

editorial
editorial

entrevista
interview

artigos submetidos
submitted papers

tapete
carpet

artigo nomads
nomads paper

projeto
project

expediente
credits

próxima v!rus
next v!rus

V!18

issn 2175-974x | ano 2019 year
semestre 01 semester



conversas entre arquitetos e engenheiros no ensino de projeto

conversation between architects and engineers in architectural design teaching

marina borges

PT | EN

Marina Ferreira Borges é Arquiteta e Engenheira Civil, Mestre em Engenharia de Estruturas. Pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais. Estuda ensino de projeto, concepção estrutural, possibilidades de uso das ferramentas digitais emergentes.

Como citar esse texto: BORGES, M. F. Conversas entre arquitetos e engenheiros no ensino de projeto. **VIRUS**, São Carlos, n. 18, 2019. [online] Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus18/?sec=4&item=9&lang=pt>>. Acesso em: 08 Jul. 2019.

ARTIGO SUBMETIDO EM 28 DE AGOSTO DE 2018

Resumo

Os planos de ensino das disciplinas de estruturas nos cursos de arquitetura enfatizam que o diálogo entre os profissionais é o que deve ser suscitado como o ponto de conexão entre a concepção da morfologia estrutural a ser realizada pelo arquiteto e sua validação e construção pelo engenheiro civil. No entanto, estaria esse diálogo ocorrendo de fato? A proposta deste trabalho é investigar através do modelo conversacional proposto por Paul Pangaro (2009), baseado na Teoria da Conversação de Gordon Pask (1976a), se de fato ocorre um processo dialógico entre disciplinas de projeto e estruturas nos cursos de arquitetura, ou se haveria possibilidade de proposição de um novo modelo conversacional, promovendo procedimentos de participação e colaboração transdisciplinar.

Palavras-Chave: Ensino de Arquitetura, Ensino de projeto, Ensino de estrutura, Modelo conversacional, Teoria da Conversação, Cibernética

1 Introdução

O ensino de estruturas é uma peça chave para que os estudantes de arquitetura pensem as relações entre forma, materialidade e tectônica, já que auxilia no raciocínio do processo de projeto físico e processual, levando a um ponto de convergência entre as disciplinas de projeto e estruturas, cuja falta de organicidade só acentua a fragmentação entre projeto e construção. O ensino de estruturas na arquitetura não é um fim em si, como nos cursos de engenharia que formam profissionais que desenvolvem cálculos estruturais. Ele deve ser um meio para que o estudante pense na tectônica¹ da forma. A fragmentação entre as disciplinas de projeto e estruturas corroboram para um pensamento projetual atectônico², favorecendo a aplicação simplista da técnica e a geração de imagens da moda (FRAMPTON, 1995).

Ao longo de décadas, o ensino de estruturas ocupou, na formação dos arquitetos, um treinamento para a rotina de projetistas e calculistas, em que não existe um conhecimento crítico, reflexivo e dialógico (SANTOS; KAPP, 2014). Com disciplinas focadas majoritariamente em aspectos quantitativos, estas são demasiadamente abstratas, e não instrumentam os estudantes de arquitetura com ferramentas adequadas para se apropriarem

da relação entre o comportamento do material e o sistema estrutural desenvolvido. Sendo assim, eles não conseguem desenvolver um raciocínio estrutural a partir de uma compreensão analítica das diversas soluções possíveis diante de um determinado problema de projeto.

No entanto, os planos de ensino das disciplinas de estruturas ofertadas nos cursos de arquitetura enfatizam que o diálogo entre os profissionais é o que deve ser suscitado como o ponto de conexão entre a concepção da forma estrutural, a ser realizada pelo arquiteto, e sua validação e construção, pelo engenheiro civil. Porém, na prática de ensino, estaria ocorrendo efetivamente este diálogo pretendido entre as disciplinas de projeto e estruturas?

Para realizar esta análise, propomos como metodologia o modelo conversacional de Pangaro (2009) baseado nos conceitos desenvolvidos pela Teoria da Conversação de Gordon Pask (1976a). Dessa maneira, será organizado um modelo conversacional adaptado para analisar a relação entre o ensino de projeto e o ensino de estruturas, com o objetivo de identificar os problemas existentes no modelo vigente. Com isto, poderá ser proposto um modelo conversacional entre estas disciplinas que efetivamente permita uma prática dialógica de projeção, instrumentando os arquitetos para elaborarem novos sistemas de projeto que propiciem uma prática de construção coletiva do conhecimento através de processos participativos³ e colaborativos⁴, em que a arquitetura se torne um saber, e não uma disciplina autônoma (MONTANER, 2017).

2 Teoria da Conversação

A Teoria da Conversação foi desenvolvida por Gordon Pask (1976a) e se originou de uma estrutura cibernética⁵, em que a idéia fundamental é que o aprendizado ocorre por meio de conversações sobre a matéria da disciplina, tornando o conhecimento explícito. Pask define conversação como "intersecção entre dois sistemas de segunda-ordem⁶, nos quais humanos, máquinas e ambientes podem estar engajados em trocas de informação colaborativas." A cibernética de segunda-ordem aplicada ao projeto o coloca como uma conversação em que os participantes devem aprender juntos. Segundo Pask (1980), a Teoria da Conversação é utilizada para ilustrar um argumento em favor das teorias reflexivas e relativistas na cibernética e nos estudos dos sistemas. A linguagem na Teoria da Conversação é fundamental, em que, através de um meio de processamento, tem como propriedade a habilidade de questionar, comandar, responder, obedecer e explicar um determinado objetivo.

Dubberly e Pangaro (2009) utilizam os modelos cibernéticos da teoria da conversação de Gordon Pask porque eles são baseados em um estudo profundo da interação entre humanos-humanos e humanos-máquinas. Nele, acredita-se que somente na conversa é possível aprender novos conceitos, compartilhar e evoluir conhecimentos, e confirmar concordância. Na conversação, a saída (*output*) de um sistema de aprendizagem torna-se a entrada (*input*) para outro.

Nos sistemas de conversação, baseados na teoria cibernética, humanos, máquinas e ambientes podem estar engajados em trocas de informações colaborativas. Para Dubberly e Pangaro (2009), o processo de conversação ocorre quando seus participantes executam as seguintes tarefas:

1. Abrem um canal de conversa enviando uma mensagem inicial que seja de interesse comum;
2. Comprometem-se a se envolverem com um comprometimento simétrico entre participantes;
3. Constroem significado, em que a base da conversação deve ser o compartilhamento de contextos, com linguagem e normas sociais comuns;
4. Evoluem, já que a conversa afeta ambos os participantes, em que as mudanças trazidas pelas conversas têm valor duradouro;
5. Converge para um acordo através de objetivos comuns;
6. Desenvolvem relações de cooperação.

A Teoria da Conversação aplicada à prática de ensino exige que a estrutura desenvolvida deva ter uma ciclicidade que permite ao aluno reconstruir um conceito e ter consistência, permitindo que todos os tópicos abordados possam ser identificados separadamente (PASK, 1976b), abrindo novos processos de conversação. No modelo de conversação proposto por Pangaro (2009), apresentado na Figura 1, o *Participante A* é o que inicia o processo de colaboração através da conversação, estabelecendo os objetivos iniciais de acordo com o seu ponto de vista, articulando a lógica de condução da conversa, considerando que novos objetivos e novas oportunidades podem surgir durante o processo. O *Participante A* tem acesso à estrutura de aprendizagem,

mas é ignorante com relação a alguns tópicos. O *Participante B* deve dar respostas às perguntas do *Participante A* fornecendo as demonstrações adequadas (PASK,1976b). A conversação inicia-se somente quando um dos participantes tem algum tipo de objetivo, específico ou geral, estando este articulado ou sem forma.

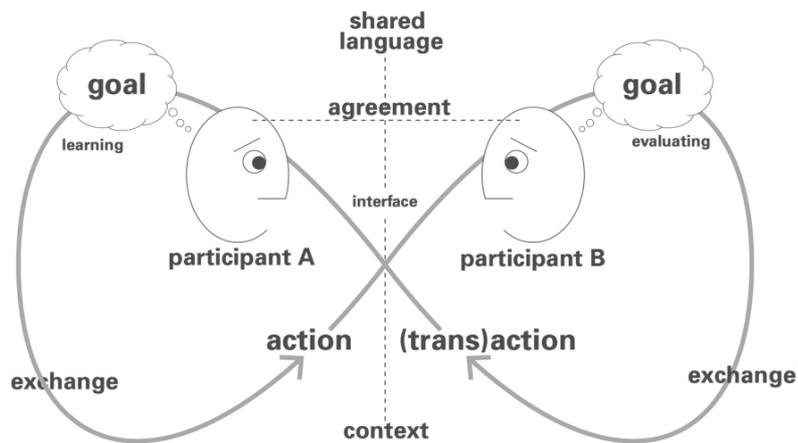


Fig. 1: Diagrama dos fundamentos da conversação. Fonte: Pangaro, 2017. Disponível em: <<http://www.pangaro.com/published/Pangaro%E2%80%9393Questions-for-Conversation-Theory-In-One-Hour-Kybernetes-2017.pdf>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.

Sendo assim, Pangaro (2009) sistematiza o que seria um modelo conversacional e estabelece alguns requisitos para sua organização:

Contexto: momento, situação, lugar ou história compartilhada;

Linguagem: meio compartilhado inicial para transmitir significado;

Acordo: entendimento compartilhado dos conceitos, intenções, valores que levam a uma ação;

Engajamento: disponibilidade para a interação, resultado de uma linguagem compartilhada e um contexto propício para a interação que pode construir um acordo;

Ação e (Trans) ação: fluxo da conversação cooperativa, sendo esta circular e recursiva.

3 Análise da prática de ensino atual

No ensino de estruturas atualmente ofertado no curso de arquitetura⁷, o que existe é uma comunicação técnica. Para Pask (apud PANGARO, 2017), a diferença entre comunicação e conversação é que, para o diálogo ocorrer, algo deve ser transformado para um ou mais participantes, seja a compreensão do assunto, conceitos, intenções ou valores. Se esta transformação não ocorre, o que aconteceu foi uma mera troca de mensagens.

O modelo atual de ensino de estruturas é fragmentado em disciplinas que seguem um percurso similar ao do ensino de engenharia, tendo disciplinas de fundamentação teórica (introdução aos sistemas estruturais), conhecimento intermediário (análise estrutural e resistência dos materiais) e conhecimento avançado específico (concreto, aço e madeira). Todas as disciplinas possuem, como viés, a análise estrutural pelo método analítico, ou seja, através do uso de equações matemáticas. Os métodos experimentais, focados no desenvolvimento de modelos físicos, e os métodos computacionais, que permitem uma melhor visualização do comportamento físico dos modelos, não são utilizados. Dessa maneira, os alunos são instrumentalizados apenas com uma linguagem matemática abstrata e de difícil aplicação. Dessa forma, estaria a linguagem matemática e abstrata utilizada para o ensino de estruturas na arquitetura sendo suficiente para o estabelecimento de uma prática conversacional?

No ensino de arquitetura, as disciplinas de projeto desejam aprender sobre estruturas para definições de espacialidade, morfologia e materialidade da construção. O papel do ensino de estruturas é o da ação cooperativa com o diálogo a ser estabelecido. Desta forma, neste diálogo, o ensino de projetos é o *Participante A* (o que inicia a conversa com uma ação) e o ensino de estruturas é o *Participante B* (o que reage a esta ação com uma transação).

O objetivo deste diálogo deveria ser o de propiciar ao arquiteto conhecimento estrutural que permita flexibilizar parâmetros estruturais em consonância com a articulação espacial. A estrutura em uma concepção tectônica do processo de projeto não é um objeto autônomo que deve se adequar ao espaço ou vice-versa. O ensino de projetos é (ou deveria ser) o condutor da conversação entre agentes, promovendo a abertura de canais comuns de conversação. No modelo de ensino atual, não existe um ambiente formalizado para que se efetive a conversação com o ensino de estruturas.

Dessa maneira, primeiramente analisaremos a prática de ensino atual pelo viés do modelo conversacional, verificando se existe conversação entre o ensino de projetos e ensino de estruturas dentro do contexto de cada disciplina:

Participante A: Ensino de Projetos

Contexto: disciplinas de projetos;

Linguagem: métodos de representação manuais ou digitais do projeto arquitetônico;

Acordo: lançamento da estrutura seguindo critérios de pré-dimensionamento;

Engajamento: quando ocorre, se dá através da análise de exemplos e contra-exemplos de soluções estruturais de obras análogas. Também pode ocorrer consulta a bibliografia específica de conhecimentos estruturais direcionada para a aprendizagem de arquitetos;

Ação: praticamente não ocorre. Depende de uma vontade individual de professores de projetos e alunos para buscarem algum contato com os professores de estruturas.

Participante B: Ensino de Estruturas

Contexto: disciplinas de estruturas;

Linguagem: matemática através de método analítico;

Acordo: conforme as ementas das disciplinas são oferecidas apenas noções básicas dos conteúdos de tal maneira que os arquitetos consigam realizar um pré-dimensionamento estrutural e dialogarem com engenheiros de estruturas na prática profissional;

Engajamento: a inadequação da aplicação da linguagem ao desenvolvimento de projetos não possibilita o engajamento;

(Trans)ação: praticamente inexistente, já que não ocorre engajamento, dificultado pela linguagem utilizada.

No modelo atual, não há possibilidades de *feedbacks*, sendo criado um processo de causalidade linear. De acordo com Dubberly e Pangaro (2015a), este processo linear não permite a iteração, que seria a correção do erro, e a convergência de objetivos entre os agentes participantes, limitando o projeto a *feedbacks* simplificados. Dessa maneira, para a proposição de um modelo conversacional entre o ensino de projetos e estruturas, é importante que haja um contexto que propicie a possibilidade de múltiplos *feedbacks*, promovendo circularidade e recursividade. Para isso, é fundamental que haja a interação do *Participante B* no contexto do *Participante A*, desenvolvendo uma linguagem comum, com objetivos explícitos, em um contexto que facilite as trocas, em que estes servirão como base para uma ação conjunta e para criação de novos valores.

4 Proposta de Modelo Conversacional

A cibernética estuda como os sistemas se organizam, tratando de como estes se comunicam internamente e com outros sistemas, o que propicia um pensamento transdisciplinar colaborativo, sendo este inclusive, estimulado. Para Von Foerster (apud DUBBERLY; PANGARO, 2015b, p.5), "alguém pode e deve tentar comunicar cruzando as fronteiras, e muitas vezes os abismos, que separam as várias ciências".

Algumas tentativas de promover esta integração vêm sendo desenvolvidas para a melhoria do diálogo entre ensino de projetos e ensino de estruturas. Conforme pôde ser visto no III Eneee⁸, algumas universidades brasileiras enfocam na mudança de linguagem (métodos experimentais com o uso de modelos físicos ou

experiências em canteiros experimentais), outras no envolvimento de novos participantes (professores da engenharia presentes nas disciplinas de projeto), ou ainda, na proposição de um novo modelo conversacional.

No entanto, estas proposições têm como enfoque a comunicação técnica, não apresentando maiores reflexões com relação acerca das mudanças da própria arquitetura e da sua condição contemporânea. Para Montaner (2016), a arquitetura contemporânea possui um caráter de síntese contextualista e complexo, em que emerge um novo pragmatismo reformulado por meio de ferramentas práticas de conhecimento, análise e projeto. Para Montaner, as práticas diagramáticas e as ferramentas digitais propiciam o desenvolvimento de uma teoria arquitetônica relacionada a um pragmatismo interativo. Pangaro (2011) acredita que o desenvolvimento do projeto deva se preocupar mais com a estrutura do sistema do que com a forma dos objetos, e que, sem a criação de uma nova linguagem, a inovação é limitada a melhorias nos processos existentes. Mas como desenvolver uma nova linguagem?

A proposta de um novo modelo conversacional entre o ensino de projetos e estruturas busca a promoção de uma linguagem comum entre os participantes, para que assim seja possível que as trocas sejam efetivamente realizadas. Para tanto, é fundamental que o *Participante B* promova sua (trans)ação dentro do mesmo ambiente do ensino de projetos (*Participante A*). O *Participante B* pode ser *máquina* (uso de *softwares* de análise estrutural) ou *homem* (professor de estruturas). Dessa forma, as conversas propostas tratam de promover a interação *homem-máquina*, ou, ainda, *homem-máquina-homem*.

5 Conversa homem-máquina

Na primeira hipótese, que chamaremos de *Modelo Conversacional do Tipo 1* (com enfoque na conversa homem-máquina), a proposta é desenvolver um modelo de ensino em que os alunos utilizem *softwares* de análise estrutural para o desenvolvimento de projetos baseados em *performance* (utilizando conceitos de otimização, geração ou *form-finding* computacional) nas disciplinas de projeto existente. Este modelo, conforme elucidado no Quadro 1, consiste em envolver o *Participante B* na conversa (*software* de análise estrutural) por meio da interação *homem-máquina*. Este modelo conversacional produz as seguintes interações:

	<i>Participante A - ação</i>		<i>Participante B – (trans) ação</i>
Conversa	Homem (A.1)	Homem (A.2)	Máquina (B.1)
Homem (A.1)	entre prof(s) de projeto	alunos – prof. de projeto	<i>software</i> – prof. de projetos
Homem (A.2)	prof. de projeto - alunos	entre alunos	<i>software</i> - alunos
Máquina (B.1)	prof. de projeto - <i>software</i>	alunos - <i>software</i>	Iteração computacional

Quadro 1: Modelo Conversacional Tipo 1. Fonte: Autora, 2018

Neste modelo, o *Participante A* é o professor de projetos (*A.1*) e os alunos (*A.2*), e o *Participante B*, é o *software* de análise estrutural (*B.1*). O professor de projeto estabelece o diálogo com o *software* em dois momentos: no primeiro, na seleção e verificação da possibilidade de *feedbacks* de acordo com o objetivo; e, no segundo, orientando os alunos a interagirem com o *software* no processo desenvolvido. A conversação ocorre entre professores de projetos, alunos e *software* de análise estrutural. O objetivo da conversa *homem-máquina* é ampliar as possibilidades de conversação.

A interação com os computadores serve para cooperar nas tomadas de decisões em situações complexas. Nos ambientes avançados de projeto, o que para Oxman (2008) seria o projeto baseado em *performance*, utilizando interação e iteração homem-máquina e entre múltiplos agentes, é possível criar um processo de conversação com múltiplos *feedbacks* e recursividade. Este processo teria o potencial de transformar as relações entre arquitetos e engenheiros, em que através de uma linguagem comum propiciada pelo meio digital, os valores seriam explicitados e ambos compartilhariam do mesmo objetivo.

Oxman (2012) define *performance* como a habilidade de agir diretamente nas propriedades físicas do *design*, podendo ser ampliada para incluir aspectos qualitativos como fatores espaciais em simulações técnicas. Para Kolarevic (2005), o conceito de *performance* vai muito além de aspectos estéticos, funcionais e técnicos, podendo ser ampliada para uma dimensão financeira, cultural, espacial e social. A compreensão de

*performance*⁹ como um processo, demanda uma revisão do entendimento do “corpo edificado” como um “corpo estático”, sugerindo a ideia etimológica da formação do objeto arquitetônico através do movimento.

Para além do diálogo entre projetos e estruturas, o projeto digital baseado em *performance* inclui o computador como parte do processo, um terceiro participante envolvido na conversação. Incorporar a tecnologia como ferramenta de interface da conversação propicia aos participantes uma linguagem compartilhada para um processo dialógico cooperativo, facilitando o desenvolvimento de um processo interativo e iterativo, circular e recursivo. Para Oxman e Oxman (2010), o processo cooperativo digital dilui as questões de autoria da forma, através de processos investigativos e experimentais, revertendo a maneira de pensar forma, força e estrutura.

Dessa maneira, baseado na conversa homem-máquina aplicada ao ensino, foi proposto o uso de *softwares* de análise estrutural em disciplinas de projeto. Sendo assim, temos a seguinte estrutura para o desenvolvimento do *Modelo Conversacional Tipo1*:

Contexto: disciplinas de projetos;

Linguagem: uso de *softwares* de análise estrutural simplificados para *form-finding* estrutural integrado a aulas teóricas de propriedades dos materiais;

Acordo: aprendizagem de *software* de análise estrutural para auxiliar no pré-dimensionamento da forma proposta;

Engajamento: o *software* propicia um pré-dimensionamento através da quantidade de material necessária;

Ação e (Trans)ação: recursividade no pré-dimensionamento e na escolha de materiais durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico.

Neste modelo, o que se observa é que os alunos que já possuem conhecimentos intermediários e avançados (tanto de projetos quanto de estruturas) conseguem se engajar no modelo de conversação. Isto ocorre porque estes conseguem compreender os objetivos, a linguagem proposta e desta maneira utilizam a transação do *software* para aplicação no processo de projeto. No entanto, o que se percebe neste modelo, é que a simplificação da linguagem utilizada não permite o engajamento para a recursividade e não propicia o engajamento com outras conversas, sendo somente uma ferramenta eficiente para que os alunos explorem a materialidade do objeto.

6 Conversa *homem-máquina-homem*

Numa segunda hipótese para a construção do modelo, devido as suas limitações identificadas no *Tipo 1*, as demandas de conhecimento extrapolam a conversa *homem-máquina* e é necessário incluir um novo *Participante B*, que seria um professor de estruturas. Este pode ser introduzido como um novo elemento, ampliando a conversa *homem-máquina* para uma conversa *homem-máquina-homem*, abrindo novos canais de conversas que precisam ser trabalhadas. Neste modelo, que será identificado como *Modelo Conversacional Tipo 2*, várias conversas podem ocorrer simultaneamente conforme demonstrado no Quadro 2, o que desta forma exigiria do professor de projetos explicitar a todos os participantes o objetivo e os valores envolvidos, havendo um acordo e um engajamento de todos afim de evitar ruídos, e por consequência, conflitos de interesses entre os participantes.

Segundo Pask (1980), uma pessoa pode simultaneamente ter a perspectiva de mais de um participante, unificando a conversação interna. Ao adotar diferentes papéis, este participante deve ponderar os méritos das diversas hipóteses que podem surgir dos outros participantes. Neste modelo, o *Participante A*, na figura do professor de projetos (*A.1*), seria o participante que exerce esta função. Caso não haja acordo e engajamento com o *Participante B* na figura do professor de estruturas (*B.2*), todo o processo pode levar a uma transação conflituosa, ou até mesmo inviabilizar que esta ocorra. Nesta proposição podem ocorrer várias conversas:

	Participante A - ação		Participante B – (trans) ação	
Conversa	Homem (A.1)	Homem (A.2)	Máquina (B.1)	Homem (B.2)
Homem (A.1)	entre prof(s) de projeto	alunos – prof. de projeto	software – prof. de projetos	prof.de estruturas – prof. de projetos
Homem (A.2)	prof.de projeto - alunos	entre alunos	software - alunos	prof. de estruturas – alunos
Máquina (B.1)	prof. de projeto - software	alunos - software	Iteração computacional	prof.de estruturas - software
Homem (B.2)	prof.de projeto – prof. de estruturas	alunos – prof.de estruturas	validação dos resultados	conversa entre prof(s) de estruturas

Quadro 2: Modelo Conversacional Tipo 2. Fonte: Autora, 2018.

A proposta de criação do *Modelo Conversacional do Tipo 2*, considerando toda a complexidade envolvida e as múltiplas interações propiciadas, não é criar um modelo fechado, mas criar um sistema com subjetividades, valores e responsabilidades explícitas, possibilitando que todos os participantes possam criar. A conversação é necessária para convergir em objetivos compartilhados, e assim reordenar a situação a fim de agir conjuntamente. Dessa forma, a conversa entre homens é fundamental para a compreensão dos princípios de dualidade, complementaridade e conservação. Dessa forma, não pode haver a perda de conceitos no desenvolvimento de um ambiente único para as duas disciplinas (projeto e estruturas). Para Pask (1980), o princípio da conservação da informação a ser transferida na conversação através da linguagem e dos meios é o que mantém a coerência do sistema. Dessa maneira, a proposição de um *Modelo Conversacional do Tipo 2* para a síntese de todas as conversas que ocorreriam internamente, abarca as seguintes definições:

Contexto: disciplinas híbridas projeto e estruturas;

Linguagem: aprendizagem de softwares de análise estrutural integrada a aulas teóricas de concepção estrutural¹⁰ em suas dimensões quantitativas e qualitativas;

Acordo: aprendizagem dos conceitos e aplicação no software para iteração com o modelo computacional;

Engajamento: desenvolvimento de processo iterativo em que os participantes possuem as avaliações do software como interface para o diálogo;

Ação e (Trans)ação: recursividade no desenvolvimento do projeto arquitetônico. A participação do professor de estruturas é demandada para a sofisticação da iteração. Arquitetos e engenheiros desenvolvem uma relação de cooperação em substituição a uma relação de colaboração;

Para promover um processo circular e recursivo num modelo complexo como o *Tipo 2*, a estrutura pedagógica das disciplinas propostas pode ser dividida em 4 momentos baseados em Pangaro (2011), sendo todos estes momentos iterativos e recursivos:

Conversation to Agree on Goals: momento em que os objetivos devem ser explicitados e acordados até serem levados ao engajamento;

Conversation to Design the Designing: momento de identificação de conhecimentos insubstituíveis para o projeto de um novo espaço de possibilidades;

Conversation to Create New Language: à medida que um novo espaço de possibilidades evolui, uma nova linguagem se molda e se define;

Conversation to Agree on Means: acordo sobre o plano de ações para o desenvolvimento de produtos utilizando o modelo conversacional proposto.

As disciplinas híbridas têm como proposta possibilitar a abertura para diálogos, não eliminando, dessa maneira, a possibilidade de se manter as disciplinas de estruturas atuais. Ao contrário, estimulam os alunos a buscar nestas ferramentas teóricas para compreenderem melhor como utilizar os recursos de análise e

interação propiciados pelos *softwares* de análise estrutural. Os recursos visuais dos *softwares* permitem a visualização do comportamento das estruturas, levando a um reconhecimento dos conceitos apreendidos através de modelos matemáticos analíticos, que por serem demasiadamente abstratos, geralmente não são bem compreendidos.

O que foi notado no desenvolvimento do *Modelo Conversacional Tipo 2* é que a diferença entre alunos com conhecimentos básicos de estruturas e alunos com conhecimentos intermediários e avançados não é percebida, sendo que todos se engajam no desenvolvimento do processo iterativo e demandam a participação do engenheiro de estruturas no processo. Esta conversa pode, inclusive, extrapolar as bordas da própria disciplina, possibilitando e encorajando os alunos a buscarem novos conhecimentos com outros professores de estruturas ou até mesmo com outros agentes da construção civil (projetistas, indústria e profissionais do canteiro).

Os alunos com conhecimentos avançados, tanto de projetos quanto de estruturas, se engajam no diálogo que transborda a disciplina. Estes alunos buscam o conhecimento teórico oferecido nas disciplinas tradicionais de estruturas (alguns retornam a assistir aulas de disciplinas tais como resistência dos materiais e análise estrutural), procuram o diálogo com outros professores de estruturas, buscam outros *softwares*, profissionais da área e até mesmo se engajam em um diálogo crítico com o setor da construção civil.

7 Conclusões

A divisão moderna do trabalho levou arquitetos e engenheiros a desenvolverem uma relação colaborativa, em que colaborar significa desenvolver um trabalho comum, através de ajuda ou auxílio. Ou seja, o arquiteto desenvolve um projeto e o engenheiro o ajuda, ou o auxilia, com seu trabalho, não atuando de maneira conjunta no seu desenvolvimento. A mudança de relação no sentido de se desenvolver um trabalho cooperativo redefine as posturas dos profissionais e reaproxima o trabalho de ambos, onde a atuação ocorre conjuntamente para um mesmo fim.

A proposta pedagógica de se desenvolver modelos conversacionais para o ensino de projetos e estruturas vai ao encontro do que coloca Montaner (2017) sobre uma prática rumo a uma arquitetura de ação. Para Dubberly e Pangaro (2015a), a conversação para a ação promove entre os participantes uma relação ética (acordo com os objetivos), cooperativa (acordo com os meios), inovadora (criação de uma nova linguagem) e responsável (criação de um novo processo).

De acordo com Dubberly e Pangaro (2015a), o conhecimento do vocabulário e da gramática não é um pré-requisito, mas propicia um terreno mais fértil para o surgimento da poesia, e, do deleite. Ao projetar ambientes interativos como extensões computacionais da agência humana ou novos discursos sociais para governar a mudança social, o projeto de segunda ordem facilita a emergência de condições em que outros podem projetar, criando condições nas quais as conversas possam emergir, aumentando assim o número de opções abertas a todos.

Para que o ensino de estruturas faça parte de uma conversação dentro das disciplinas de projeto, é necessário que o ensino de projetos também seja aberto à substituição de um modelo tipológico, com um acerto da forma linear, para um modelo de *performance* topológico, em que o arquiteto não tenha o controle do objeto projetado, mas sim do processo, permitindo que a arquitetura surja da participação e da emergência entre uma série de agentes. As ferramentas digitais de análise estrutural propiciam um jogo de iteratividade entre os parâmetros utilizados para conceber o espaço e suas possibilidades de materialização através de processos de otimização, geração, ou de um *form-finding* estrutural. Neste caso, o computador atua como um instrumento cibernético que responde aos parâmetros estabelecidos pelos estudantes para a concepção do sistema estrutural, instruindo-o e sendo instruído por ele, em um processo recursivo que pode agregar quantos agentes forem necessários. Neste processo, podem emergir resultados inesperados, não previstos inicialmente, criando novidade para ambos os participantes.

A criação de processos colaborativos de projeto em que se constrói coletivamente o conhecimento através de participação de outros agentes, leva a uma mudança de paradigma. As conversas estabelecidas podem transformar indivíduos e organizações mudando valores e modos de arranjo, sendo que a conversa iniciada no ensino pode ser replicada na prática profissional. Para Pangaro (2017), quando uma conversação se inicia, ela nunca termina. Desta maneira, acreditamos que a conversação iniciada no ambiente de ensino tem a capacidade de transformar a prática profissional, modificando, desta forma, as relações entre os agentes da construção civil (arquitetos, engenheiros, trabalhadores e usuários) e suas formas de participação através da emergência de práticas dialógicas, em que se norteia a discussão sobre o objeto que as conecta, ou pode conectar.

Referências

- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. What is Conversation? How can we design for effective conversation? **Interactions Magazine**, v. 16, p. 22, jul-ago. 2009. Disponível em: <<http://www.dubberly.com/articles/what-is-conversation.html>>.. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. Cybernetics and Design: Conversations for Action. **Cybernetics and Human Knowing**, v. 22, n. 2-3, p. 73-82, 2015a. Disponível em <<http://www.dubberly.com/articles/cybernetics-and-design.html>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- DUBBERLY, H.; PANGARO, P. How cybernetics connects computing, counterculture, and design. In: BLAUVELT, A.; CASTILLO, G.; CHOI, E. (Ed.) **Hippie modernism: The struggle for utopia**. Minneapolis, 2015b. p. 126-141. Disponível em: <<http://www.dubberly.com/articles/cybernetics-and-counterculture.html>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- FRAMPTON, K. **Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture**. Cambridge: The MIT Press, 1995.
- KOLAREVIC, B. **Performative Architecture Beyond Instrumentality**. New York: Spon, 2005.
- MONTANER, J. M. **A condição contemporânea da arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gili, 2016.
- MONTANER, J. M. **Do diagrama às experiências, rumo à uma arquitetura de ação**. São Paulo: Gustavo Gili, 2017.
- OXMAN, R. Performance-based design: current practices and research issues. **International Journal of Architectural Computing**, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2008.
- OXMAN, R.; OXMAN, R. (Ed.). The New Structuralism: design, engineering, and architectural technologies. **Architectural Design**, Special Issue, Londres, v. 80, n. 4, Mar./Abr. 2010.
- OXMAN, R. Informed Tectonics in Material based Design. **Design Studies**, v. 33, n. 5, p. 427-455, 2012.
- PANGARO, P. How Can I Put That? Applying Cybernetics to "Conversational Media". **American Society for Cybernetics**, Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.pangaro.com/published/Applying-Cybernetics-to-Conversational-Media-Pangaro.pdf>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- PANGARO, P. **Design for Conversations & Conversations for Design**. In: coThinkTank, Berlin, 2011. Disponível em: <<http://pangaro.com/conversations-for-innovation.html>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- PANGARO, P. Questions for Conversation Theory or Conversation Theory in One Hour. **Kybernetes**, v. 46, n. 9, p.1578-1587, 2017. Disponível em: <<http://www.pangaro.com/published/Pangaro%E2%80%9393Questions-for-Conversation-Theory-In-One-Hour-Kybernetes-2017.pdf>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- PASK, G. **Conversation Theory: applications in education and epistemology**. Amsterdam: Elsevier, 1976a.
- PASK, G. Conversational techniques in the study and practice of education. **British Journal of Educational Psychology**, v. 46, n.1, 1976, p. 12-25, 1976b.
- PASK, G. Developments in Conversation Theory: actual and potential applications. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SYSTEMS RESEARCH AND CYBERNETICS, Dez. 1980, Acapulco-México. **Anais...** Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus16/?sec=11&item=1&lang=pt>>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- SANTOS, R; KAPP, S. Articulação como Resistência. In: ENANPARQ - ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 3., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo / Campinas: Universidade Presbiteriana Mackenzie/ PUC Campinas, 2014.
- ZUMTHOR, P. **Performance, recepção, leitura**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

1 Para Framptom (1995) o significado de tectônica variou muito ao longo do séc. XX devido às mudanças culturais e ecológicas, e ao desenvolvimento industrial e pós-industrial, além do surgimento de uma sociedade majoritariamente urbana, o que transformou o valor da tectônica. Na etimologia grega, o termo tectônico deriva da palavra tekton que significa carpinteiro ou construtor. O termo se referia a um artesão que

trabalhava com materiais pesados, como pedra e madeira, exceto o metal. O termo tekton também tinha uma conotação poética, em que o artesão explora o potencial de expressão da técnica construtiva. Sendo assim, para Framptom (1995), a tectônica refere-se à poética da construção, em que a arte e o ofício estão intrinsecamente conectados.

2 Seker introduz o conceito de atectônica como "uma maneira pela qual a interação expressiva de carga e suporte na arquitetura é visualmente negligenciada ou obscura" (apud FRAMPTON, 1995, p.19)

3 Participar: palavra composta pelas noções de parte, ser parte de, e agarrar, tomar, indicando uma ação voluntária e decidida.

4 Colaborar: o verbo une o sentido do latim laborare - trabalhar, sentir dor, cansar-se - à condição coletiva dada pelo prefixo co - juntos.

5 A cibernética é uma forma de enquadrar o processo de design e os produtos do design, sendo ambos meios e fins. A estrutura cibernética envolve objetivos, recursividade e aprendizagem (DUBBERLY; PANGARO, 2015a).

6 A cibernética de primeira-ordem traz uma compreensão de causalidade circular para a compreensão de sistemas interativos que envolvem recursão, aprendizagem e co-evolução. Já a cibernética de segunda-ordem enquadra o design como uma conversação, e desta forma, requer tornar os valores e os pontos-de-vista explícitos, incorporando assim subjetividade e epistemologia, criando condições para que os participantes aprendam juntos (DUBBERLY; PANGARO, 2015a).

7 Para a realização desta análise foram utilizados os planos de ensino das disciplinas do Curso de Arquitetura e Urbanismo Diurno da UFMG versão curricular 2014/1 e do Curso de Engenharia Civil da UFMG versão curricular 1998/1.

8 III Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura, realizado em 2017, que buscou retomar a discussão iniciada em 1974 e 1985, respectivas datas do primeiro e do segundo evento. A proposta do III ENEEEA foi atualizar a discussão e ampliá-la, debatendo as possibilidades de articulação dos conteúdos do ensino de estruturas com o ensino de projetos.

9 Para a ampliação do conceito de performance no sentido de se desenvolver uma teoria para arquitetura digital, essa não pode ser reduzida a aspectos quantitativos. Alguns apontamentos de Zumthor (2007) nos levam a uma reflexão das possibilidades de apropriação do termo para além de uma análise quantitativa de aspectos técnicos, mas para uma assimilação que também abarque o processo de projeto enquanto um fenômeno.

10 Concepção estrutural envolve conceber a geometria, estabelecer os carregamentos e as condições de contorno da estrutura, conhecer as propriedades dos materiais e selecionar as seções transversais dos elementos da estrutura.