

A RELAÇÃO PRÁTICA ENTRE DESIGN E MATERIAIS

Luís Henrique Alves Cândido¹

RESUMO

Acadêmicos de Design devem ter uma compreensão de materiais no princípio de seu currículo acadêmico, pois, sem esse conhecimento básico, eles podem apenas idealizar um produto virtualmente. Mas, somente o conhecimento básico sobre materiais pode não ser suficiente para o entendimento prático sobre a estrutura e a funcionalidade de um produto. Nesse sentido, os estudos de caso apresentados neste trabalho demonstram a importância da relação Design e Materiais na prática projetual. Os casos descritos são oriundos dos trabalhos desenvolvidos por acadêmicos do curso de Design do Centro Universitário Feevale e do curso de Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Assim, o primeiro estudo de caso apresenta uma metodologia para construção de modelos e protótipos, que é baseada na utilização de diversos tipos de materiais e na construção de objetos. O segundo estudo de caso apresenta uma segunda metodologia, que possibilita a integração do projeto de produto, dos materiais e de processos de fabricação para a construção de modelos e protótipos. Nesse sentido, este trabalho contribui para fortalecer o valor da prática do ensino sobre os materiais, em disciplinas de modelagem e prototipagem manual, em disciplinas de projeto de produto e disciplinas afins.

Palavras-chave: Design. Materiais. Métodos. Modelos. Protótipos.

ABSTRACT

Academics in Design should have a comprehension of materials at the beginning of their academic course considering that without this basic knowledge, they can only idealize a product virtually. However, basic knowledge involving materials may not be enough for the practical understanding which involves a product structure and function. In regard to this, the case studies presented here demonstrated the importance of the relationship between Design and Materials in project practice. The cases described

¹Professor e pesquisador da Feevale; Mestre em Engenharia de Materiais; Pesquisador no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM/UFRGS); Designer.

were the result of the works developed for the academics of the Design Course at the Centro Universitário Feevale and the Design Course at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul. The first case study presents a methodology for the construction of models and prototypes based on the use of several types of materials and object construction. The second one introduces a second methodology integrating the product project, materials and manufacturing processes for the construction of models and prototypes. To that end, this work gives emphasis on the importance of the teaching practice in materials, modeling disciplines and manual prototyping, in product project and other related disciplines.

Keywords: Design. Materials. Methods. Models. Prototypes.

1 MATERIAIS

Os materiais sempre estiveram presentes na evolução do homem, mesmo sem entender essa interdependência, esses materiais eram utilizados pelo fato da sobrevivência humana. Mas, ao longo do tempo, essa prática foi sendo incorporada a todas as culturas, tornando-se substância de realização em todas as esferas das civilizações. Basta lembrar que as diversas eras, pelos quais o homem passou, são caracterizadas pelo grau de desenvolvimento e utilização dos materiais, como a idade da pedra, idade do bronze, idade do ferro e outros (Van Vlack, 1970).

O Designer tem como uma de suas incumbências transformar os materiais e das tecnologias existentes em objetos de uso, ou seja, a materialização do contato do homem com o meio, através da forma tridimensional-física do objeto (Kindlein, 2001). Por mais avançada que seja a concepção de um projeto, ele fracassará se não resultar em objeto funcional. Portanto, o conhecimento dos processos de fabricação e dos materiais é indispensável para que o Designer consiga materializar um projeto conceitual ou ideológico (Ashby and Johnson, 2003).

Muitas propriedades dos materiais, tais como limite de escoamento, limite de resistência, tenacidade à fratura, resistência ao desgaste e resistência à corrosão, dependem da estrutura do material. Essas propriedades são classificadas como propriedades físicas, químicas e mecânicas e devem ser consideradas a cada aplicação. Os processos são aplicados quando os materiais precisam adquirir forma e dimensões para serem utilizáveis na indústria e são definidos também em função das propriedades dos materiais e das características necessárias, para fazer frente às condições de serviço da peça ou do conjunto de peça. Por fim, tem-se o desempenho, que demonstra como os materiais se comportam nas condições de serviço (Ciência dos Materiais, 2007).

Sobre os materiais, Kindlein et al (2003) descrevem que o Designer já não se encontra perante um número restrito de materiais com propriedades conhecidas e constantes, e está, sim, diante de um enorme e crescente campo de possibilidades advindas da crescente multiplicação de tipos de materiais e de processos de fabricação.

A multiplicidade de possibilidades de escolha dos materiais e processos que afetam de forma diferenciada distintos grupos sociais e de interesse, bem como o ambiente e a qualidade de vida, caracterizam a dimensão das inovações que hoje são possíveis na área do Design. Dentre essas inúmeras possibilidades, a viabilidade de utilização de um determinado material ocorre desde que suas propriedades físicas, mecânicas, químicas, o custo e sua disponibilidade no mercado possam atender as especificações de projeto (Baxter, 2000). Em contrapartida, o desenvolvimento do produto pode ser descartado, devido às incertezas que podem ser geradas, principalmente quanto à usabilidade do produto.

Na concepção atual de um produto, é possível utilizar materiais e processos de fabricação que até pouco tempo não eram sequer considerados (Ashby and Johnson, 2003). Dessa forma, as

tendências muitas vezes criadas pelo Design inovador impõem necessidades que são atendidas, porque existe uma condição para isso, e é neste cenário, de quase infinita possibilidade de utilização de materiais, que o Designer passa a ter a necessidade de adquirir conhecimentos até então específicos das engenharias e assim, desenvolver o conhecimento sobre a correta seleção dos materiais aplicado ao projeto de produto (Callister, 2004, Ashby and Johnson, 1998). Ocorre que, mesmo para a engenharia, esses conhecimentos, baseados em ciência e tecnologia, vêm sendo suplantados freqüentemente, com tempos cada vez mais curtos entre a pesquisa e a disponibilidade do material para o mercado, e isso certamente é estimulado pela concorrência entre os desenvolvedores de matérias-primas. No campo do Design, os ciclos de criação e maturação das idéias são também cada vez mais rápidos, não sendo raro um produto manter-se no mercado por apenas 30 ou 40 semanas.

Para Löbach (2001), um dos critérios principais na produção industrial é o uso econômico dos materiais para o desenvolvimento do produto. Nesse sentido, a seleção de materiais tem o papel fundamental de classificá-los segundo as características desejadas no produto.

Ainda segundo Löbach (2001), a natureza da superfície aparente dos produtos industriais tem uma grande influência sobre seu efeito visual, e, na maioria das vezes, depende da correta escolha dos materiais e do acabamento superficial. Assim, sensações como frio, calor e texturização podem ser repassadas ao usuário através da superfície externa do produto. Segundo Munari (1998), é inútil pensar em soluções de projeto que desconsiderem os dados relativos aos materiais e às tecnologias de transformação, pois essas duas áreas precisam caminhar paralelamente, para que ocorra uma perfeita sinergia entre o produto e a seleção de seus materiais.

Para Ashby e Johnson (2003), os produtos alcançam sucesso com uma combinação entre o bom projeto técnico e o projeto industrial criativo, em que os materiais e os processos são usados para fornecer a funcionalidade, a usabilidade e a satisfação na compra. Este último, a satisfação, é extremamente influenciado pela estética do produto, pelas associações que o usuário faz no momento da compra e pelas percepções, muitas vezes intuitivas, que o produto transmite ao usuário. Segundo Baxter (2000), pesquisas realizadas em mais de 500 produtos demonstraram que, desde a primeira idéia até se chegar a produtos lucrativos, existe uma taxa de mortalidade de 95%. Isso pode ser explicado pelo fato de que o usuário mudou seu perfil, ou seja, está mais informado, mais exigente e com altas expectativas sobre a qualidade e eficiência do produto.

Segundo Lesko (1999), estudantes de Design Industrial deveriam ter uma compreensão da área de materiais e métodos de fabricação já no princípio de seu currículo. Isso é um aspecto importante, pois à medida que o aluno avança no curso, a exigência na complexidade dos projetos vai aumentando, e conhecer as áreas descritas torna-se fundamental. Porém, sem o conhecimento básico sobre materiais e as possibilidades de fabricação, esses estudantes poderiam apenas idealizar um produto virtualmente, limitados pelo fato do desconhecimento sobre como fabricar e especificar as características desejáveis dos materiais. Mas, segundo Lesko (1999), com uma boa base de conhecimento sobre materiais e processos, o acadêmico é capaz de propor soluções para o projeto de produto e confiar na viabilidade de fabricação. Dentro desse contexto, a atividade da seleção dos materiais exerce forte influência, pois o material escolhido deve se adequar perfeitamente ao conjunto de atributos esperados do produto, como a forma almejada, a usabilidade e o respeito ao meio ambiente (Kindlein, 2006).

Manzini e Vezzoli (2005) descrevem que, para o desenvolvimento de um produto, não há atualmente apenas um material que se mostre como uma escolha óbvia, mas que existem inúmeros materiais diferentes que podem atender as necessidades esperadas.

Conforme Waterman e Ashby (1991), existem, atualmente, milhares de materiais, como metais, polímeros, cerâmicos, vidros, elastômeros e compósitos, que podem ser utilizados na fabricação de produtos. Diante desse fato, a seleção do material é de extrema importância, e sua correta classificação, durante a fase projetual, pode influenciar no sucesso ou fracasso do produto.

Ferrante (1996) descreve que, além das propriedades e dos processos de fabricação, os suprimentos, os custos, as certificações, os acabamentos e a reciclagem são as principais características a serem abordadas para a correta seleção dos materiais. Segundo Lennart e Kevin (2003), para um produto ser bem aceito e ter uma boa chance de sucesso, o usuário deve compreender as vantagens físicas do produto em relação aos similares, devendo aceitá-las e propor-se a aprendê-las.

A seleção clássica dos materiais envolve a especificação sistemática de exigências físicas, mecânicas e químicas para os quais o produto foi desenvolvido. Tais métodos, como, por exemplo, os mapas de seleção, são interessantes para a seleção teórica do material, mas, quando é preciso levar em consideração aspectos cognitivos, essa forma clássica de seleção tem seu efeito reduzido. Então, segundo Ashby e Johnson (2003), para minimizar essa questão, devemos contar com a experiência do Designer no desenvolvimento estético e de usabilidade do produto e, assim, incluir os aspectos cognitivos no produto projetado.

2 MODELOS E PROTÓTIPOS

Muitos de nós aprendemos pela primeira vez sobre protótipos, ainda quando criança, seja na sala de aula, criando brinquedos ou inventando jogos. No desenvolvimento de projetos, é indispensável a elaboração de modelos e protótipos, que permitam verificar a validade das soluções propostas nas representações bidimensionais. Segundo Santos (2005), modelos e protótipos físicos tridimensionais são fundamentais para o desenvolvimento de produtos, para o planejamento da produção, do *set-up* de máquinas, da avaliação do *lay-out* fabril e para ensaios de desempenho do produto. Essa prática permite ao profissional de Design a análise e avaliação do objeto em estudo, como, por exemplo, a forma do produto, as cores aplicadas, a textura, o acabamento, os detalhes, a funcionalidade e adequações ergonômicas. Conforme Santos (2005), modelos e protótipos podem ser empregados na pesquisa sobre experiências de uso, pois podem determinar a continuação de um projeto, sua alteração ou total abandono.

A maioria das pessoas tende a assimilar melhor as informações sobre um produto, se essa informação for transmitida através de um modelo ou protótipo físico, se comparado a modelos virtuais, isso porque, através dos objetos físicos, várias percepções do ser humano são estimuladas (Santos, 2005). Conforme Pertence et al (2001), a percepção tridimensional se desenvolve à medida que um indivíduo vivencia o espaço, principalmente através da visão e do tato, que são responsáveis por captar estímulos, como brilho, sombra, cor, frio, calor e outros. Esses estímulos são processados pelo cérebro, que, assim, elabora a forma, a proporção, a posição e a orientação do produto no espaço. Após essa etapa, o cérebro compara, classifica e interpreta essa nova informação com modelos observados anteriormente.

Segundo Forti (2005), os modelos e protótipos tridimensionais físicos trazem diversas vantagens para o ambiente de projeto, isso porque anulam o esforço cognitivo de se interpretar palavras ou imagens totalmente bidimensionais. Ainda segundo Forti (2005), o grande problema dos modelos virtuais, em relação aos modelos e protótipos reais, é a impossibilidade da interação diretamente com estes, ou seja, tocá-los fisicamente. Portanto, embora os modelos virtuais ofereçam diversas

vantagens em relação aos modelos e protótipos físicos, eles não descartam a utilização de modelos reais na aprovação final de um produto.

Conforme escrito em Alvarez (2004), Hans Gugelot, na década de 1960, desenvolveu uma metodologia de projeto, com uma seqüência de atividades projetuais básicas para o Design de produtos industriais, e que atualmente serve de base para os cursos de Design. Essa proposta consiste nas seguintes fases: fase de informação, fase analítica, fase de projeto, fase de decisão, fase de cálculos e adaptações e fase da construção de modelos e protótipos. Mesmo que essa nomenclatura mude em alguns currículos, o objetivo é o mesmo, ou seja, proporcionar a compreensão do processo de elaboração física de um produto. Em muitos casos, os tipos de materiais e processos apresentados ficam restritos à estrutura física de cada instituição, ou seja, para cada tipo de material são necessários processos e equipamentos específicos. Assim como a prática do ensino da disciplina de modelos e protótipos, o ensino sobre materiais é uma atividade existente em diversos cursos de Design do Brasil. Porém, essas duas disciplinas – materiais, modelos e protótipos - raras vezes são ensinadas em conjunto, ou seja, não existe um plano didático que possibilite a integração total dessas duas importantes matérias.

Nesse sentido, a tabela 1 demonstra um panorama curricular de algumas escolas de Design de produto no Brasil e apresenta as disciplinas relativas ao ensino sobre materiais, modelos e protótipos nesses cursos, possibilitando ao leitor compreender melhor a importância dessas duas áreas para o ensino do Design.

Tabela 1: Disciplinas de materiais, modelos e protótipos em cursos de Design

Instituição	Materiais	Modelos e Protótipos
A	tecnologia de materiais industriais	modelos e protótipos I modelos e protótipos II
B	materiais e processos I materiais e processos II materiais e processos III materiais e processos IV	----
C	materiais e processos industriais I materiais e processos industriais II	modelagem modelos e protótipos
D	materiais industriais I materiais industriais II	modelos físicos II oficina de modelos II
E	materiais industriais I materiais industriais II	meios de representação tridimensional - modelos e maquetes I meios de representação tridimensional - modelos e maquetes II
F	materiais I	modelos e protótipos I modelos e protótipos II
G	técnicas, materiais e processos - metal – madeira técnicas, materiais e processos - plástico	modelagem tridimensional técnicas de representação tridimensional
H	pesquisa de novos materiais do produto	----
I	materiais: vidro materiais industriais II	modelagem I modelagem II maquetes, modelos e protótipos I maquetes, modelos e protótipos II

Instituição	Materiais	Modelos e Protótipos
J	materiais e processos I materiais e processos II materiais e processos III materiais e processos IV	representação do produto V modelos e protótipos em diversos materiais
K	materiais e processos produção I materiais e processos de produção II	representação em volume I representação em volume II
L	materiais e processos industriais	meios de representação tridimensional I meios de representação tridimensional II

Ao avaliar os dados da tabela 1, observa-se um aspecto importante relativo ao ensino sobre materiais. Esse aspecto é de que, em várias escolas, a disciplina é proposta pelo menos duas vezes durante todo o curso, demonstrando a importância do conhecimento sobre materiais para o qual o Designer deve ser preparado. Quanto à disciplina de modelos e protótipos, a frequência é um pouco menor, mas é uma abordagem muito significativa e, em alguns casos, é proposta em quatro módulos.

Nesse sentido, a proposta deste trabalho é a de apontar dois métodos de ensino sobre modelos e protótipos e de como aliar essa disciplina à área de materiais, proporcionando, assim, ao acadêmico de Design, uma visão mais ampla sobre questões relativas ao projeto físico do produto.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PARTICIPANTES

Os estudos de caso apresentados a seguir são oriundos dos trabalhos desenvolvidos por acadêmicos de Design, da disciplina de modelos e protótipos do curso de Design do Centro Universitário Feevale - NH/RS/BR (2006) e da disciplina de modelos e protótipos do curso de Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - POA/RS/BR (2007). Nesse sentido, o primeiro estudo de caso apresenta um procedimento metodológico que orienta a construção de modelos e protótipos e que tem como base a utilização de diversos tipos de materiais. Seguindo uma sequência projetual, o segundo estudo de caso apresenta um procedimento que orienta a construção de modelos e protótipos, integrando o projeto de produto, a seleção dos materiais e os processos de fabricação.

3.2 ESTUDO DE CASO 1

O primeiro estudo de caso tem como estratégia de ensino proporcionar ao acadêmico uma ampla visão sobre materiais através da prática manual dirigida. A importância dessa sistemática é a de possibilitar uma experiência de contato físico com os materiais e seus respectivos processos, como, por exemplo, a colagem, o corte, a dobra e outros. A metodologia aplicada é constituída por seis etapas, que são apresentadas na figura 1.

Na primeira etapa, é apresentada ao acadêmico, através de um desenho técnico detalhado, uma proposta de produto a ser construído e que dimensionalmente é trabalhado em escala reduzida. Cada proposta tem como base principal utilizar um dos cinco tipos de materiais, classificados entre cerâmicos,

compósitos, naturais, poliméricos e metálicos. Nessa etapa, o acadêmico é orientado também a selecionar aleatoriamente outro tipo de material e aplicá-lo em conjunto com o material-base.

Na segunda etapa, inicia-se a fabricação do modelo, utilizando para isso as ferramentas necessárias e específicas para o manuseio dos materiais selecionados.

Após a fabricação de todas as peças, é iniciada a etapa de acabamento-base, empregando, para isso, as ferramentas específicas para o material utilizado. Na etapa de pré-montagem, é avaliada a funcionalidade do modelo. Após a aprovação funcional, é realizada a pintura das partes ou do conjunto. A montagem final é concluída somente após a finalização das etapas anteriores.

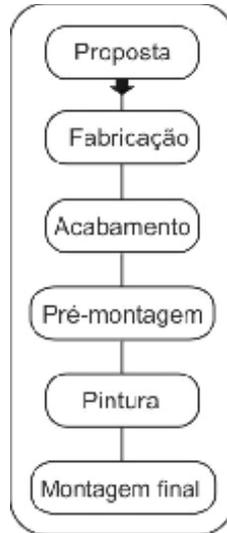


Figura 1: Metodologia para modelagem 1

Para exemplificar o estudo de caso 1, a figura 2 apresenta os produtos desenvolvidos pelos acadêmicos, tendo como referência a classificação dos materiais. A ordem de execução dos trabalhos pode ser invertida, se houver necessidade de adequação à estrutura existente em cada curso. Nos exemplos apresentados, fabricados com materiais compósitos e metálicos, pode-se verificar o diferencial gráfico para uma mesma proposta de trabalho. Isso é devido ao fato de que o acadêmico pode criar sua própria estrutura gráfica e aplicá-la em seu trabalho. Essa prática é de fundamental importância, pois possibilita a troca de informações entre os próprios acadêmicos, além de permitir o contato com outros tipos de materiais.

O primeiro material utilizado é classificado como cerâmico e pode ser argila ou massa de modelar. O segundo material utilizado é classificado como compósito, como, por exemplo, as fibras.

No caso apresentado, o acadêmico agrega, além do material proposto, mais oito tipos diferentes de texturas, que podem ser naturais ou industriais. O terceiro material utilizado é classificado como natural, como, por exemplo, a madeira oriunda de sobras de construção ou de reflorestamento. Nesse caso, o acadêmico tem como requisito utilizar o material proposto e gerar um diferencial gráfico com outros tipos de materiais.

Na aplicação dos polímeros, a proposta de produto foi livre, ou seja, o acadêmico apresenta um projeto de produto e o constrói. Porém, o requisito principal é de que o material seja utilizado na fabricação da estrutura principal do produto. Esse requisito é proposto, para que sejam avaliadas *in loco*

as características estruturais do modelo. A proposta de produto livre pode ser empregada a qualquer uma das cinco classificações dos materiais. O último material utilizado é classificado como metálico. Neste caso, o acadêmico tem de criar um diferencial gráfico no produto, podendo utilizar para isso outros tipos de materiais.

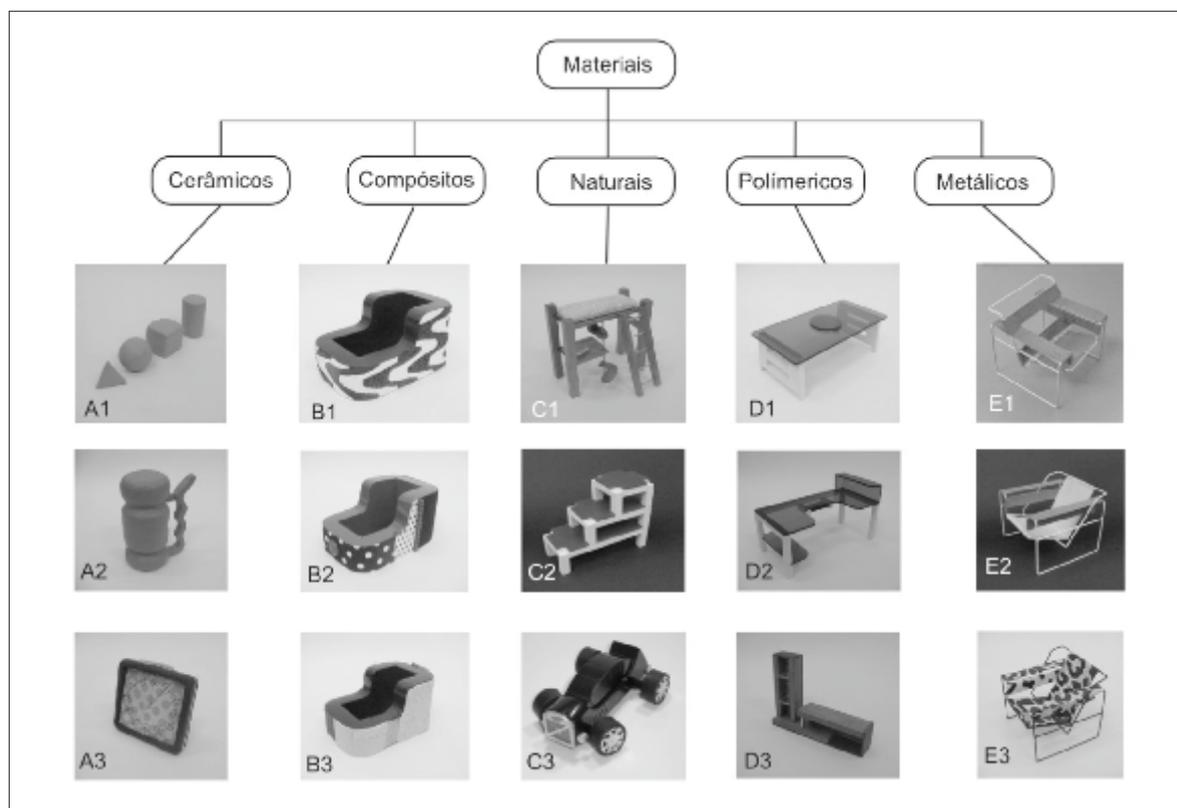


Figura 2: Estudo de caso 1

A tabela 2 apresenta os produtos desenvolvidos e o material utilizado em sua fabricação.

Materiais	Produto desenvolvido
Cerâmicos	A1 – Desenvolvimento de figuras geométricas A2 – Execução de produtos existentes – tema livre A3 – Execução de produtos existentes – tema livre
Compósitos	B1 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre B2 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre B3 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre
Naturais	C1 – Produto fabricado a partir de barras de material natural – tema livre C2 – Produto fabricado a partir de barras de material natural – tema livre C3 – Produto fabricado a partir de desenho técnico – textura livre

Materiais	Produto desenvolvido
Poliméricos	D1 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre D2 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre D3 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre
Metálicos	E1 – Produto fabricado a partir de desenho técnico – textura livre E2 – Produto fabricado a partir de desenho técnico – textura livre E3 – Produto fabricado a partir de desenho técnico – textura livre

3.2.1 Análise dos Resultados

O estudo de caso apresenta um dos primeiros momentos em que o acadêmico tem contato direto com os materiais e a possibilidade de construção de objetos, sendo que a materialização do produto é um dos principais desafios propostos nessa prática. O processo aplicado procura incentivar, através dos materiais, a aplicação de alguns sentidos humanos, tais como o tato, a visão, a audição e olfato. Isso possibilita ao acadêmico desenvolver ou aprimorar sua habilidade manual, sua visão espacial e a tridimensionalidade do produto.

Os produtos propostos podem ser criados conforme a condição específica de cada instituição. O importante é que sejam desenvolvidos empregando-se as classes dos materiais apresentados na figura 2, podendo, ainda, ser utilizados outros tipos de materiais. Outro ponto importante a ser destacado é o fato de o acadêmico poder apresentar uma proposta de produto e construí-lo. Isso tende a incentivá-lo no aperfeiçoamento do modelo e, conseqüentemente, aprimorar sua noção espacial em 3D.

A metodologia apresentada tem demonstrado que o acadêmico de Design vem entendendo a importância da prática manual com diversos materiais. Essa prática tende a proporcionar uma visão mais crítica sobre as facilidades e dificuldades da fabricação de um produto e o que isso representa em um processo industrial real.

3.3 ESTUDO DE CASO 2

A metodologia apresentada na figura 3 é composta de uma seqüência de procedimentos, que vão desde o projeto, a fabricação, o acabamento e a montagem final do produto. A primeira etapa trata do projeto do produto. Essa etapa é subdividida em projeto conceitual e detalhamento técnico do projeto. A seleção dos materiais é feita simultaneamente nesta etapa. Após a definição do conceito final do projeto e dos materiais a serem utilizados, é iniciado o detalhamento técnico das peças. Nessa fase de detalhamento, constroem-se modelos de estudo para resolver problemas funcionais, como movimentos de partes e conjuntos, além de avaliar sistemas de junção.

Além de detalhar as peças projetadas, o desenho técnico tem o papel de orientador na definição dos processos de fabricação a serem utilizados. Nessa etapa, se houver necessidade, altera-se o projeto para adequá-lo às ferramentas existentes no âmbito da instituição. Porém é possível utilizar ferramentas e equipamentos fora da instituição, desde que com acompanhamento docente. Assim, o acadêmico tem a possibilidade de conhecer a aplicação prática de outros processos de fabricação, que não existem na instituição de origem.

Após a fabricação das peças, parte-se para a montagem estrutural dos componentes, aplicando processos como solda, fixação por parafusos, rebites e outros. Nesta etapa, é executado o ensaio estrutural e funcional do produto. Se o resultado do ensaio for positivo, o produto entra para a etapa de acabamento e pintura, porém, se for reprovado, retorna-se ao projeto para resolver o problema levantado. A última etapa a ser executada é a montagem final das peças e, posteriormente, a avaliação estrutural, funcional e estética do produto.

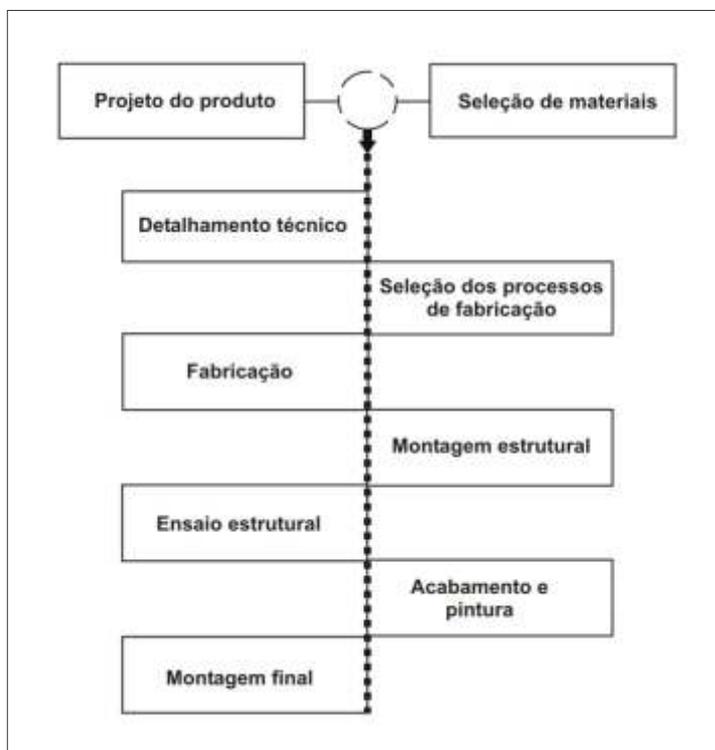


Figura 3: Metodologia para modelagem 2

A prática didática a partir dessa metodologia demonstra que a definição de soluções de projeto, simultaneamente com a seleção dos materiais, gera excelentes resultados, principalmente porque o acadêmico avalia as necessidades estruturais e funcionais do produto ainda no projeto.

Para a execução do segundo estudo de caso, a proposta do tema pode ser livre ou orientada. Nesse sentido, a figura 4 apresenta um exemplo de produto que foi desenvolvido com base nessa metodologia.

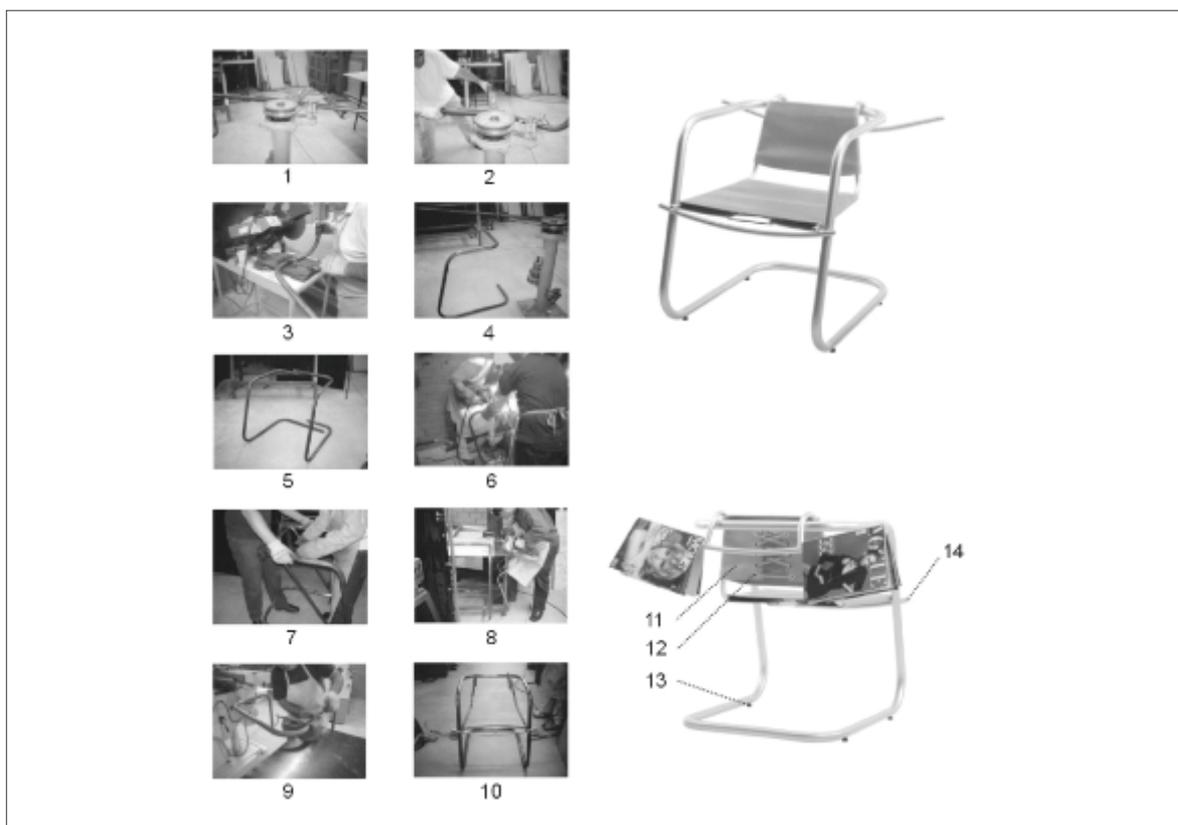


Figura 4: Estudo de caso 2

A tabela 3 apresenta o material empregado e o respectivo processo utilizado na execução do trabalho.

Tabela 3: Descritivo dos materiais e processos

Quadro	Material	Descrição do processo
1	Aço tubular 1008	Dobra do corpo principal
2	Aço tubular 1008	Dobra do corpo principal
3	Aço tubular 1008	Corte do corpo principal
4	Aço tubular 1008	Corpo principal bipartido
5	Aço tubular 1008	Corpo principal
6	Aço tubular 1008	Solda do corpo principal
7	Aço tubular 1008	Ajuste pós-solda
8	Aço tubular 1008	Acabamento primário

Quadro	Material	Descrição do processo
9	Aço tubular 1008	Acabamento final
10	Aço tubular 1008	Estruturas montadas
11	Couro	Corte e costura do couro
12	Ilhoses em Aço	Ilhoses de amarração
13	Pés reguláveis em aço	Rosqueamento
14	Plástico	Terminais de acabamento

3.3.1 Análise dos Resultados

A metodologia apresentada permite que ocorra a integração total entre o acadêmico, o projeto de produto, os materiais e os processos de fabricação. Além da parte prática de construção, o ensaio funcional transmite ao acadêmico a importância da correta solução de projeto, aliado à viabilidade de processos construtivos. A seleção dos materiais não fica restrita somente ao âmbito virtual do projeto, mas sua aplicação é feita fisicamente no produto proposto.

Assim, aspectos como a textura do material, suas propriedades, os sistemas funcionais desenvolvidos, os processos de fabricação e o acabamento podem ser testados, avaliados e corrigidos pelo acadêmico, quando houver necessidade. Essa metodologia permite também que o acadêmico desenvolva sua habilidade crítica sobre a estética do produto projetado e a estética do produto construído fisicamente. Nesse sentido, possibilitar que o acadêmico de Design fabrique um produto real, trabalhe com materiais reais, resolva problemas reais de projeto, certamente, irá contribuir substancialmente para o aprimoramento técnico desse aluno e sua formação profissional.

CONCLUSÕES

Modelos e protótipos físicos reduzem o esforço cognitivo de interpretar palavras ou imagens virtuais e trazem, ao mesmo tempo, a possibilidade da idealização física do produto.

Quando apresentado diretamente ao usuário, esse pode tocar no produto, sentir sua textura, seu cheiro e outras sensações importantes em uma decisão de compra. Atualmente, uma das empresas mais inovadoras do globo, a IDEO, utiliza a prática da fabricação de modelos e protótipos físicos como ferramenta essencial na resolução de problemas e para a criação de produtos inovadores.

Hoje em dia, na área industrial e na pesquisa, a prototipagem é uma técnica conhecida e consagrada, sendo aplicada, por exemplo, para estudo de produtos, desenvolvimento de biomodelos, produção em série e outras. Os modelos virtuais também têm seu espaço e sua aplicação tanto no ensino, na pesquisa, na área industrial e vêm revolucionando e agilizando o lançamento de novos produtos. Porém, o contato físico com os materiais é de extrema importância para a aprendizagem de acadêmicos de Design e de outras áreas.

Nesse sentido, o trabalho apresentado demonstra que o contato direto com diversos tipos de materiais transmite experiências importantes no aprendizado acadêmico. Esse fato contribui para fortalecer o valor da prática do ensino sobre os materiais, em disciplinas de modelagem e prototipagem

manual, em disciplinas de projeto de produto e disciplinas afins. Assim, as propriedades dos materiais, a relação estrutura e função e os processos de fabricação podem ser avaliados fisicamente quando são empregadas estratégias de ensino que contemplem essas questões.

Sendo assim, este trabalho apresentou duas metodologias orientativas, em que a prática do contato com os materiais seja constante e que possibilite, aos acadêmicos de Design, aplicar os conhecimentos adquiridos na construção de produtos eficientes, seguros e esteticamente agradáveis.

REFERÊNCIAS

ALVARES, M. R. **Ensino do Design: A Interdisciplinaridade na Disciplina de Projeto em Design**. Dissertação. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004. 163 p.

ASHBY, M. F.; Johnson, K. The art of materials selection. **Materialtoday**, Oxford, p. 24-35, 2003.

ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. **Engineering materials 2: an introduction to microstructures, processing & Design**. 2. ed. Oxford: Bitterworth Heinemann, 1998.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o Design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. São Paulo: LTC, 2004.

CIÊNCIA DOS MATERIAIS. **Material de aula do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-PPGEM**. UFRGS. Porto Alegre, 2007.

FERRANTE, M. **Seleção de Materiais**. São Carlos: UFSCAR, 1996.

FORTI, F. S. A. **Uma Avaliação do Ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação, 105 p. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

KINDLEIN, W. J.; Collet, I. B.; Dischinger, M. C. T. Development of tactile perceptive textures as factor of emotion Design. In: **Conference on Design and Emotion**, 2006, Göteborg-Sweden, 2006. Anais. CD-ROM.

KINDLEIN, W. J.; Cândido, L. H. A.; Platcheck, E. Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais, com a proposta de uma metodologia com ênfase no ecoDesign. Congresso Internacional de Pesquisa em Design, outubro, Rio de Janeiro. 2003. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPED, 2003. CD-ROM.

KINDLEIN, W. J. et al. **Produtos: processos e materiais, uma interface amigável para o Design**. Porto Alegre: UFRGS/NdSM, 2001. 1 Cd-rom.

LENNART, Y. L.; Kevin, L. E. Design, materials selection and marketing of successful products. **Materials & Design**, Surrey, v. 24, n. 7, p. 519-529, 2003.

LESKO, Jim. **Industrial Design: materials and manufacturing**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

_____. **Design Industrial:** bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 206 p.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis:** os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1. ed. São Paulo, SP: Ed. da USP, 2005.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

PERTENCE, A. E. M.; SANTOS, D. M. C.; Jardim, H. V. **Desenvolvimento de modelos didáticos para o ensino de desenho mecânico utilizando o conceito de prototipagem rápida.** Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. Eng. Mecânica. (Artigo).COBENGE, 2001.

SANTOS, E. S. **Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no Design de calçados.** 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VAN VLACK, L. H. **Princípios de ciências dos materiais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

WATERMAN, N. A.; Ashby, M. F. **CRC:** Elsevier Materials Selector. Oxford: CRC, 1991. v. 1.