

A influência dos softwares 3D no Design de Produtos

The influence of 3D software in product design

RUFCA, Sidney; Mestrando; Universidade Anhembi Morumbi
sidneyvd@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como proposta discutir de que maneira o uso dos softwares de criação, como Solid Works, Alias, Rhinoceros, 3D Max e AutoCad, podem modificar a forma de desenvolver um projeto de design de produto, comparando a dinâmica empregada no processo criativo utilizado na forma tradicional, o lápis e o papel. Esta discussão leva a reflexão sob a óptica do processo criativo, possibilitando compreender que os resultados obtidos no processo criativo do design de novos produtos, podem sofrer influência em função das ferramentas que estão à disposição do designer, entretanto, não necessariamente altera a qualidade do resultado do objeto.

Palavras Chave: Sketches e Softwares 3D; Design de Produto; Processo Criativo.

Abstract

This article's proposal is to discuss how the use of creative software such as: Solid Works, Alias, Rhinoceros, 3D Max and AutoCad can modify the way to do product design, comparing the dynamics employed in the creative process used in traditional way, pencil and paper. This discussion leads to reflection from the perspective of the creative process, making it possible to understand that the results obtained in the creative process of design of new products can be influenced depending on the tools that are available to the designer, however, does not necessarily change the quality of the result of object.

Keywords: *Sketches and 3D Softwares; Products Design; Creative Process.*

Introdução

Com o passar do tempo, os avanços tecnológicos possibilitaram mudanças consideráveis na maneira de se produzir objetos. Tais mudanças permitiram com que diversos produtos assumissem dimensões e, por consequência, pesos menores e características funcionais mais completas e, em alguns casos, mais complexas. Essas mudanças também foram aceleradas por outras ferramentas que facilitaram o processo de criação e desenvolvimento de novos produtos, como a tecnologia da computação gráfica, que através dos softwares 3D e hardwares mais potentes, criados especificamente para a área de design, possibilitaram novas configurações formais que antes eram, talvez, inimagináveis.

Para explicar um pouco como o uso dos meios digitais – sistema CAD¹ - enquanto ferramentas de criação para o design de produtos proporcionam mudanças na maneira de se pensar o objeto, produto ou ambiente, iremos apresentar algumas características específicas de cada processo. Estas novas ferramentas foram desenvolvidas para atender à necessidade de melhorias nos processos e conseqüentemente possibilitando soluções mais ousadas.

Essa maneira de representação que modificou a forma de se projetar se tornou indispensável no processo. Podemos buscar exemplos em outras áreas de criação, como na arquitetura, onde essas mudanças também foram significativas como discorre o arquiteto Dr. Eduardo Sampaio Nardelli:

Uma mudança dramática que ninguém poderia supor a apenas uma década atrás: em termos conceituais, a arquitetura concebida digitalmente a partir de um espaço geométrico não Euclidiano, sistemas cinéticos e dinâmicos e algoritmos gerativos de formas está superando os padrões arquitetônicos tradicionais, auxiliada pela incorporação dos avanços já ocorridos na indústria automobilística, aeroespacial e navegação. Em especial, a possibilidade de integração dos sistemas CAD com os sistemas CAM, que têm permitido a produção e construção de formas altamente complexas que até pouco tempo atrás eram praticamente inviáveis, em termos de custo e produção (NARDELLI, 2007).

O que podemos perceber é a importância que o meio digital exerce sobre os processos de se pensar o objeto, seja ele físico – elementos tridimensionais – ou apenas uma imagem, consequência de uma representação bidimensional.

Outro registro importante é o de Rafael Cardoso (2008), quando afirma a significativa mudança no mundo nos últimos 50 anos em função do avanço tecnológico.

Com o ingresso na era digital, então, fica cada vez mais nítido que os velhos paradigmas já não servem mais. Os avanços da informática vêm impondo crescente fluidez aos processos de produção, consumo e uso; e, por conseguinte, alguns dos pressupostos mais caros do campo do design estão caindo por terra (CARDOSO, 2008).

¹ **CAD** - Computer Aided Desing - abrange qualquer atividade que usa o computador para desenvolver, analisar ou modificar o projeto de um produto ou processo. Fonte: <http://www.eps.ufsc.br/teses/deodete/cap3/cap3.htm>. Acesso em 10 Jul 2011.

Cardoso refere-se às tecnologias no âmbito digital que transformaram não somente os meios de comunicação, como também expandiram seus recursos para uma aplicação mais técnica voltada para o desenvolvimento de novos produtos. O uso dessas ferramentas de criação e concepção do produto, não altera os princípios que norteiam o design, entretanto, modificam a maneira e a velocidade dos resultados no processo.

O designer explora toda a sua criatividade fazendo uso de softwares, equipamentos e periféricos de última geração, proporcionando soluções inovadoras, acelerando processos, aprovações e, principalmente, minimizando possíveis problemas. Mesmo diante dessas perceptíveis mudanças não podemos afirmar que os resultados obtidos através dos recursos digitais são superiores aos obtidos por meio dos processos tradicionais – o lápis e o papel.

É possível ligarmos uma coisa a outra. As novas ferramentas proporcionam ao designer uma série de possibilidades no momento da criação. Tornam a compreensão do objeto e do usuário mais claras, entendendo dessa forma as limitações e características do ser humano e, paralelamente, exigindo uma forte necessidade de mudanças nos processos de fabricação e consequentemente impulsionando o desenvolvimento de novos materiais.

Na década de 1980, quando ainda não tínhamos o domínio da computação gráfica, tampouco aplicada ao design, o processo criativo se dava através do desenho, utilizando o lápis, o papel e outros objetos como ferramenta de criação, ou melhor, instrumentos de transformação do pensamento em registros visuais.

Essa forma tradicional de desenvolvimento de produto tem como resultado algumas características e soluções formais inerentes a esse processo manual, delimitando por diversas vezes os aspectos estéticos do objeto.

Mas em que medida essas duas maneiras de se pensar os produtos – manual e digital - possibilitam soluções diferentes para o mesmo objetivo?

Muitas questões semelhantes a essa podem nos fazer pensar os processos de desenvolvimento de um projeto, mas não modificam sua essência. Simplesmente tornam o processo diferente, com mais ou menos elementos para discussão, mas podem modificar consideravelmente o desenho do objeto.

O pensamento representado por meio das técnicas manuais

Em 1988 iniciei meus estudos na área de design de produto em uma das mais conceituadas escolas de design do país. Durante muito tempo aprendi que o lápis e o papel eram os instrumentos mais simples e diretos para a representação de uma ideia. De fato era, pois naquele momento não existiam outras maneiras de representar o pensamento.

O lápis é um instrumento de transformação de uma estrutura de pensamento que explora nossa percepção espacial, tendo a responsabilidade de decodificar uma ou várias propostas codificadas através da linguagem visual, gerada em nossas mentes por meio de repertórios e experimentações práticas.

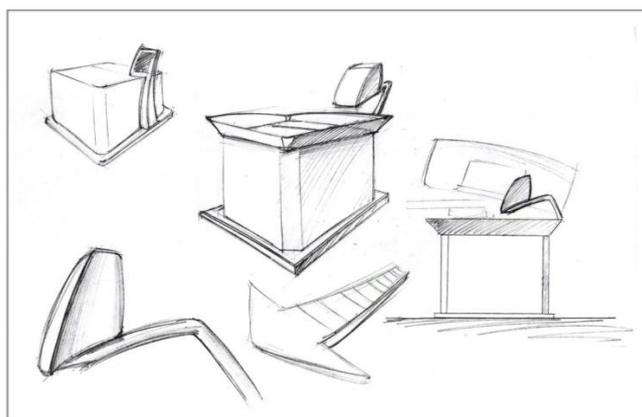


Figura 1: Estudos para Máquina de Serra da empresa Starrett, 2001.

Fonte: Ilustração do próprio autor.

A figura 1 apresenta algumas características desse processo de representação manual, onde o tempo para construção desse desenho é rápido e expressa à intenção do designer no que tange a configuração formal do objeto.

Normalmente essa técnica de representação possibilita ao designer a geração de várias alternativas tornando o processo criativo muito dinâmico e rico em soluções. Entretanto, é uma forma de representação simples e não explora muito o aspecto volumétrico do produto.

A sequência de imagens da figura 2 mostra com detalhes a técnica de ilustração manual que tem como propósito representar o produto com detalhes estéticos.

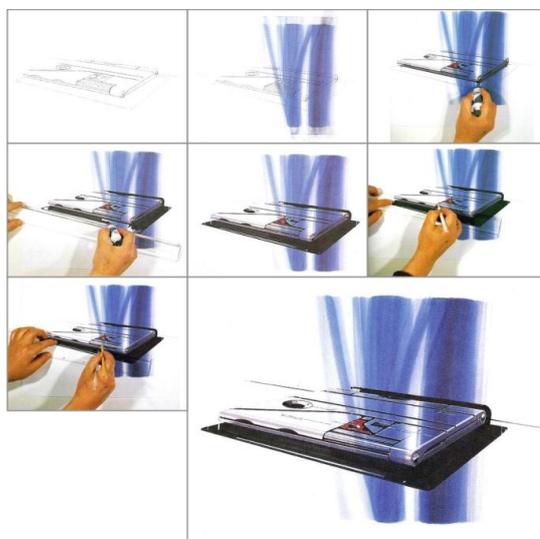


Figura 2: Sequencia de ilustrações de um aparelho eletrônico.

Fonte: SHIMIZU, Yoshiharu. Creative Marker Techniques. Tokyo: Graphic-sha Publishing, 1990. Pag. 26 – 28.

Esse modelo de desenho e de representação de uma ideia através das técnicas manuais permanece presente e, não só faz parte do processo criativo como, em vários escritórios de design, é uma etapa imprescindível na concepção do projeto.

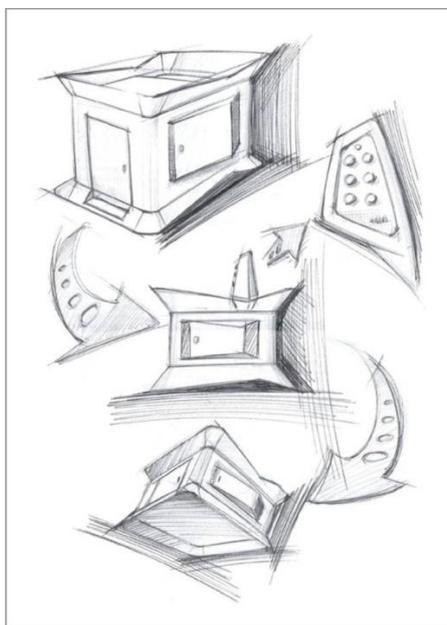


Figura 3: Estudos para Máquina de Serra da empresa Starrett, 2001.

Fonte: Ilustração do próprio autor.

Para nos auxiliar nessas questões, que permeiam as diferentes formas de se gerar ideias, podemos observar a citação onde o Chico Homem de Melo discorre sobre aos dois processos como sendo sistemas geradores de linguagem, portanto, formas diferentes de se alcançar o mesmo objetivo.

Mas que fique bem claro: o lápis é parte de um sistema gerador de linguagem que, como qualquer outro, permite que expressemos algumas coisas e impede que expressemos outras. Se passarmos do lápis para a pena, ou para a caneta nanquim, ou para a esferográfica, há nuances significativas, mas estaremos ainda dentro do mesmo universo. Quando passamos para o computador, há uma mudança estrutural: penetramos em outro sistema de linguagem. O que expressamos também - e necessariamente - quer queiramos, quer não. (Chico Homem de Melo, 2003, pg.40).

Os dois processos que estamos analisando serão classificados da seguinte maneira: Processo Manual e Processo Digital Tridimensional. O processo de representação digital bidimensional também mereceria um destaque importante nesse estudo, entretanto, o objetivo dessa análise é discutir a transformação mais impactante no processo ocorrido entre os modelos bidimensionais e tridimensionais de representação de um projeto.

Processo manual

No processo manual de representação, as ideias – insights - são representadas através de *Sketches*², onde a forma necessita diferentes perspectivas possíveis para registrar a configuração do objeto por completo.

A vantagem desse processo está na liberdade de expressão sem a necessidade de grandes tecnologias disponíveis, tampouco de equipamentos e softwares sofisticados. Quando temos um insight conseguimos registrar rapidamente essas ideias em um “guardanapo” se estivermos em um restaurante ou até mesmo no verso branco de uma folha de papel de um documento qualquer, que esteja ao nosso alcance naquele instante. O importante é não perdermos o momento em que nossa mente nos apresenta algumas ideias e soluções para resolvermos nossos problemas.

Você já teve um insight às três horas da manhã de um dia frio e se levantou para ligar seu computador, esperar o Windows carregar – tarefa que geralmente leva alguns minutos dependendo das configurações do seu equipamento – abriu o software de modelamento tridimensional Solid Works, Alias, Rhinoceros, 3D Max ou AutoCad, procurou as ferramentas adequadas para o início do registro de sua ideia?

Provavelmente esse procedimento todo levou alguns minutos do seu sono, isso se não levou algumas horas, pois o princípio do modelamento tridimensional; que veremos adiante; requer mais tempo de execução do que o simples processo de pegarmos uma caneta e um papel.

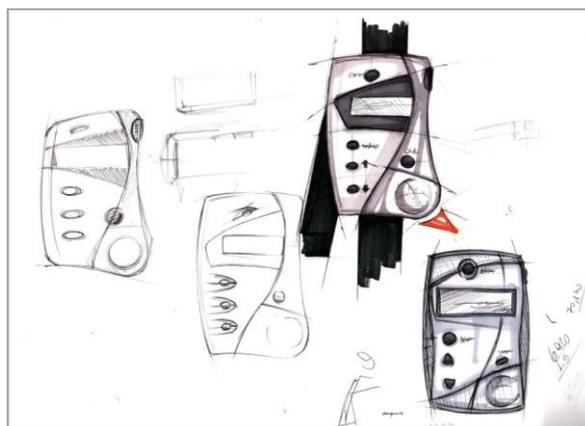


Figura 4: Estudos para aparelho eletrônico de medição da empresa Starrett, 2001.

Fonte: Ilustração do próprio autor.

Além dos *roughs*³ e *sketches* que representam de forma rápida e sem muito detalhamento, o designer ainda conta com outra técnica para apresentação dessa ideia utilizando materiais e

² Sketch: Dp. [Ingl.] O mesmo que esquete. Esboço de um produto a partir de conceitos definidos, porém sem o detalhamento final. É feito em perspectiva a mão livre e colorido com marcadores. (MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. pg. 80.)

³ Rough: Dp. [Ingl.] O mesmo que rafe. Esboço inicial de um produto, mais simples que o leiaute, feito por um designer ou diretor de arte. (MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. pg. 77.)

instrumentos mais elaborados como marcadores coloridos, pastéis, lápis e papéis especiais para construção de uma imagem conhecida como *rendering*⁴.

O rendering pode ser feito manualmente ou com o recurso da computação gráfica utilizando softwares bidimensionais que trabalhem com vetores ou bitmaps. O que deve ser considerado nessas duas diferentes formas é o tempo de execução para cada ilustração e a limitação de perspectivas diferentes possíveis de observar.

A figura abaixo é um exemplo de renderização por meio de vetores produzido no software Corel Draw versão 4 levando aproximadamente 8 horas de construção.



Figura 5: Estudos para aparelho de som da empresa Philco, 1995.

Fonte: Ilustração do próprio autor.

Esses desenhos são produzidos manualmente, gerando uma demanda de tempo, material e trabalho intenso, pois o princípio da representação é imagem por imagem como podemos verificar nas figuras 3, 4, 5, 6 e 7, diferentemente do que acontece no conceito de representação digital tridimensional – 3D.



Figura 6: Designer ilustrando proposta de design de TV. Fonte: Industrial Design Workshop 2 – The Creative Process Behind Product Design – Japan: Meisei Publications, 1994. Pg. 49.

⁴ Rendering: Dp. [Ingl.] Desenho de apresentação final do projeto, contendo perspectiva, com cores e volumes definidos. Pode ser feito com técnicas manuais ou programas de computação gráfica que permite a visualização em três dimensões. (MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. pg. 76.)

A figura 6 mostra outra técnica de rendering através do uso de marcadores, lápis, pastéis e papéis especiais, dependendo do efeito visual que se quer produzir na imagem.

A desvantagem dessa técnica, em relação à computação gráfica bidimensional, está no risco de erro ou arrependimento de algum efeito produzido na imagem. Se isso ocorrer no processo digital podemos recorrer ao comando *desfazer*, voltando algumas etapas da execução.

Essa possibilidade não existe no processo manual. Caso o designer queira modificar algum detalhe na ilustração, poderá deixar o desenho marcado, caso contrário deverá utilizar o recurso da colagem, onde ele redesenha uma parte do objeto ou produto em outra folha aplicando os efeitos necessários, colando-o posteriormente sobre a área a ser alterada.

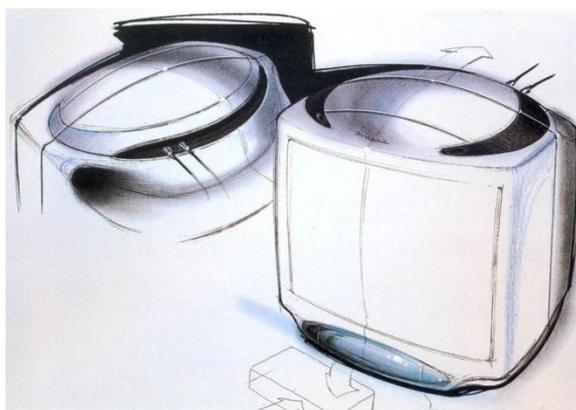


Figura 7: Sketches de propostas para design de TV.

Fonte: Industrial Design Workshop 2 – The Creative Process Behind Product Design – Japan: Meisei Publications, 1994. Pg. 48.

A imagem abaixo ilustra a técnica de renderização por meio manual acrescido do uso de aerógrafo.



Figura 8: Estudos para aparelho de TV da empresa Philco, 1995. A técnica utilizada nesse processo envolveu o uso de vários instrumentos como réguas, marcadores, lápis, papel especial e para completar o efeito aplicação de guache através de aerógrafo. Fonte: Ilustração do próprio autor.

Processo Digital

Como pudemos observar, as características do processo de ilustração manual requer uma dedicação e compreensão dos efeitos de luz, sombra, brilho e reflexo que devem ser atribuídos ao produto. Essa percepção que o designer deve ter sobre o objeto faz com que ele desenvolva essa habilidade e principalmente a visão espacial tridimensional.

No processo digital essas informações atribuídas ao produto acontecem através dos cálculos matemáticos realizados pelo computador, fazendo surgir o efeito desejado a partir de algumas definições de parâmetros que desejamos aplicar. Essa facilidade torna o processo mais rápido em alguns aspectos. Engana-se quem acredita que o designer não precisa mais conhecer as técnicas ou ter habilidade no que tange os efeitos de iluminação, materialidade e textura dos objetos para gerar imagens com qualidade foto-realística.

De certa forma o designer necessita definir esses parâmetros nos softwares para que os resultados sejam aqueles esperados, caso contrário o software não irá gerar a imagem com as definições corretas.

Para falarmos um pouco das características e qualidades que os recursos da computação gráfica oferecem, enquanto ferramenta de trabalho para os designers, é importante pontuarmos os aspectos que o diferem do processo manual.

Falamos sobre a velocidade que o processo manual permite o registro de uma ideia, mas também pudemos verificar a repetibilidade do processo para a geração de várias outras imagens para mostrar outras perspectivas ou detalhes do objeto.

No caso dos softwares de criação para arquitetos, designers e engenheiros, como os já mencionados software de modelamento tridimensional Solid Works, Alias, Rhinoceros, 3D Max ou AutoCad, o processo de se representar o objeto tem uma velocidade diferente, demandando mais tempo. Isso ocorre devido às centenas de comandos existentes para modelamento dessa geometria, somada as diferentes formas de pensar o processo de construção do produto, enquanto o processo manual apresenta uma dezena de variações de instrumentais como diferentes lápis, canetas, marcadores, pastéis, papéis entre outros, o processo digital tridimensional trabalha em diferentes princípios de construção.

As ideias são geradas a partir de modelos matemáticos que permitem uma visualização tridimensional do objeto, possibilitando outra maneira de percepção da forma. Esse processo permite também estudarmos o objeto utilizando vários parâmetros de análise relacionados aos processos de produção do produto, como: volume, ângulos de saída, materiais, texturas, etc.

Algumas características dos softwares de modelamento tridimensional tornam essa ferramenta indispensável para o desenvolvimento de novos produtos, principalmente no quesito velocidade e análise dos resultados. Mas não são todos os softwares que possibilitam essas análises de superfícies. Alguns softwares são direcionados para construção e análise das superfícies, outros são criados para produção de imagens foto-realística ou para geração de animação 3D.

Com tantas opções de ferramentas existentes nesse mercado, é importante que o designer saiba escolher o software que melhor irá atender as necessidades naquele momento.

Este estudo não tem o objetivo de analisar os softwares e sim gerar um pensamento a respeito dos diferentes processos de representação, entretanto, existem características importantes em cada software mencionado anteriormente. Hoje a principal diferença está na característica de construção da geometria baseada na parametrização⁵ como, por exemplo, o que acontece com softwares de engenharia como o Solid Works, o Pro-Engineer entre outros.

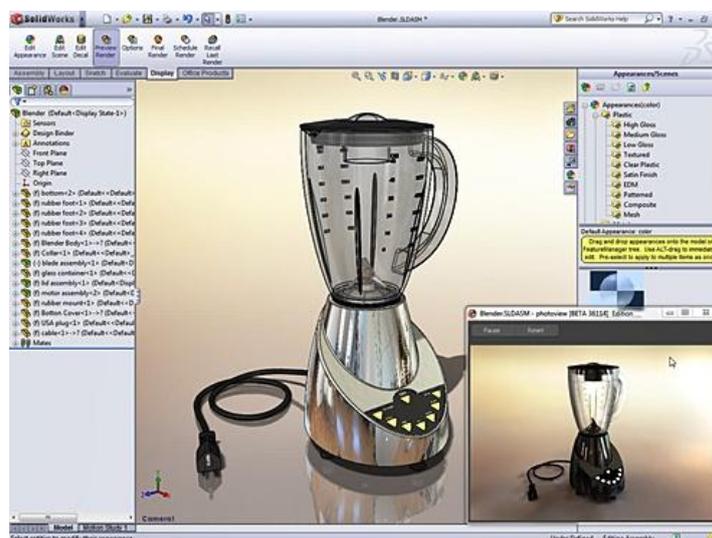


Figura 9: Software Solid Works 2011.

Fonte: http://www.tenlinks.com/news/PR/solidworks/090110_v2011_unveiled.htm. Acesso em 09 Jun 2011.



Figura 10: Redutor de ruídos para secadores de cabelos – modelo 3D desenvolvido no software Rhinoceros e renderizado no software Key Shot, 2009.

Fonte: Ilustração do próprio autor.

Alguns softwares são especializados em gerar a imagem com definição foto-realística, como é o caso do Alias, o 3D Studio Max e o Key Shot, entre outros. As figuras 10 e 11 mostram os resultados dessas ferramentas que possibilitam a representação dos materiais e texturas,

⁵ A parametrização possibilita ao designer desenvolver uma construção geométrica baseada em parâmetros de coordenadas que facilitam a modificação da construção em algumas fases anteriores sem a necessidade de reconstrução de todas as etapas subsequentes.

representando exatamente como será o produto após a sua fabricação. Esse tipo de imagem facilita muito o processo de aprovação do projeto por parte do cliente, pois é possível enxergarmos o produto como se ele realmente existisse.



Figura 11: Suporte para caixa de sabão em pó – modelo 3D desenvolvido no software Rhinoceros e renderizado no software Key Shot, 2008. Fonte: Ilustração do próprio autor.

Essa característica de imagem modificou um pouco o processo de desenvolvimento de produto, que anteriormente necessitava da confecção de um mock-up⁶ para visualização dos aspectos físicos, pois as imagens geradas por meio do processo manual não apresentavam resultados com essa definição.

Além de todos esses recursos de geração de imagens fotos-realísticas, de possibilidades de análises do objeto e superfícies no que diz respeito aos possíveis processos de fabricação, o uso dos softwares para o desenvolvimento do design de produto, acelera também o processo de confecção de protótipos⁷ permitindo a visualização dimensional do produto e a realização de ensaios funcionais.

Prototipagem Rápida

No caso dos softwares de modelamento tridimensionais, os protótipos que ele permite gerar são confeccionados através do processo conhecido como prototipagem rápida⁸. Essas prototipagens utilizam algumas diferentes tecnologias:

⁶ Mock-up: Dp. [Ingl.] O mesmo que pré-modelo. Representação tridimensional de um produto, geralmente confeccionada em papelão e/ou madeira em escala 1:1, sem detalhamento, utilizada para testes dimensionais em situações simuladas de uso, visando o posterior detalhamento do projeto. (MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. pg. 61.)

⁷ Protótipo: Dp. [Ingl.] Significa "o primeiro de um tipo", usado para testes de funcionamento. Trata-se de exemplar em escala 1:1 com os mesmos materiais que posteriormente poderá ser produzido em série. (MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. pg. 72.)

⁸ Prototipagem Rápida: O termo prototipagem rápida designa um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos diretamente a partir de fontes de dados gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador (C.A.D). Tais métodos são bastante peculiares, uma vez que eles agregam e ligam materiais, camada a camada, de forma a constituir o objeto desejado. Eles oferecem diversas vantagens em muitas aplicações quando comparados aos processos de fabricação clássicos baseados em remoção de material, tais como fresamento ou torneamento. (Antonio Augusto Gorni, 2011.)

- . Estereolitografia (SLA, Stereolithography);
- . Manufatura de Objetos em Lâminas (LOM, Laminated Object Manufacturing);
- . Sinterização Seletiva a Laser (SLS, Selective Laser Sintering);
- . Modelagem por Deposição de Material Fundido (FDM, Fused Deposition Modeling);
- . Cura Sólida na Base (SGC, Solid Ground Curing);
- . Impressão por Jato de Tinta (MJT, Multi Jet Modeling; BPM, Ballistic Particle Manufacturing);
- . Conformação Próxima ao Formato Final via Laser (LENS, Laser Engineered Net Shaping);



Figura 12: Peças produzidas pelo processo de prototipagem rápida utilizando a tecnologia de Sinterização Seletiva a Laser (SLS, Selective Laser Sintering)⁹, 2008. Fonte: Ilustração do próprio autor.

Cada diferente tecnologia dessa prototipagem rápida irá possibilitar algumas formas de utilização específica, como somente a visualização dos aspectos estéticos, os ensaios funcionais, onde a peça poderá ser submetida ao uso prático, a precisão obtida em cada processo também define qual deverá ser a tecnologia escolhida.

O desenvolvimento das tecnologias de prototipagem rápida só foi possível em função do desenvolvimento dos softwares tridimensionais que modificaram a dinâmica do processo de design e engenharia dos objetos.

⁹ Sinterização Seletiva a Laser (SLS, Selective Laser Sintering): Esta técnica, patenteada em 1989, usa um raio de laser para fundir, de forma seletiva, materiais pulverulentos, tais como náilon, elastômeros e metais, num objeto sólido. As peças são construídas sobre uma plataforma a qual está imediatamente abaixo da superfície de um recipiente preenchido com o pó fusível por calor. O raio laser traça a primeira camada, sinterizando o material. A plataforma é ligeiramente abaixada, reaplica-se o pó e o raio laser traça a segunda camada. O processo continua até que a peça esteja terminada. O pó em excesso ajuda a dar suporte ao componente durante sua construção. (Antonio Augusto Gorni, 2011.)

Conclusão

A comparação dessas diferentes fases do processo mostra as relações entre as ferramentas e como elas apresentam diferentes respostas do ponto de vista processual, resultando ou não em diferentes soluções no design dos produtos.

Outros fatores importantes a serem observados são as alterações nos modos de representação de uma ideia – as técnicas de ilustrações; os instrumentos utilizados para essas representações e o tempo despendido na tarefa de representar poucas vistas de projeções ortogonais ou poucas alternativas de solução formal. Hoje, com os recursos existentes, é possível enxergarmos o produto exatamente como aparecerá nas prateleiras das lojas, nas residências ou nos diversos e diferentes ambientes que possa vir a ocupar, sem sequer sair das telas do computador.

Movimentar o produto, mudar de cor, alterar os materiais, definir texturas e ajustar proporções, aceleram de maneira substancial a compreensão e percepção dos benefícios que esse novo produto pode oferecer ao mercado.

Não podemos dizer qual processo é o certo ou o errado, simplesmente são ferramentas diferentes que proporcionam, o em um determinado momento, soluções de projetos adequados ao seu tempo.

O que podemos observar é a transformação do designer no que tange as suas habilidades e a sua nova maneira de pensar o projeto, já que tem em mãos centenas de opções de ferramentas para auxiliá-lo no desenvolvimento de projeto de produto.

A maneira como esses softwares modificaram a forma de projetar, não garante uma solução estética ou funcional melhor que as alcançadas com o processo manual, entretanto, permitem uma melhor análise do processo de fabricação minimizando custos e reduzindo consideravelmente os riscos de erros projetuais.

Referências

DORTS, Kees and Cross, Nigel (2001). **Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution**. Design Studies, 22(5), pp. 425–437.

MELO, Chico Homem. **Os desafios do designer & outros textos sobre design gráfico** - São Paulo: Rosari, 2003. 100p.

CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2008. 276p.

SHIMIZU, Yoshiharu. **Creative Marker Techniques**. Tokyo: Graphic-sha Publishing, 1990. 132p.

MALAGUTI, Cyntia e GOUVÊA, Teresa Cristina Vannucci. **ABC do design**. São Paulo: SEBRAE, 2004. 91p.

PRODUCTS Design Forums. **Alias Sketching Tutorial Draw and render a shaver**. <<http://www.productdesignforums.com/topic/1812-alias-sketching-tutorial/>>. Acesso em: 09 jul. 2011.

GORNI, Antonio Augusto. **Introdução à prototipagem rápida e seus processos**. <<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>>. Acesso em: 10 jul. 2011.