



Arquitetura revista

ISSN: 1808-5741

arq.leiab@gmail.com

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Brasil

Florio, Wilson

Análise do processo de projeto sob a teoria cognitiva: sete difi culdades no atelier

Arquitetura revista, vol. 7, núm. 2, julio-diciembre, 2011, pp. 161-171

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

São Leopoldo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193621371007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise do processo de projeto sob a teoria cognitiva: sete dificuldades no atelier

An analysis of the design process under the cognition theory: Seven difficulties in the atelier

Wilson Florio¹
Universidade Mackenzie
Universidade Estadual de Campinas
wflorio@uol.com.br

RESUMO – O objetivo deste artigo é propor procedimentos didáticos que permitam ao estudante converter seus conhecimentos tácitos em conhecimentos explícitos, de modo a torná-lo mais consciente de suas ações projetuais. De um modo complementar, propomos uma definição sobre o papel da experimentação e suas influências no processo decisório das soluções projetuais em arquitetura. O objeto de análise são os relatos resultantes de experimentações realizadas por estudantes no TFG. A pesquisa foi realizada entre 2009 e 2010. A partir do acompanhamento do desenvolvimento do projeto, da organização sistemática dos artefatos produzidos na prática e de sua reflexão teórica, foi possível identificar as ações cognitivas realizadas pelo estudante, cujo resultado propiciou a identificação de sete dificuldades a serem superadas para a resolução de problemas.

Palavras-chave: cognição, processo de projeto, experimentação, ensino-aprendizagem, TFG.

ABSTRACT – The aim of this paper is to propose didactical procedures that allow students to convert their tacit knowledge into an explicit one, so that they can become more aware of their designing actions. In a complementary way, it proposes a definition of the role of experimentation and its influences in the decision-making process of design solutions in architecture. The object of analysis consists of the reports that resulted from students' experiments for their final paper. The research was carried out between 2009 and 2010. On the basis of the development of the project, the systematic organization of the artifacts produced in practice and theoretical reflection, it was possible to identify the students' cognitive actions, whose results made it possible to identify seven difficulties to be overcome for problem solving.

Key words: cognition, design process, experimentation, teaching-learning, final paper.

Introdução

No último ano de graduação, o estudante de Arquitetura deve realizar um projeto e produzir sua monografia de conclusão do curso de modo a explicitar o embasamento teórico e sua reflexão sobre o projeto realizado. A necessidade de produzir um relato escrito impõe aos estudantes a reflexão e a crítica sobre a prática. Conseqüentemente, este processo os obriga a expor suas argumentações sobre as decisões projetuais. Como se sabe, o processo de tornar explícito conhecimento implícito não é fácil e requer dos orientadores da disciplina de Projeto procedimentos científicos que contribuam para atender a este propósito.

Durante as atividades didáticas, como orientador no Trabalho Final de Graduação – o TFG, o autor deste artigo constatou que algumas dificuldades estavam sempre presentes durante as orientações. Embora alguns alunos conseguissem expressar suas ideias com mais desenvol-

tura, tanto por meio de desenhos e modelos como na parte escrita, sempre havia algum impedimento que os fazia avançar mais lentamente. Esta constatação nos levou a realizar uma pesquisa específica sobre estas questões.

Durante dez anos na orientação de trabalhos de TFG, o autor notou que algumas dificuldades na solução de problemas eram recorrentes, e que determinadas recomendações surtiam maior efeito no desenvolvimento e na qualidade dos trabalhos apresentados. Constatou-se que a origem dos problemas que os alunos enfrentavam era a falta de capacidade de identificar o problema. A falta de hábito de questionar suas próprias propostas e a ausência de argumentos plausíveis para defender suas ideias os fazem perder o foco sobre o que de fato eles devem enfrentar em seus próprios projetos. Durante as avaliações ao longo do último ano do curso, notamos que os estudantes ainda apresentam dificuldades de estruturar o raciocínio lógico. Em muitos casos, eles se restringem

¹ Universidade Mackenzie. Universidade Estadual de Campinas. Rua Elis Regina, 50. 13083-970, Barão Geraldo, Campinas, SP, Brasil.

às explicações superficiais do problema e não enxergam, de um modo integrado, os subproblemas envolvidos na situação. Em outras palavras, os vários domínios – conceituais, funcionais, técnicos e estéticos – decorrentes do que estava sendo proposto no projeto são apreciados de modo fragmentado. Aos poucos, tornamo-nos conscientes de que a falha no ensino residia no aprendizado inicial de como identificar problemas de projeto, o que é decisivo para o início do enfrentamento do problema/subproblema sob diversos pontos de vista.

Outra dificuldade que os estudantes têm é a de como gerir e manipular dados, informações e conhecimentos sobre o tema escolhido para o projeto. Como estão em fase de formação, eles ainda não entenderam claramente como recuperar e adaptar conhecimentos anteriores em novas situações de projeto. Embora tragam consigo um repertório de soluções enfrentadas e analisadas ao longo do curso, eles têm dificuldades de resolver problemas a partir de experiências passadas. Esta dificuldade conduz a uma outra: como agrupar informações e conhecimentos de um modo científico.

Observamos que a falta de obrigação de relatar por escrito o que realizam durante todo o desenvolvimento do projeto faz com que eles alcancem o último ano do curso sem a devida prática de declarar explicitamente os porquês das decisões tomadas. Mesmo na posse de argumentos plausíveis e suficientes para defender suas ideias e conceitos, eles não conseguem organizar o pensamento a ponto de expressar oralmente e por escrito o que obtiveram durante a prática projetual. A isso se soma o problema de escrever de modo científico, o que requer substancial organização e disciplina.

Outra dificuldade comum identificada durante as orientações no atelier é como ajudar os alunos a superar o problema da cristalização de uma única ideia, isto é, ideias fixas. Alguns estudantes resistem a mudanças, parecem não ver alternativas para alguns problemas, seja pela falta de hábito e entendimento de como procurar diferentes soluções para o mesmo problema, seja pela mera teimosia. Essa fixação sobre uma única ideia restringe a capacidade criadora e, conseqüentemente, torna-se um obstáculo para a busca de alternativas.

Constatamos também que uma boa parcela dos estudantes não consegue comparar e avaliar as alternativas geradas. Essa incapacidade de julgar suas próprias ideias revela a falta de hábito de reflexão sobre a prática e, em vários casos, a ausência de um conceito estruturador que permita compreender as relações entre as ações praticadas.

Por fim, mas não menos importante, identificamos que a dificuldade de sintetizar o problema e sua solução dependia de uma orientação mais cuidadosa, com procedimentos que os fizessem perceber passo a passo o que faziam, os motivos de cada decisão e como realizaram o projeto, explicitando as principais decisões tomadas durante todo o processo de projeto.

Diante desse quadro, no decorrer de alguns anos, identificamos que os estudantes do último ano, nos TFGs, apresentavam as sete dificuldades apontadas acima, com maior ou menor intensidade: (i) identificar problemas; (ii) libertarem-se de ideias fixas; (iii) testar alternativas de um novo ponto de vista; (iv) recuperar e adaptar conhecimentos prévios; (v) declarar conhecimentos; (vi) julgar e avaliar comparativamente as ideias produzidas; (vii) sintetizar seus pensamentos. Por conseguinte, este fato nos impeliu a propor procedimentos didáticos que pudessem ser aplicados nesta situação de ensino-aprendizagem.

O objetivo deste artigo é propor procedimentos didáticos que permitam ao estudante tornar conhecimentos implícitos em conhecimentos explícitos, de modo a torná-lo mais consciente de suas ações projetuais. De um modo complementar, propomos uma definição sobre o papel da experimentação e suas influências no processo decisório das soluções projetuais em arquitetura.

Este artigo limita-se a relatar uma pequena parte da pesquisa, com foco na *experimentação* sobre apenas um problema *específico* de projeto. As conclusões parciais contidas nas seções deste artigo tiveram origem na pesquisa realizada entre fevereiro de 2009 e abril de 2010, com base nos dados (artefatos produzidos, projetos e monografias) contidos nos TFGs coletados entre 2006 e 2009. O artigo está estruturado em duas partes. Na primeira, introduzimos conceitos relativos ao processo de projeto. Na segunda parte, apresentamos a fundamentação teórica baseada na teoria da *cognição*, que sustenta os procedimentos adotados na pesquisa, assim como os procedimentos metodológicos que nortearam a realização da pesquisa, e, por fim, as considerações finais.

Processo de projeto e cognição

O processo de projeto não ocorre de modo linear – de um problema a uma solução. Como bem sabemos, em arquitetura não há uma única solução para o mesmo problema, mesmo porque os problemas que cada arquiteto identifica a partir das mesmas condicionantes e restrições impostas pelo contexto implicam em diferentes possibilidades e encaminhamentos para a sua solução. Projeto tem sido definido como um problema *mal definido*. Akin (1986, p. 5) define problema *mal definido* como aquele que inerentemente se tem pouca estrutura em termos de parâmetros operacionais: objetivos, operações legais, alternativas a serem consideradas e avaliação de funções. Em decorrência disso, o projeto acaba sendo solucionado por aproximações sucessivas, ou seja, aos poucos, em pequenos ciclos – análise, síntese e avaliação (Lawson, 1980, p. 28; Purcell *et al.*, 1996, p. 246), que envolve a produção de artefatos, sua manipulação/transformação e uma nova proposta. Como as ideias não aparecem de uma única vez, deve-se criá-las, desenvolvê-las e revê-las aos poucos, pois a

complexidade da tarefa impede que tudo seja resolvido de imediato, obrigando o arquiteto a dividir o problema em subproblemas.

Nos anos 60, Horst Rittel propôs a divisão do processo de projeto em duas fases: definição e solução do problema (Buchanan, 1992, p. 15). Devido ao tamanho e à complexidade do problema, assim como a limitação de memória de curto prazo, o arquiteto o decompõe em partes menores (Simon, 1996, p. 128), priorizando alguns aspectos em detrimento de outros. O projeto se desenvolve das partes para o todo e não o contrário, com bem demonstrou Mahfuz (1995, p. 16). Desse modo, a divisão do problema em partes menores facilita o enfrentamento de múltiplos aspectos do projeto. Assim, a falta de um objetivo claro inicial, os vários domínios e a complexidade do problema fazem com que o projeto tenha que ser resolvido de modo não linear e em diferentes fases.

Devido a este quadro, desde a década de 1960, Walter Reitman (1964), Charles Eastman (1969), Christopher Jones (1970), Horst Rittel (Rittel e Weber, 1973), Herbert Simon (1972, 1996), Akin (1986), Buchanan (1992), Goel (1995), entre outros, sugeriram um conjunto de propriedades invariantes (isto é, constantes) que são comuns nos processos de projeto. De um modo sintético, estas propriedades são as seguintes: Por ser um problema mal estruturado, os projetos contêm poucas definições relativas aos objetivos que se deseja alcançar. Por serem abertos e indeterminados, os problemas de projeto em arquitetura não podem ser fácil e racionalmente resolvidos de modo linear, uma vez que o grande número de variáveis promove múltiplas escolhas possíveis, sem uma clara definição. Como os limites do problema não estão claros, os arquitetos não podem adotar sua formulação definitiva, nem tampouco estabelecer regras fixas, pois há uma lista exaustiva de possibilidades para resolvê-lo. Consequentemente, projetos acabam sendo realizados a partir de conhecimentos prévios, por experimentação, tentativa e erro e descobertas inesperadas.

Uma vez que a estrutura da tarefa não está bem especificada, especialmente no início do projeto, há muitas mudanças de direção. A partir disso, o profissional impõe suas próprias restrições e pode negociar, alargar, estreitar ou simplesmente mudar os parâmetros do projeto, alterando sua direção. A consequência desse processo é imprevisível, pois as ações são circunstanciais, definidas por regras e avaliações pessoais durante o próprio ato projetual. Consequentemente, o problema inicial é interpretar e selecionar quais os problemas que se deseja solucionar, estabelecendo-se prioridades e limites. Portanto, estas propriedades invariantes demonstram a dificuldade na solução de problemas de projeto, pois há muitos percursos e decisões que dependem dos conhecimentos, experiências e habilidades do sujeito, claramente guiados por sua visão de mundo.

Problema

Em arquitetura, habituamo-nos a falar sobre *problema*, mas sem definir, explicitamente, sua acepção sob a ótica cognitiva. *Problema* é quando a situação atual não é a satisfatória, e não sabemos de imediato como mudá-la (Weisberg, 2006, p. 123). Uma situação insatisfatória é chamada de *estado do problema*, onde toda informação disponível naquele estado caracteriza aquela *situação* (Akin, 1986, p. 14-15). A solução de um problema ocorre quando analisamos as restrições e informações disponíveis e, partir daí, iniciamos a busca de uma direção que nos permita transformar a situação insatisfatória e atingir um objetivo específico. O problema é entender qual é a natureza do problema. Como afirmou o educador norte-americano John Dewey (2007, p. 21), “*um problema quando exposto com clareza está metade resolvido*”. Assim, um verdadeiro *problema* existe quando não se sabe como avançar e qual direção seguir na busca de sua *solução*.

Para ajudar o estudante a identificar o problema, muitas vezes é necessário visualizar os artefatos produzidos por ele, particularmente entender a sequência em que foram gerados, pois a partir disso pode-se reconstituir a estrutura do pensamento e as decisões tomadas pelo estudante. Nos últimos 50 anos, a ciência da cognição tem afirmado que nosso pensamento é *estruturado*, o que implica afirmar que é possível seguir o percurso de um projeto a partir dos artefatos produzidos pelo sujeito. A interpretação destes artefatos pelo professor dependerá da compreensão de como o sujeito (no caso do ensino, o estudante de Arquitetura) produziu e concatenou as ideias e as ações.

Alguns indivíduos têm conhecimentos e maior habilidade para encontrar e definir um problema importante para trabalhar, cuja importância outros não veem. Essa habilidade de encontrar problemas, ou problematizar questões importantes, faz parte de nosso desenvolvimento. O termo *encontrar problemas* (*problem finding*) foi introduzido por Getzels e Csikszentmihalyi (1976) quando observavam estudantes de arte enquanto pintavam uma natureza morta. Mas, ao contrário dos artistas, que solucionam um problema que normalmente eles mesmos se propõem a resolver, em arquitetura normalmente os problemas são impostos pelos clientes e pelo contexto. Seja como for, encontrar um problema sempre dependerá de escolhas pessoais (de uma ou mais questões) que interessam ao sujeito resolver. Para responder a essa inquietude, o sujeito deve selecionar alguns problemas sobre os quais ele mesmo terá que operar para resolver.

O pensamento científico é um exemplo de solução de problemas. Até mesmo em áreas reconhecidamente chamadas “criativas”, como as artes e a arquitetura, envolve procedimentos científicos quando se deseja operar além dos limites do conhecimento atual, com a proposição de hipóteses e métodos de investigação

baseados em conhecimentos e heurísticas. Projetar um experimento é uma espécie de *solução de problema*, que requer pesquisa e conhecimento científico.

A estratégia normalmente utilizada para resolver problemas é buscar exaustivamente possíveis soluções para o problema proposto (pelo cliente, pelo arquiteto ou pela sociedade) até encontrar um caminho que conduza a uma solução que melhor atenda às exigências. Para resolver um problema, deve-se ir além do que se sabe e arriscar-se no enfrentamento das incertezas. Como problemas complexos são multifacetados, é natural dividi-los em subproblemas menores, de modo a superar a situação inicial a partir de pequenos avanços.

Cognição em projeto

A partir da década de 1950, o estudo dos processos cognitivos, ou seja, dos processos mentais internos, abriu um novo campo de entendimento do funcionamento humano. Como os estudos sobre cognição ocorreram em paralelo com o desenvolvimento do computador e da inteligência artificial, *cognição* foi entendida como *computação*, ou seja, como *processamento de informações*. As célebres pesquisas realizadas por Newell e Simon (1972) apontaram que o pensamento criativo era o mesmo pensamento envolvido na solução de problemas simples, cotidianos, mas utilizado de um modo diferente. Neste artigo, adotamos a acepção mais abrangente de *cognição*: processo ou faculdade de adquirir conhecimento, que implica *processar informações* através da *percepção* e do *raciocínio*.

A análise de projeto de arquitetura sob a ótica cognitiva propõe o entendimento do funcionamento interno humano a partir do processamento de informações oriundas dos conhecimentos, das habilidades e das experiências. Assim, a teoria cognitiva se propõe a explicar como adquirimos conhecimento, acumulamos experiências e desenvolvemos habilidades a partir de nossa interação com o ambiente físico que nos cerca.

Compreender como ocorre o pensamento humano exige primeiro entender como realizamos as atividades cotidianas. Por esta razão, a teoria da cognição tenta explicar como desempenhamos nossas *ações cognitivas*: lembrar; recordar; imaginar; planejar; antecipar; julgar; decidir; determinar; perceber; compreender; reconhecer; interpretar, etc. Além disso, esta teoria tenta explicar como dados, informações e conhecimentos são processados e armazenados na *memória* de longo prazo, e como os recuperamos e aplicamos em diferentes situações em nosso campo de atuação.

Como bem definiu o arquiteto e psicólogo Vinod Goel (1995, p. 14), a ciência da cognição tem como objetivo explicar a cognição como manipulação de símbolos, ou como processamento de informações. Na visão cognitiva, símbolos são entendidos como blocos de representação do conhecimento, que, no caso da arquitetura, vão desde ar-

tefatos como esboços, desenhos e modelos (ou maquetes) físicos(as) até textos e modelos digitais computacionais. Como diferentes símbolos (esboços, fotos, maquetes, etc.) podem servir a diferentes funções cognitivas, o estudo sistemático da escolha e ordem de utilização destes artefatos torna-se crucial para analisar como se dá o pensamento e ações do sujeito a partir destes artefatos.

A representação mental seria a manipulação de símbolos que estão armazenados no cérebro e que são processados na mente humana durante as atividades habituais. Como este sistema de símbolos não existe independentemente de nós, e como eles são parasitários da *intencionalidade* humana, a interpretação de desenhos depende da interpretação das intenções de quem os produziu. Portanto, não é possível interpretar esboços e desenhos (ou outros artefatos) produzidos durante o processo de projeto sem compreender o contexto e sequência de sua produção e, sobretudo, sem compreender o significado (decorrente do encadeamento de ideias) para o seu autor.

As pesquisas em cognição realizadas nas últimas quatro décadas nos permitem afirmar que há pelo menos quatro características gerais no *pensamento* cotidiano (Newell e Simon, 1972; Weisberg, 2006): (i) nossos pensamentos são *estruturados*, ou seja, uma ideia segue a outra (com ou sem relação entre si); (ii) nosso pensamento depende do que aprendemos no passado; (iii) conhecimentos e conceitos adquiridos direcionam nossas ações; (iv) nosso pensamento é sensível ao meio ambiente físico e aos eventos que nele ocorrem. Como decorrência desses fatos, agimos e reagimos a estímulos internos e externos.

Como nosso pensamento é *estruturado*, isto é, um pensamento ocorre em decorrência de outro, realizamos conexões internas entre vários aspectos decorrentes dos estímulos recebidos do meio ambiente físico. Os psicólogos da cognição afirmam que, durante a realização de pensamentos, alternamos associações entre ideias por similaridade ou por contiguidade. Se monitorados por protocolos, pode-se entender se as ideias vieram dos conhecimentos anteriores do próprio sujeito, de suas próprias experiências, ou se foi por interpretação de obras de outros indivíduos em sua área de domínio. Em outras palavras, o entendimento do *repertório* (conjunto de conhecimentos e experiências passadas) declarado pelo sujeito é que poderá fornecer indícios de como as ideias (próprias ou de outros) foram concatenadas na solução de um problema de projeto. A repetição de um estímulo faz com que nossa percepção faça associações com aquilo que foi armazenado na memória, isto é, compare aquilo que percebemos com o nosso repertório.

Em arquitetura, esboços, desenhos técnicos, maquetes físicas e modelos digitais podem servir a diferentes funções cognitivas em cada fase de projeto. Estes artefatos condensam conhecimentos e a visão de mundo do estudante. Diante desse quadro, é fundamental compreender-

se a intencionalidade na produção destes artefatos, que podem demonstrar coerência ou incongruência na linha de pensamento do sujeito sobre os vários domínios do projeto. Nesse sentido, o papel do orientador de projeto é também auxiliar o estudante a compreender o contexto de suas ações, de modo a ajudá-lo a estruturar melhor o raciocínio, interpretando e explicitando as decisões que subjazem ao projeto que ele está realizando.

A ideia da experimentação: incerteza no processo de projeto

Durante nossa atividade didática, notamos que os trabalhos mais significativos realizados pelos estudantes no TFG partiram de dúvidas reais de projeto, que colocaram o aluno diante de várias possibilidades de soluções, sem que houvesse, *a priori*, uma rejeição evidente da solução que pudesse vir a ser adotada. Assim, o aluno foi induzido pelo orientador a formular suas perguntas de maneira objetiva e concreta, onde o *experimento* decorrente de suas perguntas deveria levá-lo a um exercício de raciocínio e de reflexão sobre seu projeto.

Entendemos que, neste caso, talvez a solução em si não seja o mais importante. Na nossa visão, é preciso que o aluno tome consciência do processo de investigação a ser empreendido. Várias soluções ou descobertas tendem a enriquecer o trabalho e, sobretudo, desenvolver habilidades e adquirir experiências, que potencialmente serão fundamentais nas futuras atividades profissionais. A investigação por nós proposta, portanto, não podia ficar limitada a uma mera atividade em atelier (ou laboratório), mas deveria propiciar a reflexão mais ampla, inter e transdisciplinar, de modo a enfrentar o problema sob diversos domínios.

Diante das possíveis escolhas e parâmetros, a qualidade do projeto depende substancialmente dos conhecimentos prévios do arquiteto e de suas experiências pessoais. Consequentemente, os projetos de arquitetura acabam sendo realizados, em parte, a partir de repertórios de soluções já conhecidas e, em parte, por experimentação, tentativa e erro e descobertas inesperadas.

Durante a experimentação, o profissional, ou estudante de Arquitetura, confirma ou rejeita cada uma das hipóteses levantadas. Esta tarefa envolve uma série de desenhos e modelos, ambos, digital e analógico, que permitem ao arquiteto fazer o que Donald Schön (2000) denominou “reflexão-na-ação”. Experimentar, de acordo com Schön (2000, p. 64), é atuar a fim de ver o que resulta da ação. Neste contexto, são produzidos artefatos para representar e testar ideias através do pensar e do fazer, que ocorrem simultaneamente (Florio *et al.*, 2007). Tornar explícito o conhecimento implícito é tarefa do educador e professor de projeto. Somente a observação atenta e a reflexão sobre nossas ações tornam possível transformar o “saber tácito” em conhecimento explícito.

O conhecimento tácito é fundamental para qualquer experimentação nas diversas áreas que envolvem atividades projetuais. Mas esse conhecimento procedimental deve ser orientado pelo professor de projeto, pois no âmbito da formação universitária não basta saber resolver um problema, é necessário explicar o que foi feito. Em outras palavras, o professor de projeto não pode ensinar a pensar se ele próprio não está consciente dos passos que dá para resolver os problemas que enfrenta: não basta saber-fazer, é preciso saber-pensar (Florio, 2009, p. 6).

Ao contrário do pensamento comum, a incerteza é a força-motriz, é a responsável por impulsionar a pesquisa e promover descobertas em direção a um aprendizado duradouro. A teoria advinda da prática da experimentação permite consolidar o aprendizado e alcançar maior autoconfiança.

A pesquisa em arquitetura exige um método que permita alcançar novas descobertas, de modo a estabelecer estratégias que possam ser generalizadas e aplicadas em diferentes contextos no futuro. Para tanto, valendo-se de procedimentos sistemáticos, essa investigação metódica exige tanto conhecimentos práticos como teóricos. Não obstante, as teorias só podem ser apreendidas por meio de aplicações práticas e só adquirem significado quando incorporadas durante a experimentação. Assim, para descobrir, é necessário enfrentar a incerteza e testar diferentes hipóteses.

A experimentação é uma tentativa de motivar o aluno pela necessidade de ter que resolver algo significativo em seu projeto. Para incentivar o prazer da descoberta, o professor deve promover o desenvolvimento da autoconfiança no aluno, para que ele procure, por suas próprias experiências, um aprendizado que só a prática pode lhe dar.

Por tudo isso, pode-se afirmar que a experimentação é um aprendizado único e intransferível. De fato, como afirmou Schank (1995, p. 2), “aprender fazendo significa adquirir experiência”. Experimentação é a tentativa de encontrar por si só o que é verdadeiro, é descobrir possibilidades, é tentar fazer *generalizações* sobre o que poderia ser verdadeiro no futuro.

As matérias, ou até mesmo determinadas disciplinas, ensinadas durante o curso de graduação, em alguns casos, estão desvinculadas de aplicações imediatas em projeto. De certo modo, isso é inevitável. No entanto, se o professor não alertar sobre a importância de certos conteúdos, que poderão ser úteis no futuro, o aluno pode ter a sensação de estar imerso em informações de pouca utilidade, acarretando uma visão fragmentada destes conteúdos. Por outro lado, percebe-se que as informações e conhecimentos transmitidos pelos professores podem ser assimilados mais facilmente se aplicados na prática, pois assim eles serão incorporados à memória de um modo mais duradouro. Quando se ensina algo desvinculado de um contexto de aplicação, corre-se o risco de o aluno não entender a importância daquele conhecimento

e abandoná-lo precocemente antes de usá-lo. É aí que a experimentação, motivada pelo interesse direto do aluno, é mais significativa, pois, ao precisar daquela informação ou conhecimento, o aluno percebe que ela será útil e, conseqüentemente, empenha-se em usá-lo em suas atividades práticas.

Se a melhor maneira de ensinar é pôr em prática as teorias aprendidas, o professor de projeto, durante as orientações, deve ser capaz de ajudar o aluno a vincular a teoria à prática. Para tanto, o professor de projeto não pode ser alguém que só tem conhecimentos sobre a prática, nem tampouco apenas conhecimentos teóricos; esse professor-orientador deve refletir sobre a prática e ser capaz de orientar o aluno a fazer o mesmo. A experimentação, para ser bem-sucedida, depende tanto de conhecimentos teóricos como de procedimentos práticos, e, sobretudo, de um contexto real para sua aplicação, que é a realização do projeto.

Orientar o aluno no atelier de projeto não significa o professor impor o seu jeito de resolver problemas de projeto. A experimentação torna-se significativa para o aprendiz do aluno quando ela é capaz de promover um caminho próprio. Em vez de apenas imitar e reiterar os pontos de vista de seu orientador (o que às vezes se faz necessário), o aluno deve ser capacitado a desenvolver habilidades, experimentar soluções próprias para o seu projeto em particular.

Experimentar na prática significa testar diferentes hipóteses, que tanto podem validar uma solução já conhecida do passado, como podem questionar a validade e levantar novas perguntas e respostas no presente, ampliando o repertório de soluções.

A intenção da experimentação no TFG é fazer com que o aluno entenda a razão daquele aprendizado. Ao identificar um problema significativo em seu projeto, o aluno é motivado internamente, o que o impulsiona a buscar possíveis soluções para o problema que tem e quer resolver. Assim a experimentação o motiva a aprender fazendo, promovendo um conhecimento duradouro. A consequência disso é que, ao relatar o seu experimento, o aluno se vê forçado a tomar consciência de alguns dos procedimentos práticos, adquirindo um conhecimento explícito, pois os objetivos reais (e não criados pelo professor) advêm de um contexto real de aplicação.

É improvável que o aluno esqueça algo que ele sempre quis saber. Se o aluno estiver motivado internamente, e se ele tiver um objetivo genuíno e de seu interesse, ele irá se dispor a aprender e absorver o conhecimento. Esta experiência será armazenada na sua memória e certamente será útil em outras situações futuras. O gosto pela experimentação ocorre quando se começa a perceber os motivos de algo dar certo ou errado.

Conseqüentemente, notamos que a experimentação tem um duplo papel: pode tanto estimular a prática de aquisição de novos procedimentos como ajudar a

armazenar conhecimentos na memória. Se, por um lado, a experimentação permite repensar a prática e libertar-se da fixação de ideias e conceitos preestabelecidos, a aquisição de experiência e *expertise* permite automatizar certos procedimentos, liberando nossa capacidade cognitiva para ações mais criativas (Florio, 2009).

Conhecimentos, experiências e habilidades

A qualidade do projeto depende substancialmente de conhecimentos e experiências adquiridas pelo profissional e, sobretudo, de sua capacidade de aplicá-los criativamente em seus projetos. A competência e poder criativo do arquiteto residem na sua habilidade de retomar conhecimentos armazenados na memória e aplicá-los em uma nova situação (Florio, 2009, p. 10). Para que isso ocorra de maneira satisfatória, as operações cognitivas mais importantes no processo de projeto são: classificação, acumulação, recuperação, reestruturação e adaptação de conhecimentos processados na memória (Oxman e Oxman, 1992).

O processo de seleção de ideias relevantes, advindas de projetos anteriores, é chamado de projeto baseado em precedentes (Oxman, 1994, p. 141), os quais podem ser armazenados e recuperados na memória de acordo com as circunstâncias projetuais. Esse *repertório* derivado de conhecimentos anteriores é fundamental para as ações de projeto. O arquiteto experiente normalmente contém um largo repertório armazenado na memória que lhe permite recuperar conhecimentos e tomar decisões mais rápidas e com maior confiança em diferentes situações projetuais (Florio, 2009, p.10).

Projeto é um processo dinâmico de *adaptação* e *transformação* do conhecimento proveniente de experiências anteriores. Para acelerar a busca de informações e conhecimentos na memória, o arquiteto deve ser capaz de classificar esses dados por meio de *generalizações* ou *esquemas*. Essa classificação é um processo cognitivo significativo. Em tal interpretação, projeto é visto como apoiado nos processos cognitivos que estão envolvidos na *classificação* e *adaptação* do conhecimento (Simon, 1990, p. 6-11; Oxman, 1990, p. 18-24). Nesse sentido, o uso de precedentes e o raciocínio analógico são as estratégias mais utilizadas pelos arquitetos mais experientes (Florio e Tagliari, 2007). Portanto, na adaptação, um precedente específico é transformado em uma nova obra.

A influência de experiências passadas sobre a experiência presente é central para a construção do repertório na memória. Este conjunto de precedentes, usado para o propósito de lembrança, pode ser reconhecido por poucos indícios nos próprios desenhos, desencadeando associações e conexões quando algo semelhante ocorre, promovendo analogias por similaridade ou contigüidade com as práticas anteriores.

Os fatos acima nos levam a inferir que a maior parte das informações usada pelos arquitetos é recupera-

da a partir da memória de longo prazo. O conhecimento recuperado da memória é usado durante o raciocínio projetual e aplicado para dividir o problema em subproblemas (Suwa *et al.*, 1998, p. 463).

Há dois processos amplamente conhecidos que nos permitem solucionar problemas: o processo dedutivo e o indutivo. Quando há conhecimentos suficientes para enfrentar o problema, utiliza-se o processo dedutivo, iniciando-se a partir de conceitos e de conhecimentos estruturados (*strong methods*, segundo Newell e Simon, 1972), ou seja, de um estado geral para um específico. Mas, na ausência da possibilidade de se utilizar um conhecimento precedente, passa-se a proceder por tentativa e erro (*weak methods*, Newell e Simon, 1972). Neste processo, denominado indutivo, vai-se da tentativa e erro até a formação de um conceito e de um conhecimento estruturador, ou seja, da parte para o todo. O primeiro processo é típico de profissionais experientes, quando já se sabe como proceder, enquanto que o segundo é mais comum em aprendizes, ou quando ainda não há experiências passadas, ou mesmo quando o problema é totalmente desconhecido pelo sujeito.

Nota-se que, quando o problema é *bem estruturado* (isto é, quando se têm todos os componentes), e/ou quando o sujeito possui conhecimentos e experiências suficientes para enfrentar o problema, ele normalmente age pelo processo dedutivo. Porém, quando o problema é *mal estruturado* (isto é, quando não se identificaram todos os componentes do problema), e o sujeito não sabe como enfrentá-lo, ele normalmente agirá pelo processo indutivo. Contudo, é importante destacar que, durante a realização de um projeto, o processo dedutivo e o indutivo podem se alternar de acordo com os dados disponíveis sobre os problemas.

Conhecimento implícito x conhecimento explícito

Na seção anterior, vimos como se dão o processamento e a manipulação de informações e de conhecimentos durante a prática projetual. O que de fato nos interessa é saber como melhorar o *aprendizado* durante a prática projetual, ou melhor, como transformar conhecimentos implícitos em conhecimentos que possam ser conscientemente operados na prática.

As teorias sobre arquitetura só podem ser plenamente apreendidas por meio de aplicações práticas e somente adquirem significado quando incorporadas durante a experimentação. Entretanto, muitas das ações desenvolvidas na prática não podem ser claramente anunciadas e explicadas racionalmente. Michael Polanyi notou que “nós sabemos mais do que podemos contar” (Polanyi, 1983). É o *conhecimento tácito*, fundamental para qualquer experimentação nas diversas áreas que envolvem atividades projetuais.

Assim, podemos afirmar que há dois tipos de conhecimentos importantes que devem ser diferen-

ciados durante o processo de ensino-aprendizagem: o conhecimento *implícito* e o conhecimento *explícito*. O *aprendizado implícito* é caracterizado por dois traços críticos: (a) é um processo *inconsciente* e (b) ele produz um conhecimento *abstrato* (Reber, 1989, p. 219). Assim, a aquisição implícita de conhecimento complexo torna-se um processo fundador para o desenvolvimento de um conhecimento tácito e abstrato.

Para se analisar o processo de projeto, é fundamental entender como certas operações de aprendizado implícito tomam lugar independentemente de consciência. A consequência disso é que esse conhecimento implícito (ou tácito) é difícil de *declarar*, porque seus procedimentos foram *automatizados* e armazenados na memória, cuja aplicação se dá sem a consciência do sujeito.

Enquanto o conhecimento *declarativo* (Pozo e Angón, 1998, p. 141) consiste em saber *o quê dizer*, é consciente, o conhecimento *procedimental* consiste em saber *como fazer*, é inconsciente. Por tudo isso, o pensar e o fazer se alternam nos momentos de ação e de reflexão. No entanto, são igualmente importantes e indissociáveis.

A orientação no atelier de projeto e a análise dos relatos

Para promover a reflexão sobre a prática, as principais orientações antes e durante a realização do experimento em projeto foram exatamente aquelas que pudessem melhorar o processo de ensino-aprendizagem no atelier de projeto. São elas:

- (i) Cada aluno deveria *identificar um problema* específico significativo, uma deficiência a partir da qual haveria a necessidade de procurar alternativas para solucioná-la.
- (ii) O aluno deveria se empenhar para *libertar-se de ideias fixas* e dispor-se a ter uma flexibilidade e maleabilidade de pensamento, ou seja, ser capaz de visualizar o mesmo problema de outros pontos de vista.
- (iii) Ao se libertar de ideias fixas, deveria *testar diferentes alternativas* no experimento, gerando possíveis candidatos à solução do problema proposto.
- (iv) Convidamos o aluno a *extrair ideias e conhecimentos a partir dos estudos de casos e adaptar ao contexto* do projeto a ser realizado. Essa *comparação* seletiva permite ao aluno estabelecer correlações com problemas similares, já enfrentados no passado por outros arquitetos, e que podem servir como ponto de partida para possíveis soluções para o seu projeto. Em seguida, o aluno pode realizar uma *combinação* seletiva, o que requer do aluno uma capacidade de conciliação entre diferentes ideias.

- (v) Estimulamos o aluno a *declarar* “o quê” e “o porquê” de suas principais ações, durante o ato projetual. Ao transformar o conhecimento implícito em explícito pôde-se torná-lo ciente de suas próprias ações.
- (vi) Após testar, combinar e comparar diferentes alternativas a partir de conhecimentos próprios e de outros, o aluno foi estimulado a *avaliar cada alternativa e julgar* as vantagens e desvantagens de cada uma delas.
- (vii) O último desafio foi motivar o aluno a *relatar todo esse processo*, de modo a tirar conclusões e *sintetizar* os argumentos usados em defesa da solução adotada para o projeto.

A partir da análise pormenorizada dos artefatos, do caderno A3 contendo todos os esboços e desenhos produzidos, das pranchas de projeto e da monografia, pôde-se encontrar algumas respostas às perguntas e hipóteses acima. A partir da organização cronológica dos artefatos, pôde-se identificar vários problemas ocorridos durante o percurso de projeto. É notável como muitas pranchas continham fotos de edifícios ou imagens de projetos que serviram como estudo de caso e para embasar aspectos variados do projeto, desde aspectos estéticos e funcionais até técnico-construtivos, mas que não haviam sido mencionados nos relatos escritos. Além disso, os esboços e os desenhos deixavam verdadeiros rastros do processo, *indícios* importantes que nos fizeram entender algumas ações cognitivas realizadas pelos alunos.

A análise do processo de projeto exige um acompanhamento próximo de cada etapa percorrida pelo estudante. Esse monitoramento exige organização, tanto por parte dos estudantes como dos orientadores. Nesta pesquisa, analisamos os experimentos realizados pelos alunos do TFG a partir dos artefatos produzidos ao longo do processo de projeto e de seus relatos escritos.

A mera observação dos artefatos produzidos (croquis, desenhos, modelos e maquetes físicas e digitais), seja do estudante, seja de um profissional, raramente esclarece as intenções que motivaram e nortearam o pensamento por trás de sua produção. Não basta observar os artefatos, é necessário saber em que sequência foram produzidos, em qual contexto e condições de trabalho e, sobretudo, com quais intenções. Assim, tornou-se fundamental acompanhar os estudantes durante a realização do projeto e extrair diretamente deles o que eles produziram em cada etapa de realização.

A presente pesquisa procurou encontrar procedimentos didáticos que facilitassem a identificação e a superação das sete dificuldades, apontadas no início deste artigo, na solução de problemas. Para atingir tal objetivo, foi necessário encontrar modos de capturar as atividades desenvolvidas na prática. Portanto, a intenção foi fazer com que os *relatos* pessoais contribuíssem para melhorar o desempenho durante a prática de projetos de arquitetura.

Um dos procedimentos principais, que permitem realizar pesquisa sobre a prática, é a análise *retrospectiva* de *relatos* pessoais sobre a prática em si. Os relatos produzidos pelos estudantes tornaram públicas suas decisões projetuais íntimas e pessoais, transformando seus conhecimentos implícitos em explícitos. Conhecimentos advindos da prática têm uma dupla importância: podem tanto transformar o relato pessoal em conhecimento, como pode ajudar a melhorar a competência dos arquitetos ou estudantes de arquitetura na busca por uma melhor *expertise*.

Somente em raras ocasiões arquitetos (meticulosos) relatam espontaneamente as decisões que tomaram durante a prática. Certamente pode-se supor que a falta de necessidade e a falta de hábito devam ser dois prováveis fatores de não revelarem o que fazem durante a atividade prática. Contudo, as escolhas introspectivas, que permitiriam revelar a atividade projetual, são raramente enunciadas porque, de um modo geral, arquitetos não estão acostumados a relatar o que eles fazem, ou ainda, aquilo que eles sabem fazer. Apesar disso, nas últimas décadas, há pesquisas importantes, como a de Suwa *et al.* (1998) e Gero e Tang (2001), que acompanharam o processo de projeto durante a prática.

Com o intuito de tornarem conscientes as ações automatizadas, ou seja, transformar conhecimentos implícitos em conhecimentos declarativos, podem-se adotar duas diferentes técnicas durante o processo de projeto: capturar o pensamento durante o *ato* projetual ou *recuperar* passo a passo o que foi realizado durante a prática projetual. No primeiro caso, utiliza-se a técnica do *think-aloud*, falar o que se está pensando em voz alta. A segunda técnica é recuperar o processo pela técnica *retrospectiva*. No entanto, a mais eficaz para entender o funcionamento humano é a primeira, pois na segunda técnica podem ocorrer inferências, o que elimina a possibilidade de entender etapas intermediárias do processo.

Nas orientações de projeto, utilizamos as duas técnicas de modo não tão sistemático, ou seja, sem um uso de protocolos rígidos. Durante a realização dos projetos no atelier, observamos os procedimentos utilizados pelos estudantes e, no *ato* projetual, perguntamos o que eles estavam pensando e fazendo. É interessante notar que mesmo este procedimento rudimentar permitiu aos alunos compreenderem como pensavam e agiam em cada momento durante a realização do projeto. Entretanto, a técnica principal utilizada nesta pesquisa foi a *retrospectiva*, por meio de *relato* escrito.

Como projetar é uma intensa busca pessoal, capturar essa atividade, de modo científico, torna-se um enorme desafio. Durante as orientações no atelier, explicamos aos estudantes os motivos e as vantagens de relatar o que faziam. Mesmo sabendo que elucidar os porquês das decisões tomadas a cada momento no processo de projeto exigiria uma profunda disciplina, houve boa aceitação da ideia. No entanto, para capturar e analisar as diferentes

ações cognitivas realizadas pelos estudantes, foi necessário um empenho por parte do orientador, assim como um grande esforço dos estudantes, sobretudo para registrar os artefatos produzidos em ordem cronológica de realização, assim como fazê-los relatar o que faziam a cada momento.

Para compreender como as decisões de projeto foram tomadas, aplicamos a sequência *temporal*. Os registros gráficos e os modelos físicos produzidos e monitorados ao longo do tempo permitiram rastrear alguns aspectos do processo de projeto. Assim o encadeamento das decisões pôde ser analisado *macroscopicamente*, ou seja, em períodos mais longos.

Durante os últimos três anos de orientação, adotou-se a análise *macroscópica*, com orientações semestrais. Uma pesquisa microscópica exige que os pesquisadores monitorem poucos trabalhos em curtos períodos de tempo e dediquem muitas horas para análise dos resultados. Já a análise macroscópica, aqui adotada, deu-se pelo acompanhamento do desenvolvimento do trabalho de um grande número de alunos (entre 20 e 30 alunos por semestre).

De um modo geral, notamos que os alunos necessitam de orientação para escrever. Nas disciplinas que envolvem a prática de projeto, normalmente ensina-se os alunos a representar suas ideias, a expressar os argumentos que ajudem a explicar algumas decisões projetuais, mas praticamente não são incentivados nem orientados a escrever. Esse é um dos motivos pelos quais os alunos chegam ao último ano do curso de graduação com grandes dificuldades de relatar pormenorizadamente, por escrito, o que fizeram.

É importante destacar que relatar algo que fazemos *automaticamente*, e com pouco esforço aparente, requer um grande esforço intelectual, uma vez que nossa memória de trabalho tem pouca capacidade de armazenar informações, que logo se perdem após poucos segundos. Por esse motivo, o relato escrito tem a capacidade de recuperar as partes principais do processo de projeto. Mesmo com estas limitações, constatamos nesta pesquisa que o relato escrito permitiu melhorar o aprendizado de projeto, uma vez que o aluno se viu obrigado a tornar explícito o conhecimento adquirido implicitamente. Outra limitação desta técnica residiu no fato de serem alunos de graduação, que possuem ainda pouca compreensão sobre o que é o processo de projeto. Nos relatos, muitos estudantes confessaram que isso os obrigou a repensar todo o processo, tornando-os mais conscientes de seus atos. Os alunos parecem ter entendido a importância de transformar os procedimentos observados em conhecimento declarativo generalizável.

Entretanto, há dois modos de ensino-aprendizagem durante as orientações de projeto: Se, por um lado, o professor transmite seus conhecimentos oralmente, por outro lado, ele demonstra pela prática como ele procede na solução de problemas de projeto. Ao imitar os procedimentos do professor, o aluno aprende a organizar a sequência de ações que, por sua vez, o ajuda na identificação, no desen-

volvimento e na solução do projeto. Assim, procuramos orientar a partir de ações práticas, demonstrando possibilidades projetuais que os enriquecessem e os estimulassem a testar novas soluções para o mesmo projeto.

Como pensar e fazer são indissociáveis, a intenção do orientador de projeto foi ensinar/estimular a pensar como ensinar/motivar a fazer. Esse aprendizado intelectual explícito, consciente, deliberado que o professor de projeto tenta ensinar oralmente, quando exercitado, migra para o aprendizado prático, experiencial no aluno, onde ele aprende fazendo, até tornar os procedimentos automáticos, transformando-o em conhecimento implícito.

Como o conhecimento de procedimentos, ou seja, prático é difícil de articular e de transmitir aos estudantes, o professor de projeto explica “na prática” como fazer, mesmo sabendo que para isso terá que omitir várias etapas implícitas na solução de problemas. Por estes motivos é que percebemos que explicar verbalmente como resolver problemas práticos de projeto é difícil, pois envolve muitas subtarefas automatizadas que não são conscientes e que foram lentamente incorporadas pela prática de solução de problemas. Esse é um dos maiores desafios do professor de projeto: tornar explícito aos estudantes seus conhecimentos implícitos.

Por conseguinte, pode-se concluir que é mais fácil mostrar como se faz do que falar sobre aquilo que fazemos, uma vez que a memória de tais procedimentos está nos procedimentos em si. De fato, como bem definiu Roger Schank, “*nós não sabemos como falar sobre esta espécie de conhecimento porque tal conhecimento não está codificado na memória separado do procedimento para executá-lo*” (Schank, 1995).

A importância disso é que o processo de projeto envolve mais conhecimento tácito do que conhecimento declarativo, porque trata de situações particulares a maior parte do tempo, típico de conhecimento complexo por procedimentos práticos. Podemos concluir que saber “como” emana da experiência, isto é, da prática, enquanto que o saber “o quê”, isto é, o conteúdo, vem do ensino acadêmico. Portanto, ensinar a projetar é sempre difícil, pois o professor tende a ensinar soluções específicas já vivenciadas em sua prática profissional, mas que terão que ser “aprendidas” pelo estudante. Como o conhecimento tácito depende pouco dos outros, e é importante para resolver problemas mal estruturados, só a experiência pessoal poderá ajudá-lo a saber projetar.

O professor de projeto é, sobretudo, um educador que deve estar disposto a ensinar o aluno a *refletir sobre a prática*. O ensino de projeto não pode ficar restrito à mera “transmissão” de conhecimentos consagrados pela prática profissional, nem tampouco ficar restrito a um universo artificial de conhecimento teórico-acadêmico. Nesse sentido, cada professor pode e deve procurar preencher ambos os aspectos, o teórico e o prático, para criar melhores condições de um ensino permanente e repleto de significativos.

Considerações finais

Constatamos que os melhores relatos foram aqueles que de fato derivaram de experimentações. Estes relatos escritos, intercalados por muitas imagens dos artefatos produzidos, demonstram que os estudantes não se sentiam totalmente confortáveis para procurar e testar alternativas e, mesmo assim, conseguiram organizar o que fizeram, conseguiram declarar suas incertezas e dúvidas e assumir atitudes para resolver os problemas, com explicações e argumentos plausíveis sobre as principais decisões projetuais.

Na pesquisa realizada, constatamos que, diferentemente dos novatos, arquitetos experientes realizam estudos mais profundos, extraem conhecimentos e conceitos e estabelecem categorias que possam ser generalizados e aplicados em outras situações de projeto. Os estudantes se apegam a aspectos superficiais do problema e apresentam dificuldades para encontrar sozinho(s) problema(s) e os possíveis encaminhamentos para a sua solução.

Concluimos que falta, por parte do aluno, uma visão integrada na aplicação dos conhecimentos advindos de vários domínios, sobretudo experiência para entender que, em arquitetura, questões estéticas não podem ser dissociadas de questões funcionais e técnico-construtivas.

Constatamos que os relatos contêm apenas conhecimentos do domínio específico, ou seja, da arquitetura, e não de outras áreas de conhecimento, ou mesmo de um conhecimento geral. Também constatamos que até mesmo a transferência de conhecimentos entre os estudos de caso e a solução do problema não ocorreu de modo espontâneo. Conclui-se que, de um modo geral, os estudantes do último ano do curso ainda necessitam de uma orientação para extrair conhecimentos próprios e de outros projetos. A falta de experiência e de uma visão global sobre o processo os faz entender o(s) problema(s) de modo parcial e não integrado, o que implica dificuldades de transferência de conhecimentos específicos para genéricos, aplicáveis em outras situações de projeto.

Na maioria dos relatos, notamos que os estudantes conseguem testar e julgar as alternativas que produziram sobre problemas específicos, mas a minoria consegue superar esta dificuldade sem a orientação dos professores. Conclui-se que esta insegurança e falta de critérios para julgar e discernir o que, de fato, é importante constituem uma falha no ensino de projeto.

De um modo geral, os estudantes conseguem realizar um projeto com desenvoltura, mas não conseguem relatar e apreender o que fizeram com a mesma agilidade. Eles produzem muitos artefatos, mas não os organizam de modo a conseguir rastrear o desenvolvimento do projeto. A consequência disso é a dificuldade de identificar e declarar quais procedimentos e percursos foram mais produtivos e quais não. A mera observação passiva dos artefatos produzidos não permite perceber e identificar o

que deve ser melhorado no projeto. Só a percepção atenta e consciente propiciará a devida avaliação daquilo que foi realizado em cada situação de projeto. Este aprendizado a partir de situações específicas é que pode ajudar o estudante a produzir um conhecimento duradouro (repertório), passível de ser aplicado em situações futuras.

A hibridação de artefatos produzidos, tais como desenhos, modelos e maquetes físicas, e simulações computacionais tornaram possível a exploração bi e tridimensional de aspectos conceituais, funcionais, perceptivos, construtivos e estéticos. A alternância entre desenhos e modelos físicos permite, aos estudantes, compreender as relações espaciais e tomar decisões baseadas em melhores condições de avaliação daquilo que estava sendo produzido a cada momento. O registro sistemático de cada artefato permitiu recuperar a memória do processo, que não é linear, e examinar de perto os porquês de cada decisão.

Por fim, os resultados obtidos mostram que é possível analisar o processo de projeto, identificar dificuldades e indicar procedimentos didáticos a partir de experimentações e da análise de relatos escritos.

Agradecimentos

O autor agradece ao Fundo MackPesquisa pelo apoio financeiro e aos alunos que gentilmente cederam seus desenhos.

Referências

- AKIN, Ö. 1986. *Psychology of Architectural design*. London, Pion Limited, 196 p.
- BUCHANAN, R. 1992. Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2):5-21. <http://dx.doi.org/10.2307/1511637>
- DEWEY, J. 2007. *Democracia e educação: capítulos essenciais*. São Paulo, Ática, 134 p.
- FLORIO, W. 2009. Criatividade, cognição e processo de projeto: uma reflexão sobre o ensino-aprendizagem. In: CONGRESSO PROJETA 2009, São Paulo, 2009. *Anais...* Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie, São Paulo, p. 1-19.
- FLORIO, W.; SEGALL, M.L.; ARAÚJO, N.S. 2007. Tangibilidade dos modelos físicos: protótipos rápidos em arquitetura. In: GRAPHICA, Curitiba, 2007. *Anais...* Curitiba, p. 1-15.
- FLORIO, W.; TAGLIARI, A. 2007. A contribuição da análise gráfica para a constituição de repertórios projetuais em arquitetura. In: SEMINÁRIO PRODUÇÃO ARQUITETÔNICA CONTEMPORÂNEA NO BRASIL, II, São Paulo, 2007. *Anais...* São Paulo, Universidade São Judas Tadeu, p. 1-22.
- EASTMAN, C. 1969. On the Analysis of Intuitive Design Processes. In: G. T. MOORE (ed.), *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*, Massachusetts, The MIT Press, p. 21-37.
- GERO, J.S.; TANG, H.-H. 2001. The Differences between Retrospective and Concurrent Protocols in Revealing the Process-oriented Aspects of the Design Process. *Design Studies*, 22(3):283-295. [http://dx.doi.org/10.1016/S0142-694X\(00\)00030-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0142-694X(00)00030-2)
- GETZELS, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. 1976. *The Creative Vision: A Longitudinal Study of Problem Finding in Art*. New York, John Wiley & Sons, 293 p.
- GOEL, V. 1995. *Sketches of Thought*. Cambridge, Bradford Book-The MIT Press, 279 p.

- JONES, J.C. 1970. *Design Methods: seeds of human futures*. London, Wiley-Interscience, 407 p.
- LAWSON, B. 1980. *How Designers Think*. London, The Architectural Press, 216 p.
- MAHFUZ, E. da C. 1995. *Ensaio sobre a razão compositiva: uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica*. Viçosa/Belo Horizonte, UFV/AP Cultural, 176 p.
- NEWELL, A.; SHAW, C.; SIMON, H. A. 1962. The Processes of Creative Thinking. In: H.R. GRUBER; G. TERREL; M. WERTHEIMER (eds.). *Computer Models of Language and Thought*. San Francisco, Freeman, p. 1-60.
- NEWELL, A.; SIMON, H.A. 1972. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 920 p.
- OXMAN, R. 1990. Prior Knowledge in Design: A Dynamic Knowledge-based Model of Design and Creativity. *Design Studies*, **11**(1):17-27. [http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X\(90\)90011-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X(90)90011-Z)
- OXMAN, R. 1994. Precedents in Design: A Computational Model for the Organization of Precedent Knowledge. *Design Studies*, **15**(2):141-157. [http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)90021-3](http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X(94)90021-3)
- OXMAN, R.E.; OXMAN, R.M. 1992. Refinement and Adaptation in Design Cognition. *Design Studies*, **13**(2):117-134. [http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X\(92\)90259-D](http://dx.doi.org/10.1016/0142-694X(92)90259-D)
- POLANYI, M. 1983. *The Tacit Dimension*. Gloucester, Peter Smith, 108 p.
- POZO, J.I.; ANGÓN, Y.P. 1998. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. In: J.I. POZO (org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre, ArtMed, p. 139-165.
- PURCELL, T.; GERO, J.S.; EDWARDS, H.M.; McNEILL, T. 1996. The Data in Design Protocols: The Issue of Data Coding, Data Analysis in the Development of Models of the Design Process. In: N. CROSS; H. CHRISTIAANS; K. DORST. *Analyzing Design Activity*. Chichester, John & Wiley Sons, p. 225-251.
- REBER, A. S. 1989. Implicit Learning and Tacit Knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, **118**(3):219-235.
- REITMAN, W.R. 1964. Heuristic Decision Procedures, Open Constraints and Structure of Ill-defined Problems. In: M.W. SHELLY; G.L. BRYAN (eds.), *Human Judgments and Optimality*. New York, John Wiley & Sons, p. 282-315.
- RITTEL, H.; WEBBER, M.M. 1973. Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, **4**:155-169.
- SCHÖN, D. 2000. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 256 p.
- SHANK, R.C. 1995. What We Learn When We Learn by Doing. Technical Report 60, Northwestern University, Institute for Learning Sciences. Acessado em: 23/3/2005. Disponível em: http://cogprints.org/637/00/LearningbyDoing_Schank.html.
- SIMON, H.A. 1972. Structure of Ill-structured Problems. *Artificial Intelligence*, **4**:181-201.
- SIMON, H.A. 1990. Invariants of Human Behavior. *Annual Review Psychology*, **41**:1-20.
- SIMON, H.A. 1996. *The Sciences of the Artificial*. 3ª ed. Massachusetts, MIT Press, 231 p.
- SUWA, M.; PURCELL, T.; GERO, J. 1998. Macroscopic Analysis of Design Processes Based on a Scheme for Coding Designers' Cognitive Actions. *Design Studies*, **19**(4):455-483.
- WEISBERG, R.W. 2006. *Creativity: Understanding Innovation in Problem Solving, Science, Invention, and the Arts*. New Jersey, John Wiley & Sons, 622 p.

Submetido em: 15/05/2011
Aceito em: 21/07/2011