

## A EXPERIMENTAÇÃO FÍSICA COMO MEDIADORA ENTRE O PENSÁVEL E O POSSÍVEL

LA EXPERIMENTACIÓN FÍSICA COMO FACTOR DE INTERMEDIO ENTRE LO PENSABLE Y LO POSSIBLE

PHYSICAL EXPERIMENTATION AS A MEDIATOR BETWEEN THINKABLE AND POSSIBLE

Eixo temático 01 – Procedimentos projetuais inovadores

**Laverde, Albenise**

Doutoranda na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo - FAUUSP;  
Professora na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia –  
FAUeD-UFU

**Resumo:** O desenvolvimento de novos componentes e elementos arquitetônicos sempre estiveram condicionados à evolução tecnológica de produção e pelos diversos contextos de inserção do edifício. A importância de reinventar continuamente, para adaptar-se às mudanças que influenciam com mais ou menos força as possibilidades de ações sobre o ambiente construído, leva a necessidade da busca de ferramentas que auxiliem neste processo de investigação, como a experimentação por meio de modelos físicos e protótipos. O presente trabalho traz uma discussão reflexiva sobre o assunto, a partir do levantamento de várias experiências desenvolvidas tanto por arquitetos como por engenheiros ao longo da história, salientando a importância de estender esta discussão para o contexto acadêmico diante da estreita relação entre a utilização do protótipo e a concepção projetual. É apresentada uma experiência desenvolvida no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia e os ganhos obtidos por meio da adoção desta ferramenta investigativa, a qual possibilitou o estudo simultâneo de assuntos multidisciplinares relacionados à dimensão formal e construtiva.

**Palavras-chave:** Experimentação, protótipos, modelos.

**Resumen:** El desarrollo de nuevos componentes y elementos de arquitectura siempre ha estado condicionada a la producción tecnológica y los diferentes contextos de la inserción del edificio. La importancia de reinventarse continuamente para adaptarse a los cambios que se han producido con mayor o menor fuerza de las posibilidades de acción en el entorno construido, conduce a la necesidad de buscar herramientas que ayudan en el proceso de investigación y experimentación a través de los modelos físicos y prototipos. Este trabajo aporta un debate reflexivo sobre el tema, basado en una encuesta de varios experimentos llevado a cabo tanto por arquitectos como ingenieros largo de la historia, haciendo hincapié en la importancia de extender este debate al contexto académico antes de la estrecha relación entre el uso del prototipo diseño y proyectiva. Se presenta un experimento desarrollado en la Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Federal de Uberlândia y los logros alcanzados a través de la adopción de esta herramienta de investigación, lo que permitió el estudio simultáneo de los temas multidisciplinarios relacionados con la dimensión formal y constructiva.

**Palabras clave:** Experimentación, prototipos, modelos.

**Abstract:** The development of new architectonic components and elements was always dependent on the technological evolution of production and conditioned by the several insertion contexts of the building. The importance of continually reinventing, in order to adapt to changes influencing more or less the possibilities of actions over the built environment, causes the need for searching tools that support this investigation process, such as experimentation through physical models and prototypes. This paper presents a reflective discussion on the matter, from the survey of several experiments developed both by architects and engineers throughout history, pointing out the importance of extending this discussion to academic context upon the close relationship between the use of prototype and project conception. It is presented an experiment developed in the course of Architecture and Urbanism of Federal University of Uberlandia and the gains obtained from the adoption of this investigative tool, which allowed the simultaneous study of multidisciplinary subjects related to the formal and constructive dimension.

**Key-words:** Experimentation, prototypes, models.

## A EXPERIMENTAÇÃO FÍSICA COMO MEDIADORA ENTRE O PENSÁVEL E O POSSÍVEL

Ao longo do desenvolvimento de um projeto sem precedentes, não sendo a ciência ou os procedimentos usuais suficientes para gerar a confiança necessária para o início da construção, os projetistas são inspirados com frequência a realizar estudos experimentais específicos, geralmente envolvendo maquetes físicas e até mesmo protótipos, para ampliar a ciência da engenharia existente. O objetivo destas pesquisas, segundo Addis (2009), não é desenvolver um método de projeto universal, mas sim, compreender uma situação particular a resolver um problema específico.

Em Addis (2009) e Miracle (2002), é relatado como a exploração da terceira dimensão pelos projetistas veio influenciar até mesmo os métodos mais tradicionais de construção em alvenaria, como a obra do arquiteto catalão Antoni Gaudí, que levou à terceira dimensão o axioma de Robert Hooke, que afirma que a forma de um arco estável é aquela de uma catenária invertida.

Na década de 50, o uso de modelos para a descoberta de formas estruturais, especialmente para estruturas tridimensionais, seria adotado por Frei Otto em seu *Institute for Lightweight Structures*, em Stuttgart. Segundo Otto (1973), a utilização de modelos foi imprescindível, com o desenvolvimento de processos de projeto e manufatura inteiramente novos, inconcebíveis em termos matemáticos. Ao longo de 30 anos o arquiteto continuou a aperfeiçoar os seus métodos para a definição da forma com o uso de modelos, tanto para membranas como para coberturas com malhas de cabos.

Além dos exemplos supracitados desenvolvidos por arquitetos, o período entre 1930 e 1960, foi também marcado por grandes inovações realizadas por engenheiros no campo da investigação estrutural. Em Addis (2009), é notório que, embora alguns tenham trabalhado com arquitetos, muitos deles tiveram uma atuação independente, criando praticamente um vocabulário arquitetônico próprio, o que representa um fenômeno inédito em qualquer outra época da história da engenharia da edificação.

O engenheiro espanhol Eduardo Torroja foi um deles que, durante sua carreira, aprimorou o processo de intuição por meio da experimentação. Assim como ele, o engenheiro italiano Pier Luigi Nervi foi pioneiro no uso desta ferramenta como auxílio para a concepção estrutural, na intenção de complementar os cálculos teóricos. Em

Nervi (1951), percebe-se uma estreita relação entre suas ideias e as de Torroja (1958), quando considera ser esta uma das grandes deficiências do ensino de sua época, tanto da Engenharia como da Arquitetura, na medida em que estas continuavam a se fundamentar apenas em uma abordagem analítica, sem demonstrações experimentais.

Outros exemplos que se destacaram nesta época, foram os engenheiros Felix Candela e Eládio Dieste, considerados grandes exploradores dos protótipos em escala real para o estudo de formas complexas. O primeiro, construiu um grande número de edificações com coberturas feitas com paraboloides hiperbólicos de concreto armado, considerada a única tipologia estrutural, que foi inventada com o uso da matemática e da engenharia antes de ter sido concebida ou construída. Segundo Candela (1962), o objetivo de qualquer projetista não seria resolver as exigências estruturais de uma forma pré-estabelecida, mas sim encontrar a forma ideal (usando diferentes recursos, como protótipos, modelos físicos e matemáticos), para solucionar os problemas colocados.

No livro de Eládio Dieste, *La Estructura Cerámica*, de 1987, fica nítido que o desenvolvimento de suas obras com tecnologias inovadoras está diretamente vinculado ao fato dele ter exercido sua carreira como construtor, com a possibilidade de validar suas teorias com economia, eficácia, experimentando soluções espaciais e composições de novas formas. Sua obra vai contra a supervalorização do projeto (e do desenho) de arquitetura em detrimento do processo de construção. Segundo o engenheiro, para que a arquitetura possa ser realmente construída, os materiais não devem ser usados sem um profundo respeito à sua essência e, conseqüentemente, as suas possibilidades.

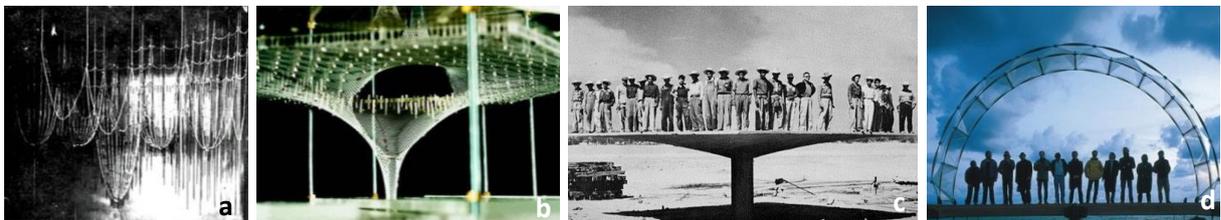
Desde os anos 20, os arquitetos precursores do Movimento Moderno inventaram formas consistentes de produção do edifício com as técnicas de seu tempo, destacando-se neste período Jean Prouvé, considerado tanto por Piano (2011) quanto por Rollet (2007), como o profissional que trouxe as pistas mais consistentes no que diz respeito ao papel e importância da experimentação na Arquitetura.

Em Prouvé (2005), é possível verificar que o 'fazer e o pensar' em seu trabalho constituíam uma mesma coisa: a mão e a mente atuando juntas em uma ida e volta contínua da máquina para o projeto. Sua capacidade criativa estava embasada na verificação constante de ideias abstratas na execução concreta, e em como ambas se influenciavam reciprocamente. Para Prouvé a centralidade do processo

investigativo e o diálogo com a realidade física estão no protótipo do projeto. Esta metodologia vai além de suas produções materiais, pois seu pensamento pode ser observado atualmente entre muitos arquitetos que se identificam com este processo baseado na prática e experimentação ao longo do desenvolvimento projetual, como Renzo Piano, Pascal Rollet, entre outros.

A Figura 01 ilustra uma sequência de imagens de experimentos utilizados tanto por engenheiros como por arquitetos para o estudo de formas complexas e processos inovadores, tanto modelos de pequena escala, como também, protótipos próximos à escala real.

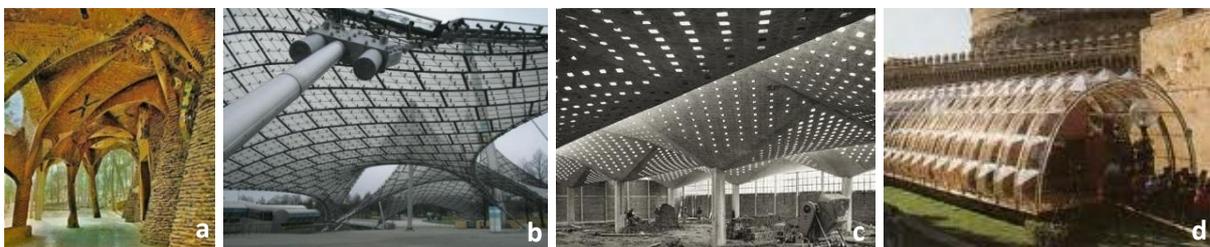
Figura 01- Sequencia de fotos de experimentos utilizados na investigação de formas complexas desenvolvidos por Antoni Gaudi, Frei Otto, Felix Candela e Renzo Piano.



Fontes: a) Addis, 2009; b) [www.freiotto.com](http://www.freiotto.com); c) Churtichagua, 2010; d) Buchanan, 2007.

Os modelos e protótipos apresentados na Figura 01 contribuíram para a compreensão e execução de obras emblemáticas como as da Figura 02: a) Cripta Guell do arquiteto Antoni Gaudí; b) Pavilhão de Munique de Frei Otto; c) High Life Textile Factory de Felix Candela e o Pavilhão Itinerante da IMB de Renzo Piano.

Figura 02 - Sequencia de fotos de obras desenvolvidas a partir de experimentos investigativos com modelos em pequena escala e protótipos em escalas próximas a real.



Fontes: a) Miracle, 2002; b) [www.freiotto.com](http://www.freiotto.com); c) Churtichagua, 2010; d) Buchanan, 2007.

A partir dos exemplos apresentados, fica evidente que a resolução construtiva das estruturas é um campo essencial à criação e porta obrigatória para a realização final do objeto previamente concebido. É o momento no qual o projetista e/ou inventor, constrói mentalmente a sua criação e define a sua detalhada configuração. Muitos deles, em circunstâncias diferentes, tiveram que ser confrontados com a materialização de suas obras, pois não bastava concebe-las, tiveram que construí-

las e, na maior parte das vezes, como clientes de suas próprias criações. Esta imagem de "auto-construtores" revela claramente até que ponto as suas ideias estavam conectadas à realidade e as soluções sempre voltadas para a busca da simplicidade, na solução mais natural, econômica e eficiente.

Nesta etapa investigativa, seja em relação aos materiais ou à técnica construtiva, o experimento faz parte do processo de pesquisa e pode levar à processos inovadores de produção da ordem de conhecimento, representando uma perspectiva de pesquisa e a associação entre indústria e universidade.

## 2. EXPERIÊNCIAS ACADÊMICAS

Durante o Período Moderno a utilização de processos experimentais ao longo da concepção da materialidade também se estendeu para a área do ensino, sendo verificada em Droste (2006) e, principalmente em Wick (1989), a explanação sobre a forma de abordagem deste assunto na escola da Bauhaus, quando eram investigadas questões importantes e peculiares sobre os materiais, no que diz respeito às sensações que a materialidade poderia evocar.

Desde sua fundação, a Bauhaus tratou a questão da experimentação como algo crucial no curso, promovendo oficinas aos alunos, na direção da síntese entre arte e técnica. No livro de *Rainer Wick* chama a atenção a atuação docente de Josef Albers<sup>1</sup>, porque diferente de seus predecessores, o curso preliminar era ministrado não somente pelo lado criativo-individual, nem orientado no sentido do construtivismo e sim, no sentido mais amplo, sobretudo o intenso contato com o material dado. Para alcançar o objetivo da formação do 'homem criativo' na Bauhaus, Albers escolheu um princípio pedagógico, que também concedia uma posição primordial ao aspecto criativo, e que ele mesmo resumiu de maneira expressiva na frase: "*Experimentar é melhor que estudar*"<sup>2</sup>.

Atualmente, há algumas iniciativas acadêmicas bem sucedidas, desenvolvidas em espaços que promovem a estimulação do processo investigativo do projeto por meio

---

<sup>1</sup> Josef Albers exerceu atividade docente na Bauhaus entre os anos de 1923-1933, atuando no Curso Preliminar. Destacou-se por promover uma metodologia embasada sobre dois alicerces: os "exercícios com a matéria" e os "exercícios com materiais". De acordo com Wick (1989), diversamente dos exercícios com a matéria, cujo objetivo era o reconhecimento sensorial das superfícies dos materiais, os exercícios com materiais voltavam-se a experimentação das características imanentes aos materiais, tais como estabilidade, resistência, consistência, capacidade, etc. Assim, através de uma observação exata e de uma nova visão os estudantes não apenas adquiriam indutivamente conhecimentos técnicos básicos, mas ao mesmo tempo cruzavam estes conhecimentos com princípios formais genéricos como harmonia, ritmo, medida, proporção, simetria, entre outros.

<sup>2</sup> Wick (1989), p. 236.

da experimentação, como a *École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble - Studio Architecture et Cultures Constructives*, cujas atividades podem ser observadas na Figura 03. Para um dos coordenadores do curso, Pascal Rollet, as práticas realizadas dentro da universidade podem ser tidas como uma pedagogia que encoraja a descoberta do potencial de diferentes materiais, permitindo a aquisição de um controle inicial dos princípios de desenho, uso dos materiais e análise estrutural para um melhor controle do projeto de arquitetura. Esta aprendizagem pode oferecer aos estudantes a oportunidade de expressar a mudança de posição sobre as questões sociais, técnicas e ambientais, de acordo com o seu tempo.

Figura 03- Sequencia de imagens de experiências realizadas em *Les Grands Ateliers*, em Grenoble – França.



Fonte: Les Grands Ateliers. Activités 2011-2012.

Em relação às experiências acadêmicas desenvolvidas no contexto nacional, destacam-se as divulgadas nos trabalhos de Rebello (1999), Ronconi (2002), Leite (2005) e Saramago (2011). Estes trabalhos trazem várias iniciativas pedagógicas realizadas por pesquisadores na intenção de contribuir para a melhoria do ensino sobre assuntos na área construtiva/tecnológica nos cursos de arquitetura. De acordo com Saramago (2011), no que se refere à adoção de modelos e protótipos, as primeiras experiências nacionais foram realizadas por professores engenheiros como Adolpho Polillo, Mário Franco e Aluizio Margarido, com a adoção de modelos intuitivos para o ensino de estruturas. A autora também coloca que o início da adoção de modelos em escala real para o ensino de estruturas e técnicas construtivas foi realizada através de uma iniciativa na década de 70, pelos arquitetos Vítor Amaral Lotufo e Eduardo Kneese de Melo, e amadurecidas por outros profissionais ligados à área, destacando-se as atividades desenvolvidas na Escola de Belas Artes de São Paulo, PUC-Campinas, Universidade São Judas Tadeu e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Com o tempo novas ferramentas investigativas foram sendo introduzidas nos cursos de Arquitetura, como a prototipagem que, embora ofereça maior agilidade e precisão

no processo de investigação, traz como principais limitações a escala e, principalmente, a impossibilidade de contato com os materiais propostos, permanecendo o processo de projeto distante do espaço de canteiro e da realidade material. A necessidade do contato com a materialidade por meio de protótipos que se aproximem à escala real continua sendo um processo de experimentação mais passível de ser atingido em um espaço como o canteiro e laboratórios específicos, tratando-se, portanto, de uma ferramenta investigativa que complementa, mas não substitui o protótipo confeccionado por processos mais artesanais.

Os exemplos históricos relatados neste trabalho revelam a importância de se reinventar continuamente acompanhando as mudanças que influenciam com mais ou menos força as possibilidades de ações sobre o ambiente construído. E este processo auxiliado pela experimentação, pode abrir portas para alguns materiais na intenção de integrá-los à arquitetura, quando antes, este era um espaço estranho para sua utilização.

No livro de Heino Engel, de 1967, o autor já faz sinalizações sobre os novos desafios que o arquiteto enfrentaria na contemporaneidade, como a discrepância entre a extensão dos conhecimentos exigidos, por um lado, e a limitação individual, por outro, diante da multiplicidade de fatores e particularidades envolvidos na construção. Uma saída para enfrentar esta contradição, seria a aquisição de um sólido conhecimento de cada uma das diferentes ciências que contribuem para a materialização do projeto. O autor ainda reforça esta questão ao colocar que o necessário é o conhecimento que torna o profissional capaz de interpretar criativamente os fatos científicos e tirar deles as ideias para o seu projeto, esta postura pode decidir sobre o sucesso ou fracasso de solidificar a influência do arquiteto com relação aos profissionais que atuam diante dos avanços de seu tempo.

Estes princípios, vem ao encontro com os defendidos por Torroja (1958) e Nervi (1951) sobre o ensino, salientando a importância de preparar um profissional mais crítico e reflexivo e não apenas proporcionar a aquisição de conhecimento, algo tido como impensável nos dias atuais, com a diversidade de tecnologias disponíveis. Zanettini (2002) e Lima (2004) também reforçam o discurso de uma formação profissional com visão generalista, que proporcione ao aluno ferramentas compatíveis com os desafios contemporâneos, no que diz respeito às questões

sociais, ambientais, tecnológicas e industriais, como agente responsável pela abertura de novos caminhos a partir da invenção e quebra de paradigmas.

Neste sentido, o processo experimental pode ser considerado como uma prática pedagógica que estimula a análise de diversas questões que envolvem o projeto, desde a dimensão expressiva até a dimensão tecnológica, contribuindo para uma formação generalista e um profissional mais crítico e reflexivo sobre os assuntos que envolvem a materialização do projeto.

### 3. ALGUMAS EXPERIÊNCIAS – O CONHECIMENTO TECNOLÓGICO NA CONCEPÇÃO DO PROJETO

Em 2011, foi incorporada à grade curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia, a disciplina 'Introdução à Tecnologia da Construção', voltada para alunos do 2º período. O conteúdo tecnológico foi elaborado na intenção de associá-lo à prática projetual desde o início da formação do aluno, com a promoção de atividades experimentais envolvendo os seguintes aspectos:

- Abordagem teórica sobre os principais princípios que envolvem as tipologias estruturais;
- Caracterização física e mecânica dos principais materiais construtivos, incentivando a exploração de materiais não convencionais, recicláveis e com baixo impacto ambiental ao longo de sua cadeia produtiva, como: o bambu, a madeira, a terra crua, o papelão, entre outros, sempre atentando para os limites e potencialidades destes materiais. Esta seleção foi realizada devido ao fato dos materiais convencionais como o aço e o concreto serem abordados com muita propriedade em outros períodos. Desta forma, os alunos seriam desde o início do curso, encorajados a não criarem determinados preconceitos em relação aos materiais não convencionais, algo necessário nos dias atuais, diante das mudanças de caráter ambiental, social, econômico e tecnológico.
- Análise de obras e visitas técnicas na intenção de estudar tipologias estruturais e as diferentes técnicas de manipulação dos materiais construtivos empregados pelos arquitetos estudados.
- Desenvolvimento de projeto e execução de protótipos.

A partir destas estratégias, o aluno tem a possibilidade de adquirir uma postura mais flexível e um repertório mais amplo para ser desenvolvido nas disciplinas de projeto. A maioria dos trabalhos práticos realizados partiu da decomposição de modelos existentes, sendo analisadas questões relativas ao seu sistema construtivo e novas possibilidades formais. Com este estudo, foi possível fazer novas variações, chegando a protótipos que não exploram simplesmente a dimensão plástica, pois o conceito projetual também é sustentado por aspectos técnicos e construtivos, os quais não limitam o lado criativo do aluno, e sim, proporcionam maior segurança na exploração do objeto real, instigando o estudante para a busca de novas possibilidades construtivas indissociadas da inovação formal.

A Figura 04 ilustra algumas experiências realizadas em alvenaria, madeira serrada, madeira roliça e tubos de papelão pelos alunos do 2º período do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia em 2012. A partir do desenvolvimento destas atividades foi possível a exploração de vários assuntos, como:

- Estudos de novas possibilidades formais para elementos estruturais convencionais;
- Composições diversificadas com os elementos: blocos, barras e tubos;
- Noções de estabilidade a partir da forma, identificando os esforços básicos presentes no projeto criado pelos próprios alunos;
- Identificação dos limites e potencialidades na manipulação de materiais frágeis como os tubos papelão;
- Desenvolvimento de detalhes construtivos: articulados e moldados;
- Apreensão dos processos de beneficiamento dos materiais construtivos.

Figura 04 – Sequencia de imagens das experiências realizadas na FAUED-UDFU no ano letivo de 2012.



Fonte: Acervo da autora.

#### 4. CONSIDERAÇÕES

O processo experimental possibilita a averiguação e evolução das decisões de projeto para um contínuo aperfeiçoamento, em que o contato com o material construtivo e a escala real é um fator importante para a maior interação entre projeto e particularidades do contexto.

Os exemplos apresentados neste trabalho revelam a pertinência desta discussão e validam positivamente estas práticas como ferramentas pedagógicas eficientes para a exploração formal e técnica do projeto e elementos arquitetônicos, com a possibilidade de se trabalhar de forma simultânea assuntos multidisciplinares.

As atividades desenvolvidas no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia trouxeram dados importantes para o seu contínuo aperfeiçoamento. Embora diante de um contexto limitante pela escassez de infraestrutura e laboratório ainda em fase de implantação, os alunos foram conduzidos para a busca de soluções alternativas e criativas na intenção de concretizarem seus projetos.

## 5.REFERÊNCIAS

- ADDIS, B. **Edificação: 3000 Anos de Projeto, Engenharia e Construção**. Porto Alegre: Boohman, 2009.
- CANDELA, F. **Hacia una nueva filosofia de las estructuras**. Buenos Aires: Ediciones, 1962.
- DIESTE, E. **La Estructura Cerámica**. Colección Somosur. Colombia: Escala, 1987.
- DROSTE, M. **Bauhaus. 1919-1933. Reforma e Vanguarda**. Tashen, 2006.
- ENGEL, H. **Sistemas de estructuras**. Madrid: Blume, 1970.
- LEITE, M.A.D.F.A. **A aprendizagem tecnológica do arquiteto**. 2005. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo, 2005. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- LIMA, L. F. **O que é ser arquiteto: memórias profissionais de Lelé (João Figueiras Lima)**; em depoimento à Cynara Menezes. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- MIRACLE, D. G. **Gaudí. La búsqueda de la forma. Espacio, geometría, estructura y construcción**. Lunwerg Editores, 2002.
- NERVI, P.L. **Lenguaje arquitectónico**. Buenos Aires. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 1951.
- OTTO, F. **Tensile Structures**. Cambridge. Mass.: MIT Press, 1973.
- PIANO, R. **Renzo Piano - A responsabilidade do arquiteto/ conversas com Renzo Cassigoli**. São Paulo: BEI Comunicação, 2011.
- PROUVÉ, J. **Conversaciones com Jean Prouvé./ Armelle Lavalou (ed.)**. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2005.
- REBELLO, Y.C.P. **Uma proposta de ensino da concepção estrutural**. 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo, 1999. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

- ROLLET, P. **L'architecture expérimentée à échelle grandeur**. [abr. 2006]. Entrevistador: Nadie Hoyet. Grenoble.
- RONCONI, R L.N. **Inserção do canteiro experimental nas faculdades de arquitetura e urbanismo**. 2002. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo, 2002. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.
- SARAMAGO, R.C.P. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). São Carlos, 2011. Instituto de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.
- TORROJA, E. **Razon y ser de los tipos estructurales**. Madrid: Instituto Técnico de la Construcción e del Cemento, 1958.
- WICK, R. **A Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- ZANETTINI, S. **Siegbert Zanettini: arquitetura, razão e sensibilidade**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.