

ENSINO DE MODELOS FÍSICOS COMO FERRAMENTA DE PROJETO POR MEIO DO USO DO MATERIAL CERÂMICO.

BERTOLDI, C.A, BARBOSA, L.L
FAU USP, FAU USP

Rua Manuel Mendes Fernandes, 12 São Paulo SP CEP 04507-030 craun@usp.br

RESUMO

Este trabalho refere-se à metodologia de ensino aplicada na disciplina Modelos Físicos para Desenho Industrial, ministrada na FAU USP. Foi utilizado o material cerâmico devido à baixa complexidade tecnológica e a facilidade de obtenção, permitindo aos alunos o contato com várias tipologias de modelos. Para a obtenção de informações e tomada de decisões durante o processo de trabalho, os modelos são entendidos como ferramentas de projeto, construídos para a geração de conceitos, análise e seleção de alternativas. O tema - Kit de Alimentação para Viagem de Uso Individual – exercitou conceitos como o de família de produtos, composição e compactação. Como resultado, foram realizados desde modelos preliminares, até protótipos e cabeça de série, favorecendo o processo de aprendizagem de projeto, por meio de etapas de desenvolvimento, apoiado no uso de modelos físicos.

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 este tema baseando-se no estudo de teorias e tipologias de Modelo e na prática de principais métodos de construção de modelos físicos. O modelo é entendido como parte das atividades de projeto, estando presente em diferentes etapas, cumprindo funções específicas. 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 ainda 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. 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. Muitos deles 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, a favorece 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 entre o projeto e o produto final por meio de protótipos, oferece condições para que o aluno realize de 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.

Aulas teóricas

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; os tipos de modelos físicos – sua função, 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; a obtenção do modelo a partir de processos manuais ou mecânicos, envolvendo técnicas escultóricas (desbaste), de modelagem, construção, fundição, moldagem e tornearia e a obtenção de modelos físicos a partir de processos digitais, ou seja, 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 empregar recursos da engenharia reversa (scanner 3D).

Aulas práticas

As aulas práticas ministradas na disciplina promovem o desenvolvimento de modelos físicos com a finalidade de apoiar as várias 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 o formato, a 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 a 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, visando 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.

Seminários

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 ou de funcionamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se compreender o foco das disciplinas de modelos físicos ministradas na FAU USP, primeiramente serão apresentadas algumas definições que serão utilizadas no decorrer deste trabalho.

Definições

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 etapa de projeto. Sua construção consome tempo e recursos, portanto, precisa ser compatível com as informações que se pretende obter, não representando mal um objeto, nem consumindo recursos desnecessários.

Entendidos como parte integrante das atividades de projeto, os modelos físicos podem ser classificados segundo sua finalidade.

Os Modelos preliminares 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.

As maquetes são modelos mais usados em projetos arquitetônicos para verificação espacial e volumétrica em várias etapas do projeto. São modelos construídos em escala reduzida para representar produtos com dimensões grandes e realizados em materiais diferentes do especificado em projeto. Em sua construção é importante atentar para a proporção das partes, especialmente das espessuras, que devem simular perfeitamente o idealizado. As maquetes podem apresentar baixo ou alto nível de resolução, variando de acordo com sua função.

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.

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. Eles simulam seqüências operacionais, habitabilidade e interfaces com usuários e pode apresentar maior ou menor fidelidade com a aparência do produto.

Os modelos de ergonomia podem apresentar diferentes graus de acabamento, com maior ou menor fidelidade com a aparência do produto. Servem para testar soluções em simulações de uso, ou para levantar dados para a construção de soluções de uso.

Os modelos de usabilidade são semelhantes aos modelos ergonômicos, mas sua aparência é mais fiel à do produto final, podendo conter componentes elétricos, mecânicos e eletrônicos. Apresenta como função a simulação de situações de uso, a interface do produto com o usuário, o tempo de resposta do operador para determinadas ações, níveis de erro, desempenho operacional, etc.

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. Eles são construídos para a simulação de processos produtivos, para a análise de problemas de fabricação, ajustes na linha de produção. (ângulos de canais de injeção, simplificação nos procedimentos de montagem). Este modelo ainda pode gerar alteração no desenho para garantir a melhor eficiência produtiva.

Modelos e métodos de construção

A construção de modelos físicos pode empregar meios mecânicos e eletrônicos. Os processos manuais ou mecânicos envolvem técnicas de modelagem, construção, escultóricas, fundição, e tornearia. Os processos digitais referem-se aos processos de construção com o auxílio do computador CAD, CAM e CAE. A geração dos desenhos em arquivos digitais é feita em programas de modelagem 3D – Rhino, Pró-E, Alias, etc. A manufatura dos modelos envolve técnicas de corte de chapas e posterior montagem, retirada de material por fresas CNC, obtenção de modelos por prototipagem rápida aditiva, ou formativa, além de empregar recursos da engenharia reversa. As operações de construção são por controle numérico e tem como referência os eixos x, y,z e requerem diferentes graus precisão no desenho; é necessário que o desenho esteja fechado, que seja gerada a geometria da peça em

padrão SLT para permitir a sua construção. O modelo pode ser confeccionado em uma só peça, ou em partes, em função de sua complexidade e dimensão.

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 empregados apenas meios manuais e mecânicos na confecção dos modelos. Estas atividades são desenvolvidas no LAME – Laboratório de Ensaios e Modelos. Nestes processos, são utilizadas ferramentas como, formões, goivas, grosas, facas, estiletes, 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, zinco, etc.

O material cerâmico

Procurou-se incentivar o desenvolvimento de projetos de produtos cerâmicos, visando a 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.

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.

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. São levadas em consideração informações sobre a porcentagem de retração total da massa cerâmica, assim como o grau de sinterização do corpo obtido após a queima que, no caso de massa com alta porcentagem de fase vítrea, provoca deformação da peça, ou seja, formas em balanço e com espessura fina tendem a baixar. 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. Também a forma idealizada pode interferir no grau de deformação da peça, formatos abertos e lisos tendem a maior deformação que aqueles contendo vincos e até mesmo estrias e relevos, que atuam como elementos estruturais, garantindo a manutenção da forma. 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. Obtidos os moldes de gesso, é confeccionada a primeira série de protótipo. Em alguns casos a primeira série 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, 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. 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.

Temática proposta

A disciplina Modelos Físicos para o Desenho Industrial apresentou como temática o desenvolvimento de um *kit* de alimentação para viagem para uso individual. Foi apresentado o *briefing* para os alunos contendo informações sobre o produto, cliente, ponto de venda e usuário. Este kit deveria conter recipiente raso e/ou fundo

para alimento, recipiente para bebida, talheres e estojo, 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. 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*), etc..

Os alunos partiram da escolha de um objeto existente para realizar seu *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 um 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.

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 acostumem-se 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, Cristiane Rodrigues. *Proposta de uma metodologia de projeto para louça utilitária de uso doméstico*. Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, São Paulo, 2000

CHAVARRIA, Joaquim. *Moldes*. Barcelona: Parramon Ediciones S.A., 2006

LIZANDRA, José L N. *Maquetas, modelos y moldes: materials y técnicas para dar forma a lãs ideas*. Castelló de La Plana: Publicacions de La Universitat Jaume, 2005.

QUINN. Antony. *The ceramics design course. Principles, practices, techniques*. London: Thames & Hudson, 2007

MENEZES. J.B. *Modelos físicos no projeto de produto. Tipos e aplicações*. Apostila organizada para o Curso de Design da FAU USP. 2008.

VOLPATO, Neri. *Prototipagem rápida. Tecnologia e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

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

WILD, N.; REBLE, C. *Take away. Design for eating on the move*. Zürich: Museum für Gestaltung Zürich, 2006.

TEACHING PHYSICAL MODELS AS TOOL FOR DESIGN THROUGH THE USE OF CERAMIC MATERIALS.

ABSTRACT

This paper describes the teaching methodology used at FAU USP, applied to the discipline of Physical Models for Industrial Design. Ceramic material was chosen due to its low technological complexity and the ease with which it can be obtained. This helps students to come into contact with different typologies of models. The models are seen as project tools, made for the generation of concepts, the evaluation and selection of alternatives, in order to get specific information and to help with the decision-making process. The proposed product “Single Set Supply for Eating on the Move” explored principals such as family of products, composition and compactness. Mock-ups, prototypes and models for production were constructed, facilitating the learning process of the design process through development steps.

KEY WORDS: physical models, ceramic, teaching, industrial design