles vão a um casamento, por exemplo, numa igreja – que, em geral, são

¹⁴ Cf. KIRBY, R. S. et al. **Engineering in history**. New York: McGraw-Hill, 1956.

¹⁵ Cf. THE builders: marvels of engineering. National Geographic Society, 1992.

espaços grandes – que eles procurem ver como é a estrutura... Às vezes a gente vai naquelas igrejas e as fissuras que tem no Panteão aparecem também nessas cúpulas, que são hoje de concreto armado. Na hora em que eles forem então levar o carro até a oficina – em geral, também é um ambiente grande –, que eles olhem para cima e procurem enxergar qual é a estrutura daquilo. Ou seja, esse hábito de olhar, de enxergar a estrutura eu acho muito importante que seja desenvolvido, tanto lá quanto aqui, para arquitetos e engenheiros! Essa visita do MASP é interessante porque a gente faz isso e espero que façam isso nas outras estruturas que visitam. Bem, não sei se eu respondi à sua pergunta.

RS: *Gostaria de saber a opinião do senhor sobre as experiências em canteiro.*

HL: Ah, sim! Isso nós não fazemos. Eu não faço as experiências em canteiro, porque também não tem muito espaço para isso! Porque eu tenho um programa também para cumprir, não é?! Isso é meio um problema! É claro que a gente tem que cobrir o programa, porque as disciplinas não são isoladas. Mas, se elas fossem isoladas, eventualmente se eu quisesse mudar alguma coisa, tudo bem. Mas, numa disciplina que é encadeada, tanto na FAU quanto na Poli eu dou a primeira disciplina, tem que cumprir o programa, porque, senão, depois o colega que continua na disciplina seguinte vai sentir falta daquelas “coisas”. Então, o que eu faço quando tem algum tempo sobrando na FAU é convidar pessoas para darem palestras. Nesse ano, nós trouxemos o professor Mario Franco e foi muito interessante! Porque eu queria que ele falasse das obras dele. Ele tem feito algumas apresentações sobre suas obras. Eu me lembro de uma que ele fez no Instituto de Engenharia e isso já faz alguns anos, então agora já tem outras obras... Ele deu uma palestra muito interessante, em que falou do início da carreira dele, das primeiras obras, depois do amadurecimento da carreira, das obras atuais e das obras do futuro, as obras em projeto! Foi muito interessante, principalmente as atuais e as de futuro, em projeto, que, para os alunos da FAU, foi muito importante! Então infelizmente não dá tempo. Mas eles têm na FAU um canteiro¹⁶! Eles têm um canteiro de estruturas e fazem projetos ali. Isso complementa e, sem dúvida, é extremamente importante! Aliás, você veja que nesses projetos que nós estamos dando para os alunos, na FAU, estão sempre ligados a eles elaborarem alguma coisa! Eles fazem o modelo. Foi um modelo didático, depois teve o modelo de uma casca, depois teve o modelo da estrutura com as correntes... É importante eles fazerem os modelos para sentirem os problemas, as interferências! Na hora dos relatórios, comentam como é diferente o que eles “tinham na cabeça” e depois o que é realmente a estrutura que eles acabam criando! Então o canteiro é extremamente importante!

RS: *Mais recentemente o senhor participou como coordenador da equipe politécnica na elaboração do programa de dupla formação FAU-Poli. Poderia contar como foi essa experiência?*

HL: Primeiro eu vou falar da origem desse programa FAU-Poli. Aliás, aquele menino que ligou é justamente um aluno da Poli que está fazendo o programa na FAU... Então, é o seguinte: nós temos há alguns anos uns programas de duplo diploma com escolas da Europa! Começou com a França, depois isso se estendeu para a Itália... Nesses programas, os alunos fazem uma parte do curso no exterior e, ao se formarem, ganham dois diplomas: um diploma daqui e um diploma da escola estrangeira. Uma das escolas com as quais nós temos esse convênio é a Escola Central de Lille, na França. E a Escola de Lille tem um programa de duplo diploma com a Escola de Mons. Mons é uma cidadezinha da Bélgica, perto de Lille. Lille fica no norte da França, não muito longe da fronteira, a 40 minutos de Mons. Eles têm um programa de duplo diploma, em que os alunos de Lille vão para Mons fazer o curso de Arquitetura e vice-versa. Conversando sobre isso com o professor de Mons, da Bélgica, eles nos propuseram um programa de duplo diploma, envolvendo as 4 escolas: a Poli, a FAU, a escola de Lille e a escola de Mons – que se chama Faculdade Politécnica de Mons. Mas, quando vieram aqui e fizeram essa proposta, os diretores da Poli e da FAU fizeram a seguinte observação: “Um programa envolvendo 4 escolas é muito complicado! São 4 escolas de 3 diferentes países! Então vamos fazer uma coisa entre nós, pelo menos num primeiro momento. Vamos fazer um programa de duplo diploma entre a Poli e a FAU!”. De início, ele deveria ter sido um programa de duplo diploma, mas acabou não sendo – é um programa de dupla formação, não concede os dois diplomas. Foi proposto, naquela ocasião, como um programa de duplo diploma entre a Poli e a FAU, seguindo o mesmo modelo francês! O aluno, para ter o duplo diploma francês, precisa ficar dois anos na França. Então nossos

¹⁶ Referência ao Canteiro Experimental Antonio Domingos Battaglia, pertencente à FAU-USP.

alunos passam dois anos lá. Em geral, os franceses ficam aqui um ano e meio – alguns ficam dois anos. Mas então nós tivemos a seguinte idéia: vamos pensar num programa, em que o aluno sai no meio do curso, fica dois anos na outra escola e vive dois anos lá. É como essa “coisa” de ir para a França! Nesses programas com a França, uma das coisas importantes é que a cultura é toda diferente! A cultura do país é outra, mas a cultura da escola também é outra! Tem uma outra estrutura, uma outra maneira de ensinar, etc. É claro que aqui, entre a Poli e FAU, as diferenças são muito menores, mas as culturas não deixam de ser muito distintas! Então, nós queríamos que o nosso aluno ficasse dois anos integralmente lá e o aluno de lá, dois anos integralmente aqui. Foi criada uma comissão de professores da Poli e da FAU. A comissão da FAU foi sugerida pelo diretor, o professor Ricardo Toledo¹⁷. Na comissão da FAU, havia professores e três alunas que eram interessadas em fazer o programa. No caso da Poli, o diretor era o professor Bianchi¹⁸ e também indicou uma comissão de professores do departamento de Engenharia Civil e um aluno só. E nós, durante quase um ano, nos reunimos e montamos o programa, pensando no duplo diploma! O programa tem disciplinas obrigatórias e optativas. Hoje em dia como é que funciona o programa? Todas as disciplinas do curso de Engenharia Civil são optativas para os alunos da FAU e todas as disciplinas do curso de Arquitetura são optativas para os nossos alunos. Mas temos as disciplinas obrigatórias que são o mínimo que eles têm que cumprir! Nós imaginamos um programa que cobrisse a área de Engenharia Civil e que cobrisse a área de Arquitetura. A idéia do duplo diploma não foi aprovada, mas eles recebem um certificado. O programa começou a funcionar em 2004! Durante 2003 nós montamos o programa, tivemos uma série de reuniões e depois o programa começou a funcionar em 2004. Nós estamos já na sexta turma e vamos para a sétima no ano que vem. O programa vem funcionando bem! Mas ele sofreu modificações. Hoje é administrado por uma comissão que tem 4 professores – dois da FAU e dois da Poli, eu continuo participando – e 2 alunos que fazem o programa – um aluno da FAU e outro da Poli. Agora o interessante é que o programa é muito mais procurado pelos alunos da FAU que pelos alunos da Poli! Por várias razões e uma delas é que os alunos da FAU têm menos pressa em se formar do que os nossos. O curso da FAU é muito trabalhoso e os alunos têm dificuldade em fazer estágio durante o curso, então, eles fazem o curso mais devagar, justamente para conseguir fazer estágio. Eles não têm a mesma pressa dos nossos em se formar. Já é uma questão de tradição da FAU os alunos se formarem em mais tempo, por isso a procura de lá pra cá tem sido maior. O mercado tem aceitado bem os egressos do programa! Eu tenho uma amiga que é arquiteta, formada na FAU, já teve estagiário desse programa e outro dia ela me ligou, pedindo para indicar pessoas do programa! Perguntei: “Você quer que indique engenheiro ou arquiteto?”. Ela disse: “Tanto faz! Pode ser um ou outro, mas alguém que tenha esse tipo de formação”. Realmente as escolas são muito diferentes! A FAU nasceu da Poli... Ou seja, o curso de Arquitetura não existia e havia na Poli o curso de engenheiro-arquiteto! O início da Escola foi em 1894 e, nessa turma, já tinha o curso de engenheiro-arquiteto. É claro que esse engenheiro-arquiteto tinha uma formação mais parecida com a da Engenharia do que é hoje, tinha uma formação muito sólida nessas áreas todas, como Estruturas, por exemplo. Mas depois, com a criação da FAU – que, se não me engano, começou a funcionar em 1948 –, ao longo dos anos, de certa forma, a escola que era da área de Humanas foi se tornando muito mais Humanas do que era do início. Então, talvez, esse programa seja uma volta às origens! Os alunos terem algumas “coisas” dadas em maior profundidade como na Engenharia, coisas mais técnicas. E os alunos gostam disso! Os alunos que saem de lá e vêm para cá acham que o curso daqui é mais objetivo! E realmente ele é mais objetivo! Nós temos um objeto melhor definido. E o curso da FAU é diferente, primeiro, porque é muito amplo, tem muitas frentes. Basta ver os departamentos! Eles têm muitas discussões de aspecto conceitual, filosófico... E tudo isso é extremamente importante! Por exemplo, a gente não pensa na inserção do prédio na cidade! Que influência que o prédio vai ter na vida das pessoas ou na vida da cidade. Quando fazem um projeto, vão pensar na fundação, no que está por baixo, que tipo de estrutura...

¹⁷ Ricardo Toledo Silva é arquiteto e urbanista, graduado pela Universidade de São Paulo (1974). Atualmente é professor titular da Universidade de São Paulo, em que, de 2002 a 2006, assumiu o cargo de diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4793275U9>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

¹⁸ Alberto Bianchi Junior possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1986), entidade em que atua como professor doutor. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://sistemas3.usp.br/tycho/CurriculoLattesMostrar?codpub=F7A0B000314F>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

RS: *Aspectos mais pragmáticos.*

HL: E a visão deles é completamente outra! São coisas realmente complementares e que abrem a cabeça! Nessa “história”, não existe certo ou errado, porque são diferentes aspectos do prédio! Sendo que nós nos especializamos de uma forma tal que a gente ignora o outro! Aliás, eu diria que esse defeito é muito mais nosso do que deles! Porque nós, aqui, não temos uma disciplina de Arquitetura e eles lá têm um monte de disciplinas de Estruturas! Na FAU, eles têm 4 disciplinas de Estruturas, além de uma disciplina que estuda Solos e Fundações¹⁹. Então a falha ainda é muito maior do nosso lado! Não vemos nada de Arquitetura, dessa parte ligada aos aspectos sociais e humanos... Mas então é uma complementaridade que funciona muito bem! Uma “coisa” muito interessante é que aqui na Poli não se imaginava que os alunos da FAU fossem tão bons como eles são! Se a gente “pegar” o Vestibular, as provas são diferentes. Mas os alunos que entram na FAU fazem a primeira fase igual aos nossos alunos da Poli e eles vão muito bem nessa primeira fase! Ou seja, mesmo nas disciplinas de Matemática, Física e Química – que caem na primeira fase – eles vão muito bem! São alunos que têm o mesmo nível que os nossos em termos de preparação. Mas aqui não se tinha essa idéia! E os alunos daqui tiveram um desempenho muito ruim! Não só na parte técnica, dessas disciplinas como Resistência dos Materiais e Concreto, mas também, quando são disciplinas ligadas a problemas mais amplos! Como Urbanismo e disciplinas conceituais... Eles são muito mais ligados a isso, são acostumados a discutir. Na minha disciplina de pós-graduação, tem alunos da Arquitetura! Porque eles podem fazer disciplinas de pós-graduação como optativas desse programa. Os alunos da FAU são muito participativos e têm uma visão diferente dos alunos da Engenharia! Então, como eu disse, esse programa está na sexta turma e nós temos mais ou menos 20 alunos da FAU e deve ter 5 ou 6 da Poli: a diferença é enorme! Acredito que esse programa deverá continuar e a minha impressão também é de que o mercado – que ainda não conhece muito bem o programa ou esses profissionais, porque ainda não são muitos os que se formaram. Como os alunos da FAU demoram a ser formar, talvez haja 30 alunos formados e da Poli talvez uns 15, no máximo! –, com o tempo, as empresas vão conhecer esse profissional e valorizar essa formação mais ampla que ele tem!

RS: *Desde a implantação da dupla formação até hoje, como o senhor avalia a experiência? Poderia resumir quais são as vantagens e as dificuldades desse tipo de proposta?*

HL: Bem, as vantagens são inúmeras! Na minha opinião, a principal vantagem é garantir uma formação mais ampla. É a mesma “coisa” dos programas que nós temos com o exterior: a questão de uma formação mais ampla. Porque os alunos vão frequentar um outro meio, com uma outra abordagem e uma outra “cabeça”... Como eu disse, a maneira de se enxergar uma construção, vista pelos arquitetos ou pelos engenheiros, é bem distinta! Frequentar uma outra escola e conhecer um outro ponto de vista é muito importante! Para os alunos da FAU, significa focar um pouco mais e, para os alunos da Poli, é o contrário. É importante também o contato com os alunos que não fazem o programa! Tanto para os alunos da FAU, quanto para os da Poli, é o contato com alunos que são de outra realidade! E com os professores também... Várias observações que os alunos da FAU fizeram acabaram implicando em reformas dos nossos cursos, em melhoramentos dos nossos cursos. Como questão de dificuldade, eu diria que os alunos da FAU que vêm para cá, em sua maior parte, têm interesse maior em aspectos ligados a Construção e Estruturas do que à parte de infra-estrutura! Ou seja, têm um menor interesse pelas disciplinas de Transportes e Hidráulica. Mas, por outro lado, nós mantemos essas disciplinas, porque a idéia é que ele tenha noção de Engenharia Civil como um todo! E é aquela noção que eu disse ter achado falha no meu curso! Como meu curso foi especializado em Estruturas, tive muito de Estruturas e pouco do resto! Eu acho que minha formação em Engenharia Civil foi falha, existem várias coisas sobre as quais eu não tenho conhecimento.

¹⁹ As disciplinas da cadeira de Estruturas são as seguintes: Mecânica dos Solos e Fundações; Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções; Sistemas Estruturais I; Sistemas Estruturais II; Estruturas na Arquitetura I: Fundamentos; Estruturas na Arquitetura II: Projeto. Cf. FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disciplinas. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/index.html>. Acesso em: 02 fev. 2010.

RS: *O senhor chegou a participar de algum dos Encontros de Professores de Estruturas – do primeiro de 74, em São Paulo ou do segundo, em 85, de Goiânia?*

HL: Não.

RS: *Em relação às mudanças ocorridas no campo profissional, o senhor passou a utilizar-se da introdução da computação gráfica para facilitar o aprendizado das Estruturas, desenvolvendo um site na Internet e animações para aulas expositivas, certo?*

HL: Isso.

RS: *Gostaria então que o senhor comentasse quais são os aspectos positivos e os negativos quanto ao uso do computador para a proposta de soluções estruturais.*

HL: Então, deixe-me dar algumas opiniões pessoais a respeito do computador... O computador, como eu comentei, começou a ser usado no projeto de Estruturas na década de 70. Na década de 60, já se fez alguma “coisa”, depois na década de 70... Embora eu tenha trabalhado no escritório do professor Vasconcelos até 79, lá não usei computador praticamente em nada! Usei régua de cálculo! Mas o interessante é que, apesar disso, a Resistência dos Materiais continuou sendo um modelo magnífico! A Resistência dos Materiais é um modelo muito simples de comportamento estrutural – matematicamente, os modelos são de simples resolução – e dá para a gente fazer com régua de cálculo ou máquina de calcular. Apesar do surgimento do computador – que permitiu o uso de outros modelos, como análise matricial de Estruturas e elementos finitos, que são muito mais complexos e que possam vir a ser feitos! –, a Resistência dos Materiais continua sendo muito usada, porque ela é um modelo muito eficiente e muito simples! Todo mundo sabe que o computador, por um lado, é uma ferramenta extremamente poderosa e, por outro, extremamente perigosa! Por isso, eu acho que hoje em dia – muito mais do que antes – é fundamental que o aluno tenha consciência do comportamento qualitativo das Estruturas para que ele possa criticar o resultado do computador! Hoje você tem programas de computador extremamente poderosos, em que você pode colocar um prédio inteiro para ser executado. O computador vai dar resultados, vai dar valores e aí você pode fazer o projeto de um “monstrengo”! E o computador aceita qualquer coisa: ele não vai dizer que é um “monstrengo”! Tem um prédio que eu mostro para os alunos que é uma “coisa” impressionante! Ele foi construído em Cartagena, na Colômbia, com 205 metros de altura – eu acho –, em estrutura metálica. Acabou sendo demolido, porque houve um vendaval e ele entortou! Mas ainda na construção, não chegou a cair. O computador calcula aquele prédio, mas não vai me dizer que o projeto está mal feito! Então, muito mais do que antes, já que eu tenho um programa de computador que calcula um “monstrengo”, é fundamental conhecer Estruturas! E, por isso mesmo, aqui na Poli, nós mudamos pouco o curso, apesar do computador! Nós usamos pouco o computador. Nessa disciplina introdutória, usamos o Ftool – mais para eles montarem o modelo matemático do que para resolverem aquilo. Mesmo nas outras disciplinas que são mais avançadas, usa-se pouco o computador! Esse perigo que o computador traz leva a se aprimorar os conceitos. Os conceitos básicos ganharam muita importância! No projeto, como se fala, acho que deve se aplicar uma “modelagem hierárquica”: partir do modelo simples. Usar primeiro um “modelinho” de barras bem simples da Estrutura, depois a gente pode partir para um modelo que usa análise matricial de Estruturas para transformar aquela barra num elemento de um pórtico... Aquela barra é um “pedacinho” daquele pórtico. Depois eu posso analisar um pórtico espacial. Se quiser, depois, eu uso mais detalhes, mais elementos finitos... Eu vou complicando o modelo, mas a partir de alguma coisa simples para ter sempre um controle bem grande do fenômeno, do comportamento daquela estrutura! E não usar o modelo complexo já de início. Isso é o que se faz aqui na Poli. Com relação à questão da educação, a primeira coisa é a seguinte: na minha opinião, os mecanismos que a gente usa para aprender as coisas não mudaram! Então é preciso conhecer os fundamentos, conhecer bem os conceitos e, a partir daqueles conceitos, a gente vai construindo todo o arcabouço teórico e depois a resolução dos problemas de Engenharia. Para isso, é preciso que a pessoa reflita, conheça os modelos, as leis... Depois ela reflete em cima daquilo, vai ligando umas coisas com as outras. E, na minha opinião, isso não mudou em nada com o tempo! As coisas mudam, mas os processos mentais são os mesmos. Não dá para a gente ter a ilusão de que o computador vai acelerar o conhecimento e que vai tirar o esforço! A gente não vai conseguir realizar o milagre de aprender as

coisas! Eu escuto de vez em quando essa “história” de você aprender inglês enquanto dorme... Tem uma outra “coisa”, de fazer ginástica, que minha cunhada comprou: era uma espécie de faixa que você colocava em volta da perna e aquilo contrai. Bom, mas eu acho que isso tudo é uma ilusão enorme, porque não dá para a gente fazer as coisas sem esforço! E para aprender é a mesma coisa. Então, o que dá para a gente fazer na Internet – e isso eu acho magnífico – é a questão das imagens – de a gente poder ter todas essas imagens, essas fotografias – e as animações também acho muito interessante! É claro que é mais fácil a gente mostrar com imagens do que com palavras e com imagens que se mexem do que com palavras! Por um acaso, hoje almocei com dois engenheiros que trabalham juntos e os dois trabalharam comigo: um foi monitor de disciplina e o outro foi aluno de iniciação científica, trabalhando em modelos. Ele que fez as animações! As animações são excelentes, mas a pessoa tem que continuar refletindo em cima daquilo! Não é olhar para aquele filminho e achar que vai aprender... A Escola nos propôs alguns cursos ligados à Didática e eu fiz um curso na Física. Na Física, aqui da USP, existe uma área de pós-graduação que é em cima disso. E eu fiz um curso do professor Cláudio Dib²⁰ sobre Ensino. Era com professores de várias áreas da universidade. Tinha da Poli, da Economia... Ele falou algumas coisas que eu achei muito interessantes! A primeira é a seguinte: um instrumento educacional para ser eficiente tem que respeitar a velocidade do aluno! Cada um tem a sua velocidade, cada um tem o seu método... Ele fala coisas que eu acho absolutamente verdadeiras! Por exemplo: “A gente aprende muito pouco com um filme. O papel de um filme é muito mais afetivo! É no sentido dele estimular o interesse por aquele assunto do que a gente aprender alguma coisa!”. Assim, um instrumento, para que ele seja eficiente ao aprendizado, a gente tem que poder parar, voltar, recomençar... E é o que se faz num livro! A gente lê o livro, depois volta para ler um parágrafo, lê outro de novo, se quiser volta para o capítulo anterior porque sentiu falta de alguma coisa de lá... E cada um tem a sua velocidade para isso! As animações que nós fizemos foram feitas antes desse curso e têm essa falha: para voltar, você precisa ver tudo de novo! O rapaz não sabia colocar aqueles botões, não era técnico nisso. Mas hoje em dia, se eu fosse fazer, faria tudo diferente! Como se fosse um filme, em que eu pudesse voltar – com aquela barrinha que vai e volta – para eu poder recomençar onde quisesse. Como instrumentos educacionais, os modelos eu também acho que são extremamente importantes! Acho que nada substitui o modelo físico! Por mais que a gente tenha animações e outros tipos, nada como o aluno enxergar que aquilo se comporta daquela forma. O problema é só que os alunos não devem manusear, porque eles ficam testando até quando os modelos agüentam e os modelos quebram! Ainda esse ano falei para tomar cuidado e me quebraram um modelo! Acho que a Internet é magnífica... Além do que isso também confere um “ar de modernidade”: os alunos ficam com a impressão de que aquele curso é moderno! Isso é uma coisa que também deve ser considerada, embora eu ache que essa modernidade, como disse antes, não faz milagres! Mas eu acho muito bom que se use isso! O nosso site da Poli já tem muita coisa. Foi desenvolvido ao longo de muitos anos e os alunos foram incorporando material ali²¹. A outra grande vantagem é que isso pode ser visto por pessoas que estão em outros locais! No fundo, é democratizar um pouco mais... Porque esse ensino é muita coisa nova que a gente faz, mas para pouca gente. Mas ainda tem muita coisa que é artesanal! Outro dia estava com um problema no pé – ainda estou, mais ou menos – e ainda comentei com o fisioterapeuta: “Essa sua atividade é absolutamente artesanal!”. Naquele caso, era o fisioterapeuta e eu. Como é no dentista também! Aliás, a Medicina é, de uma forma geral, extremamente artesanal! E a nossa atividade de ensinar é muito artesanal também! Mas as coisas são assim, o mundo é assim. Quando você vai a um concerto, no teatro, são mil e poucas pessoas, por exemplo. É pouca gente se você pensar! Se você comprar um DVD, vai ter uma abrangência maior... Mas, na minha opinião, um DVD é completamente diferente de um concerto! São experiências totalmente distintas! O ensino é muito artesanal e a Internet é uma forma de divulgar um pouco mais, de democratizar. Se você der uma olhada no nosso site, vai ter acesso de um monte de lugares! Tem um contador aqui que não sabe quem é que está no site, mas dá uma idéia de onde são as pessoas. Os acessos são maiores por ocasião das provas... Foram 203 antes da prova de Resistência 1! Não sei muito bem como funciona, mas tem um lugar aqui que mostra de onde são as pessoas. E é interessante porque o segundo maior número de

²⁰ O Professor Doutor em Tecnologia da Educação, Claudio Zaki Dib, do Instituto de Física, criou e desenvolveu, em 1999, o Programa de Apoio ao Docente (PAD), da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo para aperfeiçoamento do corpo docente em Didática.

²¹ Cf. <<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/Pef-2200/HOME.htm>>.

visitantes que nós temos são dos Estados Unidos! O engraçado é que a gente achava que seria de algum país que fala espanhol... Bom, outra hora eu acho.

RS: Voltando à trajetória do senhor, enquanto engenheiro estrutural, quais foram os desafios encontrados? As dificuldades e as experiências positivas?

HL: Eu achei muito monótono o que eu fazia! Achei muito repetitivo aquilo. Porque os projetos são muito repetitivos. O bonito numa estrutura, na minha opinião, é a gente lançar a estrutura, conceber a estrutura. Hoje em dia o computador tem uma grande vantagem, porque permite que se comparem diferentes tipos de solução! Coisa que naquela época era inviável e complicada de se fazer, porque se perderia muito tempo! Mas hoje você muda uma coisa, altera um resultado e ele processa de novo. Eu achava aquela atividade muito repetitiva, mas, como fiquei muitos anos no escritório, percebi que algumas coisas realmente se repetem, mas outras não se repetem. A questão da fundação ou mesmo da implantação que exigem soluções diferentes... De vez em quando surgia alguma coisa. Por exemplo, me lembro bem de um shopping center em Santos que tinha uma laje grande, uma grelha muito grande! São problemas que surgem às vezes e que são diferentes, desafios diferentes. Hoje em dia, com o computador, acho que seria muito mais interessante. Eu não vivi isso! Não vivi essa possibilidade de você poder estudar diferentes alternativas de solução. Não tive grandes dificuldades, só achei um pouco repetitivo de início. Aí, com o tempo, a gente fica mais velho e passei, na realidade, mais a orientar os outros, a trabalhar com coisas mais complexas dentro do próprio escritório. Eu orientava os estagiários ou mesmo os engenheiros recém-formados. Não é que eu fosse um engenheiro muito sênior também, porque deixei de trabalhar lá quando tinha cerca de 30 e poucos anos. Uma coisa também que talvez tenha influenciado – hoje penso muito nisso – é que eu gosto muito do aspecto de relacionamento, de conversar com as pessoas! E, no escritório, você fica muito isolado. Aqui a gente tem contato com os alunos e o contato com eles é ótimo! Eu vou ficando sempre mais velho e eles sempre com a mesma idade, ou seja, a diferença de idade fica cada vez maior... E isso é muito interessante! O meu relacionamento com os alunos, por causa disso, mudou muito ao longo dos anos! De início, eu era professor dos colegas do meu irmão – tenho uma diferença de 4 anos com o meu irmão, ele é mais moço: era um relacionamento em que o pessoal tinha quase a minha idade. Fui ficando mais velho e já dei aula para os filhos dos meus primeiros alunos! Não sei se chegarei a ser professor dos netos, mas dos filhos eu já sou! Então, nesse aspecto, o relacionamento com os alunos mudou. Antigamente saía com eles, me convidavam para fazer programas com eles e, é claro, que hoje não me convidam mais! Eventualmente eu posso ir a algum... “Sei lá”, tem um aluno da FAU que canta, então posso ir ao teatro para assisti-lo cantar. Mas não vou mais sair com ele e com a turma dele! De qualquer forma, o contato com os alunos continua e isso é muito bom! No escritório, não! No escritório, a gente ficava só trabalhando e era uma coisa muito mais árida! Uma coisa que eu acho muito ruim da minha atividade como calculista foi quase não ter conhecido obra nenhuma que eu fiz! Porque boa parte dos projetos que eu executei era fora de São Paulo. O escritório era dividido em dois: tinha uma parte de pontes, de obras de arte e a outra de edificações. Eu sempre trabalhei em edificações! Nunca fiz um projeto de ponte. Nós trabalhávamos muito para uma empresa que fazia projetos de fábricas! Então fiz muitos projetos de fábricas e quase todos fora de São Paulo. Isso de não ter conhecido as minhas obras é, para mim, uma frustração. Conheci algumas, mas não muitas! Alguns prédios em São Paulo... Mas não muitos também.

RS: Não tinha o retorno, de ver o que foi projetado.

HL: É, isso aí. Então eu sou muito mais realizado pela atividade como professor do que como engenheiro! Quando eu vim dar aula, passei a ganhar muito menos do que ganhava antes, mas minha realização aumentou muito mais! Mas acho que isso é uma coisa muito pessoal... Na minha idade, a gente percebe que a vida não é eterna, que a vida é finita. Estou com 62 anos, quase 63. Aos 70, vou ser aposentado. Eu já poderia ter-me aposentado há muitos anos, mas, como gosto do que faço, continuo aqui. Mas, aos 70 anos, vou ser aposentado e, de certa forma, vai ser uma etapa encerrada. Eu confesso que me sinto muito mais realizado por ter colaborado na formação dos engenheiros e arquitetos – não apenas como profissionais, mas também como pessoas – do que com as obras que eu fiz! Mas isso é uma coisa muito pessoal! O mundo é assim: a humanidade vai caminhando, cada um está inserido na humanidade com um potencial e dá a sua contribuição. Eu sempre comparo isso como se fosse uma

grande construção, em que vamos colocando os tijolos. Alguns de nós são tijolos diferentes. Na Mesopotâmia, eles usavam tijolos queimados ao sol... Tinham pouco combustível, por isso, somente os mais nobres usavam tijolos cozidos. E aqueles que eram mais nobres ainda, na parte superior dos zigurates, onde era o templo mesmo, aí usavam os tijolos esmaltados que a gente vê nos museus. Então eu sempre digo isso: que algumas pessoas são como os tijolos esmaltados da Mesopotâmia, são os que vão para os museus, digamos assim! Nessa “história” de colocar os tijolos, eu me sinto muito mais realizado como professor do que como engenheiro e acho que como seria como engenheiro! Mas isso é uma opinião muito pessoal! Acho que cada um tem a sua maneira de se realizar.

RS: Para finalizar, gostaria que o senhor justificasse a importância do conhecimento sobre Estruturas para os arquitetos. O que um arquiteto perde não sabendo de Estruturas?

HL: Ah! Eu acho que ele vai fazer um péssimo projeto! Na minha opinião, as Estruturas são fundamentais para o arquiteto! É claro que eu acho que existem diferentes níveis de Arquitetura! Se ele está querendo fazer uma “decoração”, aí acho que pode ser um decorador. Existe a questão do espaço e tal. Mas, na hora em que ele pensa no edifício, na edificação em si, a Estrutura é fundamental! Eu não gosto da “Arquitetura-espetáculo”! Ou seja, essa Arquitetura que é feita para aparecer, que é diferente por ser diferente. Eu estava vendo projetos, por exemplo, de Dubai e aquilo me passa uma impressão muito ruim! Porque parece uma espécie de parque de diversões! Uma espécie de Disneylândia, em que os prédios são diferentes por serem diferentes. Mas uma edificação que tenha soluções novas, criativas, para ter um bom projeto, tem que ter uma boa estrutura. Não digo que o arquiteto tenha que ter o conhecimento quantitativo, saber exatamente quais são as dimensões... Não é isso o importante. Mas ele tem que saber que aquela alternativa é possível, ter alguma idéia das dimensões, da exequibilidade daquilo e aí acho que deve conversar com o engenheiro já no início, na hora em que vai fazer o projeto dele! As obras do Niemeyer, por exemplo... Eu gosto das obras do Niemeyer, mas parece-me que elas não são confortáveis do ponto de vista de uso, do ponto de vista residencial ou mesmo de trabalho. Parece que nem sempre, em termos de conforto, elas são muito adequadas. Mas elas são muito bonitas! Um orientando de mestrado meu fez um trabalho em que propôs o tema de analisar as estruturas das obras do Niemeyer²². Foi muito interessante o trabalho que ele fez! E um dos calculistas que trabalhou muito com o Niemeyer é o engenheiro Bruno Contarini do Rio. Nós fomos então visitar o escritório dele e conversar com ele sobre a questão das estruturas. Depois em duas ocasiões ele veio para dar palestras na Poli sobre esse assunto. Foi muito interessante! Conversando, por exemplo, sobre aquele Museu de Arte Contemporânea de Niterói, explicou que a conversa do Niemeyer com ele já foi no início! É claro que a concepção da forma do museu é do Niemeyer, mas a conversa já ocorreu na fase inicial! Quando o Niemeyer estava pensando ainda, fazendo os croquis, já conversou com o Contarini. Então essas conversas, para estruturas mais complexas, devem se dar logo na origem do projeto! Para mim, é muito mais importante, para a atividade do arquiteto, conhecer os aspectos qualitativos das Estruturas que quantitativos! Vamos pensar, por exemplo, nas obras góticas! A criação do arco botante! A concepção do arco botante para resolver o problema dos empuxos horizontais daquelas construções e permitir que se tivesse dentro da catedral um espaço muito elevado e muito estreito... Para que a pessoa, quando entrasse ali, desse a sensação de que estava sendo encaminhada para o sol... As paredes tinham que ser leves e não tinham condições de resistir aos empuxos horizontais. Então é uma solução magnífica! Aquilo só foi feito graças à questão da criação de um sistema estrutural novo e adequado para aquilo! E que foi feito sem cálculo! Não havia cálculo naquela ocasião. É claro que se tinha uma idéia de dimensões, mas não havia cálculo realmente. Depois Gaudí faz uma coisa nesse caminho, mas diferente! Ele faz estruturas em que não existe mais a necessidade dos arcobotantes! Porque à medida que elas ficam só comprimidas, os arcobotantes deixam de ser necessários. Então ele inverte aquelas curvas tracionadas e chega às estruturas só comprimidas. São soluções fantásticas, do ponto de vista da Arquitetura, mas que dependeram de um conhecimento de Estruturas! Por isso, é fundamental o conhecimento das Estruturas para os arquitetos! Além do mais, se você dominar o assunto, vai ter uma ferramenta que, não só vai te dar mais segurança, mas vai te capacitar a fazer projetos muito melhores!

²² Cf. GALVANE JÚNIOR, J. **A engenharia de estruturas na arquitetura de Oscar Niemeyer**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ANEXO L – ENTREVISTA COM ANÁLIA AMORIM

BIOGRAFIA

Anália Maria Marinho de Carvalho Amorim possui graduação em Arquitetura pela Universidade Federal de Pernambuco (1983), mestrado (1993) e doutorado (1998) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora da Escola da Cidade e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Mantém atividades de projeto no seu escritório desde 1984. De 1984 a 1997, foi professora da Universidade de Franca (UNIFRAN). Entre 1993 e 1996, lecionou na Universidade Braz Cubas. Desde 1996, é presidente da Associação de Ensino de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, mantenedora da Escola da Cidade e demais Núcleos. Entre 1997 e 2002, lecionou na Universidade São Judas Tadeu e, de 1998 a 2002, integrou o corpo docente da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP). No período, também foi professora da Universidade de Guarulhos (1999-2001). Em 2002, tornou-se professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Entrevista realizada no dia 14 de outubro de 2009 em São Paulo (SP).

Rita Saramago (RS): *Para começar a nossa conversa, gostaria que a senhora contasse como foi o período de sua formação superior na Federal de Pernambuco. Como era o ensino de graduação, principalmente em relação ao campo das Estruturas?*

Anália Amorim (AA): Eu podia focalizar só a Teoria das Estruturas. As minhas aulas de Estruturas e de Tecnologia da Construção – mais as de Estruturas – foram aquelas menos assistidas! Eu era uma péssima aluna em Estruturas! Achava um tédio, um “saco” tanta fórmula! E eu nem sabia porque achava tão deficiente. Só depois, quando eu comecei a me preocupar em como transmitir aquele conhecimento, é que eu entendi que o que faltava era a concepção estrutural! E o que interessava era a concepção estrutural! O que eles ensinavam era aferição: que é um conhecimento totalmente *a posteriori* de uma escolha por um partido estrutural! Nada na minha formação na Federal de Pernambuco – e nem é só na Federal: eu vejo em muitas, muitas escolas! – ajuda você a melhorar a sua escolha de linguagem, de material... Porque, quando você escolhe um material, já sabe que, junto com aquele material, vem uma linguagem estrutural e uma linguagem espacial. Então essa ligação entre forma, Estrutura, material, a possibilidade do canteiro e a possibilidade de você obter o material só veio muito tempo depois.

RS: *E como surgiu o interesse da senhora pelo processo de formação dos arquitetos?*

AA: Porque, como a gente faz o que pode, pediram para eu dar aula de Estrutura. O Ciro Pironi¹, quando montou a escola de Mogi, a Braz Cubas, ele chamou um time... Aliás, um grande time que ainda está aí na Escola da Cidade! Ele saiu de lá. Quer dizer, eu já tinha um enfoque de Estrutura, de Tecnologia, porque eu tinha feito mestrado e tinha analisado todas as estações antárticas². Era uma análise de anseios tecnológicos, mais do que arquitetônicos, mais do que espaciais! Depois eu vi que nem tinha Arquitetura: era logística e não mais! A experiência foi uma análise detalhada da tecnologia

¹ Ciro Felice Pironi é um dos arquitetos idealizadores da Escola da Cidade. Formado em 1980 pela Faculdade Braz Cubas, em Mogi das Cruzes (SP), Pironi lecionou até 1995 na mesma instituição em que se graduou. Em 1996, fundou a Escola da Cidade, onde atua como diretor. Cf. FIGUEROLA, V. Outra formação. **Revista AU**, São Paulo, n. 128, p. 60-62, nov. 2004.

² Cf. AMORIM, A. M. M. C. **Habitar a Antártica**. 1993. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

usada para cada país em resolver um trabalho extremo. Então, foi já no final do mestrado, quando eu já tinha defendido, que comecei a dar aula e aí comecei realmente a ler e a me fascinar pelos arquitetos e pelos engenheiros que tinham essa “pegada”! Esse ponto de partida!

RS: *Então quais foram as referências principais de bibliografia, de profissionais que despertaram seu interesse por esse campo?*

AA: Nessa época, eu estudei profundamente o Nervi. O Norman Foster³ e o Piano já eram referências. Depois conheci a obra do Lelé e estudo o Lelé até hoje. O Torroja, o Gaudí... O próprio Palladio⁴, com uma busca formal. A partir daí “peguei” a estudar tudo quanto era simetria explícita e implícita. Frank Lloyd Wright, o Mies... Mais recentemente eu ainda vejo essas novas expressões estruturais para saber como a concepção estrutural é importante. Por exemplo, o Acayaba⁵ é um arquiteto que preponderantemente pensa essa síntese entre estrutura, material, espaço, luz, canteiro! Esse tipo de pensamento me agrada! O Dieste era um cara que também fazia essa síntese. O próprio Calatrava, com suas questões de estática, mesmo as “malabarísticas”, tem obras que “valem à pena”! No fundo, é um mestre também. Aí, se você puder, através dos detalhes construtivos, entender em que estado está a técnica, a arte, a ciência, o canteiro em cada país é muito legal! É como se fosse uma “radiografia” do partido, do sentimento! Mas a técnica é a “radiografia” mesmo do estado do desenvolvimento de cada lugar.

RS: *Considerando a variedade de campos em que a senhora já lecionou – Teoria da Arquitetura, Projeto Arquitetônico, Sistemas Estruturais –, a senhora chegou a promover algum tipo de intercâmbio entre essas disciplinas? Ou não era possível?*

AA: Só é possível! É para ajudar a compreender! Eu costumo dizer que a classificação é usada para ajudar o conhecimento, mas quando a classificação não funciona, você abandona a classificação e monta outra! Até que você consiga sintetizar com mais precisão. Vai “mapeando” o que você quer conhecer e aí sim tem relações mais íntimas com cada parte desse todo. Porque é um todo!

RS: *E de que forma a senhora procurava promover esse tipo de integração?*

AA: Olha, agora mesmo a gente estava trabalhando os pré-fabricados. Estamos fazendo uma maquete, em 1:10, de um edifício pré-fabricado – isso na Escola da Cidade, com a disciplina de Projeto do primeiro ano que está estudando modulação. Então a gente “pegou” o problema, que é uma creche-escola: escolas e creches que foram feitas com pré-fabricado. Estamos construindo uma e vendo o que tem de relação entre modulação e ampliação, a lógica... Porque também não é todo mundo que tem “apetite” pela construção, pela construtibilidade, “né”?! Existem arquitetos excelentes e que não trabalham com isso! A Estrutura vai fazer parte, a estabilidade é inerência da Arquitetura! Só que não é o ponto de partida! Para uns, o ponto de partida é a luz. O legal é quando você consegue sintetizar a questão da implantação, a questão da iluminação natural, das ventilações, das insolações, a questão do material... O que eu acho que essas disciplinas mais técnicas têm como missão não é transformar o

³ Norman Foster (1935), arquiteto inglês, estudou na Universidade de Manchester, graduando-se em 1961. Fundou, em 1992, a empresa internacional *Foster and Partners*. Sobre Foster, ver: FOSTER, N. **Norman Foster**. Barcelona: Gustavo Gili, 1989.

⁴ Andrea di Pietro della Gondola (1508-1580), conhecido como Palladio, foi um arquiteto italiano. Concebeu a Arquitetura como uma organização de espaços regulados por leis matemáticas e harmônicas. Sobre Palladio, ver: PALLADIO, A. **Quattro libri dell'architettura**. Milano: Hoepli, 1945.

⁵ Marcos de Azevedo Acayaba (1944) é arquiteto e professor. Em 1969, formou-se na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, escola na qual leciona definitivamente desde 1994. Sobre Acayaba, ver: ACAYABA, M. A. **Projeto, pesquisa, construção**. 2004. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

“cara” num técnico ou num tecnocrata, é dar um “tempero” sensível, para quem está projetando, ao ato de querer sintetizar!

RS: *Dar repertório também.*

AA: É, exatamente. A técnica, como Milton [Santos] já dizia, é um dos aparatos e uma espécie de linguagem revolucionária dos países em desenvolvimento ou pobres. Então eu acho que a gente tem que ser apto, ser competente, para responder aos problemas. Por exemplo, agora a gente tem um milhão de casas para fazer! E a gente sabe que todas as técnicas, todos os materiais e todos os arquitetos precisam estar aptos, porque um milhão é muito! Qual é o profissional que vai fazer isso? Qual é o profissional que vai resolver uma Olimpíada, uma Copa? Então, isso é ainda uma atribuição que o arquiteto, como profissional multidisciplinar, tem que ter competência pelo menos para conversar! Se não capitanear mesmo o processo estrutural, pela concepção, pelo menos saber dialogar com profundidade! Veja só o Artigas: ele sabe calcular! O Lelé sabe calcular! O Dieste foi um engenheiro!... Se você ver um projeto do Dieste, ele é totalmente demonstrável! Eu vejo muitas vezes o Yopanan justificar as coisas através de protótipos e não de cálculos! Principalmente quando ele dá aqueles exemplos dos arcos, das abóbadas... É uma aptidão da qual eu acho que a gente não pode fugir sob o perigo de se afastar cada vez mais do canteiro.

RS: *Gostaria também que a senhora comentasse sobre como foi o processo de concepção do projeto pedagógico da Escola da Cidade. Por que a proposta é inovadora?*

AA: A proposta é inovadora em dois sentidos. Primeiro, porque ela põe o aluno para trabalhar a competência interna, através de projetos individuais, e a competência coletiva, através de projetos em grupo. Nesse grupo, trabalham pessoas do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto anos. Então, você consegue, não só aprender com outros, mas a questão da discussão, da tolerância, da audição... Eu acho que, quando o aluno consegue fazer isso, ele abre uma senda muito grande na sua participação social. Porque são grupos que vão ter que resolver. Você vai ter que fazer esse trabalho de grupo na concepção, inclusive! A outra coisa que eu acredito que se inova muito é que a gente põe o aluno para viajar: e não é uma viagem turística, é uma viagem com um roteiro arquitetônico, tecnológico, histórico, extremamente depurado! Ele vai aprofundar a visão de observador arquitetônico. E todo semestre ele faz uma viagem, durante os cinco anos. E culmina com a participação em seminário nacional ou internacional em que ele vai ter que propor um trabalho sobre uma área estudada. Assim, ele se habilita a responder com rapidez, a ser argüido sobre as decisões, também de uma maneira interativa! E isso já é uma diferença. A parte de Tecnologia e Sistemas Estruturais tem essa ligação profunda com o Projeto! A gente “conversa” e tenta “conversar” cada vez mais com o projeto. E tem um ideal de uma mudança radical do Laboratório de Construção! São problemas de espaço... Não é interesse da Escola da Cidade ter mais de um curso. Nem que seja Design Industrial, nem que seja Engenharia, ou algum correlato! Mas sim voltar para ensino técnico! E aí ensino técnico voltado para a formação do construtor civil, do profissional da construção. Então, a gente pretende conseguir fazer com que o Laboratório de Construção seja, ao mesmo tempo, uma fábrica de produção de peças pré-fabricadas arquitetônicas. A gente está exatamente nessa fase de tentar montar e evoluir. Porque, como estamos no centro da cidade e não temos área, a estrutura fica restrita a visitas de obras: que é uma faceta! Uma pequena faceta do estudo tecnológico e estrutural! E a outra faceta é a produção de protótipos.

RS: *Vocês não realizam essa produção?*

AA: Tem, mas os protótipos são pequenos. São pequenos arcos, pequenas cobertas... Essa construção mesmo que a gente está fazendo em 1:20, dá para estudar travamento. Mas são sempre muito reduzidos. Outra coisa é uma produção, não de protótipos em escala 1:1 – mas que também está longe – de elementos pré-fabricados – e não do “manufaturado precário”. Eu chamo, assim, de “manufaturado precário”. É porque não é colocando a “mão na massa” que você vai fazer com que o aluno tenha habilidades de concepção estrutural, competência para conceber estruturalmente! Por um lado, colocar a “mão na massa” é importante no sentido de sensibilizar para a resistência do material, para a organização espacial dos materiais.

RS: *Ajuda mais para o conhecimento sobre os materiais.*

AA: É “dar um pulo”! Mas você não pode dizer que é isso o principal, que ensinar Estrutura é fazer com que o “cara” saiba fazer forno de pizza! É muito mais que isso! Ao fazer forno de pizza, ele consegue ampliar o seu repertório sensitivo. Ele consegue começar a ver o que é uma argila, o que é um cimento, o que é um vidro, o que é um aço! Ele consegue tatear, com as mãos dele, o que é esse material. E isso é muito válido! Qualquer tentativa de ampliar essa percepção e habilitar o “cara” para ele fazer a solução estrutural e espacial é extremamente válida! Quanto mais amplo for esse “leque” tecnológico, melhor. E exatamente tentar sempre a *techné*: a união da concepção espacial, com a resolução técnica. Tentar afunilar a intuição... Como eu te falei, a técnica é ainda um bom exercício de intuição! Mas a gente não pode esquecer que é também uma seqüência de decisões. É um “leque” que não fica explícito: você elege, mas nunca diz o que abandonou! Por que você prendeu e não parafusou? Porque usou cola e não soldou? E ainda é um processo linear da narrativa das intuições e das constatações... O processo intuitivo, dentro da Arquitetura, ainda é um “carro de vários cavalos”! A questão é fazer com que essa grande intuição – do material, dos aspectos sociais – ande paralelo com sua expressão arquitetônica.

RS: *Em termos de organização curricular, como é a estrutura do curso?*

AA: Você tem Estrutura durante os cinco anos. Assim como você tem Projeto cinco anos, Desenho cinco anos, Teoria e História cinco anos e Urbanismo durante cinco anos. A gente dividiu em seis grandes áreas, porque aí o estudo vertical “pega” toda a parte de planejamento, edificação, desenho urbano e o próprio desenho. Desde desenho livre a desenho técnico, a desenho no computador... A parte Tecnológica que é terça-feira. A parte de Urbanismo que passa por toda a parte teórica e História e Teoria. Então, a gente dividiu por dia e naquele dia a gente se dedica ao tema. No primeiro tempo, as disciplinas teóricas e, no segundo tempo, o desenho. Com exceção da sexta, que é Projeto o dia inteiro! E na quarta, que é Desenho e Seminário. É Seminário de Cultura e Realidade Contemporânea. Eventualmente vem arquiteto e urbanista, mas a gente traz cineasta, cientista, político...

RS: *É uma interação com outros campos.*

AA: E precisa, “né”?!

RS: *E como é o ensino de Estruturas, em si, ao longo do curso?*

AA: No primeiro ano, o curso trata de concepção, de repertório e trabalha também a noção de que as coisas têm peso, têm dimensão, têm densidade, têm conexão... Então a gente começa a dar esforços internos e externos, Resistência dos Materiais. No segundo, a gente já vê, não calculando, mas como as tipologias distribuem e concentram cargas. E, ao concentrar e distribuir cargas, elas se desenhavam. O terceiro ano também vai nessa “toada”, vai ampliando repertório e a compreensão da aferição. No primeiro ano, estou eu. No segundo, o Yopanan, que é uma peça fundamental nesse seu trabalho! Depois

vem a Heloísa Maringoni, uma engenheira – essa “valeria à pena” também você conhecer! Essa é a primeira oportunidade dela de dar aula para muita gente. Um dia vi uma palestra dela na FAU e disse: “Essa mulher precisa ir para a Escola!”. Porque ela tem uma didática, uma clareza, assim, “cristalina”. Ela continua a área de Tecnologia, apresenta a parte de cálculo de treliça. Sempre fazendo modelos, protótipos, indo a obras... Nesse terceiro ano, eles vão muito a obras! E acompanham a mesma obra várias vezes para saber como é a evolução. Está muito distante do que a gente gostaria! Porque, quando você acompanha uma obra, tem que ir toda semana! No mínimo, toda semana! E não dá para ir com um grupo grande para conversar! Tem que ir com um grupo pequeno. Mas tem certos ensinamentos que o aluno tem que ver que ele é quem tem que priorizar! Dizem: “Eu não tenho dinheiro para ir a Paris!”. Mas é uma obrigação sua ir a Paris, Roterdã, Nova York, Chicago... Não é da escola! Você tem que fazer sua decisão em alguma coisa da vida! Se você diz: “Eu quero canteiro”. Não é a escola que vai dar o canteiro que você quer! Às vezes, você quer um canteiro de habitação popular e o outro quer de *shopping centers*! E todos têm o seu grau de conhecimento para oferecer. É por isso que se chama ensino superior: porque ele te dá autonomia! Não é mais ensino técnico, de segundo grau, em que você “engole” tudo o que é Física, Química, Biologia, tudo o que é natureza quase comprovada. Por isso, que se chama ensino superior: porque cria um animal pensante e deliberativo! Essa é a grande “pedra” do ensino superior: você tem que eleger. Por isso, que é muito ruim você entrar muito cedo, aos 17 anos, quando às vezes você não sabe nem a sua opção sexual! A Arquitetura é um campo muito grande: 5 anos são literalmente uma “creche”. Você está numa “creche de alfabetização”. Quando você está começando a entender o processo, já está fazendo o trabalho final de graduação! Tanto que é um curso com uma relação professor-aluno um pouco mais alta, quando é um bom curso. Por quê? Porque você tem que “pegar na mão”, ensinar como é que o “cara” desenha, como é que o “cara” articula uma reta com uma curva, qual é a característica de raciocínio de cada aluno... Então é um curso em que, desde o primeiro ano, você tem que começar a dizer: “Puxa vida! Eu tenho um interesse tão grande para saber como é que faz... O que a escola pode me oferecer? E o que eu posso me oferecer?”. E partir para isso! É por esse motivo que a Escola tem as manhãs livres: para trabalhar, fazer estágio, ou mesmo acompanhar uma obra! Ou toda semana... Precisa ter maturidade.

RS: *Para lidar com esse tempo mínimo de formação também.*

AA: Exato. E que eu acho que é uma das coisas mais difíceis!

RS: *Existe alguma experiência de ensino que se tornou mais significativa ou então serviu de ponto de referência para as outras? Ao longo da trajetória profissional da senhora, teve alguma experiência de ensino que foi mais marcante?*

AA: Acho que a experiência da Escola da Cidade foi a mais frutífera. A mais definida: com começo, meio e fim! A que tem mais rebatimentos sobre os outros conhecimentos. Diria que a mais promissora. Porque tem uma coisa na Escola que é uma característica muito bem-vinda: a agilidade! Entre a idéia e a execução, existe uma disposição maior, porque a gente é quem faz o projeto financeiro e pedagógico. Isso muda radicalmente! Não é a reitoria, não é o Estado, não é a Federação e, muito menos, o mantenedor particular! Que às vezes é um imobiliário, ou um político, ou até um “cara” esclarecido, mas financista... Essa liberdade é dada por ser uma cooperativa, uma associação de arquitetos – que não têm finalidade de lucro, só de prosperidade mesmo – e que recebe seu salário pelo que dá aula como receberia por qualquer outra instituição – a gente não paga menos que qualquer outra instituição. A grande diferença é que tudo o que a instituição ganha reverte em termos de ensino! Então, por exemplo, os alunos pagam a mensalidade, mas não pagam as viagens. Isso já é um diferencial. As atividades de canteiro, as palestras também já estão incluídas. Eles têm atividades de palestra toda semana! Vêm músicos, cineastas, cientistas... “Cara” que cobra 5 mil reais para dar uma

palestra! É como se você entregasse o seu dinheiro a um investidor, ou entregasse a um agiota. Nesse sentido, como consequência dessa situação financeira que é a da Escola, existe uma agilidade que garante que você comprove se o curso não está sendo desviado, se a proposta não está sendo desviada.

RS: *É mais fácil de promover mudanças também.*

AA: Totalmente mais fácil. Existe um Conselho de Graduação que se reúne de 15 em 15 dias, para não reunir toda semana. Esse conselho é formado pelos professores, 2 de cada ano, por alunos, 2 de cada ano, o representante da Escola que faz as viagens, os coordenadores do estúdio vertical... Quer dizer, a gente tem uma reunião de 10 pessoas para discutir. Agora a gente está discutindo a mudança do curso para 6 anos. Isso é uma reviravolta de diversas naturezas! Vai ter mais tempo para aprofundar, para sugerir outras coisas, para ter um enfoque sobre meio-ambiente mais profundo...

RS: *Então, desde a implantação do curso até hoje, quais foram as principais mudanças?*

AA: As mudanças são constantes, não tem uma principal. Não teve uma grande mudança no perfil, porque a proposta já vinha de um aperfeiçoamento didático-pedagógico, em que a gente chegou a implantar, na Braz Cubas, por cerca de um ano, esse ensino integral. Foi aí que houve inadimplência e os mantenedores disseram: “Não mais!”. 40 pessoas saíram. Em 96, a gente faz esse plano virar um processo no Ministério da Educação para a criação da Escola da Cidade. Então foi um aperfeiçoamento, não teve grandes “quebras”! Eu poderia dizer que a primeira grande mudança seria essa proposta de 6 anos. Uma outra mudança foi quando o primeiro ano saiu do estúdio vertical e entrou a partir do segundo. No primeiro ano, a gente fortalece a formação mais em desenho, em projeto, em habilidade, em linguagem, em repertório... O aluno entra, no estúdio, no segundo semestre do segundo ano. Essa foi uma mudança significativa! Aí sempre, quando a gente muda os roteiros de viagem. Por exemplo, passamos a visitar o Vale do Paraíba que tem uma história mais recente, mais ligada a todos. A gente troca, às vezes, alguns países. Por exemplo, a viagem a Salvador, que a gente fazia no segundo ano, a gente mudou. Porque é preciso maturidade para entrar numa fábrica e entender a magnitude que é o CTRS⁶ para um país como o nosso! E já no terceiro ano eles estão mais “antenados”. Por que não dá para você chegar ao terceiro ano com um grau, digamos, de dúvida! No terceiro ano, ou vai mesmo para a Arquitetura, ou já saiu para outro curso. E por essa situação de não ter “básico”, o “cara” já entra na Arquitetura sabendo que vai lidar com a cidade, com o desenho urbano, com o edifício... Já tem essa dimensão. E realmente isso é muito complicado! Mas é legal, porque, desde o primeiro ano, ele sabe que está lidando com uma área complexa!

RS: *Entende a complexidade da Arquitetura.*

AA: O que é isso que elege determinadas linguagens como mais agradáveis, mais harmônicas, com mais pertinência ao seu tempo? E ele percebe que é antiga, que é milenar.

RS: *Já que a senhora comentou sobre a visita ao CTRS, poderia contar sobre como é a ligação da Escola com o Lelé?*

AA: Sobre essa ligação com o Lelé, ele foi o grande conselheiro nosso! O nosso apoiador! Eu acredito que a dele é a única arquitetura atual que também é futuro de indicativo. O resto é presente... Pela

⁶ Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS) em Salvador (BA), criado em 1992. O projeto foi concebido pelo arquiteto João Filgueiras Lima – o Lelé – e pelo médico Aloysio Campos da Paz Junior. Tinha como objetivo estabelecer-se enquanto uma “fábrica de prédios”, especialmente destinada à produção de elementos construtivos para os hospitais da Rede, situados em todo o Brasil. Cf. LANCHIA, J. J.; LOPES, J. M. A. **A obra como texto**. São Paulo: Escola de Engenharia de São Paulo, 2006. (Relatório para Projeto de Pesquisa FAPESP). p. 14.

natureza das formas, pela maneira de pensar, pelo raciocínio que ele usa, o Lelé faz um método de construção! Então ele é indicação metodológica, sem repetição da forma! E sem repetição de material! Então é um outro tipo de escola. É segundo esse modelo que a gente vai tentar criar a fábrica-escola da Escola da Cidade. Já teve uma primeira pós-graduação, que o João⁷ até fez parte. A segunda vai ter dois cursos e um deles é literalmente fábrica-escola! Vai ser feito em Salvador, são dois meses intensivos. Eu estou acabando de montar!

RS: *Os professores vão para lá?*

AA: Os professores são de lá, alguns vêm para cá e a gente integra, como se fosse uma imersão. 40 pessoas de quaisquer lugares que quiserem vir do mundo... Para passar 9 semanas, “9 semanas e meia” de Lelé! 9 semanas... “9 semanas e meia” não, porque a gente não quer o desfecho ruim! É só “amor”!

RS: *A senhora sempre exerceu a atividade de magistério em paralelo com o exercício da profissão. Desse modo, a senhora promove algum tipo de intercâmbio entre os conteúdos que são ministrados em aula e a prática da profissão? Com seus projetos pessoais, as obras?*

AA: Você está falando do que você pratica. Então sempre você fala, principalmente dos erros! Conta a história das suas decisões. Tem duas coisas que eu queria fazer na vida: uma, é a história dos erros; outra, é a história das decisões. Onde que a gente não erraria mais? E o que compunha a decisão? Em termos de história, de condicionantes, de circunstâncias, de parâmetros... Seria um bom curso, “né”?!

RS: *Do ponto de vista da senhora, quais aspectos poderiam ser melhor trabalhados nos cursos de graduação? O que a senhora sugere para uma boa formação tecnológica dos arquitetos?*

AA: Eu acho que esse desenvolvimento, sem cercear: isso é o mais difícil! Sem cercear a criação e dando uma percepção tecnológica. Porque o ensino de Tecnologia é perigoso! Em que sentido? Quando um aluno começa a detalhar estruturalmente, digamos, uma conexão e ele se fascina, mas você olha para o projeto e é um projeto inábil! Então ele passou muito tempo se dedicando a uma coisa que pode estar correta – a conexão pode estar correta –, mas o projeto está equivocado! Então é importante fazer o “cara” ter noção de que resolver tecnologicamente não é, necessariamente, resolver espacialmente! As escolas muitas vezes preferem não aprofundar em Tecnologia para não viciar o “cara” em falsas decisões, em falsas percepções. Inclusive se a gente conseguir fazer com que a concepção criativa seja alimentada pela noção tecnológica e estrutural, mas não cerceada ou não enganada pelo pensamento tecnológico, acho que seja a grande conquista do ensino de Sistemas e Tecnologia!

RS: *Por outro lado, para finalizar, gostaria que a senhora dissesse o que um arquiteto perde não tendo domínio sobre conhecimento tecnológico e comportamento estrutural.*

AA: A Arquitetura é um compromisso social, porque o arquiteto tem que servir à sociedade. Mas ela é, para o indivíduo, uma condição de fruição da vida! E quantos mais elementos compuserem essa fruição, mais rica essa fruição se torna! Então, ignorar a competência da matéria e a beleza das organizações dessa matéria no espaço é perder uma dimensão que, eu acho, é como não saber ouvir! É como não saber falar, não saber ler... Não que quem não saiba ler não tenha prazer, mas seria tão melhor se soubesse! É uma espécie de uma linguagem que o arquiteto tem muito a dar e muito a usufruir também do domínio. Se não do domínio, você ter intimidade! A maioria não domina, eu não sei calcular! Para calcular, é preciso estar com “folga” e não dispersa. É ter também noção da história da humanidade: das coisas que “vingaram”, de quais foram os vãos que permaneceram, de quais são as

⁷ Referência ao Prof. Dr. João Marcos de Almeida Lopes, orientador deste trabalho.

dimensões compatíveis com a força humana, da razão de ser de cada coisa. Até nos teóricos eu sinto muita falta de um conhecimento estrutural! É terrível você ler as revistas de Arquitetura nacionais! Não falam nada! E isso para várias coisas. Por exemplo, dizer que, na fachada Norte, o arquiteto colocou pequenas janelas, porque ele tinha uma leitura de composição? Isso é leitura dos outros! Quer dizer, ele colocou aquilo porque queria uma luz diáfana, porque, para uma fachada com o trópico como o do Rio de Janeiro, vamos dizer, é necessário você filtrar. Ter conhecimento das razões físicas dos fenômenos só melhora a poética!

RS: *Não vira um discurso vazio.*

AA: E frágil! Que não tem consistência. É uma decisão que nitidamente é de origem tecnológica, de conforto térmico, ético. Dessa decisão, resultou uma *poiêsis* que tem profunda ligação com esse diálogo tecnológico! E aí eu acho extremamente injusto o “cara” não explicitar que, nessa poética de luz diáfana, que vem de uma latitude estudada, surge essa “conversa” que se transubstancia! Então, não dar à Tecnologia o mesmo valor de que eu cerco a composição, o sentimento, a história, acho uma perda! Uma perda grande! É você tirar um sentido e dizer: “Agora você não tem tato!”. Para ver como é que o material se apresenta na natureza, dentro da sua gravidade, da sua atmosfera... O que é uma percepção sem tato? Para uma Arte, para uma Arquitetura que precisa do tato! Precisa da temperatura, precisa da luz, precisa do som, da textura...

RS: *E essa percepção passa também pelo conhecimento tecnológico.*

AA: Passa totalmente. E não é aquele conhecimento que é aquela “coisa” obstinada, é conhecimento consciente! Não sei se posso dizer isso, em geral, mas é um conhecimento que vem muito com o tempo! Por isso que, na profissão, você jamais deixa de estudar! Quando você percebe que o vazio na estrutura tem muita força, porque ele vai criar espaço, ele vai te dar inércia! Ninguém fala de inércia! E isso deveria ser a primeira coisa a ser estudada! Inércia! Eu preciso dessa inércia! Todo mundo fala de inércia como preguiça. E é da inércia que a Arquitetura vive! Existe coisa mais poética do que a inércia?

RS: *Uma mudança de forma que muda o comportamento da Estrutura.*

AA: Exatamente. Todas as formas da inércia são descrições poéticas de formas e da posição da forma no espaço! Você vê a profundidade disso? Se você tiver essa percepção, você vai ficar em “choque”! Não é estudar seção retangular, pilar... Aí vira a “coisa” da edificação que foi o ensino até hoje feito pelas formas, pelos estudos de cálculo e que não levam a nada! Vira “receita”. Pode até ser que o “bolo saia bom”, mas eu estou querendo saber é qual bolo que você quer fazer! É uma coisa mais profunda! O que você quer que o “cara” sinta quando puser o bolo na boca? É uma acidez, doce, é amanteigado, salgado? Quer dizer, se você não vai para a raiz da percepção, vai ficar dizendo só: “Põe três ovos e bata. Depois verifique se o forno está na temperatura ‘X’”. É suficiente? É. Mas você perdeu a dimensão da razão para o que foi feito: que é o propositor espacial. O outro é o verificador. Você não pode viver sem ele e ele tampouco pode verificar o que não existe. Então, por que não une? Essa separação foi muito daninha! Separar a Arquitetura da Engenharia foi uma perda terrível! E fizeram muitas outras maldades com a Engenharia! Por exemplo, a Engenharia Civil, na USP, agora que eles começaram a transformar... Até 10 anos, 5 anos atrás, todos entravam na Engenharia. Os melhores iam para Mecatrônica, Eletrônica, de Produção... Os piores iam para a Civil! Engenharia Civil é uma aptidão, que lida com grandes circuitos de força. Não pode ser feita pelos “caras” mais despreparados. E isso porque a engenharia brasileira foi universalmente reconhecida! Quer dizer, a Universidade de São Paulo se prestar a esse tipo de seleção é horrível! Mudaram, de uns 5 anos para cá... Vai para a Engenharia Civil quem realmente tem aptidão e quer fazer o curso!

ANEXO M – ENTREVISTA COM PAULO FERNANDO RODRIGUES

BIOGRAFIA

Paulo Fernando Neves Rodrigues possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (1985), mestrado (1989) e doutorado (2000) em Ciências da Engenharia Civil pela Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Trabalhou como diretor técnico da J. F. Engenharia de Projetos Ltda. de 1987 a 1996. Prestou serviços para o Centro de Novos Sistemas Ltda. (CENOSI) de 1989 a 1990. Foi engenheiro da empresa Internacional de Consultoria e Planejamento S. A. (ICOPLAN) entre os anos 1990 e 1994. Entre 1998 e 2002, atuou como professor do curso de Engenharia Civil, assumindo a coordenação em 1999, da Fundação Educacional Rosemar Pimentel (FERP). Já entre 2001 e 2002, lecionou na Universidade Iguaçu (UNIG). Em 2002, ingressou na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ) como professor adjunto do Departamento de Estruturas (DE), onde coordena as disciplinas: Modelagem dos Sistemas Estruturais, do primeiro período letivo, e Concepção Estrutural, do quarto período.

Entrevista realizada no dia 21 de outubro de 2009 no Rio de Janeiro (RJ).

Rita Saramago (RS): *Para começar, gostaria que o senhor falasse sobre como foi o período de sua formação superior. Como era o ensino de graduação na Federal de Pernambuco, principalmente em relação ao campo das Estruturas?*

Paulo Fernando (PF): Na minha época, existiam as ênfases. Nós fazíamos o curso de Engenharia Civil e, apesar do nosso currículo ser pleno, ou seja, o diploma a ser obtido dava o direito de atuarmos em qualquer área da Engenharia Civil após a formatura, quando chegava ao quarto período, a gente escolhia uma ênfase. Lá na Universidade Federal de Pernambuco, havia as seguintes ênfases: Estruturas, Construção Civil, Estradas e Transportes, Geotecnia, e Recursos Hídricos. A minha escolha foi por seguir os meus estudos através da ênfase de Estruturas. Acredito que o ensino era clássico e semelhante aos demais cursos de Engenharia Civil, em outras faculdades.

RS: *Como o senhor percebe a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia na época de sua formação?*

PF: Naquela época, eu não percebia muito a relação entre a Engenharia e a Arquitetura, talvez por causa da pouca idade e, conseqüentemente, falta de experiência profissional. Eu não sabia, exatamente, como o curso de Arquitetura funcionava e tive, na minha formação, apenas um professor arquiteto. De qualquer forma, naquela época, percebi através do meu pai¹, que era professor da Faculdade de Engenharia da UFPE e também dava aula de Teoria das Estruturas na Faculdade de Arquitetura da mesma Universidade, que os professores daquela passavam pelas mesmas dificuldades que hoje ainda passamos ao ensinar estruturas para os futuros arquitetos.

RS: *Como surgiu o interesse do senhor pela formação dos arquitetos e engenheiros?*

PF: Quando fui me inscrever no vestibular, em 1979, fiquei com muita dúvida entre a Engenharia Civil e a Arquitetura, pelo fato de eu gostar muito de matemática. Naquela época, a carga horária desta

¹ José Fernando de Melo Rodrigues (1928-1997). Graduiu-se em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 1954. Entre 1955 e 1963, atuou como engenheiro calculista no Escritório de Cálculo Estrutural Arlindo José Pontual. Dirigiu o Escritório Técnico de Estruturas (ETEC), em Recife (1963-1987) e a empresa J. F. Engenharia de Projeto Ltda. (1987-1997). Foi professor da Escola Politécnica (1958-1997) e da Escola de Arquitetura (1976-1982) da UFPE. Também lecionou na Universidade Estadual de Pernambuco. Foi o pioneiro da implantação de Softwares Aplicativos Estruturais a projetos, em Pernambuco. Projetou, calculou e recuperou uma série de obras, sobretudo pontes, em Recife e outras localidades do país. Em 2001, recebeu uma medalha de Láurea ao Mérito, em homenagem póstuma prestada pelo Sistema Confea/Crea, pela sua obra como engenheiro estrutural. Cf. CONFEA. José Fernando de Melo Rodrigues. 24 set. 2004. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/publicque/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1314&pai=4&sid=202&sub=197&tpl=pinterview>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

matéria era bastante grande também no curso de Arquitetura. Então, sob “forte” influência do meu pai, que também era engenheiro civil, projetista de cálculo, decidi pela Engenharia. Após concluir o doutorado em Engenharia Civil, na COPPE/UFRJ², surgiu a oportunidade de fazer o concurso para professor do Departamento de Estruturas, aqui na FAU³. A partir daí, percebi que Estruturas são a essência da Arquitetura e, também, a interseção entre esta e a Engenharia. Em outras palavras, Estruturas não é Engenharia, nem Arquitetura, mas uma interseção. Porém, devido à dificuldade que os alunos de Arquitetura geralmente apresentam em entender o tratamento matemático, inerente ao estudo de Estruturas, e à sua grande capacidade visual, o meu interesse pela sua formação cresceu, levando-me a procurar novas formas de ensinar.

RS: *O senhor poderia citar quais foram as referências fundamentais – de profissionais, de bibliografia – que despertaram o seu interesse pelo ensino de Estruturas?*

PF: Bom, quando decidi cursar o doutorado e ser professor universitário, eu já tinha este interesse despertado em mim, principalmente, pelo exemplo do meu pai e de outros professores, como: os professores Lobo Carneiro⁴, da COPPE/UFRJ; Bernardo Horowitz⁵, Roberto Azevedo⁶ e Silvio Romero⁷, da UFPE. A bibliografia que muito me ajudou neste processo foram os livros de estruturas do professor Mario Salvadori, que foram escritos focando, principalmente, os alunos de Arquitetura.

RS: *Um dos aspectos que o senhor defende é o uso de modelos para melhor compreensão dos fenômenos físicos. Gostaria que contasse, então, como surgiu a motivação de usar os modelos e justificasse a importância desse tipo de recurso para o aprendizado das Estruturas.*

² A COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia – foi fundada em 1963 e teve como embrião o curso de mestrado em Engenharia Química da então Universidade do Brasil (atual UFRJ). Atualmente, 12 programas de pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado). Para mais, consultar: <<http://www.coppe.ufrj.br/coppe/apresentacao.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

³ Referência à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ).

⁴ Fernando Luiz Lobo Barboza Carneiro (1913-2001) formou-se em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da então Universidade do Brasil em 1934. Ainda estudante, foi estagiário do escritório técnico Emílio Baumgart. Entre 1935 e 1968, trabalhou no Instituto Nacional de Tecnologia (INT), em que desenvolveu um novo método para determinar a resistência à tração do concreto, hoje conhecido como *Brazilian Test*. Este trabalho tornou-se o método internacional adotado pela *International Organization for Standardization* (ISSO). Como deputado em exercício, foi um dos responsáveis pela elaboração e aprovação da “lei do petróleo” que garantiu a criação da Petrobrás, em 1954. Ingressou no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) em 1967. Ativou o Programa de Engenharia Civil, o qual coordenou de 1968 – data de sua fundação – até 1982. Foi coordenador do primeiro convênio de cooperação técnico-científico entre a COPPE e a Petrobrás e organizou também o Laboratório de Estruturas da COPPE. Cf. LOBO Carneiro: perfil. 19 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.planeta.coppe.ufrj.br/artigo.php?artigo=367>>. Acesso em 09 mar. 2010.

⁵ Bernardo Horowitz possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (1975), mestrado em Engenharia Civil pela University Of Illinois At Urbana Champaign (1976) e doutorado em Engenharia Estrutural pela University Of Illinois At Urbana Champaign (1979). Desde 1979, é professor associado da Universidade Federal de Pernambuco, em que desenvolve pesquisas na área de Estruturas. Ver: PLATAFORMA LATTES. Bernardo Horowitz. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=B7957>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

⁶ José Roberto Gonçalves Azevedo formou-se em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (1977). Concluiu seu mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1992) e o doutorado pela University of Southampton (1999). Em 1978, tornou-se professor associado da Universidade Federal de Pernambuco, onde, em 2003, assumiu a direção do Centro de Tecnologia do Departamento de Engenharia Civil. Ver: CURRÍCULO LATTES. José Roberto Gonçalves Azevedo. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4795663Y5>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

⁷ Silvio Romero Frej da Fonseca Lima concluiu o curso de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 1970. Dois anos depois, tornou-se mestre em Ciências Físicas e Matemáticas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui doutorado em Engenharia pela Universidade Técnica de Munique (1979). Lecionou a cadeira de Estabilidade das Construções na Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e Teoria das Estruturas na UFPE. Cf. BRASIL. Parecer 527/86. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cd008680.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

PF: Aqui, seria bom que ficasse claro que a ementa da disciplina que leciono inclui o uso de modelos físicos qualitativos. Esta disciplina foi criada na FAU/UFRJ pelo professor Adolpho Polillo e as suas características estão descritas, em detalhe, no seu trabalho “Considerações sobre o ensino de estruturas nos cursos de formação de arquitetos”. A minha motivação surgiu deste desafio: ensinar estrutura de uma forma diferente da que eu aprendi, de uma maneira mais adequada aos alunos de Arquitetura, devido à sua privilegiada capacidade visual, incentivando-os na criação modelos; o que também faz parte de um processo criativo e artístico, que devem ser características de todos os arquitetos. Acredito que o uso destes modelos qualitativos, para o ensino de estruturas, é de extrema importância, principalmente, no início do curso de Arquitetura, pelos motivos citados anteriormente e por ampliar o conhecimento, através do contato e de informações visuais, motivando os alunos para a continuidade dos estudos que seguem nos próximos períodos, através de disciplinas que focam a análise quantitativa.

RS: *Além da manipulação de modelos, o senhor acredita que experimentações construtivas e atividades em canteiro também são importantes para aprender sobre Comportamento Estrutural? Por quê?*

PF: Acredito que tudo o que for possível adicionar para a ampliação do conhecimento é muito bom para os alunos. As experimentações construtivas e as atividades em canteiro são muito importantes e também devem ser aplicadas, em minha opinião, para o ensino do comportamento estrutural. O motivo para isso é que muitas informações não podem ser apreendidas completamente apenas em sala de aula. Estas podem ser mais facilmente compreendidas através da prática de atividades em canteiros e as experimentações construtivas sempre consolidam o aprendizado, trazendo esclarecimentos e descobertas.

RS: *Em relação às mudanças ocorridas no campo profissional, o senhor utilizou-se da introdução da computação gráfica para facilitar o ensino das Estruturas, através da criação de modelos digitais e de animações usadas em aulas expositivas. Poderia comentar sobre o processo de criação e as vantagens desses recursos?*

PF: Senti a necessidade de associar informações da teoria das estruturas nos modelos, uma vez que os alunos os manipulavam, mas as informações se restringiam apenas ao sentimento do comportamento e da configuração deformada. Quando era para falar sobre regiões tracionadas ou comprimidas e reações de apoio, por exemplo, tinha de usar o quadro de giz ou o *datashow*, gerando uma dissociação destas informações. Então, inicialmente, desenvolvemos uma aplicação da Realidade Aumentada (RA), já que é inevitável a utilização dos modelos físicos pela disciplina. Depois, desenvolvemos, também, a mesma aplicação em Realidade Virtual (RV), porque a aplicação da RA algumas vezes apresenta certa instabilidade, devido, principalmente, à qualidade da *webcam* usada, à iluminação do ambiente, à distância e posição da *webcam*, etc. No caso da RV, são necessários apenas o computador e um dispositivo de vídeo. Estes dois trabalhos foram divulgados através de artigos que publicamos⁸.

RS: *Segundo o senhor, quais são os aspectos positivos e os negativos quanto ao uso do computador para a proposta de soluções estruturais?*

PF: O uso do computador para as soluções estruturais é fantástico. Muitos métodos que foram criados, principalmente para contornar o problema da solução dos sistemas de equações no estudo das estruturas hiperestáticas, foram praticamente aposentados e muitas estruturas complexas que, antigamente, sem o uso do computador, não poderiam ser analisadas de uma forma adequada, são hoje calculadas em segundos. Estes são alguns pontos positivos. “Agora”, nada vai substituir a necessidade de se estudar, de forma aprofundada, a Teoria das Estruturas, porque um programa de computador nas “mãos” de uma pessoa que não possua uma forte base teórica pode ser extremamente perigoso.

RS: *Gostaria que contasse sobre a concepção do curso de Estruturas na UFRJ. Por que a proposta é inovadora?*

⁸ Cf. RODRIGUES, C. S. C.; RODRIGUES, P. F. N.; WERNER, C. M. L. An application of augmented reality in architectural education for understanding structural behavior through models. In: X Symposium on Virtual and Augmented Reality - SVR 2008, 2008, João Pessoa. **Proceedings...** Porto Alegre: SBC, 2008. p. 163-166. Os outros artigos ainda não foram publicados.

PF: Não sei dizer se a nossa proposta é realmente inovadora. Sei que, com a nova estrutura curricular que ocorreu no curso de arquitetura, a partir do primeiro período letivo de 2006, estamos colocando em prática uma metodologia que leva em conta a integração de disciplinas entre diversos departamentos. Esta interdisciplinaridade e integração acontecem, principalmente, através de dois Trabalhos Integrados, no quarto e oitavo períodos. A experiência está evoluindo, cada vez mais, gerando uma união dos departamentos. Faço parte desta equipe, lecionando a disciplina Concepção Estrutural.

RS: *Desde a criação das disciplinas com enfoque qualitativo até hoje, como o senhor avalia a experiência? Quais são os aspectos positivos e as dificuldades desse tipo de proposta?*

PF: Bem, acho que tanto o enfoque qualitativo, bem como o quantitativo, deve ser explorado de modo a adicionar no processo de ensino e aprendizagem. Os aspectos positivos é que, quando utilizamos o estudo qualitativo, através do sentimento e da intuição, ele introduz, consolida e facilita a compreensão dos conceitos empregados na análise quantitativa. Complementando-se uma à outra. As maiores dificuldades são, acredito, as relacionadas à pesquisa de modelos eficientes e que reflitam fielmente o conteúdo estudado, de forma consolidada.

RS: *Existe alguma experiência de ensino que se tornou mais significativa ou serviu de referência para as outras?*

PF: Não sei responder a esta questão com precisão. Sabemos que em alguns filmes do cinema, voltados para a educação, através de histórias verdadeiras, como a do médico Patch Adams⁹, ou fictícias, como as de “Sociedade dos Poetas Mortos”¹⁰, “Educando Rita”¹¹ etc., servem de referência para todos os professores preocupados com a educação. Há algo mais além do puro conhecimento para ser transmitido aos alunos e este algo, por estes exemplos, passa pela ética e pelas demais características de humanidade.

RS: *Em relação à atividade profissional do senhor, enquanto engenheiro estrutural, quais foram os desafios encontrados? As dificuldades e as experiências positivas?*

PF: Quando me formei, o meu pai tinha um escritório técnico de Estruturas e trabalhei com ele, como projetista de cálculo até vir para o Rio de Janeiro, cursar o Mestrado. Depois de terminado o curso, trabalhei por mais cinco anos como calculista, antes de começar o doutorado na COPPE/UFRJ. Procedi desta forma para incrementar a minha experiência profissional. As dificuldades foram sempre aquelas relacionadas aos desafios de estruturas mais complexas que apareciam no dia-a-dia do

⁹ Hunter “Patch” Adams (1945) é um médico norte-americano, famoso por sua metodologia inusitada no tratamento a enfermos, animando pacientes com brincadeiras para reduzir seu sofrimento. Formado pela Virginia Medical University em 1972, quando também fundou o Instituto Gesundheit – que presta assistência sem qualquer tipo de cobrança financeira. Escreveu dois livros: “House Calls: how we can heal the world a visit at time” e “Gesundheit!: Good Health is a Laughter Matter”. Este último inspirou o filme “Patch Adams - O Amor é contagioso” (1998), baseado na história do médico, interpretado pelo ator Robin Williams. Cf. ZAKABI, R. Doutor e palhaço. VEJA, São Paulo, ed. 1842, 25 fev. 2004. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/250204/entrevista.html>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

¹⁰ “Sociedade dos Poetas Mortos” (*Dead Poets Society*) é um filme estadunidense (1989), dirigido por Peter Weir. Conta a história de um professor de poesia, de nome John Keating, que introduz uma metodologia diferenciada de ensino de literatura – baseada no favorecimento da autonomia intelectual dos alunos – em uma escola preparatória para jovens, na qual predominavam valores tradicionais e conservadores. Cf. MACHADO, J. L. A. Sociedade dos Poetas Mortos. Disponível em: <<http://www.planetaeducacao.com.br/porta/artigo.asp?artigo=91>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

¹¹ “Educando a Rita” (*Educating Rita*) é um filme britânico (1983), com direção de Lewis Gilbert. Susan, uma cabeleireira descontente com sua vida e com a pressão do marido para que tenham filhos, inscreve-se em aulas de literatura na universidade para se sentir melhor consigo mesma. Troca seu nome por Rita, devido à escritora Rita Mae Brown. O professor que a orienta, Frank Bryant, ensina a tomar suas próprias decisões livremente. À medida que Rita aprende, a relação com seu marido torna-se distante. Ao seu lado, o professor passa por problemas com álcool e identidade profissional – sendo ajudado por Rita a encontrar seu caminho. MARTÍNEZ, H. Educando a Rita: la educación mutua. Disponível em: <<http://www.uhu.es/cine.educacion/cineyeducacion/temasrita.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

escritório. Ao mesmo tempo, essas dificuldades sempre produziram experiências positivas. Depois, outro tipo de dificuldade foi o retorno aos estudos para cursar o doutorado, após algum tempo afastado da faculdade. Este desafio foi aumentando com a inclusão de projetos de pesquisa durante o período do curso de doutorado. Enfim, todos os desafios e dificuldades tornaram-se experiências positivas.

RS: Segundo o senhor, quais aspectos poderiam ser melhor trabalhados nos cursos de graduação? Ou seja, o que o senhor sugere para uma boa formação tecnológica dos arquitetos?

PF: Este é um tema complexo. Em primeiro lugar, acho que deve existir uma interdisciplinaridade e uma integração entre os departamentos. A unidade, aqui, só pode trazer benefícios, pois o arquiteto está, de certa forma, predestinado a liderar equipes formadas por engenheiros, construtores, técnicos, etc. Esta integração, em muito, pode ser frutífera para os alunos, neste aspecto. Depois, mas não menos importante, vem a metodologia empregada. Metodologias inovadoras devem ser sempre experimentadas, mas não “abrindo mão” das experiências nas quais se sabe ter resultados comprovados. Estudos têm mostrado que os estudantes aprendem melhor quando diversas metodologias são utilizadas, usando-se diferentes mídias e, também, que alguns alunos entendem melhor o conteúdo quando determinadas técnicas são aplicadas. Acredito que, se os professores procurarem este caminho, o sucesso é inevitável.

RS: Para finalizar, gostaria que o senhor justificasse a importância do conhecimento sobre Estruturas para os arquitetos. O que um arquiteto perde não tendo domínio sobre Comportamento Estrutural em sua vida profissional?

PF: Para mim, Estruturas é a intercessão entre a Engenharia e a Arquitetura, portanto, a mesma faz parte da Arquitetura. Neste aspecto, ela é de extrema importância e essencial. Da mesma forma que eu não consigo conceber um arquiteto que não tenha uma boa base de História, por exemplo, não consigo conceber, também, um arquiteto que não tenha base em Estruturas. Caso um arquiteto não tenha “domínio” sobre o Comportamento Estrutural, o mesmo poderá, em sua vida profissional, ver muitos dos seus projetos completamente alterados pelo projetista de cálculo estrutural. Acho que experiências como esta frustram os profissionais.

ANEXO N – ENTREVISTA COM ADOLPHO POLILLO

BIOGRAFIA

Adolpho Polillo (1928) formou-se em Engenharia Civil pela Escola Nacional de Engenharia da então Universidade do Brasil – atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – em 1952. Concluiu seu doutorado em Arquitetura (1959) e em Ciências Físicas e Matemáticas (1963) pela mesma instituição. Foi responsável pelo cálculo e projeto estrutural de várias edificações, pontes e viadutos em diferentes estados do país. Lecionou na Escola de Engenharia e na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, em que criou a disciplina Composição e Modelagem das Estruturas. Dirigiu a revista técnica Estruturas. Assumiu a direção da Faculdade de Arquitetura de 1973 a 1977 e foi decano do Centro de Letras e Artes entre 1980 e 1981. Atuou como diretor do 1º Encontro de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura, em 1974. Foi reitor da UFRJ entre 1981 e 1985. Participou do elenco de peritos estrangeiros que deram parecer relativo ao desastre do Cais de Sodré, em Lisboa.

Entrevista realizada no dia 22 de outubro de 2009 no Rio de Janeiro (RJ).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que o senhor contasse sobre como foi o período de sua formação superior, sobretudo sobre como era o ensino de Estruturas naquela época.*

Adolpho Polillo (AP): Naquela época, nós tínhamos Resistência dos Materiais, Estabilidade das Construções e depois, para quem fosse para o campo de Estruturas, tinha Pontes e Grandes Estruturas. Toda matéria tinha uma grande carga horária o ano inteiro. No terceiro ano, era Resistência, no quarto, Estabilidade das Construções e, no quinto, Pontes e Grandes Estruturas – o que equivaleria a seis semestres de hoje. Sem falar na parte didática, que era Mecânica Racional e a parte de Cálculo. Em resumo, era isso. Agora, na Arquitetura, existia Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções, por um ano, Concreto Armado – que era uma cátedra que havia sido criada pelo Getúlio Vargas, mais recente – e, no quinto ano, então, era Sistemas Estruturais. Havia também uma grande carga horária, porque, antes do curso de Arquitetura, existia um curso de engenheiro-arquiteto! Então, por tradição de arquitetos, porque dava um diploma com atribuição praticamente idêntica, a carga horária de Estruturas era grande! Quase que equivalente à da Engenharia. Só que de maneiras diferentes, em termos didáticos. Com uma linguagem adequada... Como eu era professor da Escola de Engenharia e da Faculdade de Arquitetura, às vezes coincidia do tema da aula ser o mesmo. Eu dava aula na Escola de Engenharia e me fazia acompanhar de assistentes. Eles achavam que eu ia repetir, mas eu dei uma aula completamente diferente, com uma linguagem completamente diferente! Dei uma outra aula quase! Porque eu tenho que falar dos assuntos conforme o aluno. É preciso ter um jeito muito especial. Porque é um desafio e continua sendo, lamentavelmente não se progrediu muito nisso, continua a haver uma certa... Não diria repugnância, porque é uma palavra “forte”, mas uma certa resistência a ter que estudar Estruturas. Até porque existem alguns arquitetos que têm sucesso, “venceram na vida”, mas, por um acaso, em setores da Arquitetura que podem dispensar a Estrutura. Então têm convicção sincera de que não precisa! E aí eles, às vezes, com o sucesso alcançado na carreira, falam isso que é horrível: de que não precisa de Estruturas! E infelizmente não há aquela compreensão. Eu acho até que consideraria um desafio dar aula de Estruturas para arquitetos. Então, naquela época, eu me lembrei que tinham sido feitas várias teses na área de Engenharia, na área de Cálculo, na área teórica e quis fazer uma tese diferente. Uma tese que iria discutir como vencer esse desafio de ensinar Estruturas de uma maneira menos “penosa”, digo, agradável. Foi aí que escrevi aquele “trabalhinho”, mas já tem uns 41 anos, 42, por aí.

RS: *Mas ainda é atual.*

AP: Tem 42 anos! Depois dessa primeira reunião em São Paulo¹, em que fomos apenas três aqui do Rio e a maioria era gente de São Paulo – todos trabalhando dentro de “casa” –, nós conseguimos, já que havia Mario Franco e o Margarido com idéias parecidas, apresentar a nossa parte também.

¹ Referência ao 1º Encontro Nacional de Professores de Estrutura, realizado em São Paulo, em 1974.

RS: *O trabalho que o senhor apresentou no encontro, que eu vi nos anais do evento, foi retirado da tese?*

AP: Foi extraído da tese, porque eles não conheciam. Então eu fiz um resumo para apresentar lá. Apresentamos e fez sucesso na época! E eu também fiquei muito feliz de encontrar companheiros que tinham idéias análogas, se não iguais, pelo menos com o mesmo “espírito”. Então foi um sucesso! Depois eles acharam que podiam unir outras áreas e, como eu era diretor aqui, foi a vez da minha faculdade ser a anfitriã. Ocorreu um encontro sobre Física Aplicada, mas não se deu o nome de Física Aplicada, deu-se um nome mais ligado à Arquitetura. Porque era mais uma questão sobre tratamento acústico... Todo mundo tinha uma grande expectativa, já que estava mais perto da Arquitetura, mas infelizmente não se repetiu o sucesso do Encontro de Estruturas! Não se chegou aos mesmos resultados. Mesmo porque o pessoal não estava preparado para dar essa parte de tratamento acústico.

RS: *O senhor chegou a participar do Encontro de Estruturas de 1985, em Goiânia?*

AP: Não, nessa época eu estava na reitoria, porque acabei virando reitor da Universidade. Fui diretor da faculdade, depois fui decano do Centro e acabei reitor.

RS: *Formou-se uma Comissão², no encontro de 74, para dar continuidade aos trabalhos. Então a única iniciativa que aconteceu foi a promoção desse outro encontro no Rio, certo?*

AP: Foi, mas infelizmente não com muito sucesso. Depois, como eu estava muito empenhado na decania e na reitoria, não acompanhei de perto o que aconteceu com a Associação de Escolas de Arquitetura. Houve também uma proliferação de escolas particulares e a escola particular sempre pensa em ter o mínimo de professores. Então ela não está interessada em ver nada expandido dentro do currículo, nem está interessada em dar amostras de tudo o que pode ser escolhido para o aluno compor o seu currículo, desde que atendida a parte mínima. Elas não estavam interessadas nisso e faziam cada vez mais pressão para diminuir as disciplinas do currículo, porque queriam o mínimo para o curso ser o mais econômico possível.

RS: *Com isso os encontros acabaram sendo deixados de lado.*

AP: Foram deixados de lado. Interessante que uma vez eu fui surpreendido com uma carta... Porque aconteceu o seguinte: depois desse trabalho, a Associação de Escolas de Arquitetura me pediu licença, já de acordo com o MEC, para publicar esse trabalho. E esse trabalho foi distribuído para todas as universidades! Algumas responderam que tinham vontade de mudar e Londrina foi a que mais manifestou interesse em implantar, fazer tudo como estava ali previsto. Porque eu previa a disciplina de modelos, mas em dois tempos: um, logo que o aluno estava entrando na Faculdade de Arquitetura; e o segundo era mais adiante, quando ele já tinha vivido algumas experiências de cálculo, para ver como poderia aplicar aquilo. Essa, nem na nossa universidade, eu consegui dar.

RS: *Eu ia perguntar justamente isso: depois da proposta do senhor, quais foram as mudanças que conseguiu implantar na UFRJ?*

AP: Aconteceu o seguinte: a aparelhagem que eu tinha obtido estava numa voltagem antiga. Quando mudou a voltagem, eu perdi a aparelhagem! Então, o que aconteceu? Era um aparelhamento todo de origem portuguesa, porque o professor Mesquita Cardoso – autor da Ponte da Arrábida sobre o rio Douro em Porto³ – era quem tinha inventado isso. Lá, em Portugal, eles já não usavam mais essa

² A Comissão foi composta pelos seguintes professores: Adolpho Polillo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mario Franco, da Universidade de São Paulo; José Valdir Campello, da Universidade Federal do Ceará; Otávio Campos Amaral, da Universidade Federal de Minas Gerais; e Achylles Meloni, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Cf.: ENCONTRO..., 1974. p. 9-10.

³ Edgar António de Mesquita Cardoso (1913-2000) foi um engenheiro e professor português. Formou-se em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 1937. Recebeu doutoramento *Honoris Causa* pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cardoso foi responsável pelo projeto e execução da Ponte de Arrábida sobre o Rio Douro em 1963. Ponte essa que, na época, era a maior do mundo em concreto armado, com vão de 270 metros e arco de 52 metros de flecha. Cf. UNIVERSIDADE DO PORTO. Antigos

mesma tensão. Tinha era na África, mas aconteceu a Revolução dos Cravos⁴ e eles perderam o contato com a África. Português que aparecesse lá ia ser preso no mínimo! Então uma série de fatores impediu que aquela aparelhagem pudesse ser aproveitada. Até os especialistas da COPPE – porque a COPPE também aproveitou a nossa idéia e estava fazendo isso para os engenheiros – perderam a aparelhagem que tinham comprado. Houve também um avanço muito grande da parte de análise computacional e o pessoal abandonou um pouco a questão dos modelos físicos. Embora o modelo físico para cultivar o sentimento estrutural do arquiteto ou do engenheiro seja importantíssimo!

RS: *Por que o senhor acredita que esse recurso seja tão importante?*

AP: Eu vou explicar... Se você tem um programa de computador, que te resolve qualquer problema... Está aqui um: você deve ter passado por ali e deve ter visto isso⁵. É uma obra que está ali abandonada: a Cidade da Música⁶!

RS: *Eu vi sim, ia até perguntar o que era.*

AP: Esse é um projeto interessante, de um arquiteto belga, com teatro, vários auditórios, escola para Música... Feito pelo prefeito anterior e, como este não participou, cometeu a grande leviandade de parar a obra! Quando ele entrou, eu senti que iria parar mesmo a obra e escrevi uma carta para “O Globo”, no dia 20 de janeiro – era feriado aqui, de São Sebastião –, que “O Globo” publicou no dia 21. Eu dizia que estava muito certo que ele parasse a obra, se montasse uma comissão de inquérito para apurar se havia alguma irregularidade – porque, qualquer que fosse o resultado, era importante –, mas não podia parar a obra de forma permanente. E parou! “O Globo”, em março, aproveitando aquela dica, fez uma página inteira, dessa vez com fotografia, que confirmava a descrição que eu havia feito. A televisão, em maio, também fez uma reportagem. Mas, voltando a isto aqui, neste projeto, a parte de cálculo foi feita por um ex-aluno meu. Quando ele leu a minha “cartinha” no “Globo”, ficou emocionado, marcou um almoço e me deu esse trabalho.

RS: *O Bruno Contarini?*

AP: Pois é... Ele me disse que tem milhares de incógnitas aqui, que ele próprio não pôde acompanhar o programa de computador que o belga deu para ele! Coisa que você não poderia ter resolvido nunca no lápis, na minha época.

RS: *Até porque não existiam os programas.*

AP: Mas que o modelo teria resolvido! Não com essa facilidade, mas, de qualquer maneira, teria ajudado bastante! Existia então a segunda parte, a que eu me referia da disciplina, que nunca foi dada. Mas a primeira é educativa e essa foi mantida! Era pegar o aluno bem “verde” e educar o seu “sentimento estrutural”! Porque se você recebe do computador páginas e páginas de resultados, e não vivenciou, não educou o sentido estrutural, não sabe nem o que vai mudar!

estudantes ilustres da Universidade do Porto: Edgar Cardoso. Disponível em: <http://sigarra.up.pt/up/web_base.gera_pagina?P_pagina=1000655>. Acesso em: 09 mar. 2010.

⁴ Revolução dos Cravos é o nome dado ao golpe de estado militar, ocorrido em 25 de abril de 1974, que derrubou, em Portugal, o regime ditatorial herdado de Oliveira Salazar (1889-1970) e aos acontecimentos históricos, políticos e sociais que se lhe seguiram, até à aprovação da Constituição Portuguesa, em Abril de 1976. Entre esses acontecimentos, encontra-se a independência das colônias africanas ao longo de 1974 e 1975. Para mais, consultar: SECCO, L. **A revolução dos cravos**. São Paulo: Alameda, 2004.

⁵ Referência ao livro sobre obra A Cidade da Música, com projeto estrutural do engenheiro Bruno Cantarini, presente na sala em que foi concedida a entrevista. Cf. PORTZAMPARC, C. **Uma cidade da música: um projeto de Christian de Portzamparc**. Rio de Janeiro: Arte Ensaio, 2008.

⁶ A Cidade da Música, com projeto arquitetônico de Christian de Portzamparc (1944) será um complexo cultural localizado na cidade do Rio de Janeiro. Abrigará a sede da Orquestra Sinfônica Brasileira, constituindo a maior sala de concertos de orquestra sinfônica e ópera da América Latina, com até 1.800 lugares. A obra foi idealizada pelo ex-prefeito do Rio, César Maia, e embargada dentro do mandato do atual prefeito, Eduardo Paes, em virtude de polêmicas quanto aos recursos empregados em sua construção. Cf. SABBAG, H. Y. Cidade da música, Rio de Janeiro, Brasil. Portal Vitruvius, jan. 2005. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/ac/ac014/ac014_1.asp>. Acesso em: 09 mar. 2010.

RS: *Não pode usar os resultados.*

AP: Um grande professor também, o Fernando Carneiro, que foi por muitos anos o delegado brasileiro do Comitê Internacional de Concreto, dizia assim: “O pessoal de hoje tem tudo na mão, mas não sabe mexer!”. Então: “O que eu mudo aqui?”. É preciso ter sensibilidade! Não adianta ter um cálculo com as contas certas. Por que eu digo com as contas certas? Porque um dia alguém pode descobrir que o programa tem falhas, que precisa ser aprimorado. Então, ele não erra as contas, mas não cria nada! Faz o que a gente ensina. Mas é o melhor instrumento! Até terça-feira eu fiz uma palestra, em que tinha um padre presente, e fiz uma comparação: “O computador é uma dádiva de Deus para nós! Deus é um grande computador!”. Quem tem dúvidas, pode explicar Deus então como um grande computador... Porque ele tem uma memória infinita e nenhum programa errado. O padre gostou disso e disse que vai falar na homilia dele. Então é um instrumental maravilhoso!

RS: *Que veio para facilitar e não para substituir.*

AP: Não substituí. Infelizmente não substituí, porque a gente percebe que os profissionais de hoje têm descurado dos métodos, não sabem o que estão fazendo. É muito triste, porque muitas coisas estão sendo feitas de uma maneira errada, no mundo inteiro! Não só aqui. No mundo inteiro, a gente escuta falar, de vez em quando, que ruuiu uma obra, caiu um prédio inteiro! Até na Ásia! Com um pessoal que tem outra cultura, que tem estudado bem. Os edifícios que têm sido feitos na China é da gente ficar “de boca aberta”!

RS: *É de uma complexidade muito grande.*

AP: Claro que é com o auxílio do computador. Mas, de qualquer maneira, no meu tempo não tinha nada disso, a gente nem sonhava com coisas desse tipo! Mas nada disso invalida a questão do sentimento! Por exemplo, numa ponte, a gente sentia mesmo o funcionamento da Estrutura! Já no edifício não é tão fácil, porque o edifício não tem aquele sistema explícito. Num edifício industrial, você tem. Em um galpão, você vê a estrutura principal, mas já no edifício, com três dimensões, é mais difícil.

RS: *É difícil de perceber.*

AP: Mas você percebe. Em alguns edifícios que têm uma estrutura bem delineada, mesmo com as três dimensões, você pode calcular.

RS: *Além dos modelos, o senhor acredita que atividades construtivas, atividades em canteiro, também são importantes para educar esse sentimento das Estruturas?*

AP: Não, no canteiro não teria tanto. O canteiro é necessário porque ele mostra a execução de alguma coisa que foi pensada, os problemas que podem existir na execução. Por exemplo, você faz o projeto, pensa no que pode surgir de esforço, mas, na hora de fazer, fica difícil. Fica difícil de encher a fôrma, às vezes a armadura que está lá dentro dificulta... Então uma execução perfeita fica prejudicada. Uma vivência em canteiro mostra: “Calma aí! Devagar, quando a gente propor alguma coisa, tem que pensar que vai ter que ser feito!”. Como vai ser feito, como vai ser executado, sem “deixar a desejar”. Então é uma coisa necessária, complementar. Não é o fundamento, mas é importante. Não é o mais importante! O mais importante é você, arquiteto, que não está preocupado em calcular, está preocupado em criar uma obra, saber o que pode fazer, se não vai ser “a fortiori”. Porque antigamente diziam assim: “Ah! O meu projeto é esse! Agora traz alguém para calcular!”. Isso não é uma boa Arquitetura! Se você for estudar Teoria da Arquitetura mesmo, vai ver que, no passado, não tinha nada disso!

RS: *Não tinha essa separação.*

AP: No passado, o arquiteto criava, concebia o sistema estrutural e ia executar. Agora mesmo eu me lembrei, para você chegar a isso⁷, até hoje não se descobriu não só como ele projetou, mas como ele

⁷ Aponta imagem da Basílica de Santa Maria Del Fiore, em Florença, notabilizada por sua monumental cúpula, projeto de Filippo Brunelleschi (1377-1446).

conseguiu executar! Até hoje! Tem uma disciplina lá na Faculdade de Florença, em que o “camarada” se dedica a tentar descobrir qual foi o sistema construtivo que ele concebeu! Arquiteto! Você nunca vê que ele é arquiteto. Então é uma “coisa” muito importante. Você já deve ter ouvido falar no Candela, “né”?! O homem das cascas! Ele é arquiteto. Eu tinha uma bibliografia muito grande de obras, mas ele também tinha uma biblioteca muito grande... Então podia dizer que a bibliografia universal sobre os problemas, traduzida e que está publicada, eu tenho o que ele tem. Eu comprava muitos livros e muitos dava para ele. Mas tinha algumas cascas que ele usava que “davam” na teoria de equações diferenciais de quarta ordem. Que ninguém conseguia resolver! E um professor argentino, Di Stefano⁸, que publicou no mundo inteiro, conseguiu integrar e não foi com computador não! Foi de cabeça! Apresentou isso num congresso, ninguém nunca esqueceu! Uma maravilha! E estava lá, sentado para assistir, o Candela... Modestamente – dizem, eu não estava presente, mas quem estava lá contou –, ele estava em um dos últimos lugares, “quietinho”. Quando chegou a hora do debate – porque as apresentações em congresso nunca duram mais que quinze minutos, então aquilo é “vomitado”. Quem não leu antes, não pode apreciar. Mas alguns conseguem, porque leram antes. –, o Candela fez a seguinte pergunta para o Di Stefano: “Eu estive aqui examinando o seu trabalho antes, não consegui compreender tudo o que o senhor fez aqui, nunca vi essa solução, de modo que eu até me ajoelho diante do senhor! Eu lhe considero um deus por ter resolvido isso! Mas, eu estou com uma dúvida: pelo que eu vi da sua convenção, compressão é ‘menos’ e tração é ‘mais’, é isso?”. Ele disse: “É”. O Candela: “Então, o senhor sabe que, nas beiradas aqui, por causa de fissuração, eu coloquei uma ‘armadurinha’. Tenho dúvidas que seja realmente compressão. Para mim é tração, eu não sei”. Dizem que o Di Stefano ficou atordoado. Aí tocou o gongo e a sessão parou, porque teria a segunda parte às duas horas para continuar. Então todo mundo foi almoçar, alegremente, e a turma dos invejosos começou: “Ih! Di Stefano, hein?! Que micol!”. Ficou aquela gozação toda! Ele se reuniu com os assistentes e ficou sem almoçar. Na volta: “Realmente nós enganamos sim no sinal, na passagem”. No resto, estava tudo certo. Então, por que o Candela fez a pergunta? Primeiro, porque ele sentia a Estrutura sem saber calculá-la, sentia! Ele sabia que tinha que colocar uma “armadurinha” ali pra defender, se não ia fissurar, porque iam aparecer tensões de tração. Foi algo impressionante, porque uma coisa completa a outra. E eu contava isso lá para os arquitetos e eles até achavam que eu era o mais arquiteto de todos os engenheiros! Eu era mais moço, ficava todo envaidecido! Mas é porque eu procurava ler tudo o que saía de Arquitetura. Eu tinha uma revista, “Estrutura”⁹, era um dos diretores dessa revista.

RS: *Essa revista não existe mais?*

AP: Não, não existe. Nós mandávamos para fora e recebíamos, em troca, a revista “L’ Architettura”¹⁰, por exemplo. Uma maravilha! Tudo o que saía de novo, eles comentavam. Era mensal. Comentavam tudo o que era obra e tinha sempre um crítico de Arquitetura que criticava tudo, inclusive o sistema estrutural. Lia também o que Nervi fazia. Porque Nervi era um engenheiro, mas se passava por arquiteto. E o Candela, ao contrário, era um arquiteto, que se passava por engenheiro. Uma coisa interessante! O Nervi também tinha uma imaginação enorme! Projetou uma série de edifícios para as Olimpíadas de Roma. Como agora que estamos vivendo aqui, com as Olimpíadas daqui a sete anos... Então ele fez o Palácio dos Esportes, o Ginásio... Fez uma série de obras e cada uma mais bonita que a outra! Eu recebia aqui, colocava na revista “Estruturas” e o pessoal ficava empolgado! Mas sempre com uma graça e com uma leveza que todo mundo achava que ele era arquiteto! No entanto, ele era engenheiro. Mas por quê? Era aquela mentalidade do passado, que tinha que ser bom em tudo. Tinha vezes que eu comparava com o Pelé: sabe chutar com o pé esquerdo, sabe chutar com o pé direito e ainda cabecear! E como eu sabia que, no início, o Pelé não cabeceava bem, mas o pai tinha sido jogador,

⁸ Di Stefano conseguiu integrar equações diferenciais de 4ª ordem da Teoria das Cascas. Felix Candela estava presente à sessão do congresso em que se discutiu a matéria e, depois de manifestar admiração pelo feito do professor argentino, notou, pela experiência, que havia um engano de sinal na apresentação do trabalho. POLILLO, A. **Informações sobre entrevista 22.10.09** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 16 mar. 2010.

⁹ Título da revista: “Estrutura: revista técnica das construções – Engenharia e Arquitetura”. Era editada pela Editora Científica, do Rio de Janeiro, sendo que o primeiro volume data de 1957.

¹⁰ Periódico mensal italiano, especializado em Arquitetura e Construção, editado por Edizione D'Arte C. Crudo & C. Torino, de Roma.

educou o filho a cabecear. Então eu dizia a mesma coisa: “Você tem uma facilidade para isso, uma facilidade para aquilo, no entanto, para aquela que você não tem, cultiva”. E como é que cultiva? Educando o garoto, logo quando ele entra na escola. Na primeira vez que foi dada a disciplina, eu não tinha o menor jeito para fazer modelos, eu não sabia fazer. Nem maquete, quanto mais modelo! Não era a minha área. Por isso, me fiz acompanhar de um rapaz, que nós contratamos, que tinha muita habilidade para fazer modelos. O pai tinha sido carpinteiro e ele sabia o jeito certo de lidar com a madeira. Então nós fizemos os modelos. Na primeira aula, eu pegava uma folha de papel, fazia uma dobra e dizia: “Olha! Está vendo? Desse jeito tem como fazer uma cobertura”.

RS: *Por mudança da forma do papel.*

AP: Rigidez pela forma! Dava essa aula de uma hora e depois, nas outras três horas, dava um tema para os garotos fazerem um modelo. Um dos primeiros temas foi “cobertura para um posto de gasolina”, que levasse a um “modelinho” de casca. Mas surgiram umas formas lindas, lindas! Para você ter uma noção, eu tinha um “modelinho” também, muito bem feito, para visualizar se era tração ou compressão. Eu dava outros temas e o pessoal tinha que entregar em três horas. Uma hora era para a apresentação. E eles também faziam um relatório. Tinham que reservar uns quinze “minutinhos” para fazer o relatório e justificar o modelo. Numa ocasião, um aluno escreveu: “Até descolou! Não deu tempo de secar a cola, sinal de que estava tracionado!”. Então eu ficava muito satisfeito! A gente dava treliça, por exemplo, e o pessoal colava um do outro: “Onde é compressão? Onde é tração?”. Ficava aquela cola... Mas é natural. Nunca mais houve aquela dúvida! A dúvida era: “O teu deu 20 ou deu 22?”. Porque compressão e tração ele já compreendia, porque tinha aprendido. Ninguém mais tinha dúvida sobre quando era barra comprimida ou barra tracionada. Naquele ano, foi um sucesso enorme, porque eu fiquei com “pena” dos alunos... Eu gostei tanto, me empolguei tanto que acabei dando para eles todas as matérias: Resistência, Estrutura Metálica – que eu nem me propunha a dar, mas faltou o professor na hora e eu assumi –, Concreto e assim por diante. Enfim, acabei paraninfo dessa turma! Tinha dado todas as disciplinas. E pensava: “Uma vez eu tenho que dar esse curso que eu imagino, que está na minha cabeça, e isso está acontecendo agora!”. Então foi uma experiência muito boa, muito interessante. De vez em quando, eu me encontro com eles e comentam que aproveitaram, que aprenderam “direitinho”.

RS: *Mas como surgiu o interesse do senhor pela formação dos arquitetos e engenheiros?*

AP: Na verdade, é o seguinte: eu tive muita sorte, porque fiz o colégio “Dom Pedro II” que, na época, era o colégio-modelo para o Brasil inteiro¹¹. Era o único mantido pelo Ministério da Educação e Saúde. E, naquele colégio, tinham professores que faziam concurso, quer dizer, professores de nível universitário. E eles todos eram, nas suas matérias, fenomenais! Tudo lá a gente fazia com muito carinho. Quem não queria, não aproveitava! Mas quem aproveitou, teve uma formação muito boa que foi útil na universidade! E, na universidade, então, eu sentia uma diferença enorme entre os professores que eu tinha tido no colégio e alguns assistentes de Engenharia “fraquinhos”! Me chamaram para monitor e foi assim. Na verdade, eu comecei como monitor e, ao terminar, tive um tríplice convite: de Estabilidade, de Estradas e de Construção Civil. Aí eu escolhi Estruturas. Eu achava melhor, me sentia mais “à vontade”, porque eu podia prescindir de ir à obra. Porque queria dar aula e não estar preocupado com obra, com roupa de obra... Achei que essa cadeira fosse mais de gabinete e optei por Estruturas. Naturalmente, a gente vai estudando, vai estudando... Acabei assistente do catedrático de Estabilidade – que era professor também de Concreto da Arquitetura e acabei assistente das duas¹². Foi então que eu senti a reação dos alunos com as aulas que ele dava na

¹¹ O Colégio Pedro II, fundado na época do período regencial brasileiro, em 1837, é uma tradicional instituição de ensino público federal, localizada no estado do Rio de Janeiro. Representa o segundo mais antigo dentre os colégios em atividade no país. Ver: ANDRADE, V. L. C. Q. **Colégio Pedro II**: um lugar de memória. 1999. Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999. p. 107-108.

¹² Referência a Aderson Moreira da Rocha, com quem o professor Adolpho Polillo também trabalhou como sócio de escritório. Aderson foi catedrático da cadeira “Estabilidade das Construções” da Escola de Engenharia e da cadeira “Concreto Armado” da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Recebeu o título de Doutor Honoris Causa da Universidade Federal do Ceará e de Acadêmico da Academia da Ciências Exactas Físicas e Naturales de Buenos Aires. Dirigiu a revista Estruturas e atuou como

Arquitetura! Ele era visto como o “diabo”! Injustamente. Porque, na verdade, ele dava o curso igual ao da Engenharia, mas se esquecia que lá o auditório era outro. Como era rigoroso, chegava a ser até “mau”, porque exigia, no exame oral, umas demonstrações de teoria do cisalhamento. “Coitados” dos alunos! Hoje, quando eu lembro, não sei quem merecia “zero”, se era ele ou os alunos! Quer dizer, não podia ser assim. Às vezes ele dizia: “Aquele aula ali, acho o pessoal não entendeu. Quer repetir?”. Aquilo, para mim, eu confesso, era um estímulo terrível! Preparava uma aula, diferente daquela que já tinha assistido com todos os defeitos que tinha achado, dava de outra maneira e acabava com o pessoal batendo palmas, de “alívio”! Não era minha competência, era incompetência dele para ensinar! Pensava em discutir um pouco como ensinar. Eu ficava com pena dos alunos, porque, realmente, se você não dá um curso como deve ser feito, não entendem. Tem que ter um pouco de “arte” para dar aula na Arquitetura! Se não tiver aquela “arte”, não “vai” mesmo!

RS: *Quando o senhor começou a montar essa nova proposta de curso para a Arquitetura, teve algum livro ou algum autor que chamou a sua atenção?*

AP: Tem um livro muito bom, que eu cito aí, “Razon y ser”, do Torroja. Vale a pena ler! Quem tinha me indicado foi o Antonio Alves de Noronha, que disse: “Esse livro aí é um poema!”. Eu disse: “Está bem. Vamos ler!”. Não foi só isso. Uma coisa que me ajudou muito foi a leitura dos artigos, das opiniões do Nervi. Daí eu fui desenvolvendo.

RS: *A sua proposta pessoal.*

AP: A minha proposta, que tinha muita originalidade. É difícil, hoje, você ser original. Estuda um tema que outro também já estudou. Mas ali tinha muita coisa original que se pudesse ser aplicada, “meu deus do céu”, eu ia ficar muito feliz. Porque nem na minha própria faculdade eu consegui aplicar tudo! Na verdade, um pouco pelo meu caminho profissional, quando aceitei os cargos administrativos, me afastei e “deixei de lado” um pouco. E o pessoal não quer esse “sacrifício”!

RS: *Porque essa proposta exige muito trabalho.*

AP: Exige trabalho! Tem que se sacrificar, tem que “ter amor à causa”! Se você faz preocupado porque tem que dar aula, porque tem que buscar o filho na escola, porque tem que pagar uma conta, aí “não vai”... O pessoal não gosta! Diz: “Ah! Vamos deixar passar!”. É a pior coisa que existe é você “deixar passar”. Não é que você vai exigir muito, mas não sacrifique o aluno para “deixar passar”! O maior problema que eu enfrentei era que, remotamente, as provas eram parciais. Cadeira de um ano, com uma prova parcial no final do semestre! Pensei: “Como é que eu vou corrigir isso?”. Aí eu li que a Fundação Getúlio Vargas¹³ fazia no começo de maio um mini-curso. A professora de lá – que mais tarde eu tive oportunidade de conhecer, tinha até sido reitora de ensino da nossa universidade, uma senhora simpática, inteligente – dava, aos sábados, um teste para os alunos. Eu digo: “Vou fazer a mesma coisa. Vou ter que ir lá aos sábados e fazer para uma e para a outra escola”. Eu dava um teste, aos sábados, sobre o que eles tinham visto durante a semana. Na primeira vez que eu fiz isso, o pessoal dizia: “Puxa! Mas além da carga horária, ainda tem que ir lá, no sábado, fazer prova!”. E, no ano seguinte, porque eu também dava matéria do quinto ano, resolvi não aplicar os testes. Então o pessoal disse: “Por que você parou com isso? Era tão bom para nós! A gente se disciplinava!”. Porque, realmente, quando chegava lá na prova parcial, era só dar uma “recordada”. O desempenho melhorou muito! Outra coisa que eu brigava também era por causa da frequência. A frequência era livre, mas “não dava”! Se a pessoa está se esforçando, está procurando fazer uma coisa diferente e o cara não vem, aí “não dá”! Por isso, a frequência valia nota, 10% da nota. Eu tinha assistentes também, que corrigiam prova. Tinha um que era escalado na Engenharia e ficava “felicíssimo da vida”, porque

diretor da Escola de Engenharia da UFRJ. Ver: ROCHA, A. M. **Novo curso prático de concreto armado**. Rio de Janeiro: Científica, 1974.

¹³ A Fundação Getúlio Vargas foi criada em 1944. Atualmente, expandiu o campo da Administração, abrangendo também a preparação na área das Ciências Sociais, como um todo. Cf. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. A FGV: histórico. Disponível em: <<http://www.fgv.br/fgvportal/>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

trabalhava no BNDES¹⁴ e fazia isso aos sábados e domingos. Ficava telefonando para mim: “Como é que eu faço? Como é que eu dou conta dessa questão?”. Isso para ele também era bom, porque era obrigado a estudar. E, lá na Arquitetura, eu fazia a mesma coisa, com outros assistentes, um que até já faleceu, que era assistente do calculista do Niemeyer. Corrigia só provas e eu dava aqueles testes. Teve até um episódio, antes de um teste, que os alunos perguntaram: “Por que o senhor diz que não gosta de viga gerber?”. Eu expliquei que era por causa do ponto frágil da viga. Até, na época da guerra, os aviões bombardeavam no dente de Gerber, porque aí a estrutura ruía. Aquilo é uma ruptura frágil, que não avisa. Citei o exemplo da Linha Amarela¹⁵. Desenhei um modelo no quadro, então, eles visualizaram o que acontecia. Porque não conseguem entender só com um desenho simples. Na Engenharia sim, conseguem entender. Mas é como eu digo: “O que falta em um, sobra no outro”. Devo ter dito isso aí no livro também... Então eles visualizaram o comportamento da viga. Nos atrasamos para o teste e o “bendito” viaduto ruiu naquele dia, naquele trecho, com a curva, com a configuração de ruína que eu tinha desenhado!

RS: *Nossa! Os alunos devem ter ficado atordoados!*

AP: Diziam: “Foi aquilo mesmo que ele falou! Olha só!”. E mais ainda: muitos deles passariam por ali! Tanto que, muitos anos depois, uma aluna disse assim: “Polillo, você sabe que salvou a minha vida?”. Eu falei: “Como assim?”. Ela respondeu: “Papai e mamãe eram da mesma turma e mamãe já estava me esperando”. Eles tinham acabado de casar... Se eu não tivesse atrasado aquele teste explicando, teriam todos morrido. O pessoal falou tanta “besteira” na época sobre o que aconteceu! Porque alguém estava fazendo uma pesquisa e tinha que inserir sua própria pesquisa sobre o ocorrido. E diziam: “Ah! Foi *Stress corrosion!*”¹⁶. Estava na moda isso, porque tinha um professor na COPPE que pesquisava – não vou citar o nome por questão ética. Mas foi uma ruptura sem aviso prévio, porque eles tinham umas janelas por onde passariam os cabos de protensão – que estavam abertas, na época e depois seriam comprimidas. Só depois de fechadas as janelas é que poderia haver a resistência à compressão do concreto e não poderia passar nenhuma betoneira naquela fase. “Cochilaram”, passaram a betoneira e aquilo ruiu!

RS: *Já que o senhor contou essa história, gostaria que contasse mais sobre sua trajetória profissional. Quais foram os desafios encontrados enquanto engenheiro estrutural?*

AP: Eu trabalhava muito com um professor, que foi meu catedrático, trabalhava no escritório dele.

RS: *Qual é o nome dele?*

AP: Aderson Moreira da Rocha. Mas eu era sempre um pouco sacrificado, porque aparecia mais o nome dele que o meu. Nós tínhamos aquela revista, ele viajava muito, porque a mulher dele era funcionária da câmara federal e, quando mudou a capital para Brasília, ela mudou para lá e ele a acompanhou. Então eu arqueei com tudo aqui, enquanto ele estava lá, incluído o escritório! Mas os projetos que a gente fazia eram em comum, as coisas sempre eram buscadas em comum. Algumas muito criativas! A primeira foi uma ponte em Brasília... Estavam construindo Brasília e era uma ponte

¹⁴ O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), ex-autarquia brasileira, foi criado em 1952, tendo sido transformado em uma empresa pública federal, com personalidade jurídica de direito privado e patrimônio próprio, em 1971. Para mais, consultar: BNDES. A empresa. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/>. Acesso em: 09 mar. 2010.

¹⁵ Referência, na verdade, à Linha Vermelha. O elevado Paulo de Frontin é uma via expressa que acompanha todo o traçado da Avenida Paulo de Frontin, no bairro do Rio Comprido, constituindo-se num elo da Linha Vermelha com o Túnel Rebouças. Em 20 de novembro de 1971, 112 metros do elevado desabaram quando ele estava em fase final de conclusão. Um caminhão betoneira, carregado com 8 toneladas de concreto e pedras, passava por cima do vão no momento do desabamento. A tragédia deixou pessoas mortas e feridas. Cf. DARCY, L. Saudades do Rio. 26 dez. 2005. Disponível em: <<http://fotolog.terra.com.br/luizd:215>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

¹⁶ O tipo de ruptura deu-se por falta da compressão prevista nas mesas, cuja concretagem não estava completa na fase construtiva em que se encontrava a obra (havia janelas abertas para passagem de cabos) e por detalhes inadequados nos dentes de Viga Gerber. POLILLO, A. **Informações sobre entrevista 22.10.09** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 16 mar. 2010.

sobre um lago que não existia: como tudo lá em Brasília foi artificial, a água foi depois! Essa ponte era em concreto protendido. Havia sempre a idéia de que concreto protendido nada mais era que um caso particular de concreto armado. Diziam que tinha um “macete”: a de usar uma armadura de alta resistência, que você não poderia usar no concreto convencional, porque não haveria aderência. Então a idéia era ficar só compressão no concreto. “No fim, no fim”, dava era um efeito de arco. Ele pensou: “Mas, espera aí, se o concreto armado admite regiões tracionadas, por que em algumas áreas da estrutura de concreto protendido você também não podia tolerar alguma fissuração e colocar uma armadura – que a gente chamava de frouxa, diferente da outra –, mas que defendia a fissuração?”. Mas ninguém tinha coragem de fazer isso. Ninguém tinha. E eu não era tão audacioso quanto ele... Ele era audacioso e eu diria que até irresponsável às vezes. Mas há irresponsabilidade que é necessária às vezes para você ousar, “né”? Então ele disse: “Ah! Vamos fazer!”. Foi convidado um professor francês para dar uma conferência no curso de Engenharia, o Guyon¹⁷. O Guyon tem uns livros enormes assim, de três volumes, grossos. E eu imaginava que o *Messie* Guyon fosse, no mínimo, do tamanho do De Gaulle¹⁸. De Gaulle era um chefe de governo da França, que esteve no Brasil, e não achava nem cama para o tamanho dele! Mas eu achava o Guyon tão proporcional ao livro dele, que estava imaginando que ele fosse enorme! Eu disse: “Vamos perguntar ao Guyon o que ele achava disso, de a gente colocar a armadura”. Ele, orgulhoso, vaidoso: “Ah! Eu não vou perguntar”. Disse: “Então pergunto eu!”. Tinha um cara no cantinho da sala, “pequeninho”, baixinho, sabe? E nós comentávamos, animados: “É hoje que a gente vai ‘apertar’ o Guyon! É hoje!”. Com aquele jeito de brincadeira de brasileiro... Quando ele “chegou” para dar a conferência, não sei se eu fiquei rubro de vergonha ou se eu fiquei pálido! Pensei: “Ih! Meu Deus do céu! Me dei mal!”. Aí ele fez a conferência dele, perguntamos, com vergonha, o que ele achava e respondeu: “Pelo meu gosto, eu já teria feito isso há muito tempo! Se vocês fizerem, der certo e a gente documentar, eu lhes prometo que mudo a norma da Federação Internacional!”. Da FIP – Federação Internacional da Protensão. Antes era separado da Federação de Concreto¹⁹. De fato, falamos: “Vamos levar esse francês lá para Brasília!”. Ele foi para lá e aprovou tudo: “Podem fazer, está tudo bem!”. “Abençoou” o negócio e nós fizemos. E ele cumpriu o acordo: mudou a norma internacional! Mais adiante, evoluiu-se para uma norma comum: a norma de concreto é tudo junto. Foi uma evolução. Mas eu posso dizer que foi a primeira vez que aconteceu isso. Uma outra coisa muito interessante, que também foi objeto de livros estrangeiros, era a questão de acabar com o dente de viga Gerber: sempre foi um ponto frágil, por mais que você detalhe. Outro dia um colega meu, do meu tempo, foi dar uma palestra e eu fiquei com tanta pena dele, porque foi falar sobre detalhes de dente de viga Gerber e ainda explicando mal! Um professor da COPPE, analisando o problema teoricamente, dizia: “Interessante! Como a gente pode fazer isso e tal...”. O ponto é que a gente não precisa fazer e que esses dois precisavam entender! Porque foi até proibido! A técnica que a gente usou foi a dos balanços sucessivos: vai fazendo aos poucos e, quando junta, fica tudo “certinho”. Na época, alguns criticavam: “Mas é um negócio que nasce isostático e vira hiperestático! Como é que pode? O que vai acontecer?”. Eu respondia: “Não vai acontecer nada! Nós construímos e, daí para frente, os esforços são hiperestáticos”. Mas diziam: “Não é tão simples!”. Aí tem um professor argentino muito bom, o Delpini²⁰. Ele tem um projeto muito bom: teve uma briga em clube, uns queriam fazer uma piscina, outros queriam um ginásio... Chamaram o Delpini e ele

¹⁷ Yves Guyon, autor de um livro clássico de Concreto Protendido e, então, dirigente da STUP. Cf. GUYON, Y. **Construction in beton precontraint**: classes-etat, limits. Saint-Germain: Eyrolles, 1968.

¹⁸ Charles André Joseph Marie de Gaulle (1890-1970) foi um general, político e estadista francês. Foi o líder das Forças francesas livres durante a Segunda Guerra Mundial e chefe do governo provisório de 1944 a 1946. Foi o primeiro presidente da Quinta República, de 1958 a 1969. De Gaulle media quase 2 metros de altura. Cf. SILVA, J. F. Charles de Gaulle. Jornal da Vila de Prado. Disponível em: <http://www.josefernandes.net/figuras_celebres.htm>. Acesso em: 09 mar. 2010.

¹⁹ O desenvolvimento do concreto armado e protendido foi promovido, ao longo dos anos, pelo *Comité Euro-international du Béton* (CEB) e pela *Fédération Internationale de la Précontrainte* (FIP). Em 1998, essas duas associações se uniram, formando a *Fédération Internationale du Béton* (FIB). Ver: FIB. History: 1952 – 1998. Disponível em: <<http://fib.epfl.ch/about/history/>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

²⁰ Juan Carlos Delpini, responsável pelo projeto da piscina e do ginásio das instalações esportivas do Boca Junior, em Buenos Aires (Estadio del Club Atlético Boca Juniors “La Bombonera”). POLILLO, A. **Informações sobre entrevista 22.10.09** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 16 mar. 2010.

disse: “Pode deixar que eu vou fazer a piscina e o ginásio”. Fez os dois! Usou arcos: uns esticavam, outros comprimiam... Uma imaginação espetacular! O Delpini nós também consultamos: “Delpini, o que você acha?”. Ele respondeu: “Precisa sim, é bom que se faça. Mas eu tenho minhas dúvidas sobre o que vai acontecer”. Não aconteceu nada! Então saiu num livro de pontes, mas saiu primeiro na revista *Travaux Public*, porque a STUP daqui levou para lá o projeto. E na *Travaux Public*, um espanhol fez uma seleção de pontes e publicou lá. Esse projeto foi em Cuiabá.

RS: *Qual é o nome da ponte?*

AP: Uma ponte sobre o rio Cuiabá. Ela estava um pouco afastada do centro. Mas era uma ponte com um vão central de 64 metros e vãos laterais de 32. Esse central ia avançando em aduelas, de 4 em 4 metros, até que nos 8 metros finais foram unidas. Uma beleza! Uma solução bonita. E aí todo mundo passou a fazer esse tipo de engaste sem ter medo. Porque se você fizesse inicialmente os engastes, não daria certo: primeiro, porque aquele rio não permitia. A nossa solução estava substituindo outra. Porque aquele rio enche em 2 horas e tinha levado embora uma ponte quase pronta, com escoramento e tudo! A ponte caiu. Então estava sendo substituída por essa em sistema cantilever, balanços sucessivos. Depois que saiu na *Travaux Public*, teve uma repercussão internacional. Outra experiência que eu vivi foi por causa da revista “Estruturas”, que era muito divulgada nos países de língua latina e principalmente em Portugal. Então, nós mandávamos a revista para Portugal e eles, em contrapartida, mandavam todas as pesquisas que estavam fazendo. Havia uma troca em que eu dava um pouco e eles muito: ficava até envergonhado! E houve um desastre no cais de Sodr, de Portugal. Em Lisboa, tem um cais, mas o cais no rio e no no mar! no rio Tejo. A fizeram uma gare, de um certo comprimento, estava em construo e o calculista tinha imaginado uns mdulos que fossem separados por uma junta de dilatao. Quando a obra j estava quase no fim, sobrou uma verba e o governo portugus resolveu fazer um cais ainda maior. Perguntou ao construtor se era possvel. O construtor, evidentemente, pelo aditivo de contrato, disse que sim. Mas tambm foi consultar o calculista que disse: “Se voc tem a junta de dilatao, pode colocar mais vrios mdulos que no tem problema!”. S que a tal junta de dilatao no funcionou como estava imaginando ele, ou seja, de um mdulo ficar independente um do outro, porque a distncia seria suficiente. No funcionou e, alm disso, para cair, tambm precisa acontecer uma poro de coisas junto! Houve 42 de temperatura sombra em Lisboa! L estava no sol, deu um estalo, o pessoal que estava na gare olhou, do alto, gastaram mais de 10 minutos para apurar que estalo foi aquele e o negcio caiu! Matou 52 pessoas! O governo portugus – e o europeu, em geral – “pega” o calculista que projetou e manda para a cadeia! Ento eles convidaram dois alemes – o Rsch e o Leonhardt²¹ –, dois escoceses, dois franceses, dois italianos, dois espanhis, dois portugueses e dois brasileiros. Um era o Telmaco van Langendock, um grande professor paulista, famosssimo! Uma grande figura! E o outro era o Aderson, por causa da revista. O Telmaco recusou, porque ele era amigo do construtor, era amigo do Ministro das Obras – que era o Manuel Rocha – e pediu para no ir. Ocorreu aqui um Congresso Internacional de Pontes e Estruturas – o grande sonho de um professor nosso, o Antonio Alves de Noronha, que at morreu alguns meses antes do encontro. Veio gente de toda parte do mundo para c e veio um portugus, Mesquita Cardoso, que estava ali coordenando as coisas, porque ele era um grande calculista – aquele que eu j comentei. Mas ele estava de fora e ficava procurando aqui, no congresso que estava acontecendo, o substituto do Telmaco. Ns estvamos executando um projeto em Ribeiro das Lajes, um lugar perto daqui, na Usina da Laje e fui com ele mostrar a ponte... E ele foi me fazendo uma srie de perguntas! Eu pensava: “Puxa! Como esses portugueses so indiscretos! O que ele est fazendo? Est me sabatinando?”. Mas, na verdade, ele estava me questionando mesmo. Quando eu voltei, disse assim: “J encontrei um brasileiro para substituir o Telmaco!”. Moo, mais uma vez eu tremi: “Meu Deus do cu! Que vexame! Que horror! Com aquela gente toda!”. O que eu fiz? Calculei aquilo de tudo quanto jeito: at considerando abalo ssmico que no tinha aqui! Ento a concluso foi a seguinte: com o efeito da temperatura e apesar da junta no funcionar, com o comprimento inicial no teria dado problema. Agora, com a junta funcionando, poderia ser um comprimento qualquer, mas, como no funcionou, ruiu. Mas

²¹ Fritz Leonhardt (1909-1999) foi um engenheiro estrutural alemo que contribuiu com o desenvolvimento da Engenharia de Pontes, especialmente em relao s estruturas estaiadas. Estudou na Universidade de Stuttgart, onde foi professor de 1958 a 1974 e diretor de 1967 a 1969. Em 1954, criou a empresa Leonhardt und Andr, desenvolvendo vrios projetos. Cf. SAUL, R.; SVENSSON, H. S.; ANDR, H. P. Eminent structural engineer: dr. Fritz Leonhardt (1909–1999). *Structural Engineering International*, Stuttgart, p. 94-96, jan. 2007.

você pensa só: se um engenheiro faz uma ponte com uma junta de dilatação, por um acaso vai fazer uma conta sem ter junta?! Na verdade, não foi culpa dele. Cada um tinha que fazer um parecer e até pedi para o Aderson: “Vamos juntar os dois?”. Decidimos mandar um parecer conjunto. Na verdade, eu que tinha feito todo aquele cálculo. Mandamos para lá e o juiz, português, naturalmente pela facilidade de ler relatório em português, mandou fazer uma série de perguntas em face do conhecimento dos dois alemães. Um alemão, o Rüschi, mandava “esfolar” o calculista e o outro, o Leonhardt, mandava matar de uma vez! E eu estava com “bronca” desse Leonhardt.

RS: *Por quê?*

AP: Todo mundo dizia: “Já viram os detalhes no livro do Leonhardt?”. E eu fui ver. Por conta daquele intercâmbio da revista com Portugal – que, no fim, não era só com Portugal, porque eu também fiz um acordo com um laboratório da Suécia. Então eles me mandavam material de lá e estavam estudando “nó de quadro”, de maneira que o melhor detalhe de “nó quadro” era deles! O Leonhardt, como eu, deve ter recebido tudo lá da Suécia, colocou no livro e ficou em silêncio!

RS: *Não citou a referência.*

AP: Não colocou. Aqui, no Brasil, é gozado: os matemáticos tinham um dispositivo que chamava de “Briot-Ruffini”²², mas era do Ruffini²³! O Briot²⁴ só colocou no “livrinho” dele. Mas o pessoal escrevia “Briot-Ruffini”. O Briot não tinha nada com isso! Então a mesma coisa aconteceu com o “seu” Leonhardt e eu já estava com essa “bronca”... Mas “bronca” maior eu tive, por causa de outra situação. Alguém, lá de Minas Gerais, chegou em nosso escritório e falou: “Olha, nós estamos com um problema em uma mina de carvão lá perto de Belo Horizonte. Nós temos ‘tantos’ funcionários, a estrutura está vibrando, não pode parar com a maquinaria toda... Mas nós temos que parar com aquela tremedeira, se não, daqui a pouco, vai cair tudo!”. Aí nós fizemos o projeto para proteger a estrutura dessa tal mina, com o cuidado de não parar de funcionar, para eles não terem que mandar embora os funcionários. O negócio funcionou “direitinho”, mas não tinha nada de excepcional: foi só calcular o problema de vibração – um problema “manjado”, que aparece muitos livros. E fizemos aquilo. Então veio uma carta, do autor do projeto original, que tinha feito a mesma coisa em outro lugar e perguntava se nós daríamos licença para ele usar lá, corrigindo o mesmo erro. Eu fiquei tão emocionado com aquilo que falei: “Puxa! Os alemães pedindo licença para usar a nossa idéia!”. Eu só falei “pagar um café” para os alemães com a alegria que eu estava! Na “bendita” revista, mais uma vez, surgiu o artigo de um alemão. Eu aproveitei a carta daquele – eu não sei alemão –, chamei até o meu editor que era alemão e disse: “Aproveita a carta e escreve mais ou menos a mesma coisa, porque eu quero publicar esse artigo”. O “cara” respondeu de lá: “Eu não deixo, eu não permito publicar!”. Então eu já estava com uma “bronca”, com uma mágoa... Mas eles cometeram a seguinte “besteira”: disseram como é que tinha que ser feito. Você dizer que não está bom e apontar um defeito até não é tão grave. Agora, você dizer qual é o certo “não dá”! Então, como eu estava com aquela “bronca”, com aquele “espírito vingativo”, pensei: “Esses caras são tão maus que querem prender o calculista!”. Mas eles não são tão bons assim: um é plagiário, o outro fez uma tabela que o deixou famoso – a tabela de cálculo de laje pelo Rüschi – e que eu tinha feito pelo método da ruptura. Como eu estava

²² Algoritmo de Briot-Ruffini é um método de resolução de frações polinomiais.

²³ Paolo Ruffini (1765-1822) foi um médico e matemático italiano. Estudou na Universidade de Modena, onde recebeu o grau de doutor. Como matemático, seu nome está associado com a prova da impossibilidade de resolver algebricamente a equação de grau 5, sobre a qual escreveu vários tratados. Demonstrou também a impossibilidade da quadratura do círculo, publicou o método de aproximação para as raízes de equações numéricas – conhecido como método de Horner – e recebeu, em 1804, a medalha de ouro oferecida pela Italian Society of Forty por sua dissertação. Cf. UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Biografias: Paolo Ruffini. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/PaoloRuf.html>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

²⁴ Charles Auguste Briot (1817-1882) foi um matemático e físico francês. Ingresso na Ecole Normale Supérieure de Paris (1838), onde obteve um doutorado (1842), defendendo um trabalho sobre a órbita de um corpo sólido ao redor de um ponto fixo. Tornou-se professor no Orléans Lycée e, depois, na Universidade de Lyon. Em 1864, tornou-se professor da Sorbonne e da Ecole Normale Supérieure. Escreveu muitos livros de ensino. Cf. UFCG. Biografias: Charles Auguste Briot. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/ChABriot.html>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

com “bronca” dos alemães mesmo, aí mostramos que não era culpa do engenheiro calculista, que ocorreu uma série de fatores e a junta não funcionou como o esperado. E ninguém foi preso! Então, se alguém tinha que indenizar – se é que tem jeito de indenizar vida humana – era o governo português. Ah! Um outro episódio também foi com aquele meu assistente que corrigia provas.

RS: *Qual é o nome dele?*

AP: Era Roberto²⁵. Ele era mineiro, da terra de Tancredo Neves, a cidade em que ele nasceu... E ele foi trabalhar com o Joaquim Cardozo. O Joaquim Cardozo era um grande calculista, um sujeito bem preparado, mas, no final da vida dele, era boêmio. Então ele ia dormir tarde, acordava tarde... Como é que eu sei disso? Porque eu dava aula pela manhã inteira, nas duas escolas, todo dia e depois trabalhava no escritório até sete, oito horas da noite. Mas eu tinha um desenhista, que trabalhava comigo nessa jornada – de uma da tarde até sete horas da noite – e, de manhã, ele era calculista do Joaquim Cardozo. Como o Joaquim Cardozo chegava tarde, ele não queria perder tempo e começava a adiantar o trabalho. Em bom português, ele “chutava”, “né”?! Aí chegava o Joaquim Cardozo, com a experiência dele, e dizia: “Então você coloca mais uma ‘barrinha’ aqui, muda outra coisa ali”. Por isso, eu já sabia o que acontecia. Quando o projeto era em escala maior, o Roberto trabalhava como calculista do Joaquim Cardozo. Uma vez ele estava fazendo uma obra lá em Recife. O Roberto me procurou, sobre um mesmo projeto e eu disse: “Está tudo bem no sentido longitudinal, mas no transversal está móvel! Isso aí vai cair!”. E caiu, naquela madrugada! E ele ia fazer a mesma coisa em Recife. O Fundão é muito perto do Galeão... Aí o Roberto telefonou para a mãe e disse: “Mãe, eu não vou para casa, eu vou viajar”. Pegou o avião aqui e vou correndo lá para salvar a obra!

RS: *Qual é a obra?*

AP: É uma obra famosa, mas não lembro o nome agora. Então eu passei por vários episódios na minha vida... No mais, era obra de rotina que a gente fazia. Teve um outro episódio também muito interessante! Esse foi lá perto das grandes universidades, lá na Urca. Tinha um cinema, que estava sendo calculado por um colega meu. Esse meu colega também deixou um preposto aqui e foi a Paris fazer uma viagem. O preposto dele fez uma viga enorme no teto do cinema que estava apoiada sobre dois pilares... Cada viga sobre dois pilares. Ele dava uma contra-flecha, mas, na contra-flecha que dava, tendo em vista o grande peso da viga dele – uma viga de quase 2 metros de altura –, quando o mestre enchia aquela viga pesadíssima, só o peso próprio do concreto “comia” a contra-flecha! E o mestre ficava felicíssimo porque a viga era plana, mas esquecia que a contra-flecha era para a carga futura! Então o que aconteceu? Fizeram a cobertura, começou a trincar tudo quanto é viga e a ameaçar a vir ao chão. O preposto dele me procurou, porque, quando acontece uma coisa dessas, você tem que pedir socorro para todo mundo, “né”?! Eu disse: “Só tem um jeito: nós vamos criar uma protensão nessas vigas. Mas tem que ser para ontem, tem que fazer correndo. Não tem que apelar para estudos!”. Então levaram todo o equipamento e fizemos uma protensão por fora das vigas. Isso também foi emocionante, porque foram 36 horas de trabalho contínuo! As vigas foram voltando, com todas as fissuras sendo fechadas. Foi emocionante! Depois avisaram a Defesa Civil, mas quando chegaram lá, já estava tudo resolvido! Ganhamos fama por causa disso. Muita gente perguntava: “Qual é esse cinema?”. As pessoas passavam lá para ver. Depois foi passando o tempo e hoje não é mais cinema. Mas também foi um acontecimento interessante. Eu me senti como um médico que salva uma vida!

RS: *Um patologista de estruturas.*

AP: O resto depois não. Com os muitos cargos administrativos que assumi, passei a clientela para um primo meu, que continuou, sozinho, o trabalho. O que eu tinha adquirido e o que ia adquirindo passava para ele... Como todo engenheiro, a gente acaba administrador!

RS: *Considerando essa vasta experiência do senhor, eu gostaria que justificasse a importância do conhecimento sobre Comportamento Estrutural para os arquitetos. O que um arquiteto perde não conhecendo sobre Estruturas?*

²⁵ Roberto Soares de Almeida era auxiliar de Joaquim Cardozo. POLILLO, A. **Informações sobre entrevista 22.10.09** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 16 mar. 2010.

AP: Eu posso dizer o seguinte: em toda a experiência minha, eu nunca tive dúvidas, voltando ao começo da nossa conversa, se o arquiteto estuda Teoria da Arquitetura, então, por que você não fazer entrar a Estrutura em algum momento da evolução do seu projeto? Não é porque a Estrutura que comanda o projeto... Não tem nada disso! O projeto tem que ter liberdade criativa! A partir do momento que você vai adquirindo experiência, naturalmente, com o sentimento da Estrutura que você educa, percebe que ela existe. Porque ainda não inventaram nenhum prédio sem Estruturas! É como o corpo humano, que tem várias especialidades de órgãos, mas tem também esqueleto: e, sem o esqueleto, o corpo não pára em pé! O corpo tem um laboratório no fígado, tem uma bomba que resolve tudo – que é coração, mas também tem a forma, tem a beleza... Se uma moça é bonita, é uma obra de arte da natureza! Então tem de tudo! Mas tem também a Estrutura, apesar de ninguém estar vendo. Não é que a gente tenha que se envergonhar da Estrutura, ela faz parte da obra! Há um determinado momento em que a Estrutura entra no projeto. Não na hora em que você está criando! Você cria primeiro. Nas aulas, eu fazia assim, ia até a prancheta de cada um. Eu dava um projeto de arquitetura para eles desenvolverem e também “entrarem” com a Estrutura. Escolhia um tipo de edifício e dava o programa: “Quero uma garagem para tantos carros, quero que tenha tantos quartos...”. Dava todo o programa! Agora, você vai partir da Estrutura? Não. Eles faziam as plantas. Depois, pedia para lançar a Estrutura, por exemplo, para atender a garagem: “Eu quero tantas vagas, quero 2,5 por 5 metros para cada vaga... Então você tem que escolher as colunas para atender a essas vagas e que não atrapalhem o seu projeto!”. Começavam a resolver os projetos e tiravam as dúvidas, mas sempre respeitando as propostas. Tudo, sem calcular. Depois eu pedia para calcular uma viga, uma laje e um pilar do prédio! Era isso o que eu fazia. Há um momento importante em que a Estrutura entra, mas não tirando a liberdade do arquiteto! E nem prescindindo da Estrutura! Porque não é admissível que você faça um projeto sem Estruturas! Isso acontecia o semestre “inteirinho” com eles. Dava as aulas teóricas sempre, mas a parte prática era desenvolver esse projeto. E eu ainda ficava surpreso com quantas dicas de Arquitetura ainda tinha que dar para eles! Escada, por exemplo... Geralmente eu que ensinava a relação entre o tamanho do espelho e do piso, dava aquela fórmula. Não tinham noção também de porta para incêndio, do tamanho da área que precisava. Explicava com paciência e acabavam ficando todos meus amigos. Então a Estrutura entra num determinado instante do projeto, mas, para isso, você precisa educar! Você precisa vivenciar. O pessoal falava muito em Projeto Integrado. Quando eu fui reitor, curiosamente, foi a primeira vez que eu vi um projeto integrado feito por alunos! Como é que aconteceu isso? Mudou o Museu Imperial – que atualmente é o Museu Nacional, na Boa Vista, e pertence à Universidade²⁶... E, lá no museu, tinha a Sala do Imperador, a Sala do Embaixador, uma beleza! Mas estava tudo estragando. O Ministério da Cultura ia gastar “uma nota” para reformar aquele prédio. Eu tive uma reunião com o secretário da Cultura, com o secretário do Ministério da Educação e vetei! Eles perguntaram: “Você não gostou?”. Eu respondi: “Vocês vão gastar dinheiro para resolver um problema que não é a causa”. Sabe qual era a causa? 400 mil volumes da biblioteca do museu em cima daquele teto! Disse: “Vocês vão ter que tirar esse patrimônio e colocar em outro lugar. Depois é que vai reformar! Mas, para isso, tem que fazer um projeto de um outro acervo”. Reclamaram: “Mas vai ter que pagar projeto?”. E eu respondi: “O projeto vai ser feito por alunos!”. Fizeram o projeto arquitetônico e, simultaneamente, com a orientação do professor, o cálculo estrutural e até a chamada “terapia” para cuidar dos livros.

RS: *O restauro?*

AP: Isso, fizeram o restauro. A ambientação, com iluminação e ventilação. E, quando estava o projeto pronto e acabado, digo: “Agora vocês fazem a licitação para construir”. Quando terminou, eu já não era mais reitor, mas me convidaram para a inauguração. Não teve problema a obra, porque tudo foi projetado antes! Autoria de quem? Dos alunos! Então isso também foi interessante. Pouco tempo depois, o Tribunal de Contas se manifestou: “Não houve concorrência para fazer projeto!”. Respondi: “É claro que não houve, não custou nada! Foi feito pelos alunos!”.

²⁶ Museu Nacional localiza-se no Parque da Quinta da Boa Vista, em São Cristóvão, na cidade do Rio de Janeiro. Originalmente denominado de Museu Real, foi incorporado à Universidade do Brasil (atual UFRJ) em 1946. Cf. MUSEU NACIONAL. O museu. Disponível em: <<http://www.museunacional.ufrj.br/MuseuNacional/Principal/omuseu.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

ANEXO O – ENTREVISTA COM PROFESSORES DA PUC MINAS

BIOGRAFIAS

Roberto Eustaáquio dos Santos graduou-se em Arquitetura e Urbanismo (1983) e concluiu seu mestrado em Arquitetura (2002) pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Em 2008, tornou-se doutor em Educação pela Faculdade de Educação da mesma instituição. Entre 1987 e 1999, lecionou nas Faculdades Metodistas Integradas Isabela Hendrix (FAMIH). Desde 1996, é professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG); sendo que, em 2004, assumiu a coordenação didática desse curso. A partir de 2002, tornou-se redator dos Cadernos de Arquitetura e Urbanismo da PUC-MG.

Margarete Maria de Araújo Silva é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde se graduou em 1983. Concluiu seu mestrado em Engenharia de Construções Civis e Urbanas pela Universidade de São Paulo em 2004. Na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, é professora assistente do Curso de Arquitetura e Urbanismo, desde 1997. Atualmente ministra as disciplinas de Planejamento Habitacional, Planejamento Ambiental e Geologia Urbana. Já lecionou Introdução aos Sistemas Estruturais, Sistemas Estruturais e Técnicas da Construção. Desde 2002, coordena a equipe do Escritório de Integração da Pró-Reitoria de Extensão e coordena o Programa Construção e Cidadania para qualificação profissional na construção civil. Atua principalmente como assessora técnica aos grupos organizados dos movimentos sociais urbanos para a produção autogestionária de habitações e recuperação de áreas urbanas degradadas.

Vanessa Borges Brasileiro possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais (1992), mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1999) e doutorado em História pela Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais (2008). Entre 1993 e 1995, realizou o Inventário do Patrimônio Urbano e Cultural de Belo Horizonte, dentro da Prefeitura. Foi presidente do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA/MG) no ano de 2003. Atualmente é professora da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (desde 1997) e da Universidade Federal de Minas Gerais (desde 2002). Na primeira, assumiu a coordenação do Núcleo de Teoria e História em 2007. Também lecionou nas Faculdades Metodistas Integradas Izabella Hendrix entre 1997 e 1999, e na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Fundação Mineira de Educação e Cultura, de 1998 e 2008.

Entrevista realizada no dia 17 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

Rita Saramago (RS): *Em primeiro lugar, eu gostaria que os senhores contassem como foi a concepção do Escritório de Integração¹. Como que surgiu a proposta?*

Margarete Silva (MS): Na verdade, o Escritório de Integração começou junto com o curso de Arquitetura em 91. Quando criou o curso, já veio a estrutura do Escritório, que atendia a um público bastante distinto. Na verdade, a gente continua atendendo aquele mesmo público, mas passamos a atender prioritariamente aos movimentos organizados: os movimentos sociais urbanos, que demandam serviços de Arquitetura e Urbanismo. Então a gente trabalha muito com o pessoal dos movimentos de moradia, os moradores de vilas e favelas, baixias de viadutos, ocupações de prédios abandonados e inacabados... Aquilo que o “Ró” tinha falado de a gente não atender individualmente². Mas quando ele surgiu, atendia basicamente a demandas da região metropolitana de Belo Horizonte, mas vindas das paróquias dos padres que, de uma maneira ou de outra, eram focos de organização nas periferias. A demanda deles girava em torno de construir um centro comunitário para encontros, ampliar a igreja,

¹ O Escritório de Integração (EI) é um núcleo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), criado em 1993. O EI desenvolve trabalhos direcionados às associações organizadas, principalmente nas áreas de vilas e favelas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Além disso, desenvolve projetos de pesquisa e cursos de extensão voltados ao próprio curso de graduação. SANTOS, R. E. **Práticas e espaços pedagógicos na articulação entre ensino-pesquisa-extensão** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 26 abr. 2009.

² Referência à descrição feita do Escritório de Integração pelo Prof. Roberto, antes da realização da entrevista.

melhorar as condições de salubridade... Esse tipo de trabalho muito ligado à ação social da Igreja, a gente continua fazendo, mas ele não é mais o principal foco. A gente acabou se diversificando em cima desse outro tipo de demanda – que é uma demanda enorme! – e hoje estamos aí com um número de parceiros bastante grande dentre os movimentos populares, os movimentos sociais! Acho que desde 2000, 2001, que mudou um pouco essa abordagem. E nós, nesse atendimento, sempre defendemos que a Arquitetura, que o trabalho do arquiteto deveria se estender ao canteiro de obras, ao cuidado com a implantação, com a questão ambiental, principalmente pela fragilidade das áreas que a gente trabalha – áreas de encosta, fundos de vale, ocupações densas de favela! Então, “de cara”, o Escritório já fazia pontes com Planejamento Ambiental e com Planejamento Habitacional. E também uma linha muito ligada à tecnologia, porque justamente o cliente que nos procurava – que nos procura – se ele não tem como “bancar” projeto, muito menos tem recursos depois para implantar! Então a gente começou a descobrir potenciais financiadores. A gente teve que captar recursos e procurar parceiros. Ao mesmo tempo, uma outra linha que foi forte no Escritório – e que acabou gerando o conceito da nossa Escola de Formação de Mão-de-Obra³ – é a formação de profissionais, não só de canteiro, mas principalmente arquitetos com vivência de canteiro, com um conhecimento e uma intimidade maior com o que a gente considera que seja a nossa matéria-prima! Então essa entrada na linha de formação de mão-de-obra começou, primeiro, com os movimentos de moradia de novo. A gente tinha um programa chamado “Construção e Cidadania”⁴, que já passou por não sei quantas edições...

Roberto Eustáquio (RE): 13!

MS: 13 edições! Era um curso noturno, duas vezes por semana. Na verdade, ele funcionava duas vezes à noite e o sábado inteiro. Congregava gente dos vários grupos organizados por moradia: mulheres, adolescentes, homens... Não necessariamente com experiência na construção civil. A gente chamava esse curso de “Fundamentos da Construção”. A natureza desse curso foi, para nós, muito benéfica! Primeiro, porque quem eram os monitores desse curso eram os nossos alunos da Arquitetura: então a gente tinha que formá-los para que eles dessem conta disso!

RS: *Eles eram formados dentro do Escritório?*

MS: Eles eram formados dentro do próprio Programa. Eram os monitores. A gente tinha, nessa época, 6 turmas, 7 turmas. Cada turma tinha 2 monitores, que a gente chamava de “aprendiz” e “veterano”. Um ia “passando a bola” para o outro. Foi uma maneira muito ágil de a gente trazer o assunto que achava que estava fora do nosso contexto para o interior da Escola e isso acabou repercutindo na Escola de uma maneira geral, porque a gente tinha muitos estagiários! Não é, “Ró”? A gente tinha um “exército” de monitores! Então, a cada semestre, a gente renovava metade deles e o curso tinha uma continuidade.

RE: O veterano partia e aquele que tinha aprendido com ele ficava para ensinar o próximo. Assim como na turma dos próprios formandos, um “cara” que se destacava lá dentro – um ex-aluno – ficava como monitor também! Porque tem a “história” da interlocução: coisas que eles não falam para a gente de jeito nenhum! Mas falavam para os monitores! Então se criava um jeito de “chegar mais próximo” deles. Por isso, tinha informação que vinha por meio desse monitor que tinha sido egresso do próprio curso. Partiu da própria experiência da “Leta” com os mutirões.

MS: É uma informação que está lá repercutida no projeto como a circularidade, a informação que sai de lá, que vem do canteiro e que volta. Eu acho que os cursos de formação de mão-de-obra são aqueles que mais estão perto da nossa intenção aqui. Todos os outros trabalhos que a gente faz... Estou olhando daqui e estou vendo dois: a cidade e sua capacidade instalada e os jardins de Petrópolis. Um é trabalho com essas estruturas ociosas urbanas – viadutos e edifícios abandonados, a própria área de favelas com ocupação desordenada –; e o outro é um condomínio de classe média, média-alta – o jardim de Petrópolis – que quer soluções de conforto para a circulação de veículos, para contenção de

³ A Escola de Formação de Mão-de-obra constitui uma atividade estruturada desde os primeiros anos de funcionamento do Escritório de Integração, atualmente em sua 13ª edição. SANTOS, op. cit.

⁴ Inicialmente, o curso “Construção e Cidadania” destinava-se à formação de mão-de-obra bruta para a construção civil com egressos do sistema prisional. Atualmente abrange outros perfis de alunos – pessoas de grupos organizados por moradia –, sendo desenvolvido em parceria com a Ação Social Arquidiocesana. Ibid.

encostas, para resolver a absorção de água de chuvas⁵... Mas eles não estão procurando soluções convencionais! Então todas as nossas propostas acabam nos levando para uma investigação tecnológica, de desenvolvimento de sistemas. Se você olhar ali em cima do armário, está vendo? Aquelas estruturas são as “maquetinhas” dos sistemas que a gente pretende experimentar lá no jardim de Petrópolis para recuperar uma área degradada, usando bambu, reduzindo a velocidade das águas pluviais... Na verdade, tudo acaba girando em torno de conhecer o que nós temos de tecnologia disponível, avaliar a adequação dela, preparar-se para ela – por exemplo, no caso do curso, em que o “carro-chefe” é a alvenaria estrutural: a gente usa a alvenaria estrutural porque achamos que é uma forma de resgate não só de princípios construtivos, mas de conceitos ligados à própria representação, à manipulação do desenho, do projeto ser um projeto, de fato, executivo, ter prescrições com relação ao processo e não apenas do produto final. Então, ou a gente reforça “coisas” como essa, ou a gente estimula a buscar outras soluções a partir de uma avaliação de que o que está aí não é satisfatório. Um cliente como o jardim de Petrópolis, para nós, é legal, porque eles não querem asfalto, não querem contenção em concreto armado, não querem galeria para água de chuva, mas eles querem estabilizar o lugar. Porque tem problemas na época de chuva, na época de seca junta poeira, existem processos de voçorocamentos... Vários processos que precisam ser contidos, mas eles não querem, de forma nenhuma, o convencional! Então, nessa linha de atendimento, eu diria que a tônica seria processo de formação e assessoria técnica a essas demandas habitacionais urbanas, demandas de áreas que sofreram processo de degradação por ocupação residencial... Quer dizer, a gente existe desde o início do curso, até um determinado momento com uma linha de atuação e, de 2000, 2001 pra cá, mantendo aquela, mas diversificando muito nesse atendimento.

RE: Queria só completar uma coisa que é importante sobre isso: o Escritório de Integração nasce como uma espécie de apêndice do curso em 91.

RS: *Eu ia justamente perguntar qual é a relação entre o Escritório e o curso de graduação no currículo antigo*⁶.

RE: Para você ter uma idéia, a discussão do projeto pedagógico começa em 98! Então a gente fez, logo de início, não uma reforma curricular, mas uma adaptação do currículo que existia e essa discussão se estendeu até 2008, quando ele foi finalmente aprovado. Agora, a partir do momento, lá por volta de 2000, quando o Escritório começou com essa atuação diferenciada, ocorreu um caminho inverso: o próprio Escritório começou a informar o currículo do curso! Então, grande parte dessa estrutura, sobretudo do Ciclo Profissionalizante, nasce em função das possibilidades que o Escritório de Integração abriu para nós. Tanto que ele passa até a ser constitutivo do curso!

RS: *Ele passa a ser o elemento norteador?*

RE: Exatamente! Porque a gente viu que essa experiência abre perspectivas! Porque a gente tem uma “aposta” também, apesar de cumprir as Diretrizes Curriculares, de não “ferir” a lei, de não ter o mesmo curso de Arquitetura que a Universidade Federal tem! Ou que uma outra escola tenha. De “apostar” num determinado caráter! E esse caráter foi dado pelo Escritório de Integração. Tanto que, no texto do projeto pedagógico, o Escritório aparece como “o” elemento articulador!

RS: *E todos os alunos têm acesso ao Escritório?*

RE: Tem um processo de seleção que a gente faz questão de ser bem rigoroso e bem “aberto”.

MS: É um lugar para o qual os alunos querem muito vir!

⁵ Em parceria com a Associação dos Moradores do Condomínio Jardins de Petrópolis, o Escritório de Integração da PUC Minas desenvolve um projeto de recuperação socioambiental da Área da Cascalheira – região localizada na parte central do município de Nova Lima (MG) e afetada por processos de degradação físico-ambiental, de origem antrópica. Cf. Ver: ESCRITÓRIO de integração. 19 mai. 2009. Disponível em: <<http://escritoriointegracao.blogspot.com/2009/05/escritorio-de-integracao-participa-do.html>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

⁶ O novo Projeto Pedagógico do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas foi aprovado em maio de 2008 pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da universidade. SANTOS, op. cit.

RE: Querem muito vir! Agora, isso também mudou. Porque, antes, o Escritório era uma possibilidade, mas não era, de fato, incorporado na escola. Então hoje os alunos “dão notícia” e aumenta o interesse! Com essa seleção, a gente tenta articular. Eu tenho aluno que apenas entrou no curso e aluno que está saindo já, está fazendo o TFG! Isso também faz “circular”. A gente está “apostando” nisso aqui dentro do curso também. Tem um momento aqui em que eu vou ter três níveis de aluno: vou ter aluno que seria do quarto, do quinto e do sexto período. Aluno que já tem experiência de projeto, aluno que não tem nenhuma! É essa “história” de não nivelar o “cara” pelo tanto que ele já fez ou pelo tanto que ele já sabe. Aqui está todo mundo igual e a idéia é trocar! Quem sabe ensina para o outro.

MS: E a prática de levar para as disciplinas as experiências do Escritório de Integração, muito antes da gente conseguir que isso fosse formalmente assumido no currículo, já fazíamos isso. Então, os alunos do Planejamento Habitacional trabalhavam na Vila Ouro Preto que era cliente do escritório⁷. Os alunos de Ambiental trabalhavam no Morro das Pedras que era cliente do escritório⁸.

RS: *Não era uma integração formal, mas ela existia.*

MS: Existia e era uma maneira de termos mais gente “colocando o pé” na realidade e refletindo sobre aqueles trabalhos que várias vezes a gente “pegava” sem saber como dar conta! Então é isso: a estrutura formal do Escritório é pequena e, na verdade, nós aprendemos a ampliar essa estrutura através da formação de parcerias, a partir do cliente. Pela natureza do cliente e pela natureza da demanda, a gente aprendeu a descobrir quem são os órgãos financiadores. Por exemplo, os meninos agora estão às voltas com a demanda da Casa do Mel, lá em Chapada do Norte⁹, em que o povo não tem dinheiro nem para contratar projeto, muito menos vai ter depois! Mas descobri uma rede de financiadores dentro do Ministério das Cidades, até do Ministério de Ciência e Tecnologia, de Agricultura.

RS: *E como são realizadas essas parcerias?*

MS: Na verdade, como “eram”... Porque a gente teve um processo de interrupção bastante significativo no nosso processo de 2 anos, 3 anos para cá. Porque, internamente, na PUC – a burocracia interna, a assessoria jurídica, etc. –, a realimentação de formas de fazer contratos e convênios vem passando por diversas mudanças que, de certa forma, dificultaram em muito o nosso trabalho! Então, até antes disso, dependendo da situação, a gente celebrava via um órgão, como o Ministério das Cidades. Nós fizemos o trabalho dos viadutos, da via expressa, através de um edital do Ministério das Cidades apenas como poder executivo¹⁰. Como a gente não podia concorrer a ele, já que não fazemos parte da administração pública, nós fomos à Regional da Prefeitura¹¹ – que “pega” essa área nossa que é a Regional Noroeste –

⁷ O Escritório de Integração, ao longo de 2009, prestou assessoria técnica à implantação do Residencial Cidadania, desenvolvendo projetos arquitetônicos e urbanísticos e capacitando a população para a produção autogestionária de moradias destinadas às famílias removidas ao longo do Córrego da Cidadania, na Vila Ouro Preto, de Belo Horizonte. Essas famílias foram removidas do local para a implantação do Parque Linear, dentro da proposta de revitalização do Córrego da Cidadania. Os moradores, com a indenização, compraram dois terrenos próximos à Vila e formaram o Residencial Cidadania. Ver: ESCRITÓRIO..., op. cit, 2009.

⁸ Este trabalho fez parte do projeto “Fica Vivo” – desenvolvido em parceria com a Secretaria de Estado de Defesa Social de Minas Gerais, com o objetivo de diminuir os níveis de violência urbana através do planejamento urbano. Assim, foi desenvolvido um projeto piloto para o Aglomerado Morro das Pedras, na região oeste de Belo Horizonte, propondo melhores condições de vida em um espaço urbano da exclusão. Cf. Ibid.

⁹ O projeto “Casa de Mel” objetiva proporcionar uma oportunidade de integração social, além de preservar a cultura quilombola, em consonância ao desenvolvimento da região de Chapada do Norte, no Vale do Jequitinhonha. Para tanto, os agricultores da região, remanescentes de quilombos, recebem treinamento em gestão de cooperativa, além de outras informações para novas possibilidades de sustento familiar, como a apicultura. Cf. PUC MINAS. PUC cidadã. Disponível em: <http://www.pucminas.br/vestibular/2010_01/puc_cidada.php?PHPSESSID=ff7e5bc196f84d0ae2eb677c5085b80f>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁰ Dentro desse projeto, foram atendidas 60 famílias de ex-moradores de baixios de viadutos, catadores de materiais recicláveis, ambulantes, “flanelinhas” e moradores de rua. Elaborou-se um plano de ocupação e uso das áreas sob os viadutos da Via Expressa no trecho compreendido entre o Complexo da Lagoinha e o Viaduto do Bairro Camargos, em Belo Horizonte. Ver: ESCRITÓRIO..., op. cit, 2009.

¹¹ Belo Horizonte foi dividida em nove grandes regiões administrativas para descentralizar vários serviços prestados pela Prefeitura de Belo Horizonte. Cada uma das secretarias de administração regional funciona como

e dissemos para eles: “Olha, tem esse edital. Nós temos esse trabalho... Vocês topam apresentar a proposta em conjunto?”. Eles “toparam” e a gente fechou uma parceria que era: nós da universidade, a Regional da Prefeitura e a Pastoral de Rua – que representava o primeiro contato com os moradores do viaduto. Então os moradores dos viadutos é que eram o objeto e veio essa estrutura toda para dar a eles... Os “predinhos” de Santa Tereza¹²? A mesma coisa. Uma demanda que vinha da Pastoral de Rua¹³ e, “na medida do possível”, a gente foi investigando, fizemos uma pequena parceria com os Irmãos Marista¹⁴, depois apareceu um edital do Ministério das Cidades, apresentamos e infelizmente não foi aprovado. Então, na realidade, cada situação descobre um caminho. E o aprendizado – que era o que eu dizia para os estagiários – era trabalhar “no risco”, apresentando a proposta, mas sem ter dinheiro para montar a proposta. Mas a proposta financiada remuneraria a próxima. A gente vinha num processo que eu cheguei a vislumbrar a possibilidade de recebermos no escritório qualquer aluno. A universidade católica é particular, então, é uma universidade cara. Tem um número considerável de alunos que não entram porque não dão conta de “bancar”! A gente vinha numa situação tão favorável, em termos de receptividade ao nosso trabalho, em termos de demanda que não parava de “bater”, e esse aprendizado de captar recursos, que a gente chegou a vislumbrar o momento em que qualquer aluno poderia entrar para se engajar em algum projeto! E que, eventualmente, ele até faria parte do público contemplado, como já aconteceu muito. Nós temos alunos aqui que são moradores de favela, que são de movimentos de moradia, que a mãe faz parte de um grupo... Que a gente pudesse oferecer para esse aluno as condições de estudo, através do trabalho dele no Escritório. Isso reduziu muito nesses dois últimos anos! Nós agora estamos tentando, de novo, incorporar nos projetos de extensão, de pesquisa – porque o currículo já está no quarto período.

RE: Vai para o quinto agora.

MS: É. Nós estamos tentando aprender de novo os processos burocráticos aqui, dentro dessas novas regras, que nos permitam fazer isso.

RE: Para você ter uma idéia, a gente vai ter o primeiro semestre de 2010 para preparar os ambientes de ensino-aprendizagem do tipo Laboratório de Extensão e Laboratório de Pesquisa. Então, no segundo semestre de 2010, eu tenho os laboratórios requeridos. Pode ser que eu consiga ter até 80 alunos envolvidos nessas atividades! Porque aí o que a gente vai fazer é transformar esse aluno em especialista. A própria circunstância dele como aluno vai mudar.

RS: *Vão ser disponibilizados os projetos, os alunos vêem com quais têm mais afinidade e escolhem?*

RE: A gente tem feito assim: antes da pré-matrícula, todos os professores apresentam seus planos de ensino. A gente afixa aqui na porta e manda por e-mail todas as propostas de curso. Porque, dentro de uma mesma disciplina, eu posso ter até três propostas diferentes! Quer dizer, eu não preciso me acertar com meu colega de disciplina e fazer exatamente a mesma coisa. Por experiência aqui, a gente viu que,

mini-prefeituras, sendo que as regionais estão subdivididas em duas grandes áreas: social e urbana. Cf. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Regional Nordeste: estrutura. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regionalnoroeste&tax=6601&lang=pt_BR&pg=5482&taxp=0&>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹² Desenvolvido com a população de baixa renda – de aproximadamente 550 pessoas – que ocupa os edifícios localizados no bairro de Santa Tereza em Belo Horizonte, o projeto tinha como objetivo a qualificação do espaço ocupado, bem como sua integração com o entorno. Ver: ESCRITÓRIO..., op. cit., 2009.

¹³ A Pastoral da arquidiocese de Belo Horizonte atua junto à população de rua, desenvolvendo projetos solidários e procurando estimular sua organização e mobilização para o trabalho. Com sede em Belo Horizonte, a Pastoral tem abrangência nacional, estando presente em algumas cidades das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Cf. ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE. Pastoral de rua. Disponível em: <<http://www.arquidiocesebh.org.br/site/atuacao.php?id=91>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁴ A Congregação Irmãos Maristas foi fundada em 1817, na França, por Marcelino Champagnat. A partir de então, os Maristas se expandem pela França e por outros países, chegando ao Brasil em outubro de 1897. No Brasil, os Irmãos Maristas estão divididos em três unidades administrativas, denominadas de províncias: Província Marista do Brasil Centro-Norte, do Brasil Centro-Sul e do Rio Grande do Sul, que abrange também o Distrito Federal. A ênfase do trabalho marista está na educação e na assistência social. Cf. IRMÃOS MARISTAS. Quem somos. Disponível em: <<http://www.champagnat.org/pt/220100000.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

muitas vezes, para não desagradar ninguém, também não agradava ninguém! Então agora temos, de fato, autonomia de montar o curso que a gente quer! E a gente tem uma prestação de contas à Escola que vai acontecer – era para ser na semana que vem, mas adiamos uma semana –, em que cada professor monta uma avaliação, com as pranchas-síntese. Cada aluno entrega um formato, aquilo é montado como um caderno, o professor apresenta a disciplina, discute a disciplina... Todo mundo olha o de todo mundo e um dia da semana a gente pára e conversa sobre isso. Não teve essa conversa ainda, é a primeira vez que vai acontecer! Mas a idéia, nesse momento, é a da gente ver o que deu certo e o que deu errado, o próprio dimensionamento. Essa experiência que a gente vinha brincando aqui, chamando de “primário de roça”, porque é a que tem alunos de nível diferente. Porque, por exemplo, tem uma atividade que eles mesmos organizam que é uma maratona de projetos na semana de Arquitetura, em que as equipes heterogêneas apresentam projetos muito legais¹⁵! E já teve caso aqui de aluno de segundo período ganhar a maratona! Os arquitetos, de modo geral, têm uma habilidade para lidar com um problema aberto assim. Eu já vi gente descrevendo o curso e acho que o problema nosso não está aí. O problema é, de fato, endereçar o curso para os lugares onde não tem atendimento! É isso que a gente proporciona. O “como” fazer, em geral, da terceira vez que você faz, não erra!

RS: *Então as disciplinas podem ter o aspecto de ateliê ou de laboratório?*

RE: E de Laboratório de Extensão ou Laboratório de Pesquisa. O Laboratório de Pesquisa seria vinculado à pesquisa de algum professor. A própria “história” da alvenaria estrutural nós temos interesse aqui em fazer avançar o conhecimento sobre isso. Então vai ter agora no Canteiro em Obras¹⁶ – o último desse semestre – um tanto de alunos, de equipes que vão testar determinadas tecnologias. No caso de revistar algumas tecnologias, como de Arquitetura com terra, por exemplo.

MS: Que é da disciplina de Teoria.

RE: E, que, na verdade, é da disciplina de Teoria e Construção. O Canteiro de Obras virar uma referência para os “caras” de qualquer forma: de experiência de espaço, de experiência técnico-construtiva, de funcionamento do trabalho...

RS: *O Canteiro de Obras também surgiu vinculado ao Escritório de Integração? Como foi o processo?*

MS: Quando a gente começou o curso de formação de mão-de-obra, nós precisávamos do lugar da prática. Então nós fomos nos apropriando da lateral do prédio, que era meio abandonada... Nós fomos apropriando de uma maneira quase marginal! Como a gente tem adotado a alvenaria como nosso fio condutor, a gente “inventou de fazer” um forno de pizza de tijolo maciço! Porque a gente começa o curso lá da História da Tecnologia da Construção, das técnicas: falando das alvenarias anteriores às formas de concreto armado, das formas estruturais, da qualidade da mão-de-obra – não só qualificada, mas “meio” que orgulhosa de si mesma – e até chegar nessa condição do sujeito desqualificado, analfabeto, sem estima profissional. Então a gente vem resgatando isso tudo. Uma das maneiras era trabalhar com as cúpulas, como formas estruturais. Por isso, fizemos um forno de pizza, depois fizemos um arco, depois fizemos uma seqüência de arcos... E essa “história” do forno de pizza, sempre acabava em pizza! Na verdade, já fizemos quatro. Virou uma tradição! A gente fazia o forno como um aprendizado, de “pôr a mão na massa” e depois celebrar em conjunto! Como os canteiros dos mutirões

¹⁵ A Semana de Arquitetura é um evento organizado pelo Diretório Acadêmico do Curso, anualmente. Entre as atividades desenvolvidas, encontra-se a Maratona de Projeto, em que os estudantes inscritos se dividem em grupos e são convidados a desenvolver um projeto no período de 24 horas corridas, trabalhando um tema que é elaborado por uma comissão de arquitetos. Os projetos são avaliados pela comissão julgadora e os melhores trabalhos são premiados ao fim da semana. SEMANA DE ARQUITETURA DA PUC MINAS. Histórico. Disponível em: <<http://semanapuc.blogspot.com/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁶ O Canteiro de Obras, atualmente, é uma atividade realizada mensalmente pelo Escritório de Integração do Departamento de Arquitetura da PUC Minas (EI), em parceria com o Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo (EMAU). Os eventos acontecem no terreno adjacente ao prédio 47 do campus Coração Eucarístico, destinado às experimentações práticas do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas. Ver: ESCRITÓRIO DE INTEGRAÇÃO. Todo aniversário tem que ter festa. 25 set. 2009. Disponível em: <<http://escritoriointegracao.blogspot.com/2009/05/escritorio-de-integracao-participa-do.html>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

fazem. E, em atendimento aos clientes, a gente acabou levando o forno para vários lugares. Essa “história” do Canteiro e do curso de formação de mão-de-obra foi tendo repercussão e acabou sendo formalizado no projeto político-pedagógico, sob o formato de Escola de Formação de Mão-de-Obra. Eu acho que está um pouco adormecido enquanto viabilização, mas, enquanto prática, nós não abandonamos! Como a gente vai fazer para virar uma escola formal? Ainda vamos ter que trabalhar muito! Mas, como prática, ela continua. Uma das maneiras em que ela continuou e que “pegou” outros alunos – que não tem a ver particularmente com o Escritório – foi através desses eventos que a gente chamava de Canteiro de Obras. Quando o Maurício¹⁷ começou a trabalhar com a gente, disse que deveria se chamar “Canteiro em Obras” e a gente concordou totalmente! Porque é isso: a idéia é de ter um canteiro permanentemente em obras, de acordo com quem estiver frequentando, com os professores que o utilizarem na sua disciplina.

RE: No blog tem¹⁸?

MS: Tem! Tem o blog do Escritório de Integração e tem um currículo do Escritório de Integração antigo, lembra? Aquele currículo que a gente mandou para os alunos... Tem algumas coisas escritas.

RS: *E quais cursos que estão atualmente em andamento no Canteiro?*

MS: Não tem curso em andamento. A cada Canteiro em Obras, a gente inventa alguma coisa. No último, por exemplo, teve uma oficina chamada “Desmobília”¹⁹, sobre cadeiras. Nós temos uma fonte inesgotável de matéria-prima que vem de um “bota-fora” da PUC, das obras eternas da PUC e a gente fica sempre lá, “garimpando”, inventando coisas... Nós refizemos um forno no último canteiro. Nesse que fizemos a mesa com os arcos. No próximo, que vai ser dia 28, a gente vai demolir um dos “barracões”, como a gente chama. A gente fez quatro em alvenaria estrutural e depois demolia, desmontava. Dois deles ficaram. Vamos demolir um deles e deixar só o outro. Ele vai virar um quadro de giz – nós vamos rebocá-lo e pintá-lo – para poder planejar a próxima “coisa” que já apareceu, que é uma cozinha.

RS: *Qual é a frequência das atividades do Canteiro?*

MS: Uma vez por mês que a gente tem conseguido fazer. Ficamos um sábado inteiro. E aí depende realmente do que está acontecendo no momento. Os meninos do EMAU, que é o Escritório Modelo, começaram a fazer uma tenda em bambu, uma estrutura em bambu. Foi uma aluna nossa que veio do Chile que ensinou, que tem mais prática de uso. E aí eles começaram a fazer e não terminaram. Então vai assim.

RS: *E os alunos dos vários semestres podem participar?*

RE: Na realidade, a única atividade que teve como curso mesmo foi o treinamento da MRV, não foi²⁰?

MS: Foi. Para as atividades a gente convida todo mundo.

[A professora Vanessa Borges Brasileiro passa a fazer parte da entrevista]

¹⁷ Maurício Leonard é professor da PUC Minas e um dos coordenadores do Escritório de Integração. Arquiteto e artista do corpo, possui graduação (2000) e mestrado (2007) em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais. Desenvolve a pesquisa “Arquiteturas Dêrmicas”, com a criação de abrigos-vestimentas para o corpo que estabelecem mediações entre os ambientes e seus contextos. LEONARD, M. Intervenção do leitor: campo variando de 1 a 1000. Disponível em: <http://www.corpocidade.dan.ufba.br/dobra/04_06_leitor.htm>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁸ Cf. <<http://escritoriointegracao.blogspot.com/>>.

¹⁹ A oficina “Desmobília” foi ministrada na quarta edição do Canteiro de Obras (26 de setembro de 2009), pelos professores Adriano Mattos (da Universidade Federal de Minas Gerais) e Maurício Leonard (da PUC Minas). Consistiu no desmanche de mobiliário existente, com sua posterior recomposição em objetos para uso doméstico. Ver: ESCRITÓRIO DE INTEGRAÇÃO, op. cit., 2010.

²⁰ Referência ao curso “Alvenaria Estrutural”, ministrado para treinamento de operários da construtora MRV Engenharia. SANTOS, op. cit.

RE: Nós tivemos um certo refreamento na frequência desses cursos. O que a gente optou foi por institucionalizar a Escola de Formação de Mão-de-Obra e o Canteiro de Obras no projeto pedagógico, aprovado pelo Conselho de Ensino e Pesquisa da universidade. Todas as reitorias aprovaram essa “história”. Assim, a gente também não acreditava em fazer uma Escola de Formação de Mão-de-Obra que “caísse pronta”. Ela tinha que sair dessas experiências! Então, se fosse possível fazer um gráfico, ela ia muito bem. Com essa mudança de orientação, dentro da Pró-Reitoria de...

MS: Planejamento, Financeira, Política!

RE: A PUC está passando por um momento crítico. Tem uma mudança grande de orientação. Tem aspectos bastante positivos de institucionalização de fato! Mas, toda vez que você mexe numa circunstância dessas, tem “marketings” e “contra-marketings”... Agora, isso está instituído: todos os dois. Tem um capítulo especial para cada um, com metas, com tudo especificado. Mas a gente não acredita que, aqui sentados, podemos dizer: “Vamos fazer uma escola assim”. Não! A comunidade tem que vir e, na própria relação com os “caras”, vai-se construir esse currículo.

MS: Nós estamos caminhando no sentido inverso: estamos tentando consolidar a prática.

[A professora Margarete Maria de Araújo Silva (“Leta”) retira-se da entrevista]

RE: Mas é fato, Rita, que isso está bem colocado lá dentro, como documento. Porque a gente tem o projeto pedagógico como o instrumento de mediação interna, é um grande acordo coletivo construído aqui, que gastou 10 anos para ser feito, mas ele é também um instrumento para mediação nossa com a própria PUC.

VB: E é um processo moroso que exige essa reflexão contínua.

RE: A gente “topa” com muitas barreiras! Por exemplo, no curso de formação de mão-de-obra... Na realidade, ele é um contrato! Então a Secretaria repassa o recurso para a PUC que gerencia internamente. Para esse “sujeito” vir fazer o curso, você tem que financiar o “sujeito”! Tem que pagar o transporte, a alimentação a gente consegue nas cantinas – tem um acordo –, mas precisa também ter uma bolsa! Porque o “cara” está deixando de fazer uma atividade. Em geral, tem muita gente envolvida com tráfico: são 80%! Se você tirar o “cara” desse lugar e não der alternativa financeira, é muito fácil ele “cair” de novo! É tudo favorável para ele “cair naquele esquema” outra vez. Então entra a figura da bolsa. O jeito que nos propuseram foi que o “cara” fosse “fichado” como auxiliar de serviços gerais! Eu disse: “De maneira nenhuma! Não topo! Ele é um estudante!”. Por isso, até a gente dar conta de criar, dentro daqui, uma figura jurídica que não interfira na filosofia da PUC... Sem falsa modéstia, o Escritório está à frente do que a própria instituição deu conta já. Tem o discurso da inclusão, mas, na “hora do vamos ver” mesmo, a gente percebe que legalmente, institucionalmente, existem barreiras a serem transpostas. Ou abismos! Transformar isso em realidade é devagar mesmo! Não tem jeito! E eu acho que, dentro da universidade, o “negócio” tem que ser discutido o tempo todo! Não tem essa “história” de eu sentar com a minha “turma” e definirmos como é que vai ser. Mesmo porque, dentro do ensino profissionalizante, não tem jeito de especular. Isso vem do ensino fundamental para cima. Do ponto de vista profissionalizante, legalmente, a gente pode fazer a formação que a gente bem entender! Pelo menos, por enquanto. O governo Lula está tentando regularizar isso, circunscrever as profissões. O que eu acho muito importante. Mas, no âmbito da comunidade construtora – igual a gente gosta de falar – eu tenho milhares de profissões! Inclusive intermediárias! O “cara” que é um pouco daquilo e um pouco disso. E a idéia aqui é que o “cara” ache a “praia” dele, ache o lugar dele. Dar alternativas para isso.

RS: *E como surgiu a idéia de juntar, num mesmo ambiente de ensino-aprendizagem, os estudantes, os professores e os trabalhadores?*

RE: Da própria experiência com esses cursos do “Construção e Cidadania”. A atividade do Escritório foi que informou para a gente as possibilidades.

RS: *Surgiu da própria demanda do Escritório?*

RE: Exatamente, da atividade do Escritório. Essa “coisa” circular que a gente sabe que acontece! Não é uma imaginação assim, um esforço...

VB: Dado *a priori*.

RE: Agora, fazer isso virar oficial e implementado de fato são “outros quinhentos”! Por exemplo, o sistema de compras, para um canteiro de obras, tem um determinado tipo de procedimento em que leva, às vezes, dois meses para eu comprar um cabo de vassoura! Como é que eu vou conciliar essa “história”? Porque às vezes tem uma dinâmica aqui que surge e eu não consigo planejá-la antes! Estou lidando com um processo aberto, não sei qual é a chegada dele. E, se eu estou querendo lidar com essa instância, em que existe, de fato, processo participativo – que é um outro “negócio” de que se fala muito, mas na hora em que vai ver é um projeto autoritário, com um líder, um “cara” que define... É o projeto do arquiteto tradicional –, então, preciso ter uma flexibilidade didática. Ela não “cai do céu”! É muito difícil para um tanto de gente entender esse processo! Porque ele nem supõe que o trabalho do arquiteto pode ser assim! Está dentro daquele paradigma do arquiteto autor, dono de pequeno ateliê ou desse mesmo funcionário público que decide, em que há uma decisão centralizada e o projeto participativo é apenas retórico. Esse lugar também é o lugar da pesquisa... Que é um outro aspecto que estava faltando falar. As linhas de pesquisa são informadas pelo Escritório, como a “Leta” estava explicando a questão da tecnologia. O Escritório de Integração também aponta lacunas importantes na pesquisa para que a gente se organize em torno delas. Acho que o projeto participativo é uma questão teórica importante, de revisão de procedimento da técnica, e que é uma lacuna enorme! Não tem pesquisa sobre isso, assim como determinado viés de organização de canteiro. A gente pode ter pesquisa aplicada em técnica construtiva, mas que não considera uma dimensão social do canteiro que é importante! Nós temos revisitado aqui a teoria do Sérgio Ferro. Tem gente que “torce o nariz” só da gente citar o nome! Mas é um movimento único! Em São Paulo, depois do envolvimento do Pedro Fiori Arantes²¹, teve uma outra menina que escreveu sobre a Arquitetura Nova²². Aqui mesmo, na Universidade Federal, tem um grupo que está estudando o Sérgio Ferro e eu já fiz uma disciplina. É uma matriz muito importante de entender a questão do trabalho na relação com o projeto e na relação com o papel do arquiteto! Eu vejo que muitos cursos de Engenharia, grosso modo, estão formando administradores! Não estão nem formando gente que conhece o seu ofício! Então nós estamos querendo inverter. Eu quero tecnologia, de fato, no canteiro, na organização do trabalho, de um trabalho mais digno, mais bem qualificado. Na verdade, vai tudo contra! No fundo, você precisa ir “cavando uma brecha” e ocupando esses espaços. A gente tem uma noção muito clara da dificuldade disso! Mesmo dentro!

RS: *Por parte dos professores?*

RE: É. Tem uma dimensão desse “cara” que confia no arquiteto como o autor, sintético, genial... Tem muitas características que o ápice da profissão colocou como uma crença mesmo! Mas eu não acredito que é possível resolver um problema complexo com um “risco”! Até internamente existe um amadurecimento importante para ser feito.

VB: E a instituição disso é um processo lento. Essa relação com a pesquisa mesmo que o “Ró” estava apontando... A gente está começando a perceber que estão sendo disponibilizadas, que os grupos que estão sendo disponibilizados pelo departamento ainda não submergiram de dentro da proposta do próprio currículo! O que se está delineando agora é o surgimento, senão de outros grupos, pelo menos a reconfiguração de linhas dentro desses grupos existentes para incorporar essa discussão do Escritório de Integração. Porque a relação entre ensino, pesquisa e extensão está vindo efetivamente da própria prática.

RS: *Quais são as linhas de pesquisa que estão sendo desenvolvidas?*

VB: A gente tem três grupos básicos: um que lida com a questão da estética da materialidade – quer dizer, nessa “história” da materialidade teria um “gancho” para as questões que estão sendo trazidas via extensão; outro grupo que lida com a questão do patrimônio cultural e ambiental – que também

²¹ Cf. FERRO, S.; ARANTES, P. F. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

²² Cf. KOURY, A. P. **Grupo arquitetura nova**: Flávio Império, Rodrigo Lefrève e Sérgio Ferro. São Paulo: Romano Guerra: EDUSP, 2003.

tem uma reflexão sobre questões tecnológicas, sobre a recuperação de áreas degradadas que são linhas dentro do Escritório²³.

RE: Na realidade, é uma matriz de recuperação ambiental, em que a educação entra como um item. Mas o cerne é uma recuperação paisagística e ambiental, sócio-ambiental.

VB: E um outro grupo de gestão urbana. Mais a ver que esse não tem!

RE: Aquele do Observatório eu não cheguei a falar com ela... Talvez fosse importante. É uma outra “história”, que não é aqui.

VB: Porque, na realidade, esses grupos surgem da intenção do departamento em oferecer um curso de mestrado. Então, obviamente, você tem que trabalhar junto das pesquisas que os professores estão elaborando e tentar estabelecer umnexo entre elas. Esse grupo de gestão urbana, que é coordenado pela professora Rita Velloso²⁴, surgiu de uma outra instância dentro da extensão! Que é o Observatório de Políticas Urbanas e está locado na Pró-Reitoria.

RE: Ele é multidisciplinar.

VB: É. Ele é multidisciplinar, está locado lá, mas tem uma profunda interação com as discussões frente ao problema da cidade com que o Escritório de Integração está envolvido e que pode se “alimentar” dessa discussão que vem lá do Observatório. O que a gente pretende agora, a partir dessa revisão – isso é que eu acho importante –, é entender que a gente está em processo de elaboração ainda! Por isso que a gente chama o Canteiro de Obras de “Canteiro em Obras”. Esse cerne de desenvolvimento e construção contínua, de reelaboração, de reflexão e de amadurecimento das práticas se estende para todas as outras áreas do próprio curso!

RS: *Está em formação também.*

VB: É, exatamente.

RE: A gente tem consciência desse processo e isso é uma das coisas mais típicas do arquiteto, que eu acho! Esse trânsito relativamente fácil com um problema “aberto”. Essa é uma característica da profissão que a gente não deveria perder! Temos pouca consciência dela e é uma das coisas mais bacanas do ensino de Arquitetura! Mas ele é pouco consciente do meio. O “povo” fica muito centrado na forma do objeto, no próprio objeto, na composição, na relação imediata, na análise estilística e a dimensão social aparece como um “pano de fundo”.

VB: Ela vira contexto e não cerne da discussão.

RE: Outro dia eu estava em um evento, em que fiquei dependendo dessa “história” de entender o lugar da Arquitetura, da construção dentro da economia. Então eu mudo radicalmente a maneira de olhar até um estilo, uma característica! Eu vi que 80% dos trabalhos perdeu o foco do “resto” em volta, porque está muito dentro do objeto. Chega uma hora em que você tem que “dar um passo para trás” e circunstanciar aquilo outra vez. Eu não tenho nada contra esses estudos de altíssimo valor, eruditos, que decompõem o objeto e você descobre um milhão de coisas também. Mas se ele não estiver

²³ Atualmente existem dois grupos de pesquisa registrados junto ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), orientados para duas linhas de pesquisa, a saber: “Estética e Materialidade da Arquitetura” e “Patrimônio Ambiental e Cultural no Brasil”. O terceiro grupo, “Observatório de Políticas Urbanas (Opur)”, por sua vez, constitui um núcleo temático da Pró-reitoria de Extensão (Proex) da PUC Minas. Esse grupo foi criado em 2000 e integra a “Rede Nacional Observatório das Metrôpoles”, reunindo pesquisadores de instituições universitárias de diversas áreas, governamentais e não-governamentais, atualmente em 12 metrôpoles do Brasil. Ver: SANTOS, op. cit., 2009.

²⁴ Rita de Cássia Lucena Velloso é arquiteta, professora assistente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, mestre (1999) e doutora (2007) em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Desde 2008, é coordenadora do Observatório de Políticas Urbanas da PUC Minas. Ver: PLATAFORMA LATTES. Rita de Cássia Lucena Velloso. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4798696Z0>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

referenciado... Por exemplo, se eu for fazer uma análise estilística sem ter a dimensão técnica daquilo, a mão-de-obra disponível, o tipo de mão-de-obra, a organização do trabalho, a hierarquia, parece que isso não tem reverberação! Então, na hora em que eu proponho “Estética e Materialidade”, estou exatamente tentando trabalhar essa interface.

RS: *Forma e técnica.*

RE: Às vezes, até mais! Até uma dimensão econômica, sócio-histórica. Isso, na realidade, é uma meta que está se implantando. Eu vejo nitidamente também como uma influência do Escritório na própria pesquisa!

VB: Isso é bacana: comentar algumas experiências que têm surgido aqui de dentro do Escritório, tanto em termos de reverberação na pesquisa, quanto na própria prática dentro do curso de graduação – já que a gente não tem ainda o curso de pós-graduação configurado. Uma das nossas pesquisas aqui está dentro de um projeto que a gente apresentou agora – está em avaliação –, que pretende discutir exatamente essa dimensão estética da arquitetura modernista frente às questões da materialidade! Por que você tem algumas reconfigurações, no caso mineiro, das propostas paulistanas ou mesmo cariocas, em função de um desenho que é quase um “desenho-modelo”? Se você “pega” os diversos arquitetos de Minas Gerais, das décadas de 50 e 60, eles estão todos, mais ou menos, estabelecendo a mesma formalização! A suposição dela é de que isso está advindo da própria tecnologia disponível. Então, qual é a adaptação possível para chegar a uma determinada linguagem? Isso vai rebater na linguagem propriamente dita! Você tem um modelo, você tem uma técnica e uma tecnologia disponíveis e você reconfigura o seu modelo a partir dali. Quer dizer, você tem uma reverberação entre a discussão sobre a materialidade para um objeto que não está necessariamente dentro do Escritório de Integração, mas que reverbera nessa estratégia da pesquisa! E a mesma coisa em relação ao ensino. Eu dou, dentro do currículo, uma disciplina de História, em que proponho aos alunos que, ao final, façam – quer dizer, isso é livre. Quem quiser faz a avaliação individual, fechada. A maior parte deles desiste – um projeto de artigo. E, nesse projeto de artigo, vários são os alunos que saem daqui do Escritório de Integração e que vão discutir a sua própria prática! Que é o caso de um menino que está discutindo a prática das disciplinas de Prática Projetual: está fazendo uma reflexão em relação à graduação e uma reflexão em relação à extensão no Canteiro em Obras; e como que isso está “amarrado” ao processo de formação do arquiteto e, possivelmente, dele mesmo! Ele ainda tem cinco períodos para cursar a graduação, em que vai poder amadurecer a sua própria prática! Quando ele pára para refletir, está fazendo pesquisa! Mas essa pesquisa advém da sua própria experiência de ensino e de extensão. Acho que essas “amarrações” são muito bem-vindas e que o currículo consegue articular. Por isso que eu falei que são cinco anos de implementação e re-implementação. Na medida em que a gente tem uma equipe que acompanha o processo de implantação do currículo, vamos percebendo que existem essas possibilidades de engajamento que são transversais e que o currículo, a rigor, não tinha nem mesmo aventado a hipótese delas acontecerem! É a grande riqueza que a gente tem dentro do projeto pedagógico!

RE: Essa idéia é legal mesmo, porque o currículo tentou desenhar um processo! Estabelecer alguns acordos básicos para que ocorresse um processo. Por exemplo, nessas disciplinas do Ciclo Profissionalizante 1, vou poder criar, ao longo do tempo, algumas relações! Você pode fazer “essa, essa e essa” na sequência ou outras duas... Na realidade, a gente não queria falar: “Faça isso!”. Mas criar condições para que o aluno viesse aqui, internalizasse essa filosofia, digamos, de trabalho e fosse lentamente construindo, em grupo, um tipo de relação. Isso é possível dentro desse currículo! Ou seja, estabelecer relações. Como eu estava te contando de Diamantina²⁵: a idéia que é você tenha Planejamento Ambiental Urbano que dê um panorama e que a disciplina de Alvenaria Estrutural trate de uma questão habitacional, particularizando essa “história”. É o seguinte: Diamantina tem uma Serra dos Cristais que está sendo ocupada informalmente.

²⁵ Referência à explicação, concedida antes da realização da entrevista, sobre o projeto da Serra dos Cristais, em Diamantina – área de preservação ambiental e cultural, mas que vem sendo ocupada irregularmente. A proposta, em fase de aprovação pela Pró-Reitoria de Extensão da PUC Minas, seria desenvolvida por diferentes disciplinas da graduação, prevendo a preservação do local, por meio do uso disciplinado e adequado da área.

VB: Ela está na APP²⁶ e é tombada²⁷!

RE: Então, é uma “encrenca” e que não existe instrumento de planejamento, nem de gestão, para lidar com isso! Nós temos várias disciplinas que, associadas, podem ajudar a Prefeitura, fornecendo instrumentos. Tem a “Intervenção do Ambiente Construído”, que pode ajudar com questões do patrimônio, não importa se do período colonial ou modernista. Eu tenho uma disciplina que chama “Planejamento e Gestão Urbana” que pode ajudar a criar processos de associação e de discussão com esse pessoal, inclusive, para aferir, o que eu faço na disciplina de Alvenaria Estrutural! “Sei lá”, mas eu posso criar um corpo de conhecimentos, circulando de várias frentes, e que pode ser muito proveitoso! A gente brinca aqui que existe essa promessa, algumas pessoas já entenderam isso e o fato de termos agora quatro propostas associadas, entrando em bloco – foi negociado em bloco com a Pró-Reitoria, interessa que isso entre em conjunto... Então, eu tenho uma negociação lá, mas também tenho um trabalho aqui para os professores entenderem que isso envolve um novo jeito de ensinar e de aprender, completamente diferente, em que ele vai mobilizar tudo o que sabe de prática e de teoria, colocando ali! Ou seja, coloca o professor em uma situação de ensino e aprendizagem muito diferente do normal! Isso apavora uns, estimula outros e outros estão atônitos ainda, a “ficha ainda não caiu”! É um momento muito interessante!

RS: *Então eu gostaria que vocês detalhassem melhor como é a concepção do novo projeto pedagógico. Que parte de suas próprias reflexões do mestrado, certo?*

VB: É um exercício de memória!

RE: Na realidade, existem dois momentos muito importantes. Deixa que eu conto, Vanessa, e você vai complementando.

VB: Até porque você participou do processo inteiro! Eu entrei depois.

RE: Estou desde 98, quando nós começamos essas discussões. A agonia pessoal que eu tinha era a de um “achismo” enorme em cima disso! Eu achava isso, achava aquilo... Comecei, por iniciativa própria, a estudar algumas coisas e fiz disciplina lá na Faculdade de Educação. Nesse momento, configurou-se aqui também uma instância das titulações como uma obrigatoriedade. Então eu fiz o mestrado na Escola de Arquitetura, mas levei lá, com alguma dificuldade, a idéia de estudar os currículos. Fiz a dissertação. Ela é meio uma “maçaroca”, um ajuntamento! Hoje olho para aquilo como um exercício de ajuntar informação que precisaria ser re-processado. Coisa que eu imagino que você vai fazer.

RS: *É um trabalho de historiografia.*

RE: Na realidade, ela é um ajuntamento de coisas, por isso, é meio “Frankstein”! Poderia ser uma “moça até bonitinha”, mas tem “pendulicários” demais! Eu nunca tinha estudado sistematicamente – tenho nenhum “grilo” de falar isso – para aprender a fazer aquilo! Então, eu trouxe para cá, a partir daquele estudo, algumas reflexões que ajudaram a amadurecer a discussão. Fizemos essa primeira proposta que a gente chamou de... Se essa é “reforma curricular”, a outra era “ajuste curricular” ou alguma coisa assim. Em que nós mexemos em algumas disciplinas e começamos a experimentar a “história” de trabalhar associadamente. Por exemplo, em três períodos, nós experimentamos essa “coisa” de horizontalidade numa estrutura que é vertical e que não colabora, em nada, com articulação de disciplinas! Aqui a matrícula é por disciplina, não posso matricular horizontal na sequência. Nós fomos buscar que “brecha” era possível. Começamos a experimentar! Também algumas disciplinas

²⁶ As Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas de importância ecológica, protegidas pela Lei Federal nº 4.771/65 (alterada pela Lei Federal nº 7.803/89). Cf. DPRN – DUSM. Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/app.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

²⁷ Em 1999, a cidade de Diamantina recebeu da Unesco o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, incluindo seu conjunto urbano e arquitetônico e o conjunto paisagístico da Serra dos Cristais. Já em 2000, a Serra dos Cristais, também conhecida como Serra do Rio Grande, foi tombada pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPAH/MG). Ver: CHACHAM, V. IEPHA/MG apresenta: Serra dos Cristais, Diamantina. 07 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.iepha.mg.gov.br/noticias/743-iephamg-apresenta-serra-dos-cristais-diamantina>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

que eram teóricas se tornaram práticas. Teve alguma “mexida”... Por exemplo, a “Intervenção no Ambiente Construído” – que hoje é Intervenção no Ambiente Construído – saiu lá de uma disciplina chamada “Técnicas Retrospectivas”. Nós vimos que aquilo podia se ampliar enormemente e dar uma tônica importante de recuperação. A questão do trabalho, a questão técnica está muito bem colocada ali, deve estar muito bem colocada ali! Começaram essas investigações e nós fomos fazendo, semestralmente, os fóruns – chamados de “Fórum do Ensino de Arquitetura e da Formação do Arquiteto”²⁸. Tiveram 10, nesse período! Fomos colocando os temas e tomando decisões em assembléia! Tinha um grupo – que variou muito! Muita gente passou por ele e eu fui um dos poucos que ficou o tempo todo – que se reunia uma vez por semana, definia alguns temas, estudava e discutia. Fomos encaminhando e definindo o teor desses fóruns. Alguns foram ótimos, alguns ruins e alguns mais ou menos! Foi variando o nível e o envolvimento também. Até que nós conseguimos chegar, em 2008, a uma proposta curricular, com alocação de professor, de articulação... Que muita gente entendeu, mas que muita gente também acha que o projeto pedagógico é só um “blá, blá, blá”! Que não tem a importância de um documento de mediação. E isso para nós é “sagrado”! A gente usa o projeto como instrumento de estudo para tudo! Mostro que nós temos um acordo coletivo e lembro as pessoas disso. Quem é envolvido, você vê que está por dentro e sabe o que faz, mas, de vez em quando... Eu tenho a paciência curta! Digo: “Não é possível!”.

VB: 10 anos discutindo e ele ainda não entendeu!

RE: Mas num grupo grande é difícil.

RS: *Existem diversos interesses.*

VB: Temos que lembrar também que somos horistas.

RE: Então eu também não posso exigir militância das pessoas! Cada um se envolve na sua medida. De um jeito ou de outro, está encaminhado! Mas é um processo, de fato, discutido ou com chance de discussão. Quem se envolveu, colaborou realmente! Naquele documento que eu te mandei, se eu te mandei o projeto pedagógico, lá tem o histórico desses fóruns. O primeiro discutiu isso, o segundo aquilo, o terceiro aquilo outro... Tem uma síntese e nós aprendemos demais com essa “história”! Mas ainda estamos aprendendo! Por exemplo, a questão avaliativa aqui do primeiro período é uma arte: de conseguir apurar, de ter objetivos comuns, do “cara” aceitar que parar uma semana e vim discutir é tão importante quanto a atividade dele dentro de sala de aula! Alguém, outro dia – acho que um sujeito da Biologia – falou isso: “Na realidade, o povo não estava entendendo nada é porque vocês já saíram do paradigma do controle”. E é mesmo! É sair de uma avaliação punitiva e ir para uma avaliação que tem muito mais de compreender o que o “cara” está falando, entender que sujeito é esse, ver se esse “cara” se encaixa no currículo que você fez, ter lugar para ele entrar e se manifestar! Igual, por exemplo: a gente tinha um padrão de estudante de classe média e média-alta que tem se alterado muito! O governo Lula alterou isso.

RS: *Através de bolsas?*

RE: De bolsas, exatamente. Nós temos preciosos alunos que dá gosto de saber que está ampliando sua “chance”! E, sobre isso, o Escritório de Integração recebe todo mundo. Nas entrevistas... Esse processo todo de seleção que eu te falei leva em conta muita coisa! De repente, trazer esse sujeito que tem uma vivência desse lugar e que pode ter uma interlocução nos interessa tanto quanto um sujeito que tem um capital cultural alto – diferente daquele que, em geral, é baixo. Algumas coisas não fazem sentido na cabeça dele, aquilo que você está falando! Nunca pensou naquilo ou nunca teve acesso! Eu sempre lembro de um caso... Eu fiz depois doutorado na Faculdade de Educação e fui fazer uma tese sobre Arquitetura. Foi um processo dramático! Mas eu tive um colega que era diretor de escola de periferia. Ele dizia assim: “Meu dilema com o currículo é saber se eu toco a Geografia que o governo

²⁸ O Fórum “O Ensino de Arquitetura e a Formação do Arquiteto” é uma atividade realizada anualmente, desde 1997, pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas. Ver: PORTAL PUC MINAS. O curso. Disponível em: <http://www.pucminas.br/ensino/graduacao/graduacao_cursos.php?&pagina=17&curso=29>. Acesso em: 10 mar. 2010.

me obriga a ensinar para esse cara ou se eu o ensino a escovar os dentes!”. Então, existem lugares em que isso é dramático! Eu dizia: “Tenho até vergonha de contar para você, porque acho que, diante disso, o meu problema de currículo é ridículo!”. Mas que, no fundo, não é não! Porque o endereçamento da Arquitetura para a sociedade não atendida é um desafio para o curso! A gente “abraçou” essa causa que é um dos princípios da PUC: a inclusão. Mas que, em muitos aspectos, é retórico, porque, inicialmente, não demos conta de fazer. Muitas vezes é um “nome escrito em uma porta”. Nós “vestimos essa camisa”. E eu me perdi completamente sobre o que estava falando...

RS: *Era sobre a concepção do novo projeto pedagógico. Por que ele é inovador?*

RE: Eu acho, sobretudo, por essa possibilidade de mobilizar o conhecimento para um ambiente de ensino-aprendizagem que sabemos fazer – se você vê a reflexão de autores, percebe que temos várias características. Talvez seja um dos últimos cursos relacionados com a criação que não perdeu a capacidade de engenhar! Porque os engenheiros perderam! Não tem mais engenhosidade naquilo.

RS: *É reprodução.*

RE: É mera reprodução! Em alguns casos, sem nenhuma crítica mesmo! O curso é quase um treinamento, não é uma formação! Esse curso que a gente deu aqui, da MRV, era um treinamento. Os “caras” não queriam discussão sobre a questão fundiária. Lógico que não! Mas nós fizemos o treinamento, porque isso também subsidia um curso de formação que me interessa e me ajuda a não perder o fluxo de estudantes aqui dentro. Então eu “topo”. Entendeu? Agora, só treinamento, não “topo” de jeito nenhum! Então, na instância do ensino superior, os cursos tendem a treinar o “cara” num tipo de operação muito circunstanciada e que não tem nada a ver com formação de fato!

RS: *As disciplinas de Estruturas, assim como as outras da área de Tecnologia, no novo projeto pedagógico, foram incorporadas em Projeto. Como os conteúdos específicos são tratados dentro dessa nova abordagem?*

RE: É um “negócio”, inclusive, que ainda está em discussão. Para elaborar as ementas, a gente “pegou” todos os conteúdos que estavam “rezando” na diretriz curricular²⁹, na resolução 1010 do CREA³⁰ e nos currículos que a gente praticava. Então nós “pegamos” isso e “fizemos uma sopa e derramamos em outras vasilhas”, digamos assim. Mas, por exemplo, a gente tem disciplinas que chamam Projeto em Concreto Armado, Projeto em Estruturas Metálicas e de Madeira, Projeto de Alvenaria Estrutural, Projeto de Edifícios de Grandes Vãos, Projetos de Edifícios de Andares Múltiplos... Em que a Estrutura é “vedete”. Ela é muito importante nesse contexto! Introduzindo isso, no Ciclo Básico, tem a Prática Projetual 2. Porque, se o primeiro período trata da cidade, o segundo trata do edifício e o terceiro trata da relação homem-espaco por meio dos objetos. Aí também tem uma questão da materialidade que é muito importante: a gente, por exemplo, “pegou” cadeiras do Rietveld³¹, que são de domínio público, e entendeu estruturalmente o seu funcionamento. Ou seja, esse conteúdo já vem sendo distribuído de “fora a fora”. Mas a disciplina de Prática Projetual 2 trata de dois aspectos.

RS: *Do segundo período?*

RE: Do segundo período. Então ela tem um edifício racionalista e um edifício organicista, digamos. Eles fazem maquete e entendem o comportamento estrutural. A professora que era de “Introdução aos

²⁹ Referência à Resolução N° 6, de 02 de fevereiro de 2006, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Ver: BRASIL, 2006.

³⁰ Cf. BRASIL. Resolução N° 1.010, de 22 de agosto de 2005. Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 set. 2005.

³¹ Gerrit Thomas Rietveld (1888-1964) foi um arquiteto e designer de produto neerlandês. Ainda estudante, Rietveld trabalhava com marcenaria e produção de mobiliário. Em 1917, desenha a “Cadeira Vermelha e Azul”, uma de suas obras mais importantes. Também é autor da “Cadeira zig-zag”, composta por apenas quatro placas de madeira, projetada em 1932. Ver: DESMOBÍLIA. Gerrit Thomas Rietveld. Disponível em: <http://www.desmobilia.com.br/cat/designers_e_fabricantes/gerrit_thomas_rietveld.php?id=62>. Acesso em: 10 mar. 2010.

Sistemas Estruturais” foi para essa disciplina! Os professores de Concreto, Madeira e Aço foram para as respectivas disciplinas de Projeto. E a gente tem três disciplinas de ementa aberta. Na realidade, elas são uma espécie de “oxigênio”. São optativas e a gente está com a idéia de que uma delas arremate a “história” da Estrutura e que outra arremate a “história” das Instalações. Mesmo no Ciclo Profissionalizante 2 temos ainda dois projetos: que é o edifício por fora e o edifício por dentro, o edifício na cidade e o edifício por dentro dele. O que seria? Que vai desde a Arquitetura de Interiores, mas que inclui Instalações e Estruturas. Agora, está no nosso horizonte, trabalhando junto com a Engenharia, um curso de especialização em Estruturas para arquitetos. Porque eu tenho, de fato, alguns estudantes que têm talento e gosto por essa área! Em Belo Horizonte, nós temos um único calculista – que tem fila na porta do seu escritório – e é um “cara” que pára e entende o projeto do ponto de vista do arquiteto, que é o Hélio Chumbinho³²! Eu tive experiência de trabalhar com ele duas vezes e em todas foi ótimo lidar com o “cara”! Entendeu? Então, se a gente conseguisse formar depois, para o mercado, arquitetos-calculistas – porque formo, aqui, 80 por ano... 80? Não! 120.

VB: 120 a partir de agora.

RE: Se, em cada turma dessas, eu tiver 5 “caras” com esse interesse, já funciona. Isso, na realidade, é um “negócio” que está no horizonte, porque a gente tem o Instituto de Formação Continuada³³, que lida com pós-graduação ao nível de especialização. A gente já teve um curso lá de Teoria e Projeto, um curso de Interiores, um curso de Planejamento Ambiental e Urbano e temos agora o curso de Gestão e Projeto de Obras. Está no horizonte esse curso de Estruturas. Porque aí vamos voltar: para estudar cálculo mesmo! Porque esse “negócio”, do jeito que estou te falando, estamos lidando com Design Estrutural, mas não pelo viés verificativo! É pelo viés conceitual mesmo! De imaginar a estrutura. Mas eu não fico lá, igual quando estudei, calculando o tamanho do rebite, ou quantos “ferrinhos” tinha dentro de uma viga.

RS: *Mas chega ao nível de pré-dimensionamento?*

RE: No TFG e nesse segundo projeto, nos casos especiais, sim! A gente usa muito o livro do Yopanan! O nível é daqueles balões e ábacos, entendeu? Mas cálculo estrutural não! Isso foi uma decisão sobre o que eu estava falando antes, sobre um determinado viés.

RS: *O senhor acredita que esses conteúdos, por exemplo, de métodos de dimensionamento estrutural, não fazem falta então para a formação do arquiteto?*

RE: No nível da concepção, sim! Porque o Yopanan me dá lá altura de viga... Isso sim. Isso está sendo trabalhado. E acho que não pode ser deixado de lado de jeito nenhum!

VB: Acho que a resposta vem “pelo avesso”. A experiência que a gente tem com o currículo velho, com o currículo antigo, é uma experiência em que essas referências dos dimensionamentos não reverberam numa melhor qualificação material do projeto!

RE: “Falou tudo”!

VB: Quer dizer, então vamos tentar, vamos experimentar de uma outra maneira e reverberar, em especializações, para aqueles que venham a desenvolver as questões do cálculo estrutural.

RS: *E quais recursos didáticos são utilizados para favorecer o aprendizado específico sobre Estruturas, nesse relacionamento entre Estruturas e Projeto?*

³² Hélio Pereira Chumbinho é engenheiro civil, graduado pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais em 1971. Desde 1976, é titular e fundador da Misa Engenharia de Estruturas Ltda., empresa sediada em Belo Horizonte (MG). Ver: METÁLICA. Destaques ABECE 2009: homenagem é entregue a 10 profissionais. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/destaque-abece-2009-homenagem-e-entregue-a-10-profissionais>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

³³ O Instituto de Educação Continuada (IEC), criado em 1995, faz parte da Diretoria de Educação Continuada da PUC Minas e promove cursos presenciais – programas de pós-graduação *lato sensu*, cursos de curta duração e cursos sequenciais – de pós-graduação. Cf. PUC MINAS. IEC: Instituto de Formação Continuada. Disponível em: <http://www.pucminas.br/iec/index_padrao.php?pai=912&pagina=450>. Acesso em: 10 mar. 2010.

RE: Isso eu acho que vai ser a grande discussão dessa exposição. Mas até onde eu sei, porque tem uma discussão informal entre nós... Bom, o jeito de eu ensinar – gosto de “pegar” a imagem da bicicleta – é ensinar a “andar de bicicleta, deixando cair”! Eu não “seguro o guidão”! Então, tem o risco também do “cara” machucar demais e não levantar. Mas a maioria dos cursos está fazendo uma prévia – foi isso que escutei, não tenho dados precisos – sobre fundamentos daquilo, aí o “cara” testa aquilo em um objeto, tenta aplicar aquilo em um objeto e depois vai mudando. Como num sistema tradicional de ateliê! Em Alvenaria Estrutural, o que está escrito no livro acho que é responsabilidade do “cara” estudar! Eu não fico recitando coisas lá que estão no livro! No meu entendimento, a tarefa do professor é fazer “links” entre aquilo que os “caras” estão falando, com uma elaboração que vai um pouco além daquilo que está no livro. Na realidade, eu trabalhei com dois livros: de um, eles tinham que fazer um resumo desses conceitos básicos. Porque falei: “Não vou perder meu tempo dando uma aula dessa ‘história’! Vocês dão conta de fazer isso”. Fizemos um seminário, uma apresentação, em que a gente discutiu. Depois aquilo reverberou dentro dos conteúdos: como que uma parede de alvenaria funciona? Funciona como um painel, as características físicas, associando forma com resistência e estabilidade... Nós fizemos alguns ensaios no laboratório! Na sala de informática, nós modelamos aqueles tijolos, fizemos algumas formas e, a partir dessa pesquisa, a gente foi discutindo se a forma era resistente, estável, e depois aquilo foi sendo incorporado no próprio projeto. No caso da Alvenaria Estrutural, a gente vai fazer também a incorporação das Instalações, porque, na alvenaria estrutural, a parte elétrica já tem que “ir” junto. Incorporar isso é fundamental! Nesse aspecto, o curso foi curto! Eu vou ter, na verdade, uma aula para tratar disso. Então, é uma “coisa” que precisa redimensionar. Propus, de fato, um objeto muito simples, mas ainda vou simplificá-lo mais ainda! Na realidade, a aluna que mais se desenvolveu foi a que mudou o tema. Eu dei um tema todo “arrumadinho”, se eles quisessem fazer, mas “abri”: “Vocês podem trazer outros temas!”. Não sei, mas acho que até o gosto do “cara” pelo “negócio” altera! Na entrega intermediária, por exemplo, ela já tinha feito a parede de alvenaria estrutural. Ou seja, ela fez o “lego eletrônico” do funcionamento e todo o modelo, enquanto que alguns ainda estavam amadurecendo. Eu dei uma prova também! Desses conceitos todos que, como eu te falei, não fico dando na sala. Eu fiz uma prova. E a menor nota que tive de 20, foi 18! De fato, aqueles conceitos estavam “quentes” na cabeça deles! Faltava aplicar. Aí você vê que, em alguns casos, a “ficha ainda não tinha caído”. Mas, para uns 80%, o funcionamento de uma parede de alvenaria – como é que aquilo funciona estruturalmente, construtivamente – estava claro.

RS: *Vocês fizeram alguns modelos, protótipos ou ensaios dessas paredes?*

RE: Sim! Na realidade, a gente conseguiu um arranjo aqui, na PUC, em que os ateliês de projeto têm salas com 5 computadores. Apesar, de agora, a maioria dos estudantes já possuir um “laptop”! Mas tenho isso nas salas. Então consigo trabalhar algum tipo de simulação com relativa facilidade. Nesse semestre, nós não trabalhamos com a maquete física. Alguns alunos perguntaram se podia e eu disse assim: “A representação é aquela que você ver mais utilidade”. Na aula dessa semana, por exemplo, tem uma extração de informação técnica que é obrigação também da disciplina de saber que linguagem é a linguagem tradicional que está aí no mercado. Quer dizer, nós estamos extraindo dessa concepção deles – que eu não fiquei “policiando”, cada um fez de um jeito. Agora, quando eu extraio o documento técnico, tenho normas! É uma coisa que aparece na minha disciplina e estou vendo alguma dificuldade na hora de fazer isso. Porque, na verdade, deixei muito livre. A linguagem da concepção era aquela que o sujeito trouxe. Mas, como não estou sozinho no mundo, tenho que saber essa linguagem técnica para “me virar”. Eu não tenho notícias, por exemplo, do que está acontecendo nessa disciplina de Madeira e Aço. Tem uma que é dada por uma arquiteta, que fez o mestrado na UFOP³⁴ em Estruturas Metálicas. Tem um professor, engenheiro, do IPUC, do Instituto Politécnico, que há anos dá aula de Madeira e Aço e, pelo que eu estou vendo, dá uma aula ainda muito tradicional! Tem um pouco de cálculo. Mas, como os estudantes que escolhem os ambientes aqui, daqui a pouco, se isso não for o foco de interesse dos estudantes, ele não vai ser muito escolhido! Um “cara” que for excluído naturalmente pelos estudantes, vamos sentar e conversar com ele. Onde é que está o problema? Tem um determinando tipo de conteúdo que os alunos não querem, mas, sinto muito, todo mundo tem que “roer o osso”, não pode ficar só com o “filé”. Tem “coisas” aqui que é conteúdo

³⁴ Referência à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

disciplinar e que eu tenho obrigação, inclusive legal, de cumprir. Para você ter uma idéia, esses “caras” faziam 90 horas... Faziam Introdução aos Sistemas Estruturais, Sistemas Estruturais, 90 horas de Resistência, depois quatro cursos que variavam de Estabilidade a cálculo de Concreto e “tal”. Eu já atendi mais de 200 alunos em Trabalho Final de Graduação e nunca “topei” com um que desse conta de fazer o lançamento de uma estrutura! Essa “aposta” nossa é para, de fato, incorporar isso organicamente lá dentro, porque do outro jeito – o jeito que eu aprendi e que está sendo dado aqui – os alunos não aprendem! E é curioso! Você conversa pontualmente sobre algumas coisas e eles sabem, mas não dão conta de aplicar! Com Conforto era a mesma coisa. Tanto que “sumiu” também! Porque está incorporado numa disciplina que chama Arquitetura e Sustentabilidade e depois ele aparece no Projeto do Edifício. Na realidade, esse é um curso “grandão”! São duas tardes, com 8 horas de curso por semana. A maioria desses cursos que estou te falando são de 4 ou de 5 horas por semana. Mas os “caras” fazem o dobro! Eles fazem quatro tardes e estão meio...

VB: Sobrecarregados! Mas também veio de uma avaliação crítica sobre como que os ateliês não cumpriam sua proposta dentro do currículo antigo. Porque era baseado num “sistema de cartomante”: você senta aqui, o professor diz o seu futuro e você vai embora pra sua casa trabalhar... Então chegava ao final do semestre, entrava na sala de aula e já tinha uma lista de 15 nomes para ser atendido! E uma briga para ser o primeiro e ir embora! Ninguém produzia em sala de aula. Com esse esquema, não tem jeito. Se você não produz ao longo do período da disciplina, não funciona!

RE: Isso ainda tem que aperfeiçoar. Porque o “ranço” é difícil de mudar!

VB: Inclusive dos professores!

RE: O que nós estamos fazendo é um trabalho mais abrangente possível com os planos de ensino. Hoje é dia de nós recebermos todos os planos de ensino para o próximo semestre. Então, nesse semestre, nós vamos fazer uma avaliação mais detalhada. A gente publica isso para o aluno ter essa capacidade de escolher: “Quero o 1, o 2 ou o 3 desse bloco?”. Esse trabalho, na realidade, é de “desburocratizar” o plano de ensino e de transformá-lo num instrumento de compreensão e avaliação dos cursos. Agora, a exposição que vai “rolar” na outra semana – não tem aula nessa semana, ninguém dá aula. Ajunta todo mundo no mesmo dia! Que é um jeito de burlar a “coisa” do horista. Na semana que tem banca do ciclo básico, não tem aula. Aí a gente põe “cineminha”, exposição, oficinas... Mas os alunos param um dia e conversam.

VB: Aliás, tem essas atividades programadas para os alunos por demanda deles! Porque vários deles, no primeiro momento em que o trabalho integrado está sendo oferecido, dizem: “Como não tem aula? Eu estou pagando por carga horária!”. O raciocínio não é um raciocínio de que a banca é um lugar de discussão e que tem uma circunstância de ordem institucional que tem que ser cumprida: eu não posso disponibilizar mais carga horária para aqueles professores! Não tem como pagar horas a mais, além do seu horário de aula! Então, a saída foi organizar uma série de atividades para os alunos: oficinas, exposições, tem visita técnica – geralmente coordenadas por um ou outro professor de dedicação.

RE: Então é sempre contornando as “barreiras”. Na verdade, a gente “pegou” a semana que eles têm de provas – em que geralmente eles não “aparecem”. Porque é assim: tradicionalmente na semana que tem entrega de projeto eles “desaparecem” das teóricas e, na que estão fazendo prova, “desaparecem” das de projeto. Então, já que acontecia isso, assumimos essa condição e se transformou em oficial! Mas eu tenho o compromisso desse povo todo vir aqui uma tarde, sentar aqui na mesa e “quebrar o pau”: onde estão as dificuldades, falta isso e aquilo... Por exemplo, antes de começar, já teve uma reação de que deveria existir um curso introdutório. Decidimos experimentar antes. Está tudo sempre transitando.

RS: *Voltando às disciplinas de Estruturas, além da integração com Projeto, existe algum tipo de integração com a cadeira de História?*

RE: Aqui, a gente tem três instâncias que também não têm ordem. São: Teoria do Urbano, Teoria da Arquitetura e Teoria da Construção. Então, na Teoria da Construção – que é uma disciplina que eu dou –, estou tratando mais dessa conversa que a gente estava tendo antes: “entra” um pouco de Sérgio Ferro... Eu faço lá uma análise do tempo e discuto quatro itens: o arquiteto como grupo social, a noção

de atos, a própria noção de História, de memória. Depois, analiso onze cenários que vão desde as pirâmides até Dubai! Tentando entender que construção é essa, que recurso técnico está envolvido ali e que tipo de trabalho está envolvido ali. Mas não tenho nada em relação a Estruturas nesse aspecto. Do lado de cá, a História 2, na realidade, é a única que está dando conta de trabalhar com o tema. Era isso que estava te contando... A gente “pegou” a mobília do Rietveld, que tem em livro e é disponível: você pode copiar, desde que ele fez é um “negócio” de domínio público. Fizemos os modelos. Então, eles experimentam aquilo do ponto de vista material mesmo! Depois deformam aquilo e colocam em um outro ambiente. Aí tem uma “costura conceitual” bastante elaborada!

VB: Intermediada pela História.

RE: A própria Vanessa pode falar como que está a História. Mas acho que a questão estrutural mesmo não está presente.

VB: Não. A discussão sobre a materialidade não toca os sistemas estruturais, mas sim a repercussão que a síntese conceitual de cada momento histórico vai imprimir sobre a forma e a forma constituída por uma matéria! E como é que isso afeta o usuário. Porque o terceiro período é sobre a relação corpo-matéria. Então, na História, a discussão é em que momento as mudanças tecnológicas imprimiram mudanças também de percepção do espaço e de destinação daquele espaço! A discussão é crítica sob o ponto de vista da História, mas não sob o ponto de vista dos sistemas estruturais. A gente não fica discutindo “se passou”, ou se é compressão ou tração!

RE: Naturalmente até entra. Nós “pegamos”, por exemplo, no Renascimento, a figura do Brunelleschi, em Teoria e Construção. Que tem lá uma elaboração teórica, no âmbito das Estruturas, importante! Ficou estudando a engenharia dos romanos. Afinal de contas, se não tivesse acesso a esse tipo de conhecimento, numa arqueologia que ele faz, não daria conta de “sair” com aquela solução original para o Domo! Original, nem tanto! Quando você olha, percebe que os romanos já dominavam um pouco daquilo. Sobretudo, circula também essa disciplina sobre onde estava o momento tecnológico. E explica porque determinados lugares não têm desenvolvimento tecnológico! Porque tem um motor econômico ali que, na realidade, “prende”: adianta em alguns casos e atrasa em outros. Mas o aspecto estrutural, em si, não.

RS: *É o relacionamento com a tecnologia e a evolução das técnicas.*

RE: Isso mesmo. Isso dentro dos Projetos.

VB: A idéia, inclusive, dentro do currículo é que, no Ciclo Profissionalizante 1, o aluno já esteja com o escopo de reflexão crítica mínimo para ele poder fazer a “amarração” entre as três disciplinas técnicas e os projetos que está elaborando! Até mesmo porque a gente não sabe, como o processo é de flexibilização, que disciplinas que o aluno está cursando. Então você não tem como manter a integração horizontal que forma o Ciclo Básico. A História do primeiro período é uma História da Arte e da cidade no Brasil. A de segundo já recai sobre – sempre com um enfoque brasileiro, mas é uma das “coisas” que eu acho que a gente precisa discutir um pouco mais. Não sei se a gente está dando conta de fazer a reflexão direito. A gente mesmo, enquanto academia, não se debruçou o suficiente pra discutir sobre isso. Então o Brasil ainda entra muito “a reboque” na discussão. Acho que, no futuro, a discussão deverá ser maior! Eu me perdi sobre o que estava falando... Ah! A questão da integração, dessa possibilidade de trabalhar com o edifício, nas disciplinas de História... Mas você não pode deixar de ter a perspectiva, porque as disciplinas de História, no segundo e terceiro períodos, são chamadas de História da Arquitetura, do Paisagismo e do Urbanismo. Então você tem um escopo dentro da História que tem que cumprir, e, ao mesmo tempo, uma intenção de integração horizontal! Lá na História 2 – agora que estou assumindo no próximo período –, literalmente eu abandonei a ordem cronológica em favor da horizontalidade! Trabalhei com grandes temáticas: a primeira temática era a discussão sobre memória da cidade de Belo Horizonte, porque o edifício da integração era no centro de Belo Horizonte! A segunda temática é mais alargada, onde a gente vai discutir forma, função e técnica da modernidade à contemporaneidade! Para dar subsídio para a facção do objeto e, ao mesmo tempo, a reflexão sobre sua própria intervenção. E a última unidade é essencialmente conceitual, onde a gente discute a proposta do próximo milênio na contemporaneidade. Isso eu consigo fazer no terceiro período. Mas, no segundo,

cujo escopo cronológico é da Pré-História até o século XVIII, como é que eu faço isso? Então agora vai ter uma “ralação” para isso! Ainda tem uma cronologia geradora do modelo da disciplina e a História entra muito mais com uma discussão conceitual para a prática projetual! Ela abandona menos da sua instância de campo de saber autônomo do que a Prática 3. Quando chega ao currículo novo, no Ciclo Profissionalizante, a gente tem ressentido – os professores que dão disciplinas teóricas lá – de algumas informações. A gente sabe que ainda tem muito para melhorar! Como é que essas informações vão ser repassadas? Se, nem os textos que são base, os alunos não lêem! E aí como que você resolve essa situação? São situações crônicas, que não é um defeito deste currículo, é uma generalização. A gente tem esse problema no ensino de graduação, como um todo, isso não é uma particularidade da Arquitetura, é um problema de geração! Como é que você reelabora isso para que o conteúdo seja lido? Eu prefiro 3 alunos, numa turma de 50, que produzam seus textos sobre o que eles querem pesquisar do que 50 alunos fingindo que leram todos os textos! Essa é a minha perspectiva. Mas isso vai gerar um impacto em outras disciplinas e aí você tem que voltar. Eu também tenho que ceder da minha perspectiva, então, por isso, essa revisão é sempre contínua.

RS: *Para finalizar, eu gostaria que dissessem quais aspectos poderiam ser melhor trabalhados nos cursos de graduação. O que seria necessário para uma melhor formação dos arquitetos?*

RE: Nossa! Que pergunta fácil, hein?!

VB: Essa resposta é uma interpretação pessoal que eu faço, avaliando os diversos currículos pelos os quais eu já passei e pelo qual estou passando, acho que o grande problema gira em torno do conhecimento ao qual o arquiteto está submetido: que é amplo demais para a gente dar conta dele! A primeira pergunta que eu faço ao aluno na minha disciplina é: “O que te move no mundo?”. Se você não conseguir responder isso, você vai sendo “levado pela maré”. E para transformar, contemplar os problemas da sociedade contemporânea, eu acho que ele tem que saber a sua forma própria de investigação! Ele deve reconhecer quais são seus anseios, as próprias dúvidas, os próprios questionamentos e tentar traçar o seu próprio caminho. Então eu acho que autonomia é fundante!

RE: Bom, eu até escrevi aqui. Eu acho que são duas coisas: uma, é o endereçamento do conhecimento. Então, por que estou estudando isso ou o que é conhecimento relevante? O que é relevante para o arquiteto? Mas para esse arquiteto que quer levar a Arquitetura para onde ela não está! Porque eu acho que o curso que fiz era um curso elitizado, que apontava para um atendimento de classe média-alta para cima, para o qual o resto do mundo parecia não existir! Não é nem por altruísmo, é para ter lugar para todo mundo mesmo! Porque teve uma massificação do ensino importante... Se, nos anos 60, nós tínhamos 7 escolas de Arquitetura, nós temos 200 hoje! Então o que vamos fazer com esse tanto de gente? E tem trabalho para esse tanto de gente! Porque a cidade vai precisar ser refeita. Na verdade, esse endereçamento com uma dimensão crítica: “Onde é que eu estou? Para que o meu trabalho serve? Onde é que ele está inserido?”. É ter consciência! Muitas vezes não dou conta de mudar isso, mas tenho consciência de que meu trabalho não é incrivelmente legal, igual muita gente faz “bobagens” incríveis: colocando lá algo que está colaborando com instâncias que a gente não concorda e achando que está fazendo uma coisa muito boa! Não tem problema nenhum! Trabalho é trabalho em qualquer situação. Mas eu tenho que saber o alcance dele. E a outra coisa é competência técnico-construtiva! Eu acho que o arquiteto só vai ter autonomia – igual a Vanessa está falando aqui –, autoridade em algum lugar, se ele tiver, de fato, um desenho informado pela construção! É um desenho competente! Eu não posso fazer um desenho pelo desenho e deixar que os “caras” lá “se virem” para executar! Se eu quiser algum tipo de autoridade – mas não estou falando de posição de mando, é de ser escutado, de ter alguma importância social, relevância social, reconhecimento social, digamos –, eu tenho que ter competência técnico-construtiva! E que nós não temos. Falta muito ainda! Esse é o esforço que a gente está tentando fazer aqui. Sabe, de formar gente que não tenha essa confiança exagerada no desenho! Tem arquiteto que só fica desenhando, desenhando e o próprio desenho informa o desenho... Mas tem que ser um desenho informado pela consciência da obra, do trabalho na obra. Só para você ter uma idéia: outro dia estava em uma situação, em que tinha uma cobertura lá de 7 metros de altura e que o arquiteto desenhava em concreto. Ou seja, implicava em andaime, em fôrma, em certo risco para quem estava fazendo. Alguém chegou e disse assim: “Não pode ser metálica?”. Pode! Mas por que será que o “cara” não fez? Ou seja, não tem uma dimensão de facilitar o serviço e de não colocar o “cara” em

risco! É esse tipo de consciência. Não é só a consciência da *performance* tecnológica e nem da *performance* estrutural, mas também do jeito que o trabalho está organizado lá dentro!

[A Professora Vanessa Borges Brasileiro retira-se da entrevista]

RS: *No canteiro. Por outro lado, eu gostaria também que justificasse a importância do conhecimento das Estruturas para o arquiteto. O que um arquiteto perde não tendo domínio sobre Comportamento Estrutural?*

RE: Eu acho que ele perde muito, muito mesmo! Igual estava te falando: se ele não tiver interlocução e, no fundo, confiança mesmo! Porque o conhecimento, na verdade, leva a essa confiança, a saber como agir dentro de uma obra. Se ele não tiver esses princípios do Comportamento Estrutural, da *performance* técnica, eu acho que ele perde em autoridade! Eu acho que ele não dá conta de encaminhar as questões sobre a matéria dele mesmo que é o espaço! Se eu tenho o domínio sobre ou se eu sou o “cara” que configura os espaços para as atividades humanas, tenho que saber como que aquilo “para de pé”! É fundamental! Como é que eu erijo aquilo? Acho que, com isso, o arquiteto até poderia recuperar uma legitimidade social que ele perdeu! O arquiteto hoje é visto como um profissional supérfluo, que é um profissional que vende “bom gosto”. Eu gostaria que ele vendesse um pouco mais que isso! Que ele vendesse, de fato, coisas que fossem relevantes para as pessoas.

ANEXO P – ENTREVISTA COM FRANCISCO RODRIGUES

BIOGRAFIA

Francisco Carlos Rodrigues é graduado em Engenharia Civil pela Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (1979). Possui mestrado (1985) e doutorado (1993) em pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Entre 1979 e 1997, lecionou na Universidade Federal de Ouro Preto, sendo que, durante o período de 1993 a 1997, foi chefe do Laboratório de Estruturas na mesma instituição. Desde 1997, é professor do Departamento de Engenharia de Estruturas e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. A partir de 1998, assumiu a coordenação do Laboratório de Análise Experimental de Estruturas (LAES), pertencente a esse mesmo Departamento.

Entrevista realizada no dia 18 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (MG).

Rita Saramago (RS): *Para começar, eu gostaria que o senhor contasse como foi o período de sua formação superior, principalmente em relação ao ensino de Estruturas. Como era o ensino de graduação em Estruturas?*

Francisco Rodrigues (FR): Eu sou formado pela Escola de Minas de Ouro Preto¹. A primeira turma semestral foi a minha! Eu entrei em julho de 1974 e me formei com quatro anos e meio. Fui o primeiro aluno da Escola de Minas, da centenária Escola de Minas, a formar com quatro anos e meio! Na época, o primeiro contato que nós tínhamos com Estruturas era em Mecânica Racional. Depois de Mecânica Racional, passamos para Resistência dos Materiais 1, Resistência dos Materiais 2, Teoria de Estruturas 1 e 2, Estruturas Metálicas e de Madeira – que eram juntas –, Estruturas de Concreto Armado 1 e 2, Pontes 1 e 2. Pontes 1 era de concreto e Pontes 2 de aço. Parecido com o que é hoje aqui também! E depois eu fiz Estruturas Metálicas de novo, porque o currículo mudou. Eu fiz 60 horas de Estruturas Metálicas, 30 de aço e 30 de Madeira. Fui professor da Escola de Ouro Preto em 79, quando me formei. Eu me formei em janeiro de 1979, com quatro anos e sete meses de curso! E, em março, já era professor. Fui monitor de uma disciplina muito importante, que considero para a Engenharia e para a Arquitetura, que é... Como que chama? A que trata das épocas...

RS: *Geometria Descritiva?*

FR: Geometria Descritiva. Fui monitor-professor. De Geometria Descritiva 1 e 2. Eu estudava no livro do Roubaudi², um livro em francês! Então o meu contato com a graduação foi “logo de cara”!

RS: *E como que surgiu o interesse do senhor em se tornar professor e se preocupar com a formação dos engenheiros?*

FR: Pois é... É curioso. É curioso, porque eu trabalhava no cartório... Eu trabalhei no cartório dos 12 até os 17 anos. Quando passei no Vestibular, tinha 17 anos. E, trabalhava no cartório como secretário, acompanhando juiz de direito em audiências – eu era escrevente do juiz de direito, sempre gostei de advocacia. Mas, quando fui fazer o Vestibular, prestei para Engenharia Civil. Eu vi que nasci para ser engenheiro civil! Naturalmente eu escolhi Engenharia Civil e é uma disciplina em que eu transito facilmente! Sempre tive muita facilidade com Matemática e sempre tive muita vocação para Desenho. Então, quando você junta a Matemática com o Desenho, você consegue ver o seu edifício com maior facilidade e você tem uma visão espacial melhor do problema a ser estudado! Acho que essa foi uma

¹ A Escola de Minas de Ouro Preto, atualmente Universidade Federal de Ouro Preto, foi inaugurada em 12 de outubro de 1876, pelo cientista francês Claude Henri Gorceix a pedido do então imperador Dom Pedro II. Constituiu-se na primeira escola de estudos mineralógicos, geológicos e metalúrgicos do Brasil. Cf. UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. Escola de Minas. Disponível em: <<http://www.em.ufop.br/em/apresentacao.php>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

² Cf. ROUBAUDI, C. *Cours de geometrie descriptive*. Paris: Masson, 1930. ROUBAUDI, C. *Traité de géométrie descriptive: a l'usage des élèves des classes de mathématiques spéciales et des candidats aux grandes écoles scientifiques*. Paris: Masson, 1946.

vocação minha: a de estar muito próximo ao Desenho desde novo – desde os 8 anos que eu desenho... Tenho “caderninhos” com desenhos meus aos 8 anos: já desenhava “casinhas”, prédios, cavalos, esse tipo de coisa. Tinha muita facilidade de escrever, que eu aprendi no cartório. Se hoje eu tivesse um “pouquinho” de tempo na minha vida, eu também faria Advocacia para ser juiz de direito! São minhas duas vocações...

RS: *Então o senhor sempre quis ser professor quando estava dentro da faculdade?*

FR: É, porque, com seis meses dentro da universidade, eu já fui monitor.

RS: *Entendi. Foi aí que surgiu o interesse?*

FR: Aí surgiu o interesse. Com seis meses na Escola de Minas – porque, na época, era Fundação Universitária, depois que passou para Universidade Federal de Ouro Preto –, comecei a ajudar o professor, virei monitor. Fui monitor por 4 anos. Surgiu a vocação: me identifiquei com a vocação de professor. Gosto muito da carreira de professor da forma que eu faço! Adoro! Porque leciono na graduação, na especialização, na pós-graduação, desenvolvo pesquisas e faço consultorias! É dinâmica e muito completa! Eu comentei que fico com saudades quando não sento aqui³, é porque não sento aqui o tempo todo. Então essa vocação para professor surgiu muito cedo. Quando eu fui fazer Vestibular, já lecionava para “grupinhos” de alunos do colégio! Eu tinha 2, 3 alunos que iam lá em casa para estudar. Ao ensinar, se aprende! Então eu tive uma vocação natural para a Engenharia e para professor. E não sou professor por falta de emprego não! Lá em 1979 não... Porque, naquela época, a oferta de empregos era muito boa. Naquela época, nós éramos contratados com salário inicial de 4 a 5 mil dólares! Hoje, quase que o Brasil acertou isso, “né”? Talvez seja equivalente... O dólar está 1,70 a 1,80... Tem engenheiros novatos ganhando isso aí já! Teve um período, de 1980 até 3, 4 anos atrás, sem valorização alguma!

RS: *Agora que começou a valorizar mais...*

FR: É. E eu nunca vi tanto dinheiro – não sou partidário de Lula, nem de ninguém não –, mas nunca vi tanto dinheiro sendo investido nas universidades igual estou vendo agora! Só em equipamentos para nosso laboratório, já compramos um milhão e meio de dólares!

RS: *Em relação especificamente ao ensino de Estruturas, teve alguma referência de profissional ou de bibliografia que despertou o interesse do senhor pela questão?*

FR: O nome de algum profissional ou de alguma bibliografia?

RS: *Isso.*

FR: Quem mais despertou para mim os ensinamentos foram os meus professores do Cálculo, da época de Cálculo. Porque eles eram professores que lecionavam Cálculo Estrutural, Cálculo Variacional, Cálculo Integral, mas davam muitos exemplos de Estruturas!

RS: *De aplicação?*

FR: De aplicação. E eles eram todos engenheiros, formados em 4 Engenharias: Civil, Metalurgia, Minas, Geologia. A maioria dos professores meus é formada, naquela época, em 4 Engenharias. Então eles eram professores e engenheiros mesmo! Tinham muita prática! O exemplo do cálculo – cálculo variacional, vetorial, mecânica racional – era sempre voltado para alguma estrutura. Era de algum silo, alguma chaminé, alguma estrutura...

RS: *De algum caso real?*

FR: De algum caso real. Daí veio minha vocação. Apesar de que eu já lecionei também, como te falei, Geometria Descritiva, lecionei Materiais de Construção...

³ Referência à sala pessoal do professor, na Escola de Engenharia, em que foi concedida a entrevista.

RS: *Primeiro foi Geometria Descritiva, depois Materiais e só então o senhor foi lecionar Estruturas?*

FR: É isso aí. Concreto Armado e depois Estrutura Metálica. E estou nessa até hoje. O meu mestrado é em concreto armado e o doutorado em estrutura metálica⁴.

RS: *Em relação à atividade do senhor, enquanto engenheiro civil, logo depois da graduação até hoje, quais foram os desafios encontrados? As dificuldades e as experiências positivas?*

FR: As dificuldades foram muitas. O maior desafio foi projetar e ver construir a primeira casa! Foi o principal! Como eu sou do interior – nasci em Caratinga, no interior de Minas – a primeira casa que eu projetei foi lá. Está “em pezinha” até hoje! Foi meu primeiro desafio. Fiquei quase uma semana sem dormir! Depois o próximo desafio foi, quando professor da UFOP⁵, eu fui fazer um curso de mestrado em Ciências da Engenharia Civil.

RS: *Na UFOP?*

FR: Não, na UFRJ, na COPPE⁶. Então o desafio foi largar tudo o que eu tinha preparado em uma cidade pequena, em Ouro Preto, “pequeninha”, tudo “arrumadinho”, e ir para uma cidade grande, sem conhecer ninguém. E eu acho que com uma base não muito boa. Porque, por melhor que fosse o meu estudo, naquela época, para enfrentar uma pós-graduação, tinha que ter uma base muito forte! Então lá eu fiz um curso de nivelamento, onde eu fui me igualar com os alunos da Federal do Rio de Janeiro, por exemplo.

RS: *Antes de entrar no mestrado?*

FR: Antes. Os professores de lá da graduação eram os mesmos professores da pós-graduação. Os alunos lá já eram formados visando à pós-graduação. Então esse foi o desafio. Agora, em relação à bibliografia, nunca faltou não. Eu tenho aí meus livros que são todos de Estruturas.

RS: *Nossa! Tem bastante livro!*

FR: Começa aqui com Cálculo... Livros que eu usei na graduação. Tem livro aqui com 30, 32 anos. Mas são livros ainda que, eu diria, atuais. Atualíssimos! Aqui tem livro de Concreto Armado, livro de Resistência dos Materiais, tudo montado para a Engenharia de Estruturas! Já aqui, nesse outro armário, é minha biblioteca montada com livros de Estruturas Metálicas. Desse lado fica a parte de Engenharia Estrutural, mas enfocando em incêndio, em temperatura elevadas... Ali, nesse armário, ficam também livros de Estruturas, mas o foco é em Estabilidade e a parte de Elementos Finitos. Então, com livro, eu nunca tive dificuldade não. Quando eu era monitor, comprei todos os livros das disciplinas. Pelo menos um de cada eu comprei.

RS: *E como o senhor percebe a relação entre Engenharia e Arquitetura que existia na época de sua formação?*

FR: Na minha formação, meu contato era mais com engenheiros. Depois, comecei a entrar em contato com os arquitetos. Entrei fortemente em contato quando eu saí da Escola de Minas de Ouro Preto, ou seja, UFOP, em 1997, e vim de lá para a UFMG⁷. A primeira coisa que aconteceu aqui foi que o chefe de departamento perguntou: “Você quer fazer o que?”. Eu respondi: “Eu quero lecionar Estruturas Metálicas na Engenharia e quero lecionar Estruturas Metálicas na Arquitetura”. Então, de 1997 para cá, eu posso te contar que a experiência foi muito interessante. Eu considero que os arquitetos têm que

⁴ Cf.: RODRIGUES, F. C. **Comportamento teórico-experimental de pórticos planos de concreto armado submetidos à compressão**. 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985. RODRIGUES, F. C. **Estudo teórico-experimental de perfis de chapa dobrada submetidos à compressão**. 1993. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

⁵ Sigla que significa Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

⁶ Universidade Federal do Rio de Janeiro (URFJ) e Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) respectivamente. Cf. nota 2 do ANEXO Q.

⁷ Referência à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

ter um fundamento de Estruturas! Essas disciplinas que você anotou aí⁸ – Estruturas de Madeira, Estruturas Metálicas, Estruturas de Concreto, Resistência dos Materiais – penso que não deveriam acabar. Deveriam ser obrigatórias dentro do curso de Arquitetura! Porque, vivendo com arquitetos e com engenheiros, eu pude perceber, mais intensamente de 1997 pra cá, que as duas pessoas têm que ter uma interface! E uma das interfaces é feita através dos desenhos, da representação gráfica. A outra interface está no fundamento, que é a Engenharia Estrutural! Para poder comunicar. O arquiteto tem que saber o vão estruturalmente viável para uma barra de madeira, uma peça de concreto, uma peça de aço... Para ele ter um vão economicamente viável e também fisicamente viável! Se o arquiteto pensa nisso, já facilita para o engenheiro. O engenheiro precisa saber conversar com o arquiteto para ter essa comunicação direta, porque, caso contrário, o projeto não vai ser bom.

RS: *Fica comprometido...*

FR: Fica comprometido. De 1997 pra cá, eu desenvolvi projetos que foram multiplicados intensamente! São por volta de 40 mil apartamentos resultados de projetos meus! Eu tirei a foto daqui, mas tinha um prédio de habitação de baixo custo – depois vou te mostrar –, que eu projetei... Esse aqui⁹ é consultoria minha. Então esses apartamentos, de prédios convencionais, de prédios de escritórios e prédios habitacionais... Na maioria, eu trabalhei com prédios habitacionais de baixo custo. Desenvolvi casas e prédios com até sete pavimentos. E, com esse projeto, já foi feita essa quantidade grande... Principalmente em São Paulo, na Grande São Paulo. São Paulo, Minas, Goiás e alguma coisa no Espírito Santo...

RS: *Como o senhor lecionou para os futuros engenheiros e para os futuros arquitetos, existe alguma diferença entre os interesses dos alunos, entre as escolas? Como o senhor percebe que é o ensino de Estruturas para a Engenharia e o ensino de Estruturas para a Arquitetura?*

FR: Olha, interesse existe. Mas vai ter que ser provocado pelo professor! Porque tem arquiteto que não está “nem aí” para isso. Assim como tem aluno na Engenharia também que não vê como é que vai servir para ele, lá na frente, a Resistência dos Materiais, um cálculo matricial... O professor que tem que chamar a atenção para isso!

RS: *Então o interesse pelas Estruturas tem que ser despertado pelo professor, independente de ser um futuro arquiteto ou um futuro engenheiro?*

FR: É isso aí.

RS: *Eu gostaria que o senhor contasse sobre a concepção do Laboratório de Análise Experimental de Estruturas. Como surgiu o laboratório e qual é a proposta dele?*

FR: A proposta do Laboratório de Análise Experimental de Estruturas, chamado LAES, é possibilitar a pesquisa experimental sobre estruturas de diversos materiais, principalmente de madeira, aço, concreto e compósitos. Então, nós tínhamos uma situação aqui com a limitação de carga e de tamanho de modelo. Nossas maiores vigas eram ensaiadas com 5, 6 metros de comprimento... A nossa capacidade de carga era de 100 toneladas. E lá¹⁰, agora, vai ser um laboratório grande – depois te mostro a foto –, onde nós vamos poder ensaiar vigas ou treliças com vãos de até 25 metros! E estamos preparados para cargas superiores a 200 toneladas. A idéia sempre foi permitir o acesso aos alunos da graduação e da pós-graduação. Mas aqui, por falta de espaço, o laboratório é muito perigoso!... Você está fazendo o ensaio de uma determinada dissertação e, a menos de dois metros, tem um outro ensaio! De um lado, um aluno está com um ensaio de 20 toneladas e o outro com 50. Então um acidente pode acontecer a qualquer momento! Agora nós temos um espaço maior, com mais segurança... Para grandes vãos, nós

⁸ Referência à lista de disciplinas da cadeira de Estruturas ofertada pela Escola de Engenharia e anotada antes da realização da entrevista, segundo descrição do Prof. Francisco Rodrigues.

⁹ Referência à imagem de uma obra presente em quadro na sala do professor.

¹⁰ Referência à nova sede da Escola de Engenharia, que está sendo construída no campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

temos capacidade para até 10 metros de altura! Antes nossos modelos de pilares, por exemplo, não podiam passar de 3 metros!

RS: *Os alunos da graduação sempre tiveram acesso ao laboratório?*

FR: Não, aqui não. A partir de agora é que terão acesso. Nós estamos preparando para isso.

RS: *Existia ou vai existir alguma ligação entre o laboratório, que é do Departamento de Estruturas, e o curso de Arquitetura?*

FR: Boa idéia! Não existia e não existiria! Mas você está me lembrando que eu terei que fazer isso... Porque, se deixar, o tempo passa e a gente não faz. É muito envolvimento... Só aqui tem muito envolvimento! O Departamento de Engenharia de Estruturas é um departamento com 43 professores! Carga horária grande, muito trabalho, muita pesquisa... Nós temos que atender a Engenharia Civil, a Arquitetura, a Engenharia Mecânica... Vários outros cursos! Seria interessante fazer isso. De qualquer forma, nós já temos a integração entre Engenharia e Arquitetura através dos meus mestrados e doutorandos: 3 alunos de mestrado meus são arquitetos, 1 aluno de doutorado também – o Paulo Krüger, que defendeu um trabalho experimental¹¹...

RS: *Sobre geodésicas?*

FR: Isso, sobre geodésicas. Então há essa relação natural, mas não há um enfoque. Eu vou destacar essa sua pergunta, transformando em um dos objetivos do nosso laboratório também!

RS: *Bacana! Espero que dê certo! Em relação às mudanças ocorridas no campo profissional, como o senhor observa a introdução da computação gráfica para a proposta de soluções estruturais? Quais são os aspectos positivos e os negativos quanto ao uso do computador para a proposta de soluções estruturais?*

FR: Eu acho o “máximo”! Na maioria das vezes... Um programa como o *AutoCAD*, ou um programa que está ali na rede, o *SketchUp*, em que você faz uma proposta, faz um desenho. Mas é interessante que, se o aluno não tiver uma vocação, a capacidade de visualizar no espaço o que ele vai desenhar, nem com uma boa ferramenta vai conseguir! Eu acho ótimo! Eu acho fantástico um bom programa, um bom apoio desses da computação gráfica! Mas o aluno tem que ser preparado... Por exemplo, eu também lecionei o curso de Desenho na Engenharia. Primeiro foi Desenho Técnico – tinha esquecido dele –, depois foi Geometria Descritiva... Então, isso para mim é muito útil! Enquanto eu ensinava, estava aprendendo mais ainda! Foi muito útil, porque eu tenho toda a facilidade de ver o espaço, montar o modelo, montar uma estrutura... “Pegar” várias pranchas em planta e, com um ou dois cortes que observar, já tenho a estrutura montada visualmente no meu pensamento, no meu raciocínio. Então eu acho interessante!

RS: *O que o senhor acha que pode ajudar os alunos a desenvolverem essa visão tridimensional, a compreensão das Estruturas?*

FR: É desenhar e montar o modelo. Desenhar e fabricar o modelo.

RS: *Modelo físico?*

FR: Montar o modelo físico. Ter um modelo eletrônico e é bom também que ele venha a construir o modelo físico. As famosas maquetes, por exemplo! Acho isso muito válido! E, na Engenharia, nós temos descuidado desse ponto. O professor Edgar¹² – que é professor de Estruturas de Madeira – tem vários “modelinhos” de telhado montados, mas eu não tenho feito isso.

¹¹ Cf. KRÜGER, P.G.V. **Desenvolvimento integrado de uma geodésica tensegrity metálica**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

¹² Prof. Dr. Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco, docente do Departamento de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desde 1982. Ver: PLATAFORMA LATTES. Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4787769J0&tipo=completo>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

RS: *Os modelos então ajudam a visualizar?*

FR: Ajudam, ajudam muito! Eu acho muito interessante e acho que todos deveriam proceder dessa forma! Então é a ajuda do sistema computacional forte, da computação gráfica e montar o modelo físico para maior compreensão.

RS: *Segundo o ponto de vista do senhor, quais aspectos sugere para uma boa formação tecnológica dos engenheiros e dos arquitetos?*

FR: Eu penso que, em termos de disciplinas, de carga horária, está tudo bem. O que falta mais é a prática! É ter uma disciplina de Projeto! Vocês têm lá na Arquitetura e nós temos aqui, mas ainda “fica a desejar”. Tinha que ter uma disciplina aqui, na Engenharia, de dois anos, em que você pudesse fazer, a cada semestre, um avanço nesse projeto...

RS: *De aplicação?*

FR: De aplicação mesmo! Nós não temos não! Nós temos algumas aulas práticas de exercícios, mas o aluno está saindo sem saber projetar uma estrutura, sem saber elaborar um projeto de fabricação, depois um projeto de montagem e acompanhar a montagem!... Essa é a grande falta que eu sinto nos nossos cursos!

RS: *Além dos projetos, o senhor acredita que atividades em canteiro ou a execução de protótipos de estruturas também são importantes?*

FR: É muito importante! Atividade em canteiro e execução de protótipos! Porque eu, enquanto aluno de graduação, procurava tudo isso! Tinha “sede” de conhecer, de participar de estágios... São os famosos estágios, “né”?! Mas eu vejo que nem todos os alunos são assim. Fazem por fazer, fazem porque são obrigados. Eu gostaria de ter mais tempo, de pensar nisso, inclusive gostaria de receber o resultado da sua pesquisa, porque vai servir pra gente corrigir o rumo do nosso curso! O nosso curso aqui, por exemplo, é fortemente teórico! E a prática de exercícios...

RS: *A prática é de realização de exercícios e não de projetos...*

FR: Não existe prática de projeto! A concepção... Deveria juntar engenheiros e arquitetos numa mesma sala! Igual acontece comigo, porque dou muita consultoria – via universidade –, então, estou sempre junto com arquitetos. Em um desafio de uma casa, de um prédio, de fazer acontecer! E isso não existe...

RS: *Dentro dos cursos de graduação, não tem essa integração multidisciplinar...*

FR: Se tem, eu não estou sabendo. Mas eu não vejo... Tem uma disciplina aí, chamada TIM III¹³, em que os alunos vêm me procurar para fazer o projeto. Mas tudo é feito aqui na mesa mesmo, muito rápido, muito no “apagar das luzes” do semestre!

RS: *Não tem um enfoque específico...*

FR: Tem teoricamente, mas, na prática, não acontece. Falta de tempo nossa e deles também! Então é uma grande falha de um curso de Engenharia Civil! E não acontece só no nosso curso não, acho que todos os cursos estão assim: sem uma forte base de projeto... A partir de um projeto arquitetônico, fazer o projeto estrutural, calcular, elaborar os desenhos de fabricação, elaborar os desenhos de montagem, acompanhar a fabricação e a montagem no canteiro de obras!

¹³ Código da disciplina Trabalho Integrado Multidisciplinar III (TIM III), ministrada ao último período do curso de Engenharia Civil e correspondente ao Trabalho Final de Graduação da faculdade.

RS: *Pensar todo o processo de produção, desde a concepção até a execução!*

FR: É isso aí: é isso que falta. Essa é uma grande falha nossa!

RS: *Só para encerrar, gostaria que o senhor justificasse a importância do conhecimento das Estruturas para os arquitetos. O que um futuro arquiteto perde não tendo domínio sobre Comportamento Estrutural?*

FR: Parece que o Calatrava se formou primeiramente em Arquitetura e depois em Engenharia, porque ele não conseguia um engenheiro que calculasse suas obras! Então, para ele ser um arquiteto completo, tornou-se um engenheiro-arquiteto. Eu penso que o arquiteto necessita da Engenharia Estrutural, das Estruturas, para poder conceber os espaços, os vãos, o partido arquitetônico... Saber que cada material tem a sua aplicação: a madeira tem sua aplicação, o aço tem sua aplicação... Eu vivencio como engenheiro estrutural e com vocação para estrutura metálica – mas uso aço, madeira e concreto nos meus projetos – que a obra tem que ser concebida tendo em conta qual material que vai ser usado. Nunca partir de uma concepção feita e adaptar de concreto para aço ou de aço para concreto!

RS: *Pensar a estrutura desde o início...*

FR: Não sei se minha fala está muito simplória, mas eu penso que esse projeto é bem feito para um arquiteto que tem um bom sentimento, conhecimento estrutural! Ele facilita – e muito – a vida do engenheiro! O vice-versa também vale: o engenheiro, sem uma concepção de Arquitetura, sem noção de Arquitetura, vai ser simplesmente um calculista! Calculista que vai “pegar” um programa com uma boa entrada e saída de dados e vai só operar.

RS: *Ele não vai entender o que aquilo significa...*

FR: Não vai tirar proveito do que é feito! E esse proveito eu tenho tirado muito! Eu tenho convivido muito com arquitetos de Belo Horizonte e do Brasil todo!

RS: *Tem algum arquiteto que o senhor destaca como tendo um bom conhecimento de Estruturas?*

FR: Aqui, em Belo Horizonte, todos que eu trabalhei tinham um bom conhecimento de Estruturas. Eu tive dificuldades com alguns arquitetos de São Paulo que não tinham conhecimento nenhum! Estou falando de arquitetos mais novos... E aqui, em Belo Horizonte, eu não tenho tido contato com arquitetos mais novos. Conheço só os mais antigos que tiveram uma forte base de Estruturas em seu curso! Então eu vejo assim: o arquiteto vai ser mais completo se ele tiver uma boa formação estrutural! Não tem que ser cobrado dele o cálculo estrutural como é cobrado do engenheiro estrutural! Mas noção de altura de viga, do que isso vai gerar, noção do raio de geração, noção de para quê serve a inércia, que material vai usar... São conceitos básicos! Mas aí fazendo umas contas, porque o arquiteto tem facilidade para isso...

RS: *Chegando ao nível de pré-dimensionamento e não de detalhamento?*

FR: Chegando ao nível de pré-dimensionamento para facilitar que ele tenha uma melhor interação com o engenheiro civil.

ANEXO Q – ENTREVISTA COM LUÍS EUSTÁQUIO MOREIRA

BIOGRAFIA

Luís Eustáquio Moreira graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais em 1981. Concluiu seu mestrado (1991) e doutorado (1998) em Engenharia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Entre 1981 e 1984, foi responsável pelo projeto e cálculo de torres metálicas para linhas de transmissão da Sociedade Brasileira de Eletrificação (SBE). Desde 1993, é professor do Departamento de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais, desenvolvendo pesquisas sobre tecnologias não-convencionais. A partir de 2004, assumiu a coordenação do Laboratório de Sistemas Estruturais (LASE) da mesma instituição.

Entrevista realizada no dia 20 de novembro de 2009 em Belo Horizonte (BH).

Rita Saramago (RS): *Para começar, gostaria que o senhor contasse sobre como foi o período de sua formação superior, para entender qual foi o caminho que o senhor percorreu até se envolver com as questões construtivas e as tecnologias alternativas.*

Luís Eustáquio (LE): Bom, quero ver eu lembrar de tudo, é um caminho que já tem tempo... Eu entrei em 76 no curso de Engenharia Civil, aqui da escola¹ e me formei em 1981. Depois disso, olha só: fui trabalhar numa empresa que mexia com linhas de transmissão de energia, projetando torres²! E, além disso, vendia alguns “programinhas” de análise estrutural... Calculei alguns edifícios de concreto...

RS: *Sempre então envolvido com a área de Estruturas.*

LE: Sempre em Estruturas... Sempre, sempre.

RS: *Surgiu o interesse por essa área desde a graduação?*

LE: É... Na minha época, tinha ênfase em Estruturas. Eu “peguei” a ênfase em Estruturas “de cara”. Porque, naquela época, o Departamento de Estruturas era “disparado” o melhor departamento! Os outros ainda estavam em formação... Não é que estavam em formação, mas eles não tinham os recursos que têm hoje! Estavam bem aquém da Estruturas... Como se o curso de Engenharia Civil tivesse sido montado, principalmente aqui, centralizado nas Estruturas, nas edificações. A Estrutura era o centro de tudo. E tinha também o aspecto matemático que as outras “deixavam a desejar”, em termos das modelagens que a gente conseguia desenvolver até aquela época. A gente fazia o ICEX³, que é onde até hoje existe o curso básico, no Instituto de Ciências Exatas. Então a gente estudava muita Física, Matemática, Cálculo 1 até 4, Física 1 até 3, Mecânica 1 e 2... A gente tinha uma base muito boa de Cálculo e de Física! Aí, quando a gente chegava aqui, para quem gostava disso, os outros departamentos não ofereciam uma continuidade! O de Estruturas oferecia um pouco! Não era igual é hoje... Hoje você pode dizer que é contínuo! Faz um curso básico e “pega” um nível, na graduação de Engenharia, sem sentir que está perdendo nada! Tanto é que, na minha época de estudante, muitas pessoas acabavam optando por ser matemáticos ou físicos... De repente, desgostavam da Engenharia: “Poxa! Estudei tanto aqui! Existem tantos modelos na minha mente e não vejo continuidade para isso!”. Eu tenho colegas que se formaram comigo na Civil e que hoje são doutores em Matemática, em Física... Meu irmão mesmo é físico. Ele fazia Engenharia Elétrica – que, naquela época, já tinha um desenvolvimento maior nesse aspecto matemático –, mas, mesmo assim, não quis continuar na Engenharia Elétrica e hoje é doutor e professor de Física na universidade. Esse foi o meu caminho na Estruturas... Aí teve um período que fiquei projetando e calculando. Fui para o Rio em 88, fiz minha

¹ Referência à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde foi concedida a entrevista.

² Sociedade Brasileira de Eletrificação (SBE), em que foi responsável pelo projeto e cálculo de torres metálicas para linhas de transmissão, de 1981 a 1984. Cf. PLATAFORMA LATTES. Luís Eustáquio Moreira. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=P19305>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

³ Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da Universidade Federal de Minas Gerais, responsável pelas disciplinas básicas do curso de Engenharia. Ver: INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS. Histórico. Disponível em: <http://www.icex.ufmg.br/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=28>. Acesso em: 10 mar. 2010.

pós-graduação lá. Eu comecei no Departamento de Informática, no Rio Datacentro, que fica dentro da PUC, o RDC⁴... Achei também que o caminho que estava sendo oferecido, na época, não era o que eu queria... A formação que a gente estava adquirindo era muito boa, mas era voltada para trabalhar em bancos, estruturar sistemas bancários... Então não quis saber daquilo também! Voltei para a Civil, comecei a pós-graduação no Departamento de Engenharia Civil... Mudei de Departamento! Eles me ofereceram uma bolsa e aí fiz o mestrado e o doutorado na área de Estruturas e já trabalhando com o bambu⁵! Eu me encontrei com o professor Ghavami⁶ lá, achei a proposta dele interessante, o material um desafio... Por trabalhar com um novo material, o que só traz motivação! Porque os outros materiais, que já estão com um controle de qualidade grande, com o aço – que era o que eu trabalhava – e o próprio concreto armado – que já era tradicional –, não ofereciam tanta motivação. Comecei a trabalhar com o professor Ghavami e acabei doutorando em 98, porque eu passei em um concurso aqui em 93! Meu doutorado foi atrasando um pouco, porque eu tinha que lecionar... Então a “coisa” foi meio complicada. Os laboratórios do Rio, na época, eram bem melhores que os nossos! Hoje já não é o caso, pois estamos nas mesmas condições... E o meu trabalho era experimental, então eu tive que procurar um laboratório aqui que me deu apoio, que foi o CDTN, o Centro de Desenvolvimento em Tecnologia Nuclear⁷... Eles tinham umas máquinas lá que me deixaram usar... Então eu acabei me doutorando em 98, fazendo estruturas de bambu! E, como eu já tinha uma experiência em treliças – porque as torres são todas treliçadas –, eu fui trabalhar com treliças! Fui desenvolver treliças de bambu! Quer dizer, tudo tem um caminho, “né”?! Eu fui por esse caminho: das treliças, das propriedades do material, propriedades físicas e mecânicas de algumas espécies... E continuei levando essa pesquisa sempre à frente! Continuo com essa idéia... “Acabei” lecionando na Arquitetura. Aqui, eu leciono Estruturas de Madeira e lá também, na Arquitetura⁸. Então, também com a relação com a Arquitetura, com a relação mesmo com os arquitetos – lá no Rio eu também tinha relação com a Arquitetura –, a gente vai se moldando aos interesses das pessoas, você vai procurando “jogar” um pouco com isso... Não vai com aquela “coisa dura”, do meu conhecimento que eu trago! O conhecimento que a gente traz é uma coisa tão relativa! Se a gente não interagir, não tem conhecimento nenhum! O conhecimento sem interação não é conhecimento! Então a gente vai até aprendendo isso também... Como professor, a gente acaba aprendendo a questão de interagir! Porque é uma coisa que a gente não sabe! O aluno não aprende isso, principalmente dentro da Engenharia. O professor faz um monólogo, ele que detém o conhecimento tecnológico... O aluno só tem que ouvir e perguntar o que ele não entendeu. Não tem interação nenhuma!

RS: *E como o senhor tenta promover essa interação em sala de aula?*

⁴ O Rio Datacentro (RDC) é uma Unidade de Apoio, subordinada à Vice-Reitoria para Assuntos Acadêmicos, que provê à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) serviços de informática e de comunicação de dados, em apoio às atividades acadêmicas e administrativas da universidade. RIO DATACENTRO. Disponível em: <<http://publique.rdc.puc-rio.br/rdc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=5&sid=4&tpl=printerview>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

⁵ Cf. MOREIRA, L. E. **Desenvolvimento de estruturas treliçadas espaciais de bambu**. 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991. MOREIRA, L. E. **Aspectos singulares das treliças de bambu: flambagem e conexões**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

⁶ Khosrow Ghavami é engenheiro civil, graduado pela Universidade Drudjbi Narodov, em Moscou, Rússia (1968) e doutor pelo Imperial College da Universidade de Londres (1976). Atualmente é professor titular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Em 1979, criou a linha de Pesquisa e Desenvolvimento em Bambu. Em 1996, fundou a Associação Brasileira de Ciências de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC). Cf. PLATAFORMA LATTES. Khosrow Ghavami. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4783888Y1>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

⁷ O Centro de Desenvolvimento em Tecnologia Nuclear (CDTN), localizado em Belo Horizonte e criado em 1952, constitui a primeira instituição brasileira a dedicar-se à pesquisa nuclear. O CDTN pertence à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia federal diretamente ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Ver: CDTN. O Centro de desenvolvimento da tecnologia nuclear. Disponível em: <<http://www.cdtm.br/o-cdtm>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

⁸ Referência à Escola de Engenharia e à Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais.

LE: Pois é... Aí que vem o aprendizado dessa interação. É você se “abrir” para o diálogo... É você não ficar “preso” só nos aspectos tecnológicos da disciplina que está lecionando... É a gente “abrir” um pouco para os aspectos técnicos: isso “abre” também... Porque o que acontece é que essas disciplinas são muito abstratas. Então, quando você fala de técnica, dá uma abertura para o diálogo! Porque você parte para a questão de como vai obter aquilo, como é que você vai sair de um “sisteminha” estrutural e concretizá-lo na realidade... Você começa a “tocar” as pessoas para isso. Isso aproxima o estudante, o aluno, da gente. Porque aí sim ele pode pensar! Porque ele vive num mundo de “coisas”...

RS: *De coisas materiais e não abstratas...*

LE: É... Ele vive nesse mundo! Então se você começa a “tocar” sobre isso, a pessoa aproxima... Porque existem situações em que a gente até cria aversão ao mundo físico! Tem pessoas que são avessas ao mundo físico! Porque o mundo físico ficou tão distante para elas que são avessas ao mundo físico! Isso acontece... Com a própria formação que a pessoa obteve, vai se distanciando tanto do mundo físico, que fica avessa a ele! Interessante, porque isso acontece dentro das Ciências Exatas, digamos assim. E Engenharia não é uma ciência exata! Então isso acontece... Essa idéia de exatidão...

RS: *De perfeição...*

LE: Exatamente. De não poder errar... Porque a formação da gente é assim: o engenheiro, principalmente, não pode errar! Você não pode “colar”... Quer dizer, você não pode observar!

RS: *E, com o erro, também se aprende, na verdade.*

LE: Você não pode nem observar! Quer dizer, não estou dizendo que a gente deva “colar”! Porque a gente tem que ensinar essa abstração que é chata... No começo, às vezes, a pessoa tem uma série de dificuldades, então, ela quer observar, ela quer olhar se está indo certo... Não estou dizendo nem para copiar, mas: “Será que estou indo no caminho certo? Vou ver com o meu colega como é que ele está fazendo ali, se deu diferença ou não...”. Mas a gente é proibido disso! Quer dizer, a pessoa, formada dessa maneira, é tolhida até da própria observação! Ela é convidada a um “mergulho” na mente absoluto, de uma certa forma! Quando você a devolve ao mundo da vida, quando você não isola o mundo da vida junto com a abstração que está ensinando, eu sinto que “dá” uma relação melhor.

RS: *Em relação às referências, teve alguma referência de profissional ou de bibliografia que também despertou o interesse do senhor pelas Estruturas ou pelas tecnologias não-convencionais, além da relação com o professor Ghavami?*

LE: Sempre tem... A própria “bibliografia do mundo” mesmo! A própria leitura do mundo! Nessa época, a questão do meio ambiente já aparece... Eu não tive essa formação de Biologia no primário! Mas, já na época em que eu estava fazendo pós, isso era divulgado. Vejamos, 93... Digamos 90. Em 90, você estava com quantos anos?

RS: *Eu estava com 5.*

LE: 5, está certo. Então, em 93, você tinha 8 anos. Você já devia estar ouvindo falar de meio ambiente, não estava?

RS: *Na escola, já ouvia sim.*

LE: Então o meio ambiente já estava se tornando um foco de atenção. Dentro da universidade, as idéias circulam mais rápido. Por isso, na universidade, já tinham essas pessoas falando do meio ambiente de diversas áreas. Então foi por aí... Pela própria questão mesmo do envolvimento.

RS: *Da convivência...*

LE: É, da convivência. Na literatura, sempre se encontram pessoas dedicadas a isso! Até antes! Existem relatos de devastação do meio ambiente de pessoas que anunciavam isso no período colonial! Sobre o pau-brasil e depois por causa de algumas queimadas... Sempre tiveram pessoas preocupadas com isso! É interessante! Só que, numa época dessas, esses eram os loucos, “né”?! Quer dizer: “Que

isso! O país é uma floresta!”. Até com a Mata Atlântica... Hoje quase não existe mais Mata Atlântica. E aí a pessoa estava preocupada porque o pau-brasil estava se extinguindo! Isso nem “entrava” na mente nas pessoas!

RS: *Não era motivo de preocupação...*

LE: Não era motivo nenhum de preocupação! Mas já existiam pessoas, pesquisadores, estudiosos que já denunciavam essas “coisas”. A partir da década de 80 mesmo, as “coisas” começaram a mudar... Porque as consequências da devastação começaram a ficar bem evidentes para todos. Como hoje... Hoje é evidente mesmo! Estamos em 2009... O que não é pouco tempo. É pouco tempo relativamente, comparando com a sociedade... Mas são 29 anos e agora está numa situação que todo mundo vê! Com todos os desequilíbrios sociais que estão acontecendo e não se escondem mais! Não tem como esconder!

RS: *A proporção é muito grande!*

LE: A proporção está elevada, a população mundial aumentou muito... A população do Brasil também. Se for olhar, da década de 80 pra cá... Quer ver? Em 70, o Brasil tinha 90 milhões de pessoas! Por que eu lembro disso? Por causa da propaganda do governo da Copa do Mundo de 70⁹! 90 milhões... Hoje nós somos em mais de 200 milhões! Por isso está tudo evidente. O desequilíbrio social... A questão ambiental está evidente em todo o mundo... As questões econômicas hoje globalizadas... Os desequilíbrios entre as nações... Do jeito que está hoje, só “não vê quem não quer”! Não vê quem não quer os riscos que nós estamos correndo! A condição humana é uma condição de risco, a vida é uma condição de risco. Só que, na situação atual, o risco aumentou bastante! O risco de colapsos econômicos, já que está tudo interligado... De “apagões”, de desastres ambientais... Está evidente. Então, o meu envolvimento aconteceu assim e nem justifica citar literatura, porque existem vários, vários livros!

RS: *A ABMTENC¹⁰ surgiu em decorrência dessa situação, desse contexto?*

LE: A ABMTENC tem uns 12 anos ou alguma coisa assim... Eu participei da fundação, da inauguração oficial, porque estavam presentes o reitor e todas essas autoridades, os decanos da PUC... Foi iniciativa do professor Ghavami. O professor Ghavami tem uma trajetória toda mundial! Ele é persa, do Irã... Mas gosta de dizer que é persa, porque o Irã tem outras etnias. Do Irã, foi para a União Soviética. Depois teve uma questão política entre a União Soviética e o Irã, aí eles foram convidados a voltar, mas pediram asilo político na União Soviética. Ele ficou exilado, como todas as pessoas que não voltaram, ficaram exiladas... Ficou exilado por muitos anos. Até que chegou um outro xá que “liberou”. Ele fez a graduação na União Soviética, depois fez a pós-graduação – mestrado, doutorado – no Imperial College, na Inglaterra. De lá, ele foi trabalhar no Canadá e, do Canadá, veio para o Brasil! Chegou ao Brasil em 79! Em 79, o Ghavami, com essa experiência toda e até de uma região muito rica... Porque algumas das cidades mais lindas do mundo – que eu ainda não tive o prazer de conhecer – estão no Irã! Elas são maravilhosas! Parece um bordado... Tudo é bordado, tudo é delicado! Parece que você está no paraíso, por causa das belezas que existem!

RS: *Então ele já traz essa referência forte...*

LE: É, essa referência forte de uma pessoa batalhadora que conhece essas “coisas”! Que traz essa referência artística do país dele... Essa referência de “garra”, porque levar uma “coisa” dessas pra

⁹ Referência ao hino “Pra frente Brasil”, composto por Miguel Gustavo Werneck de Sousa Martins para a Copa do Mundo de 1970, cujo trecho é: “Noventa milhões em ação,/ Pra frente Brasil,/ Do meu coração...”. Para letra completa, ver: <<http://letras.terra.com.br/hinos/394819/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁰ Associação Brasileira de Ciências de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC) foi fundada em 1996, na PUC-Rio. A associação pretende estimular e promover a pesquisa e a difusão de conhecimentos nesta área, bem como incentivar o intercâmbio entre universidades, instituições e organizações não governamentais do país e do exterior. A ABMTENC também divulga o conhecimento destas ciências através da publicação de livros e revistas, além da promoção de encontros, congressos, conferências, cursos e reuniões técnico-científicas. Cf. ABMTENC. Histórico. Disponível em: <http://www.abmtenc.civ.puc-rio.br/br_historico.html>. Acesso em: 10 mar. 2010.

frente não é fácil! A pessoa tem que ser guerreira, tem que ter determinação. E ele traz essas características! O Ghavami é um guerreiro mesmo. Desse povo resistente... Desse povo consciente, por um lado, que é o povo do Oriente Médio! E que, inclusive, a maior parte de nós é descendente desse povo. Nós somos judeus... A gente acaba sendo descendente deles! É um povo guerreiro, é um povo que luta. Então o Ghavami é essa pessoa... Chegou ali em 79, com essas idéias. Eu comecei a trabalhar com ele em 89 e, daí a pouco, saiu a ABMTENC! Ele criou a ABMTENC, que já realizou vários congressos internacionais aqui no Brasil e fora do Brasil também – onde eu tive oportunidade de participar... O último foi na Colômbia – mas esse eu não pude ir –, em Cali. O próximo, no ano que vem, vai ser no Egito e parece que é o 11º congresso internacional¹¹...

RS: *A discussão é sempre em torno do uso de tecnologias alternativas?*

LE: Isso! Sobre aplicação de recursos renováveis na construção civil. Bambu, fibras naturais, sisal, piaçaba, terra crua... Para desenvolver placas, para desenvolver Estruturas... E o cimento tem entrado já há algum tempo... O pessoal tem trabalhado com o desenvolvimento de outras tecnologias de cimento. É o tipo de congresso que é muito “aberto” para pessoas das mais diferentes áreas. É um congresso que “acolhe” as pessoas mesmo para trabalharem nessa linha! Designer, arquiteto, botânico que quiserem apresentar trabalhos... É um congresso bem “aberto”, que é gostoso de ir pela diversidade de pessoas, de áreas de conhecimento! Eu acho “meio chato” o tal do cimento... O tal do cimento tem me perturbado um pouco, porque tem virado “a menina dos olhos”! Tem ficado muito em torno de compósitos cimentícios, sabe? Mas, com a crítica que nós temos feito, certamente já estão “abrindo” para outros materiais, “jogando” outros aglomerantes ali no meio... Largando um pouco essa “história” para lá. Porque, quando um congresso adquire um perfil muito forte, inibe outras áreas! Isso, na minha opinião! Começa a convergir muito, a se especializar muito... E, sempre que você especializa demais, a “coisa” caminha para a industrialização. Então, você precisa “dar uma chacoalhada” nisso para atender a outras demandas! Se não, você começa a atender só às indústrias! Mas existem outras demandas acontecendo... O Ghavami é uma pessoa muito competente e ele é muito “aberto”. É uma pessoa impressionante! Exigente, extremamente exigente, competente e “aberto” ao mesmo tempo!

RS: *Generoso?*

LE: É, uma pessoa “aberta” a diferentes idéias. É muito flexível! Mas exigente ao extremo! Faz o papel de divulgação disso, de levar a pesquisa para frente, de “batalhar” pelo mundo afora... De divulgar essa tecnologia que ele vem, junto com outras pessoas, gerando no Brasil. Para levar o nome do Brasil como de gerador de novas tecnologias! Ninguém faz isso melhor que o Ghavami! Ninguém faz... As pessoas questionam muito uma série de coisas... Assim, uma pessoa extremamente matemática, uma pessoa que não sai do laboratório, um experimentador que dorme no laboratório! Esse não é o perfil dele. Ele não tem tempo para isso. Mas o que ele faz e a orientação que ele dá – que eu tive – e a maneira como promove esse caminho, ninguém promoveria! Porque qualquer pessoa que fosse desse outro perfil que eu te falei, não teria “levado” a ABMTENC, não teria conseguido colocar esses materiais no estágio em que estão hoje! Todas as pessoas que estão trabalhando nessa área reconhecem o Ghavami como um grande batalhador, como um pioneiro! Porque as coisas estão evoluindo agora... O CNPq liberou verba, reconheceu a pesquisa do bambu... A primeira verba do CNPq para essa linha de pesquisa foi liberada agora, no final de 2008! E tudo isso graças à iniciativa do professor Ghavami mesmo! Ele é incansável! Eu admiro o Ghavami por isso. Até ultimamente eu estou meio afastado dele, porque conheci o Ripper¹² na mesma época...

¹¹ Já foram realizadas 11 edições de congressos organizados pela ABMTENC nas seguintes cidades: Rio de Janeiro, Brasil (1984); Bhubaneswar, Índia (1997); Hanói, Vietnã (2002); João Pessoa, Brasil (2003); Pirassununga, Brasil (2004); Rio de Janeiro, Brasil (2005); Cali, Colômbia (2005); Salvador, Brasil (2006); Maceió, Brasil (2007); Cali, Colômbia (2008); e Bath, Inglaterra (2009). Cf. ABMTENC. Eventos. Disponível em: <http://www.abmtenc.civ.puc-rio.br/br_eventos.html>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹² José Luiz Mendes Ripper é arquiteto, graduado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1958) e atualmente professor titular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Coordena o Laboratório de Investigação em Living Design (LILD) – derivado do Laboratório e Oficina de Treinamento e Desenvolvimento

RS: *Eu iria perguntar mesmo sobre o Ripper: foi a partir do contato com o professor Ripper que surgiu a idéia dessa experiência do Laboratório?*

LE: Foi. Eu conheci o professor Ripper na mesma época. O professor Ghavami é da área experimental, mas a metodologia dos trabalhos do... Como é que chamava?... LOTDP: Laboratório Oficina para o Treinamento e Desenvolvimento de Protótipos – que era o laboratório do Ripper. Hoje chama LILD, Laboratório de Investigação em Living Design. Quando eu conheci o professor Ripper, a metodologia deles era diferente. Eles não são matemáticos, são designers e o professor Ripper é arquiteto de formação, fundou a ESDI¹³... Foi um dos fundadores da ESDI, a primeira escola de Desenho Industrial do Brasil, no Rio! E depois trabalhou para fazer o Departamento de Design. Foi um dos caras que “batalhou” para fazer o Departamento de Design da PUC do Rio¹⁴. Então lá a metodologia era completamente diferente! Eles abordavam os objetos – eles trabalham com objetos, desenvolvendo produtos – com uma metodologia completamente diferente da nossa! Não trabalhavam com modelagens matemáticas, eles trabalhavam com experimentos mecânicos e criavam os objetos também!

RS: *Mesmo assim!*

LE: É... E criavam com um enfoque, com uma metodologia, com alguns princípios que a gente não tinha! E os objetos deles eram bem mais interessantes do ponto de vista, às vezes, funcional, de funcionamento, de equilíbrio do que os nossos! Quer dizer, eles tinham muitas coisas para nos ensinar! E eu comparo esse trabalho – vou fazer uma ligação aqui muito maluca – com o dos irmãos Wright e Santos-Dumont¹⁵! Mesmo que o veículo dos irmãos Wright – que se perdeu na História, nas brigas por pioneirismo – tenha saído do chão, pesado daquele jeito, primeiro que o “14 Bis”, o veículo deles não é um avião! E o veículo do Santos-Dumont é um avião! Não tem como comparar o design do “14 Bis” com o que os irmãos Wright faziam! Não tem a menor condição! Quer dizer, a finura, o refinamento do trabalho do Santos-Dumont e da percepção dele de vôo, de leveza, não tem nem como comparar com os irmãos Wright! Então a mesma coisa acontece: a gente tem que reconhecer que nós, engenheiros, ainda não ensinamos isso para as pessoas que formam. A gente não “dá” refinamento nenhum! É uma modelagem matemática... Mas eu fui meio radical. Não é bem assim... É porque eu me entusiasmo! A gente tem muito a aprender com quem sabe “olhar para fora” e não só para dentro! E para fora e para dentro, é óbvio! Porque a gente trabalha com as duas coisas... Mas nós, nesse “mergulho” nosso de matemática, de modelagem, de substituição do mundo por equações, por

de produtos (LOTDP), criado, por sua vez, em 1985. Cf. PLATAFORMA LATTES. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=T6596>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹³ A Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI) é uma unidade da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, que oferece o curso de graduação em Desenho Industrial e o mestrado em Design. Foi inaugurada em 1963 e representa a primeira escola de Desenho Industrial de nível superior do Brasil e da América Latina. Ver: ENCICLOPÉDIA ITAÚ CULTURA. Escola Superior de Desenho Industrial. 29 mar. 2007. Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br/aplicExternas/enciclopedia_ic/index.cfm?fuseaction=instituicoes_texto&cd_verbete=345>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁴ O Departamento de Artes & Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, criado em 1978, originou-se no Departamento de Letras, a partir de um núcleo de disciplinas teóricas de Arte, Manifestações Artísticas e História da Arte, oferecidas como eletivas na complementação da formação básica dos alunos dos diversos Departamentos do Centro de Teologia e Ciências Humanas. Cf. DEPARTAMENTO DE ARTES E DESIGN. História. Disponível em: <<http://www.dad.puc-rio.br/dad07/index.php?pag=dep01>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

¹⁵ Os Irmãos Wright – Orville Wright (1871-1948) e Wilbur Wright (1867-1912) – são oficialmente reconhecidos pela *Fédération Aéronautique Internationale* por projetarem e por realizarem o primeiro vôo controlado num aparelho “mais pesado que o ar” em Kitty Hawk, Carolina do Norte (1903). O feito, sem testemunhas, foi comunicado por telegrama. O aparelho foi denominado de Flyer, pesando 300 quilos e com um motor de 12 cavalos. Já Alberto Santos-Dumont (1873-1932), além do seu trabalho pioneiro com dirigíveis, foi o primeiro a cumprir um circuito pré-estabelecido sob testemunho oficial de especialistas, jornalistas e populares em uma aeronave. Em 1906, Santos-Dumont voou cerca de 60 metros com seu “14 Bis”, no Campo de Bagatelle, em Paris. Esse aparelho pesava 290 quilos e tinha um motor de 50 cavalos. Ver: ÂNGELO, C. Irmãos Wright foram os primeiros, mas Santos-Dumont fez mais pela aviação. **Folha Online**, São Paulo, 23 out. 2006. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u15410.shtml>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

abstrações, paramos de ver as “coisas”! Mas precisa fazer com que as pessoas vejam, mesmo aquelas que estão trabalhando com abstração! Elas também têm que ver o mundo!

RS: *Para entender para quê aquela abstração vai ser aplicada futuramente...*

LE: Para entender para quê aquela abstração vai ser aplicada e para fazer coisas interessantes! E não um monte de “caixote”, por exemplo! Melhorar a configuração do mundo! A modelagem matemática é fundamental, porque gera uma série de coisas, mas podemos melhorar essa configuração! Só que, se a gente não trabalhar nessa direção, a gente não melhora essa configuração do espaço! E a gente está trabalhando é para melhorar uma configuração do espaço, uma geografia do mundo! Uma geografia existencial... Seja de dentro de um ambiente, como uma sala, de onde você está, até um espaço mais amplo: é uma geografia! Então, se você me pergunta sobre bibliografia, eu te falo: a melhor bibliografia hoje para se entender o espaço é a da Geografia! É ali que tem uma boa bibliografia para entender o espaço! E, particularmente, do geógrafo Milton Santos. Ele é uma pessoa que tem uma visão inovadora do espaço! Ele estudou profundamente a questão do espaço. Então, nós temos que aprender a fazer isso! Porque, se a gente fica só “preso” nos nossos equacionamentos e na nossa visão, a gente perde a noção de pra onde é que estamos gerando as “coisas”! O que é que a gente vai fazer com aquilo? Perde-se o objetivo! Então eu aprendi isso: essa visão do espaço... Não aprendi a resolver essa questão, mas aprendi a olhar para isso, a mudar meu olhar para isso, com o professor Ripper. Aí, com essa relação, chegou o ano de 2004... Essa relação vem desde 89, quando eu conheci o professor Ripper. A gente sempre se relacionou bem. Eu adorava estudar no laboratório dele! Eu ficava era lá! Pegava minhas coisas de Engenharia e ficava lá, no laboratório dele, estudando. Com isso, em 2004, saiu a idéia do LASE. Montei um “projotinho” e fizemos o LASE – que é esse espaço aqui, o Laboratório de Sistemas Estruturais – para trazer pra cá a oportunidade dos alunos trabalharem assim como se trabalhava no LILD do Rio. No ano de 2007, eu fui fazer pós-doutorado com ele... Porque é algo tão sutil que, até para eu montar esse espaço, aqui dentro da Escola, dentro do Departamento de Engenharia de Estruturas, fiquei estudando esses anos todos para entender o fundamento disso e como eu poderia explorar isso dentro da Engenharia! Eu tinha que me convencer de como isso poderia ser útil! Tinha inseguranças, porque eu via a utilidade, mas não via como fazer aquilo. Fui buscar, de certa forma, nesses anos todos, através de leituras e escrevendo artigos junto com o professor Ripper, argumentos para que isso pudesse existir! Para que um espaço desse pudesse existir dentro de um contexto da Engenharia Civil... Um contexto que eu conhecia! Porque não sei como que as “coisas” estão acontecendo na Europa ou nos Estados Unidos a respeito disso... Eu só sei de uma coisa: todas as pessoas que vêm das universidades desses países e que visitam o LILD – porque eu ainda não tive essa oportunidade de receber visitantes, o meu trabalho é mais incipiente. O LILD é mais antigo... O LOTDP começou quando eu cheguei ao Rio. O nome estava escrito em um papelão, foi em 89 –, ficam encantadas! Tem uma universidade no Chile, uma escola de Arquitetura, que é “Arquitetura Poética”. É uma escola em que o Thiago de Mello¹⁶ dá formação... É uma escola que tem uma metodologia bem avançada! Eles também se apaixonam! O pessoal que vem do Buffalo se apaixona pela metodologia! Mas é uma “coisa” que a gente não pode deixar “morrer”! Porque o que acontece dentro do LILD é algo que apaixona todas as pessoas que entram ali! É algo de muito valor, você não pode deixar “morrer” uma “coisa” dessas! Então, toda hora que começa a entrar muita tecnologia lá dentro, quando o pessoal começa a exigir muita tecnologia, eu falo para o Ripper “dar uma segurada”! E ele realmente “segura”! Não que os alunos não vão fazer essas modelagens, uma coisa ou outra, mas, se os alunos começarem a entrar para ficarem fazendo isso, eles não vão fazer o que é a proposta de lá! Não há tempo! E o que é feito ali dentro, que é essa concretização, precisa de tempo!

RS: *Então como funciona o laboratório? Qual é a metodologia empregada? Quais são os trabalhos realizados?*

¹⁶ Amadeu Thiago de Mello (1926) é um poeta brasileiro, natural de Barreirinhas, estado do Amazonas. Tem obras traduzidas para mais de trinta idiomas. Preso durante a ditadura (1964-1985), exilou-se no Chile. Com o fim do regime militar, voltou a sua grande cidade natal, onde vive até hoje. Seu poema mais conhecido é *Os Estatutos do Homem*. Cf. JORNAL DE POESIA. Biografia: Thiago de Mello. Disponível em: <<http://www.revista.agulha.nom.br/tmello.html#bio>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

LE: Daqui também? Porque hoje a gente está com essa metodologia...

RS: *Eu gostaria de saber sobre este laboratório mesmo.*

LE: Aqui e lá é a mesma metodologia. Eu estou dizendo que a metodologia está aqui... Eu estou trabalhando com alunos com essa metodologia...

RS: *Da graduação e da pós?*

LE: Graduação sim. A pós não chegou ainda. Já tiveram dois alunos de pós aqui: uma mestranda e um doutorando. Só dois de pós que passaram por aqui! Um foi o Paulo Krüger¹⁷, que doutorou e trabalhou com modelo e a Mônica Smits¹⁸ que fez mestrado comigo também. Foram dois só. Por aí já entra uma outra “história”! É questão do aluno chegar aqui e ver aço, concreto e madeira, estabelecidos há muitos anos, e ficar inseguro em optar por outras tecnologias! Entendeu?

RS: *São projetos específicos que são realizados aqui com os alunos da graduação?*

LE: Eu estou trabalhando aqui com alunos de iniciação científica e alunos com projeto que a gente tem aqui do TIM, Trabalho Integrado Multidisciplinar. Então, no TIM III, o aluno pode trabalhar com Estruturas.

RS: *O TIM III é o trabalho final?*

LE: É o trabalho final de curso. Esse é o terceiro que eu oriento. O Daniel, que está aqui, é engenheiro mecânico e está com uma bolsa de Desenvolvimento Tecnológico, DTI. Ele é muito mais experiente e está me ajudando no projeto. Esse projeto que estou coordenando agora... Então é isso. Como que isso funciona? O aluno me procura, eu lanço um tema e esse tema é de alguma estrutura que vá ser aplicada. A idéia é essa: a gente imaginar algo que vai ser construído. Então a gente tem que chegar num estágio de pensar essa concretização, mesmo que essa concretização venha a ocorrer depois! Que eu não tenha uma demanda imediata daquilo... Porque eu preciso “fechar” um objetivo, um trabalho para essa pessoa dentro de um prazo. Mas é assim: eu lanço aquele tema, aquele sistema, e a gente começa a pensar a solução para aquilo. As primeiras idéias de como vamos resolver aquele alvo que a gente lançou, aquele “objeto-alvo”... Nesse processo, a gente começa a “jogar” com todo o ferramental que temos. Vamos “jogar” com *AutoCAD*, *Photoshop*¹⁹, desenhos manuais... Começando a pensar e já concretizando ali, nos desenhos, com todos os recursos que a gente tem. Ao se conseguir uma solução que a gente “sentiu” que já está em um grau interessante, partimos para o modelo. Mas a “história” é a seguinte... Levantamos os princípios... Primeira coisa: função do objeto a que a gente quer chegar. Depois, princípios de funcionamento! Depois: como é que a gente vai organizar esse espaço pra atender a esses princípios para atender a essa função? Então a gente começa a criar essa organização espacial. Porque a organização são as relações que os componentes têm que ter entre si para poder funcionar de maneira correta. Ao nível de organização, um sistema estrutural, por exemplo: ele está criando uma organização espacial para você! Você precisa só de uma escala e de saber como que esses elementos se relacionam entre si. Para você concretizar alguma coisa, aí que vem o nome “Estrutura”: a Estrutura é a organização pensada no mundo físico! Então, ao nível de mundo físico, você tem as propriedades constitutivas dos materiais, que vão te dar os limites físicos da organização pretendida! E a geometria desses elementos que vai dizer como que esses elementos se aproximam uns dos outros, como que eles podem se aproximar uns dos outros! Separando o pensamento dessa forma, facilita. Como é que você chega ao objeto? Função, princípios de funcionamento, organização espacial com um sistema estrutural associado, depois Estrutura – materiais e geometrias que vão ser utilizadas para chegar a esse objeto. Lançando essas idéias, começa a concretizar no modelo. O modelo é uma concretização

¹⁷ Cf. KRÜGER, P.G.V. **Desenvolvimento integrado de uma geodésica tensegrity metálica**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

¹⁸ Cf. SMITS, M. **Propriedades físico-químicas dos bambus *Phyllostachis aurea* e *Bambusa tuldois* e compositos fibra de bambu em matriz polimérica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

¹⁹ Adobe Photoshop é um *software* caracterizado como editor de imagens bidimensionais, desenvolvido pela *Adobe Systems*. Para mais, consultar: <<http://www.adobe.com/br/products/photoshop/family/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

daquelas idéias, mas ele vai começar a te ensinar um monte de coisas que você não tinha previsto! E nem tem que ficar prevendo tudo! Porque a idéia é que o modelo te ensine também! Entendeu? Para que você não perca um tempo absurdo! A “coisa” está longe! Você está montando, na sua mente, com tipos ou elementos abstratos! Você está fazendo a montagem com o que já sabe. Por mais que você pense, é uma montagem com o que você já sabe! Quem vai te ensinar o que você não sabe é o que está ali, de fora! Porque o que existe é que te ensina o que você não sabe! Então não adianta você tentar imaginar demais o que não sabe, porque o que você não sabe está tentando antecipar com o que sabe. Essa antecipação com o que se sabe é a nossa maneira de existir, não é um problema... E a gente sabe que os “jogos” permitidos pelas unidades com as quais a gente pensa são, senão infinitos, pelo menos em um número indeterminado. A gente sabe que pode “jogar” bastante! Mas ali está cheio de coisas que a gente não sabe! A hora que você estiver fazendo o modelo vai aprender um monte de coisas que não sabia! Aí já tem mais uma “coisinha” para entrar nesse “jogão” da mente...

RS: *Vai ampliando o repertório...*

LE: Vai ampliando a sua mente. E vai te ensinando a se relacionar com o mundo, vai te ensinando técnicas de montagem que você não tinha percebido, vai te ensinando dificuldades de relações... Te ensina soluções! Soluções novas que você não tinha previsto! É para isso que serve o modelo. Porque a maquete é “meio” que um desenho em 3D...

RS: *É um produto final.*

LE: É como se você desenhasse em 3D e dissesse: “Eu quero isso aqui!”. E “Pum!” Exatamente assim. E o modelo não é isso: o modelo é uma “coisa viva”.

RS: *É experimentação.*

LE: Isso! É o espírito de experimentação que a gente precisa despertar na pessoa! De fazer as coisas, de buscar no fazer aprender as coisas... O seu objeto começa a mudar: você começa a ver o mundo! As suas noções de escala mudam. É um exercício de ver o mundo! Eu, na realidade, vou te contar uma coisa bem particular – até porque você já deve estar encerrando também... Aos 20 anos de idade, não conseguia ter relação nenhuma com as coisas! Eu estudei tanto, tanta abstração... E eu estudava muito, minhas notas eram “lá em cima”. Não é só pelas notas não, porque, pelo tanto que eu estudava, podia até ter passado com 100! Mas errei algumas coisas e fiquei lá com uns 95, 96... Aí, quando cheguei aos 20 anos de idade, não conseguia ficar no mundo não! Eu não conseguia! Não sabia o que era o mundo! Falava: “O que é isso?”. Aos 20 anos aconteceu isso comigo...

RS: *A partir da experiência no Rio é que as coisas foram mudando?*

LE: Não, não! Foi já a partir dessa época... Meu pai era construtor e me punha lá na construção dele e eu queria pensar tudo matematicamente! Se uma pessoa falasse comigo sobre eletricidade, por exemplo, se quisesse fazer uma ligação elétrica, eu ia pensar nas ondas! E como é que elas funcionavam, como era o circuito elétrico, como é que equilibrava o “treco”... Mas o cara queria dialogar comigo sobre o mundo físico! Ele não queria dialogar comigo sobre matemática, ele não sabia daquilo que eu estava falando! Quando ele estava “fazendo um concreto armado” lá, quando estava misturando o cimento, a brita, a areia, passando a pá por cima e puxando aquele “troço”, eu olhava aquilo e falava: “Meu Deus! E o fator água cimento? Com essa água escorrendo, como é que fica o fator água cimento?”. Então ele “pegava” e jogava mais um pouquinho de água, eu pensava: “Nossa! Meu Deus! Vai desequilibrar essa massa toda! Vai modificar a resistência do concreto!”. Pra mim, era como se o mundo tivesse que ser uma equação matemática, funcionando “bonitinha”! Então aquilo me dava pânico! Me dava pânico e eu saía: “Que isso! Que mundo é esse?”. Eu acredito que muitas pessoas possam passar por isso. Desde essa época, eu pensava: “Isso está errado!”. Para mim, tinha alguma coisa errada: “Isso é uma tortura!”. Por isso é que a gente acaba chegando a essas coisas... Eu não sabia que eu ia conhecer o professor Ripper, eu não sabia que eu ia conhecer o professor Ghavami, tinha 20 anos! Quando fui conhecer esse pessoal, tinha 29! Não sabia nem que ia ser professor universitário! Mas a gente “toma umas porradas” lá atrás, acontecem umas coisas que você fala: “O que é isso?”. Eu não sou louco! Eu sou uma pessoa super dedicada e tinha alguma coisa que fez isso comigo: o conhecimento que eu adquiri!

RS: *Foi o próprio processo de formação. Então, a partir dessa experiência, como o senhor acha que deve ser a formação dos engenheiros e dos arquitetos? O que falta?*

LE: Eu conclui, para mim, naquela época, depois de “passar um aperto danado”, que foi a formação que me fazia ser daquele jeito! E é um jeito que pode ser que, para muitas pessoas, seja bom! Eu não posso generalizar. Mas, para mim, aquilo me fez “pirar”! Não era aquilo exatamente que me satisfazia. Eu queria estar no mundo também, apesar de toda a abstração adquirida! E, por isso, depois acontece de a gente se encontrar, eu fui optando por estar “aberto” a essas pessoas, e trouxe isso para cá como uma opção!

RS: *Pra quem não quer só a abstração...*

LE: Pra quem queira exercitar um pouco disso. Para quem quer trabalhar dessa maneira. Eu acho que é uma opção de trabalho! Como tudo na vida é uma opção! Hoje em dia a gente tem que ser bem cauteloso com isso, porque são opções! A gente tem uma diversidade muito grande de possibilidades, de formação, de caminhos a seguir, então essa é uma opção a mais!

RS: *Mas que precisa ser dada...*

LE: Tem que ser dada, precisa ser vista e reconhecida! E valorizada! Porque ela tem valor! Ela ensina!

RS: *E o senhor tenta levar essa opção para dentro da sala de aula de graduação em Engenharia e Arquitetura?*

LE: Sim! Nas minhas conversas com as pessoas... Nas minhas aulas, eu tenho explorado muito essas idéias com as pessoas.

RS: *É uma ação particular, não é algo que já está institucionalizado, certo?*

LE: Não está não. Teria que existir uma disciplina, “né”?! Mas, para a disciplina, seria interessante que as pessoas pudessem usar o laboratório. Então, essa proposta que eu tenho agora é de os alunos, ali naquele espaço²⁰, pudessem orientar. Porque também é um espaço restrito! É um espaço elitizado! De certa forma, porque é pequeno... Não é uma coisa para todo mundo! Ali não tem espaço para atender 10! Então fica elitizado... Por incrível que pareça! Por enquanto não tem uma procura tão grande assim, mas a partir do momento que tiver, fica elitizado ou a instituição tem que ampliar! Por enquanto, a gente tem que atender em um espaço de 75 metros quadrados... Aqui, 5 pessoas já é muito! Em 25 metros quadrados! Vamos supor que aqui trabalhem bem 3 pessoas. Ali, 9 ou 10 pessoas no máximo para trabalhar! Alternando horários, 10 pessoas! Entre pessoas pesquisando e também estudando... Porque o espaço também vai ser para aulas de extensão. Porque para fazer esse espaço virar um espaço de ensino, é uma complexidade! Tem que ser maior, tem que ter financiamento, recursos para pôr material lá dentro... E tudo isso tem que passar por uma burocracia universitária toda favorável para isso acontecer! Então, tornar o espaço um espaço de ensino é complicado! Mas essa é a idéia também.

RS: *É a idéia para o futuro...*

LE: É a idéia futura. Eu estou tentando mostrar para o pessoal lá: colocar como um espaço de ensino... Para começar as coisas, você tem que colocar um “pontinho” inicial. Você tem que por o básico. É assim que se começa qualquer coisa. É obvio que é um projeto interessante, uma idéia interessante. Mas não adianta você pensar um universo enorme para começar um trabalho! Isso não funciona! Isso não existe! Isso não vai para frente... Porque o que leva um espaço desses para frente, o que faz com ele vire outras coisas é a dinâmica criada ali dentro! Não adianta você pensar um monte de coisas, se no pequeno não funcionar... O que vai fazer com ele vire outra coisa é a relação das pessoas!

²⁰ Referência à proposta do Laboratório de Biosistemas Estruturais (BIOLASE), a ser construído no Parque Ecológico de Belo Horizonte.

ANEXO R – LISTA DOS CURSOS CONSULTADOS

Região Centro-Oeste

Distrito Federal (DF)

1. (FAUPLAC-UNIPLAC) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Planalto Central – Brasília
2. (IESPLAN) – Instituto de Ensino Superior Planalto – Brasília
3. (UnB) – Universidade de Brasília – Brasília
4. (UniCEUB) – Centro Universitário de Brasília – Brasília
5. (UNIEURO) – Centro Universitário Euro-Americano – Brasília
6. (UNIP) – Universidade Paulista – Brasília
7. (UNIPLAN) – Centro Universitário Planalto do Distrito Federal – Brasília

Goiás (GO)

1. (UCG) – Universidade Católica de Goiás – Goiânia
2. (UEG) – Universidade Estadual de Goiás – Anápolis
3. (UNIP) – Universidade Paulista – Goiânia

Mato Grosso (MT)

1. (UFMT) – Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá
2. (UNEMAT) – Universidade do Estado de Mato Grosso – Barra do Bugres
3. (UNIC) – Universidade de Cuiabá – Beira Rio
4. (UNIC) – Universidade de Cuiabá – Cuiabá
5. (UNIC) – Universidade de Cuiabá – Primavera do Leste

Mato Grosso do Sul (MS)

1. (UFMS) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande
2. (UNIDERP) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – Campo Grande
3. (UNIGRAN) – Centro Universitário da Grande Dourados – Dourados

Região Nordeste

Alagoas (AL)

1. (CESMAC) – Centro de Estudos Superiores de Maceió – Maceió
2. (UFAL) – Universidade Federal de Alagoas – Arapiraca
3. (UFAL) – Universidade Federal de Alagoas – Maceió

Bahia (BA)

1. (FCT) – Faculdade Unime de Ciências Exatas e Tecnológicas – Lauro de Freitas
2. (UFBA) – Universidade Federal da Bahia – Salvador
3. (UNIFACS) – Universidade Salvador – Salvador

Ceará (CE)

1. (FANOR) – Faculdade Nordeste – Fortaleza

2. (UFC) – Universidade Federal do Ceará – Fortaleza
3. (UNIFOR) – Universidade de Fortaleza – Fortaleza

Maranhão (MA)

1. (UEMA) – Universidade Estadual do Maranhão – São Luís
2. (UNICEUMA) – Centro Universitário do Maranhão – São Luís

Paraíba (PB)

1. (FACISA) – Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas – Campina Grande
2. (UFPB) – Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa
3. (UNIPÊ) – Centro Universitário de João Pessoa – João Pessoa

Pernambuco (PE)

1. (FADIC) – Faculdade Damas da Instrução Cristã – Recife
2. (FAUPE) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Pernambuco – Recife
3. (FAVIP) – Faculdade do Vale do Ipojuca – Caruaru
4. (FCHE) – Faculdade de Ciências Humanas Esuda – Recife
5. (FMN) – Faculdade Maurício de Nassau – Recife
6. (UFPE) – Universidade Federal de Pernambuco – Recife
7. (UNICAP) – Universidade Católica de Pernambuco – Recife

Piauí (PI)

1. (ICF) – Instituto de Ciências Jurídicas e Sociais Professor Camillo Filho – Teresina
2. (UFPI) – Universidade Federal do Piauí – Teresina

Rio Grande do Norte (RN)

1. (UFRN) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal
2. (UnP) – Universidade Potiguar – Natal

Sergipe (SE)

1. (UFS) – Universidade Federal de Sergipe – Laranjeiras
2. (UNIT) – Universidade Tiradentes – Aracajú

Região Norte

Acre (AC)

1. (FAAO) – Faculdade da Amazônia Ocidental – Rio Branco
2. (FAB) – Faculdade Barão do Rio Branco – Rio Branco

Amapá (AP)

1. (CEAP) – Centro de Ensino Superior do Amapá – Macapá
2. (UNIFAP) – Universidade Federal do Amapá – Santana

Amazonas (AM)

1. (CEULM/ULBRA) – Centro Universitário Luterano de Manaus – Manaus
2. (FAMETRO) – Faculdade Metropolitana de Manaus – Manaus
3. (UNINILTONLINS) – Centro Universitário Nilton Lins – Manaus
4. (UNINORTE) – Centro Universitário do Norte – Manaus
5. (UNIP) – Universidade Paulista – Manaus

Pará (PA)

1. (UFPA) – Universidade Federal do Pará – Belém
2. (UNAMA) – Universidade da Amazônia – Belém

Rondônia (RO)

1. (UNIRON) – Faculdade Interamericana de Porto Velho – Porto Velho

Roraima (RR)

1. (URR) – Universidade Federal de Roraima – Boa Vista

Tocantins (TO)

1. (UFT) – Universidade Federal do Tocantins – Palmas

Região Sudeste

Espírito Santo (ES)

1. (FAACZ) – Faculdade de Aracruz – Aracruz
2. (FINAC) – Faculdade Nacional – Vitória
3. (UFES) – Universidade Federal do Espírito Santo – Vitória
4. (UNIVIX) – Faculdade Brasileira – Vitória
5. (UVV) – Centro Universitário Vila Velha – Vila Velha

Minas Gerais (MG)

1. (CES/JF) – Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – Juiz de Fora
2. (FACET) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – Montes Claros
3. (FUMEC) – Universidade Fumec – Belo Horizonte
4. (IMI) – Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix – Belo Horizonte
5. (PUC Minas) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte
6. (PUC Minas) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Poços de Caldas
7. (UFJF) – Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora
8. (UFMG) – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte
9. (UFOP) – Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto
10. (UFU) – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia
11. (UFV) – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa
12. (UI) – Universidade de Itaúna – Itaúna
13. (UNA) – Centro Universitário Una – Belo Horizonte
14. (Uni-BH) – Centro Universitário de Belo Horizonte – Belo Horizonte
15. (UNILESTE) – Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – Coronel Fabriciano

16. (UNIPAC) – Universidade Presidente Antonio Carlos – Bom Despacho
17. (UNITRI) – Centro Universitário do Triângulo – Uberlândia
18. (UNIUBE) – Universidade de Uberaba – Uberaba
19. (UNIVALE) – Universidade Vale do Rio Doce – Governador Valadares

Rio de Janeiro (RJ)

1. (BENNETT) – Centro Universitário Metodista Bennett – Rio de Janeiro
2. (CEFET) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos – Campo dos Goytacazes
3. (FACREDENTOR) – Faculdade Redentor – Rio de Janeiro
4. (FAU) – Faculdades Integradas Silva e Souza – Rio de Janeiro
5. (ITCSAS/CENSA) – Instituto Tecnológico e das Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde do Centro Educ. N. Sr^a Auxiliadora – Campo dos Goytacazes
6. (PUC-Rio) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro
7. (UFF) – Universidade Federal Fluminense – Niterói
8. (UFRJ) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro
9. (UFRRJ) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica
10. (UGB) – Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda
11. (UGF) – Universidade Gama Filho – Rio de Janeiro
12. (UNESA) – Universidade Estácio de Sá – Rio de Janeiro
13. (UNIFLU) – Centro Universitário Fluminense – Campo dos Goytacazes
14. (UNIPLI) – Centro Universitário Plínio Leite – Niterói
15. (UNISUAM) – Centro Universitário Augusto Motta – Rio de Janeiro
16. (USU) – Universidade Santa Úrsula – Rio de Janeiro

São Paulo (SP)

1. (CBM) – Centro Universitário Barão de Mauá – Ribeirão Preto
2. (CEUNSP) – Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio – Salto
3. (COC) – Instituto de Ensino Superior Coc – Ribeirão Preto
4. (DOMPEDRO) – Faculdades Integradas Dom Pedro II – São José do Rio Preto
5. (EESC-USP) – Escola de Engenharia de São Carlos da USP – São Carlos
6. (ESCOLA DA CIDADE) – Escola da Cidade – São Paulo
7. (FAAP) – Faculdade de Artes Plásticas da Fundação Armando Álvares Penteado – São Paulo
8. (FACCAT) – Faculdade FACCAT – Tupã
9. (FEBASP) – Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – São Paulo
10. (Fiam-Faam) – Faculdades Integradas Alcântara Machado – Faculdade de Artes Alcântara Machado – São Paulo
11. (FIO) – Faculdades Integradas de Ourinhos – Ourinhos
12. (MACKENZIE) – Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo
13. (MÓDULO) – Centro Universitário Módulo – Caraguatatuba
14. (PUC-CAMP) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Campinas
15. (UAM) – Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo
16. (UBC) – Universidade Braz Cubas – Mogi das Cruzes
17. (UMC) – Universidade de Mogi das Cruzes – Mogi das Cruzes
18. (UNESP) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Bauru
19. (UNESP) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Presidente Prudente
20. (UNG) – Universidade Guarulhos – Guarulhos
21. (UniABC) – Universidade do Grande ABC – Santo André
22. (UNAR) – Centro Universitário de Araras – Araras
23. (UNIARA) – Centro Universitário de Araraquara – Araraquara
24. (UNIB) – Universidade Ibirapuera – São Paulo
25. (UNIBAN) – Universidade Bandeirante de São Paulo – Osasco
26. (UNIBAN) – Universidade Bandeirante de São Paulo – São Bernardo do Campo

27. (UNIBAN) – Universidade Bandeirante de São Paulo – São Paulo
28. (UNICAMP) – Universidade Estadual de Campinas – Campinas
29. (UNICEP) – Centro Universitário Central Paulista – São Carlos
30. (UNICSUL) – Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo
31. (UNIFEV) – Centro Universitário de Votuporanga – Votuporanga
32. (UNIFRAN) – Universidade de Franca – Franca
33. (UNIMAR) – Universidade de Marília – Marília
34. (UNIMEP) – Universidade Metodista de Piracicaba – Santa Bárbara d'Oeste
35. (UNINOVE) – Centro Universitário Nove de Julho – São Paulo
36. (UNIP) – Universidade Paulista – Bauru
37. (UNIP) – Universidade Paulista – Campinas
38. (UNIP) – Universidade Paulista – Indianópolis
39. (UNIP) – Universidade Paulista – Ribeirão Preto
40. (UNIP) – Universidade Paulista – São José do Rio Preto
41. (UNIP) – Universidade Paulista – São José dos Campos
42. (UNIP) – Universidade Paulista – São Paulo
43. (UNIP) – Universidade Paulista – Sorocaba
44. (UNIRP) – Centro Universitário de Rio Preto – São José do Rio Preto
45. (UNISANTA) – Universidade Santa Cecília – Santos
46. (UNISANTOS) – Universidade Católica de Santos – Santos
47. (UNITAU) – Universidade de Taubaté – Taubaté
48. (UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba – Jacareí
49. (UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba – São José dos Campos
50. (UNOESTE) – Universidade do Oeste Paulista – Presidente Prudente
51. (USC) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru
52. (USF) – Universidade São Francisco – Itatiba
53. (USJT) – Universidade São Judas Tadeu – São Paulo
54. (USP) – Universidade de São Paulo – São Paulo

Região Sul

Paraná (PR)

1. (CESUMAR) – Centro Universitário de Maringá – Maringá
2. (FAG) – Faculdade Assis Gurgacz – Cascavel
3. (MATTER DEI) – Faculdade Matter Dei – Pato Branco
4. (PUCPR) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba
5. (UDC) – Faculdade Dinâmica das Cataratas – Foz do Iguaçu
6. (UEL) – Universidade Estadual de Londrina – Londrina
7. (UEM) – Universidade Estadual de Maringá – Maringá
8. (UFPR) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba
9. (UNICENP) – Centro Universitário Positivo – Curitiba
10. (UNIFIL) – Centro Universitário Filadélfia – Londrina
11. (UNIPAR) – Universidade Paranaense – Cascavel
12. (UNIPAR) – Universidade Paranaense – Umuarama
13. (UTP) – Universidade Tuiuti do Paraná – Curitiba

Rio Grande do Sul (RS)

1. (FEEVALE) – Centro Universitário Feevale – Novo Hamburgo
2. (IPA) – Centro Universitário Metodista – Porto Alegre
3. (PUCRS) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre
4. (UCS) – Universidade de Caxias do Sul – Caxias do Sul
5. (UCPEL) – Universidade Católica de Pelotas – Pelotas

6. (UFRGS) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre
7. (UFPEL) – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas
8. (UFSM) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria
9. (ULBRA) – Universidade Luterana do Brasil – Canoas
10. (ULBRA-SM) – Universidade Luterana do Brasil – Santa Maria
11. (ULBRA-Torres) – Universidade Luterana do Brasil – Torres
12. (UNICRUZ) – Universidade de Cruz Alta – Cruz Alta
13. (UNIFRA) – Centro Universitário Franciscano – Santa Maria
14. (UniRitter) – Centro Universitário Ritter dos Reis – Porto Alegre
15. (UNISC) – Universidade de Santa Cruz do Sul – Santa Cruz do Sul
16. (UNISINOS) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo
17. (UNIVATES) – Centro Universitário Univates – Lajeado
18. (UPF) – Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo
19. (URCAMP) – Universidade da Região da Campanha – Bagé
20. (URI) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Santiago

Santa Catarina (SC)

1. (FB-AA) – Faculdade Barddal de Artes Aplicadas – Florianópolis
2. (FURB) – Universidade Regional de Blumenau – Blumenau
3. (IST) – Instituto Superior Tupy – Joinville
4. (UDESC) – Universidade do Estado de Santa Catarina – Laguna
5. (UFSC) – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis
6. (UNERJ) – Centro Universitário de Jaraguá do Sul - Jaraguá do Sul
7. (UNESC) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma
8. (UNC) – Universidade do Contestado – Canoinhas
9. (UNISUL) – Universidade do Sul de Santa Catarina – Florianópolis
10. (UNISUL) – Universidade do Sul de Santa Catarina – Tubarão
11. (UNIVALI) – Universidade do Vale do Itajaí – Balneário Camboriú
12. (UNOCHAPECÓ) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó – Chapecó
13. (UNOESC) – Universidade do Oeste de Santa Catarina – São Miguel do Oeste
14. (UNOESC) – Universidade do Oeste de Santa Catarina – Xanxerê

ANEXO S – LISTA DOS CURSOS NÃO TABULADOS

Cursos que não responderam ao questionário

1. (CEAP) – Centro de Ensino Superior do Amapá – Macapá (AP)
2. (FAB) – Faculdade Barão do Rio Branco – Rio Branco (AC)
3. (FACCAT) – Faculdade FACCAT – Tupã (SP)
4. (FACET) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – Montes Claros (MG)
5. (FACISA) – Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas – Campina Grande (PB)
6. (FADIC) – Faculdade Damas da Instrução Cristã – Recife (PE)
7. (FAMETRO) – Faculdade Metropolitana de Manaus – Manaus (AM)
8. (FANOR) – Faculdade Nordeste – Fortaleza (CE)
9. (FAU) – Faculdades Integradas Silva e Souza – Rio de Janeiro (RJ)
10. (FAUPLAC-UNIPLAC) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Planalto Central – Brasília
11. (FB-AA) – Faculdade Barddal de Artes Aplicadas – Florianópolis (SC)
12. (FINAC) – Faculdade Nacional – Vitória (ES)
13. (ICF) – Instituto de Ciências Jurídicas e Sociais Professor Camillo Filho – Teresina (PI)
14. (ITCSAS/CENSA) – Instituto Tecnológico e das Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde do Centro Educ. N. Sr^a Auxiliadora – Campo dos Goytacazes (RJ)
15. (UCPEL) – Universidade Católica de Pelotas – Pelotas (RS)
16. (UDC) – Faculdade Dinâmica das Cataratas – Foz do Iguaçu (PR)
17. (UDESC) – Universidade do Estado de Santa Catarina – Laguna (SC)
18. (UEG) – Universidade Estadual de Goiás – Anápolis (GO)
19. (UFAL) – Universidade Federal de Alagoas – Arapiraca (AL)
20. (UFBA) – Universidade Federal da Bahia – Salvador (BA)
21. (UFMT) – Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá (MT)
22. (UFPI) – Universidade Federal do Piauí – Teresina (PI)
23. (UFT) – Universidade Federal do Tocantins – Palmas
24. (UGB) – Centro Universitário Geraldo Di Biase – Volta Redonda (RJ)
25. (UMC) – Universidade de Mogi das Cruzes – Mogi das Cruzes (SP)
26. (UNERJ) – Centro Universitário de Jaraguá do Sul - Jaraguá do Sul (SC)
27. (UNESC) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma (SC)
28. (UNG) – Universidade Guarulhos – Guarulhos (SP)
29. (UNIB) – Universidade Ibirapuera – São Paulo
30. (Uni-BH) – Centro Universitário de Belo Horizonte – Belo Horizonte (MG)
31. (UNIC) – Universidade de Cuiabá – Beira Rio (MT)
32. (UNIC) – Universidade de Cuiabá – Cuiabá (MT)
33. (UNICSUL) – Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo (SP)
34. (UNIEURO) – Centro Universitário Euro-Americano – Brasília (DF)
35. (UNINILTONLINS) – Centro Universitário Nilton Lins – Manaus (AM)
36. (UNINORTE) – Centro Universitário do Norte – Manaus (AM)
37. (UNIPAC) – Universidade Presidente Antonio Carlos – Bom Despacho (MG)
38. (UNIPAR) – Universidade Paranaense – Umuarama (PR)
39. (UNIPLAN) – Centro Universitário Planalto do Distrito Federal – Brasília (DF)
40. (UNIRON) – Faculdade Interamericana de Porto Velho – Porto Velho (RO)
41. (UNIT) – Universidade Tiradentes – Aracaju (SE)
42. (UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba – Jacareí (SP)
43. (UNIVAP) – Universidade do Vale do Paraíba – São José dos Campos (SP)
44. (URCAMP) – Universidade da Região da Campanha – Bagé (RS)
45. (URI) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Santiago (RS)
46. (USU) – Universidade Santa Úrsula – Rio de Janeiro (RJ)

Cursos em fase de coleta de dados

1. (ESCOLA DA CIDADE) – Escola da Cidade – São Paulo (SP)
2. (FAAO) – Faculdade da Amazônia Ocidental – Rio Branco (AC)
3. (FAAP) – Faculdade de Artes Plásticas da Fundação Armando Álvares Penteado – São Paulo (SP)
4. (FCT) – Faculdade Unime de Ciências Exatas e Tecnológicas – Lauro de Freitas (BA)
5. (MATTER DEI) – Faculdade Matter Dei – Pato Branco (PR)
6. (PUC-CAMP) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Campinas (SP)
7. (PUCPR) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba (PR)
8. (UFPEL) – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas (RS)
9. (UFU) – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia (MG)
10. (UNIBAN) – Universidade Bandeirante de São Paulo – Osasco (SP)
11. (UNIBAN) – Universidade Bandeirante de São Paulo – São Bernardo do Campo (SP)
12. (UNICAMP) – Universidade Estadual de Campinas – Campinas (SP)
13. (UniCEUB) – Centro Universitário de Brasília – Brasília (DF)
14. (UNIFACS) – Universidade Salvador – Salvador (BA)
15. (UNIGRAN) – Centro Universitário da Grande Dourados – Dourados (MS)
16. (UNINOVE) – Centro Universitário Nove de Julho – São Paulo (SP)
17. (UnP) – Universidade Potiguar – Natal (RN)
18. (UNISANTA) – Universidade Santa Cecília – Santos (SP)
19. (UNITAU) – Universidade de Taubaté – Taubaté (SP)
20. (USJT) – Universidade São Judas Tadeu – São Paulo (SP)

Cursos novos que ainda não passaram pela Sequência de Estruturas

1. (UFOP) – Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto (MG)
2. (UFS) – Universidade Federal de Sergipe – Laranjeiras (SE)
3. (UNOESC) – Universidade do Oeste de Santa Catarina – São Miguel do Oeste (SC)

Cursos impossibilitados de participarem do questionário¹

1. (UNIP) – Universidade Paulista – Bauru
2. (UNIP) – Universidade Paulista – Brasília
3. (UNIP) – Universidade Paulista – Campinas
4. (UNIP) – Universidade Paulista – Goiânia
5. (UNIP) – Universidade Paulista – Indianópolis
6. (UNIP) – Universidade Paulista – Manaus
7. (UNIP) – Universidade Paulista – Ribeirão Preto
8. (UNIP) – Universidade Paulista – São José do Rio Preto
9. (UNIP) – Universidade Paulista – São José dos Campos
10. (UNIP) – Universidade Paulista – São Paulo
11. (UNIP) – Universidade Paulista – Sorocaba

¹ De acordo com a coordenadora geral da rede UNIP – Ana Elena Salvi –, a Instituição não permite a divulgação de dados sobre seus cursos. A única fonte de informação seria através da página eletrônica da rede. SALVI, A. E. **Informações sobre curso Arquitetura UNIP**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rita.saramago@netsite.com.br> em 06 out. 2009.

Contudo, como nem todas as informações necessárias para completar os questionários podem ser encontradas no site, optou-se por não incluir essas faculdades na amostragem da pesquisa.