

CERÂMICA E ENSINO DE MODELOS FÍSICOS COMO FERRAMENTA DE PROJETO

Bertoldi, C.A

Resumo

Os Cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Design da FAU USP oferecem disciplinas sobre modelos físicos, baseando-se no estudo de teorias e tipologias de Modelo e na prática de principais métodos de construção de modelos físicos. Os procedimentos didáticos utilizados envolvem a apresentação de aulas teóricas expositivas, aulas práticas para desenvolvimento de desenhos e modelos físicos e seminários para apresentação do levantamento e análise de dados e de alternativas propostas. Nestas disciplinas, procura-se evidenciar que os modelos são ferramentas de projeto utilizadas em diferentes fases de desenvolvimento e de comunicação e sua construção consome tempo e recursos, necessitando ser compatível com as informações que se pretende obter. Uma das abordagens propostas é a do exercício de *redesign* de um produto, que exige uma primeira atividade de leitura e compreensão da forma de objetos reais, quanto aos requisitos funcionais, ergonômicos, estéticos, técnicos e de fabricação a partir do seu contato direto. *A proposição de temas como - Kit de Alimentação para Viagem de Uso Individual – põe em prática conceitos como o de família de produtos, modulação, composição, compactação, acoplamento e montagem das peças.* Outra estratégia é o estímulo para seleção de um produto em cerâmica, visando à possibilidade de se chegar à obtenção de protótipos ou até mesmo de modelos cabeça de série, que levam em consideração dados relevantes para a produção. Os produtos cerâmicos são simples, compostos por poucos elementos e as partes são unidas logo após a conformação. Eles são confeccionados por processos tradicionais, apresentam baixa complexidade tecnológica. Propor o uso de materiais cerâmicos possibilita-se que o aluno organize o pensamento projetivo em função do comportamento do material. São levadas em consideração nos desenhos para produção informações sobre a porcentagem de retração total da massa cerâmica, assim como o grau de sinterização do corpo obtido após a queima que pode provocar deformação da peça. Raramente a primeira série de protótipos produzida resulta satisfatória, sendo necessários ajustes nos desenhos, matrizes e moldes, para garantir a não deformação, a facilidade de reprodução, etc. Este processo parece penoso e fatigante para os alunos, mas ao fim do ciclo, passam a compreender as implicações dos materiais e processos produtivos no desenho de produtos, auxiliando a tomada de decisões durante o desenvolvimento do projeto.

Palavras chave: modelos físicos, cerâmica, ensino, projeto

Introdução

Os cursos de Design apresentam em seu currículo disciplinas que abordam o uso e a construção de modelos físicos. Estas disciplinas são ministradas nos primeiros anos do Curso, pois contemplam conhecimentos básicos necessários para as demais disciplinas de Projeto de Produto. Na maioria das instituições de ensino, principalmente no Estado de São Paulo, elas são de caráter instrumental e dão ênfase no ensino de técnicas para a obtenção do modelo tridimensional. Estão apoiadas em exercícios ou atividades desenvolvidas em oficinas de

modelagem, moldagem, marcenaria, entre outras. Nelas, os alunos entram em contato com materiais, equipamentos e ferramentas com a finalidade de executar tarefas determinadas, visando uma boa desenvoltura nestes trabalhos. Trata-se de uma mesma tarefa que todos os alunos desenvolverão, seguindo os procedimentos demonstrados pelo professor e/ ou técnico de oficina/ laboratório. O produto resultante é o mesmo e pode servir para a avaliação de sua qualidade, por comparação entre todos os modelos e valoração dos atributos.

Na FAU USP, tanto o Curso de Arquitetura e Urbanismo, quanto o de Design oferecem disciplinas que tratam deste tema, mas são estruturadas com a finalidade de fornecer ao aluno conhecimentos acerca de teorias e tipologias de modelos físicos aplicadas ao projeto de produto e de elementos que envolvem a prática de principais métodos de construção de modelos físicos e a necessidade de desenvolvimento de habilidades perceptivas e operacionais para sua execução. O contato com materiais e processos construtivos não é a centralidade destas disciplinas. O modelo é entendido como parte das atividades de projeto, estando presente em diferentes etapas, cumprindo funções específicas. Em função disto, os fundamentos teóricos ensinados são importantes para reforçar a compreensão de que modelos não servem apenas para a apresentação final de uma proposta de projeto. Na verdade, neste momento, as alterações cabíveis são inversamente proporcionais aos problemas evidenciados, que seriam facilmente detectados em etapas anteriores.

Segundo Bezerra (2008):

(...) os alunos dos primeiros anos apresentem uma certa resistência à criação de alternativas de solução e à conseqüente confecção dos modelos para que possa compará-las. Reforçando esta resistência está o fato dos modelos, durante o processo de projeto, servir exatamente para mostrar as falhas deste, permitindo as suas correções e o aprimoramento das soluções. Além do que, fazer modelos dá trabalho, e muito.

Apesar do advento das técnicas de produção de modelos por meio de equipamentos comandados por meios computacionais, genericamente nomeadas como Prototipagem Rápida, em inúmeros países, a confecção dos modelos tridimensionais, dentro da indústria, está intimamente ligada à capacitação profissional artesanal, sendo os modelistas verdadeiros escultores. Se entendermos o projeto como uma seqüência de tomadas de decisão, onde informações se transformam em soluções formais, podemos entender o modelo como um efetivo instrumento de decisão, representando, testando e aperfeiçoando as soluções em cada um dos momentos do projeto. Sem nenhuma pretensão de formar modelistas, nem exímios operadores de equipamentos de prototipagem rápida, a execução de modelos, por parte dos alunos, deve ser enfatizada como uma necessidade do processo de construção da solução do produto e da própria formação do aluno. Assim, os modelos devem estar presentes, no curso e nos projetos, desde as fases iniciais até a realização do seu resultado final, tanto do curso quanto do projeto. (p.1)

Uma estratégia adotada para estas disciplinas é a proposição de um exercício de *redesign* de um produto e dependendo da complexidade do objeto, propõe-se a ampliação da linha ou a criação de um kit de produtos. Outra estratégia é o estímulo para especificação de um produto em cerâmica, que pode ser tanto para o objeto que será redesenhado, como para aqueles que comporão o kit ou a família. Incentivar o desenvolvimento de projetos de produtos feitos em materiais como madeira, papel ou cerâmica, auxilia o processo de aprendizagem em projeto, principalmente quando ocorre nos primeiros anos do Curso, devido à facilidade de obtenção, de transformação e de conformação, além de baixa complexidade

tecnológica destes produtos e baixos custos na aquisição. Andrade (comunicação pessoal, 7 de março de 2011)

Muitos destes produtos são feitos de um único material, podendo conter poucos elementos conectores, para união ou fixação de partes e não possuem componentes mecânicos ou eletrônicos. O contato direto com o material especificado em projeto e a possibilidade de seu emprego na conformação do objeto concebido favorecem a percepção e avaliação das suas qualidades e a compreensão de seu comportamento, condição propiciada pela vivência em tempo real e não pela simples coleta de dados técnicos sobre propriedades e desempenho. A tentativa de aproximação do projeto e produto final por meio de protótipos, oferece meios para que o aluno realize testes de desempenho, de simulações de uso e faz com que se defronte com limitações reais do processo de fabricação e se aproxime da capacidade de verificação e de validação do projeto em todas as suas instâncias, podendo ser considerada proveitosa para o processo de ensino e aprendizagem em design.

Materiais e métodos

Os procedimentos didáticos utilizados para o desenvolvimento das disciplinas de modelos tridimensionais foram: apresentação de aulas teóricas expositivas em sala de aula, utilizando-se recursos áudio-visuais, aulas práticas para desenvolvimento de desenhos e modelos físicos para verificação, testes e apresentação nos laboratórios, utilizando-se meios manuais e digitais e seminários para apresentação do levantamento e análise de dados e de alternativas propostas.

As aulas teóricas abordaram os seguintes tópicos: teoria de modelos e o uso de modelos físicos como procedimentos de métodos de projeto; a relação entre as etapas de projeto de produto e seleção e uso de diferentes tipologias de modelos físicos; classificação de modelos físicos em função da finalidade, capacidade de promover a geração de alternativas projetuais, o levantamento de informações/ questões, a verificação de soluções, as escalas adotadas, os materiais utilizados, o grau de fidelidade com o produto; princípios de configuração e a leitura da forma; a obtenção do modelo a partir de processos manuais ou mecânicos, envolvendo técnicas de usinagem, modelagem, construção, fundição, moldagem e tornearia e a obtenção de modelos físicos a partir de processos digitais, obtidas com o auxílio do computador, envolvendo técnicas de corte de chapas e posterior montagem, retirada de material por fresas (CNC), obtenção de modelos por prototipagem rápida aditiva (adição de camadas), ou formativa (extrusão diferencial), além de emprego de recursos da engenharia reversa (scanner 3D); o material cerâmico e seus processos de fabricação – propriedades, limitações e potencialidades para aplicação em projeto.

As aulas práticas ministradas na disciplina promovem o desenvolvimento de modelos físicos com a finalidade de apoiar etapas de projeto. Para que a ênfase seja dada na sua construção e uso solicita-se o *redesign* de um produto, garantindo a viabilização da carga horária disponível com os objetivos pretendidos pela disciplina. A seleção do produto que será redesenhado exige um primeiro exercício de leitura e compreensão da forma de objetos reais, quanto aos requisitos funcionais, ergonômicos, estéticos, técnicos e de fabricação a partir do seu contato direto. Posteriormente estimula-se o desenvolvimento da capacidade de representação de informações relevantes sobre seus atributos físicos - formato, proporção, concordâncias e contrastes entre formas, passagens entre superfícies distintas em decorrência de limitações de fabricação (desmoldagem), e de uso de materiais distintos, identificação de conectores, fixação partes e articulações. Para este exercício de *redesign* são geradas alternativas por meio de desenhos e modelos físicos de diferentes categorias, visando à comunicação de aspectos distintos do objeto, com maior ou menor grau de fidelidade e de

codificação. Segue-se para a etapa de análise e de comparação de propostas, realizada de maneira sistemática, para a seleção da melhor alternativa, a partir de critérios estabelecidos e da atribuição de valor para cada um destes critérios. Parte-se então para o desenvolvimento da melhor alternativa. Esta não é uma atividade que ocorre em seqüência linear, pois apresenta a necessidade de verificação, de revalidação ou de readequação dos conceitos ou critérios preestabelecidos, em função de problemas que surgem durante o processo, característica esta inerente à atividade projetiva.

São realizados seminários no decorrer do curso, em que os grupos de trabalho apresentam o levantamento e análise de dados, a geração de alternativas, a seleção, desenvolvimento e verificação e validação das propostas. Estes seminários podem apresentar um caráter mais formal, com a exposição de uma aula preparada pelos alunos empregando-se recursos áudios-visuais, ou mais livre a partir de debates coletivos entre grupos de alunos na busca de soluções que surgem durante o enfrentamento do problema de princípios formais, ergonômicos ou de funcionamento.

Resultados e discussão

Para se compreender o foco das disciplinas de modelos físicos ministradas na FAU USP, primeiramente serão mostradas definições utilizadas no decorrer deste trabalho e que também são algumas das apresentadas aos alunos para o desenvolvimento de atividades. Os modelos são representações simplificadas e inteligíveis da realidade, que representam parcialmente as propriedades e características do objeto e servem para verificar determinados aspectos do objeto, para a sua simulação e análise de desempenhos e qualidades em situações pré-estabelecidas. Eles são utilizados em diferentes fases do projeto de um produto e servem para analisar e selecionar as alternativas propostas, dar respostas a problemas que vão surgindo através de testes e simulações e devem ser adequados às questões e informações que se pretende recolher deles em cada fase. Sua construção consome tempo e recursos, portanto, precisa ser compatível com as informações que se pretende obter, não representando mal um objeto por feitiço desajeitado, com qualquer material, nem consumindo recursos desnecessários, com construções mais elaboradas e materiais mais sofisticados do que as informações desejadas solicitam. (Bezerra, 2008)

Entendidos como parte integrante das atividades de projeto, os modelos físicos podem ser classificados segundo sua finalidade. Desta maneira, chamamos de modelos preliminares aqueles que podem ser considerados esboços tridimensionais, apresentando as primeiras explorações formais. São modelos volumétricos que servem para o estudo de volume e da configuração geral, construídos geralmente em escala natural 1:1. São realizados sem detalhes formais e sem cores, confeccionados numa única cor neutra e sem brilho, preferivelmente em cinza, ou branco para favorecer a percepção formal do objeto. Os materiais empregados costumam ser diferentes dos especificados em projeto e são simples e baratos, para permitir todas as alterações necessárias, tais como PU, papelão, argila, plastilina, gesso e madeira.

Os modelos de aparência são modelos realizados em escala natural – 1:1 que representam fielmente o produto. Podem ser utilizados para a aprovação do projeto pelo cliente, em feiras, para a verificação de sua aceitação por parte de possíveis consumidores. Eles apresentam todos os detalhes formais do produto: cores, texturas, acabamentos, superficiais, transparência, inscrições, grafismos, etc. Os materiais empregados são diferentes dos especificados em projeto, mas devem representar fielmente as características formais do objeto. Já os modelos funcionais podem representar o produto em sua totalidade ou em partes e podem ser construídos em escala natural, reduzida ou ampliada. Este tipo de modelo é utilizado para simulação de princípios funcionais, como articulações, encaixes, fechamento,

ordem de montagem. Eles podem apresentar maior ou menor fidelidade com a aparência do produto e podem conter componentes elétricos, mecânicos e eletrônicos.

Os modelos operacionais servem para a verificação de como o produto será operado pelos usuários e permitem a simulação de seqüências operacionais, de condições ambientais e de interfaces com usuários. Eles e podem apresentar maior ou menor fidelidade com a aparência do produto, assim como os modelos de ergonomia. Estes servem para testar soluções em simulações de uso, ou para levantar dados antropométricos e antropomorfos relacionados a uma tarefa para a construção de soluções de uso.

Os protótipos são os modelos físicos mais próximos do produto final. Neles, são usados os materiais especificados no projeto. Eles devem conter todos os componentes elétricos, mecânicos e eletrônicos do produto. Em sua construção são empregados os mesmos processos ou processos similares aos do produto final. Sua finalidade é avaliar a solução final, no que se refere aos desempenhos técnico, ergonômico e estético, em uma fase anterior da produção. Os modelos chamados de cabeça-de-série são conhecidos como modelos de pré-série ou de pré-produção construídos para a simulação de processos produtivos, para a análise de problemas de fabricação e ajustes na linha de produção, como ângulos de canais de injeção, simplificação nos procedimentos de montagem, para garantir a melhor eficiência produtiva. (Bezerra, 2008)

Na disciplina Modelos Tridimensionais ministrada no início do curso de Design ou na Modelos Físicos para Desenho Industrial, ministrada no Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU USP são experimentados quase todas as tipologias de modelos descritas acima, sendo que as duas últimas são aplicadas apenas para produtos de cerâmica, madeira e papel.

A confecção dos modelos envolve principalmente o emprego de meios manuais e mecânicos com o uso de técnicas de modelagem, moldagem, construção, usinagem, fundição, e tornearia. Nestes processos, são utilizadas ferramentas como, formões, goivas, grosas, facas, estiletos, esquadros, raspadores, graminhos, esquadros, etc., além de equipamentos como: lixadeira, furadeira, fresadora, serra tico-tico, tupia, serra de fita, guilhotina, soldadores, etc. Os materiais são os mais variados: papel cartão, ondulado, pluma, madeiras maciças, MDF e compensados, placas ou blocos de isopor, PU, gesso, argila, plastilina, plásticos em lâminas (acetato, acrílico, PVC, PS), silicone, fibra de vidro, resinas poliéster, acrílicas, chapas metálicas de aço, latão, zinco, etc. (Lizandra, 2005). Estas atividades são desenvolvidas no LAME – Laboratório de Ensaio e Modelos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.

Como mencionado, procurou-se incentivar o desenvolvimento de projetos de produtos cerâmicos, visando à possibilidade de se chegar à obtenção de protótipos ou até mesmo de modelos cabeça de série, que levam em consideração dados relevantes para a produção seriada. Os produtos cerâmicos confeccionados por processos tradicionais apresentam baixa complexidade tecnológica. São produtos simples, compostos por poucos elementos. As partes são unidas logo após a conformação, antes da queima. Alguns produtos possuem tampas feitas do mesmo material e que são montadas para exposição no ponto de venda ou quando são colocados em uso. Maior ênfase pode ser dada na compreensão da geometria das peças, no volume desejado, nos atributos estéticos, manifestados na forma tridimensional, no acabamento superficial, no uso de cores e nos recursos de decoração.

Os equipamentos necessários para a sua produção são, de certa maneira, bem acessíveis para as instituições de ensino superior, compreendendo: fornos cerâmicos, tornos de oleiro, bancada para colagem, laminadoras, extrusora, bancada para gesso, balanças, misturadores, vidraria de laboratório, peneiras, aerógrafos, cabines de pintura, além de recipientes para armazenamento e para elaboração de misturas. A conformação das peças por colagem e até por tornearia exige a confecção de moldes de gesso, que são produzidos segundo

conhecimentos e práticas bastante difundidas e acessíveis. Os alunos contam com o apoio de técnicos e de roteiros detalhados dos procedimentos para garantir autonomia no trabalho.

Ao propor o uso de materiais cerâmicos possibilita-se que o aluno organize o pensamento projetivo em função do comportamento do material na fase de conformação, como é apontado por Quinn (2007):

The type of clay you use affects the visual quality of the design. Each type of clay has its own qualities, and these should be taken into consideration during the design process. For example, earthenware is a stable clay, so it will be very faithful to your design after firing; alternatively porcelain contracts and shrinks a lot during the firing, so this needs to be taken into account in the original design. (p. 68)

As qualidades superficiais do material são levadas em consideração, tais como a coloração do corpo, sua aspereza, e densificação percebida, resultando na escolha de determinado tipo de massa cerâmica. A partir desta escolha, é necessário o levantamento de especificações e de informações sobre a porcentagem de retração total da massa cerâmica, assim como o grau de sinterização do corpo obtido após a queima. Estes dados influenciarão no processo de execução de matrizes e moldes de gesso, compostos geralmente por várias partes ou taceiros para desenformar. A retração total de uma massa cerâmica refere-se à retração de secagem e de queima, devendo ser compensada na confecção do modelo ampliado para obtenção do molde de gesso. A confecção da peça com volume maior resultará naquela de tamanho desejado no final do processo produtivo. As massas podem apresentar retração total variando de 10 a 25% em virtude do grau de sinterização, ou densificação. Estes valores são bastante elevados e seu desconhecimento resultará em objetos sem controle dimensional. A retração é passível de ser prevista como dado de projeto, mas a deformação só pode ser resolvida efetivamente na fase de testes com protótipos. Massas com alta porcentagem de fase vítrea provocam deformação da peça, ou seja, formas em balanço e com espessura fina tendem a baixar ou abrir. Também a forma idealizada pode interferir no grau de deformação da peça, pois formatos abertos e lisos tendem a desabar ou apresentar maior deformação que aqueles contendo vincos e até mesmo estrias e relevos, que atuam como elementos estruturais, garantindo a manutenção da forma. (Aun, 2000)

Todos estes conhecimentos são considerados durante o projeto. Os desenhos para produção consideram a retração e a possível deformação da peça. As matrizes de gesso são realizadas a partir destes desenhos. Com os desenhos e as matrizes é feito o planejamento para a construção do molde de gesso, em número de partes necessário para garantir a retirada da peça, evitando forçar a saída e provocar deformações que, mesmo quando corrigidas na peça crua, revelam o ocorrido após a queima, inutilizando-a. (Chavarria, 2006)

Obtidos os moldes de gesso, é confeccionada a primeira série de protótipo, empregando-se processos de conformação por colagem de barbotina e/ou por tornearia de massa cerâmica plástica. Conformadas, as peças são secas, é dado acabamento e são submetidas à queima do biscoito. A queima é realizada em forno elétrico, com atmosfera oxidante. Depois é feita a vidração e a queima do vidrado, para obtenção da impermeabilização da peça, assim como das qualidades de desempenho referentes à dureza, resistência mecânica e ao risco e das qualidades estéticas de coloração, textura, propriedades ópticas e superficiais. (Aun, 2000)

Foram utilizados a massa de faiança feldspática preparada na forma de barbotina e o vidrado opaco e brilhante em suspensão fornecidos pela Escola Senai Mario Amato. Esta escola forma técnicos para a indústria cerâmica no Brasil e realiza prestação de serviços para a comunidade externa. Assim, na aquisição dos materiais, foram fornecidas informações

completas sobre características, propriedades e recomendações de uso, evitando a realização de ensaios prévios no laboratório da faculdade.

Em alguns casos a primeira série de protótipos produzida resulta satisfatória e o processo se encerra, mas em outros, são necessários ajustes nos desenhos, matrizes e moldes, para garantir a não deformação, a facilidade de reprodução e a manutenção do formato e volume especificado. (Aun, 2000)

Este processo parece penoso e fatigante para os alunos, mas ao fim do ciclo, passam a compreender as implicações dos materiais e processos produtivos no desenho de produtos, auxiliando a tomada de decisões durante o desenvolvimento do projeto. A compreensão do comportamento de uma categoria de material pode perfeitamente ser extrapolada e utilizada no projeto de outros produtos conformados na forma líquida ou plástica, como o vidro e o plástico.

A disciplina Modelos Físicos para o Desenho Industrial também conta com a proposição de um tema para motivação de reflexões quanto ao uso de determinados produtos e sobre costumes e comportamentos sociais no desenrolar de atividades cotidianas. A temática trabalhada na disciplina envolveu o desenvolvimento de um *kit* de alimentação para viagem de uso individual, abordando questões sobre a necessidade de se comer fora de casa, o tempo exíguo disponível que desincentiva o preparo de alimentos no ambiente doméstico, a disponibilidade de produtos alimentícios para suprir esta falta e mudanças de hábitos e ritos relacionados ao comer. De acordo com Wild e Reble (2006) “takeaway food is symptomatic of our fast and furious modern lifestyle, with all its advantages and disadvantages – as necessity or absolute convenience, as an excuse for vulgar displays of public eating, as a socioenvironmental and aesthetic phenomenon.” (p.4)

Este tema proposto está alinhado à familiaridade dos alunos com o problema enunciado em razão das necessidades de estudo e/ou trabalho que eles vivenciam ou presenciam, favorecendo a análise e a crítica acerca de produtos similares de que fazem, aumentando a capacidade de percepção de falhas ou demandas para projeção de melhorias. Sobre aspectos de design ligados a esta realidade Wild e Reble (2006) apontam que:

Fast food and takeaway, and their close relatives chain catering and convenience food, have always stood for efficiency and convenience. What we eat has no doubt changed and developed, but even more so, how, where, and with what we eat. In combination these factors determine the appearance and function of a whole world of objects, the contents of which have long ceased to be merely stop-gap solutions. Paradoxically, as our functional and aesthetic expectations of the equipment continue to grow, so too does our tolerance of what's acceptable when it comes to eating: anything goes- anywhere and anytime. (p.5)

Foi apresentado o *briefing* para os alunos contendo informações sobre o que este kit deveria conter: recipiente raso e/ou fundo para alimento, recipiente para bebida, talheres e invólucro, sendo que um dos objetos deveria ser de cerâmica. Deveria ser considerada a capacidade de compactação das peças, a possibilidade de formação de família de produtos ou de composição de elementos recorrendo-se a princípios de configuração e de coerência formal, assim como preocupações com a segurança e o transporte. Manter todas as peças do kit agrupadas também era uma das premissas. Wake (2000) apresenta razões para inserção de objetos dentro de outros e a partir daí dispõe de cinco modalidades de princípios de organizações formais.

One motivation for placing objects within objects is protection. (...) Other motivations include convenience, minimizing space requirements, and avoiding loss of small parts. These benefits are evident in such applications as a nested screwdriver set that can be handled as a single unit by nesting the smaller screwdriver inside the larger. (p.223)

Este kit poderia ser utilizado em áreas internas e externas, fora do ambiente doméstico, para o serviço e consumo da refeição, armazenagem e transporte dos utensílios, para o uso diário, ou eventual em viagens e em momentos de lazer. Eles poderiam ser comercializados em lojas para equipamentos de camping e aventura e de utilidades domésticas ou para atender a serviços de alimentação para viagem, serviço de bordo para companhias aéreas (*catering*), entre outros.

Os alunos partiram da escolha de um objeto existente para realizar o *redesign*, vinculando este novo desenho à composição do kit. A leitura e análise deste objeto foram elaboradas por meio de desenhos de observação, croquis cotados, e da construção de modelos preliminares, de estudo volumétrico. Durante o processo projetivo, além dos modelos citados, desenvolveram-se modelos funcionais para simulação de compactação, acoplamento e montagem das peças, abertura e fechamento dos estojos e modelo de aparência para a maioria das peças do kit, nos mais variados materiais: madeira, espuma de poliuretano, acrílico, gesso, que receberam acabamento superficial com pintura e grafismos para a comunicação do aspecto formal e estético do produto idealizado. Também foram construídos protótipos do objeto cerâmico pertencente ao kit. A seguir é possível verificar a solução encontrada para o problema proposto por dois dos grupos de alunos da disciplina Modelos Físicos para Desenho Industrial.



Figura 1 – Conformação de peça por colagem (A), Duas séries de protótipos em cerâmica (B), *kit* de alimentação para viagem para uso individual – modelos de aparência e protótipo (C), apresentação das peças que compõe o kit (D). Alunos: José Eduardo Yáñez Vásquez, Maria Sueli S.S. Agnelli, Marina S.P. Bueno.



Figura 2 – Empilhamento, corte (A), Protótipo da peça cerâmica (B), Apresentação do *kit* completo (C). Alunos: Betriz Griesi, Luisa Ho, Mariana Yvanovich e Tissa Yukota

Esta disciplina semestral, com quatro horas semanais de aula e conta com outras horas e trabalho em laboratório assistido pelos técnicos. As atividades de trabalho extras são fundamentais para garantir a finalização de modelos de aparência apropriadamente, porque eles precisam receber acabamento de pintura, colagem de partes para construção, aplicação de adesivos com grafismos necessários ao produto e montagem do kit. Não são tarefas demoradas, mas precisam ser realizadas ao longo de alguns dias para permitir a secagem das partes pintadas ou coladas, sem o risco de estragar o trabalho realizado com marcas de dedos na tinta fresca, por exemplo.

Na finalização do semestre os alunos apresentaram em seminários as soluções desenvolvidas por cada grupo, havendo a possibilidade de debate sobre os resultados obtidos. Posteriormente à avaliação final, promoveu-se uma discussão com os alunos a respeito de dificuldades encontradas no processo, de falhas e problemas na dinâmica da disciplina percebidos por eles e de aspectos positivos ou relevantes quanto ao aprendizado dos conteúdos e das competências adquiridas por meio do método de ensino aplicado. Neste processo de avaliação da disciplina verificou-se que apesar da demanda de tempo e dedicação exigida, houve reconhecimento bastante favorável tanto da proposta, quanto dos resultados por mais de 80% da classe, com recomendação para que novos estudantes cursassem-na. Quatro trabalhos produzidos foram publicados no número um da revista anual *Projetos* editada pelo departamento de projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo que reúne os melhores trabalhos de alunos desenvolvidos ao longo do ano.

Conclusões

Disciplinas que abordam a temática de Modelos Tridimensionais são fundamentais para o processo de aprendizagem da atividade projetual em Cursos de Design, pois estes modelos fazem parte do desenvolvimento de projeto do produto, são representações simplificadas do produto a ser produzido e têm como função comunicar uma proposta para solucionar um problema de projeto e gerar alternativas que serão verificadas e selecionadas, até resultar na sua fabricação. É importante que os alunos se acostumem a construir variados tipos de modelos para a verificação e validação das soluções geradas. A solicitação de desenvolvimento de projetos de produtos feitos de cerâmica é uma oportunidade de fazer com que o aluno passe por todas as etapas do processo de projeto, findando com a produção dos protótipos, que pode exigir a confecção de algumas séries, até a sua aprovação. Este é processo que parece ser penoso e frustrante para eles, principalmente quando o protótipo é rejeitado, mas no final, é entendido que não se trata de falha, mas é característica inerente a esta atividade. Em debates realizados com alunos, percebeu-se que a estratégia de especificação de material cerâmico para o produto a ser projetado favorece a compreensão das implicações dos materiais e processos produtivos no seu desenho, e que tais conhecimentos adquiridos nesta experiência podem ser extrapolados e utilizados em projeto de produtos feitos com outros materiais. Já, segundo eles, a realização de modelos de aparência por processos de construção e desbaste propiciam a maior facilidade de planejamento e ordenação de ações empregadas na modelagem virtual 3D em programas como Rhinoceros. No final do curso, os alunos lamentaram não saber antes algumas coisas que poderiam ter ajudado no desenvolvimento do projeto e dos modelos, mas afirmaram que a experiência foi válida, servindo de referência para outros projetos. A partir deste tipo de afirmação, foi possível esclarecer a eles que esta percepção geral evidencia e valida o processo de ensino e aprendizagem empregado, já que ocorreu mudança qualitativa na compreensão da complexidade da atividade projetual, ao facilitar o planejamento de ações e estimular o emprego de procedimentos sistemáticos de geração e avaliação de alternativas. Apesar de

estas disciplinas exigirem muita dedicação e trabalho, o resultado foi satisfatório para os alunos, havendo manifestação de desejo de dar continuidade a estas atividades de projeto em outras disciplinas ou em iniciação científica.

Referências

Aun, C R. (2000) *Proposta de uma metodologia de projeto para louça utilitária de uso doméstico*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Chavarria, J. (2006) *Moldes*. Barcelona: Parramon Ediciones S.A.,

Lizandra, J L N. (2005) *Maquetas, modelos y moldes: materials y técnicas para dar forma a las ideas*. Castelló de La Plana: Publicacions de La Universitat Jaume.

Quinn. A. (2007) *The ceramics design course. Principles, practices, techniques*. London: Thames & Hudson.

Menezes. J.B. (org.) (2008) *O uso de modelos tridimensionais em projeto de produto*. Apostila organizada para o Curso de Design, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Wake, W. K. (2000) *Design paradigms: a sourcebook for creative visualization*. New York: John Wiley & Sons.

Wild, N., & Reble, C. (Coord.) (2006) *Take away. Design for eating on the move*. Zürich: Museum für Gestaltung Zürich.