

Design Iterativo: o poder comunicativo dos protótipos

Iterative Design: the communicative power of prototypes

Alcoforado; Manoel Guedes MSc; Universidade Federal de Pernambuco
manoelguedes@hotmail.com

Resumo

A globalização e as novas demandas sociais e culturais, tem pressionado a indústria a produzir mais, melhor e em menos tempo. Com a emergência de novas tecnologias de prototipagem como: a prototipagem virtual e prototipagem rápida, podemos esperar uma maior utilização dos protótipos. Contudo, precisamos estar conscientes da importância da escolha do protótipo adequado a cada fase do processo de design. Esse artigo tem como objetivo classificar os protótipos e orientar a sua utilização, considerando suas características comunicativas. Esperamos assim contribuir com a avaliação e seleção de alternativas, melhorando o processo de design e os produtos gerados a partir dele..

Palavras Chave: protótipo, metodologia, iterativo

Abstract

The globalization and the new social and cultural demands, it has been pressing the industry to produce plus, better and in less time. With the emergency of new prototyping technologies as: the virtual prototyping and rapid prototyping, can expect a larger use of the prototypes. However, we needed to be conscious of the importance of the choice of the appropriate prototype to each phase of the design process. That article has as objective classifies the prototypes and to guide his use, considering their communicative characteristics. We hoped like this to contribute with the evaluation and selection of alternatives, improving the design process and the products generated starting from him.

Keywords: *prototype, methodology, iterative.*

Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design

8 a 11 de outubro de 2008 São Paulo – SP Brasil ISBN 978-85-60186-03-7

©2008 Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil (AEND|Brasil)

Reprodução permitida, para uso sem fins comerciais, desde que seja citada a fonte.

Este documento foi publicado exatamente como fornecido pelo(s) autor(es), o(s) qual(is) se responsabiliza(m) pela totalidade de seu conteúdo.

Introdução

No final do século XVIII o mundo passava por grandes transformações geradas por novas demandas sociais. Essas promoveram a revolução industrial. Nesse período nasceram às bases das relações de trabalho que temos hoje: a sistematização do processo produtivo e posteriormente, entre 1950 e 1960, a sistematização do processo de design, através da metodologia de design, adaptadas aquele contexto. Hoje, com a Globalização e um conjunto de novas demandas sociais, emerge uma nova revolução, a revolução digital. Com ela surgem novas tecnologias, novos processos produtivos e também é de se esperar, novas metodologias de design adaptadas a esse novo contexto.

Nas metodologias de design apresentadas por diversos autores, percebemos a importância dos protótipos dentro do processo de design. Eles permitem aos designers compreender, explorar, comunicar e avaliar as alternativas geradas. Porém, nelas constatamos que o uso do protótipo é deixado para as fases finais do desenvolvimento do projeto, o que pode limitar o designer e demais atores do processo de design na avaliação de aspectos de: usabilidade, funcionalidade e estética. Acreditamos também que a escolha do tipo de protótipo a ser utilizada ocorre de forma intuitiva ou inadequada ao que se pretende comunicar e avaliar em cada fase de design.

Com a emergência de novas tecnologias como: a prototipagem virtual, prototipagem rápida, ferramenta rápida e manufatura rápida, podemos esperar uma maior utilização de protótipos no processo de design. Porém, precisamos estar conscientes da importância da escolha do protótipo adequado a cada fase do processo de design, considerando fatores qualitativos e quantitativos, como: audiência, esforço, tempo e custos envolvidos.

Com o objetivo de aprimorar esse processo, apresentaremos nesse artigo uma classificação ampliada dos tipos de protótipos, dos seus níveis de comunicação e de fidelidade, além das fases, dos estágios e dos propósitos de sua utilização dentro do processo de design.

Para isso organizaremos a artigo nas seguintes sessões:

Sessão 1: O processo de design;

Sessão 2: Conceituando os protótipos;

Sessão 3: Classificação dos protótipos;

Sessão 4: Contribuições e conclusão.

1. O processo de design

Para compreender a importância dos protótipos no processo de design precisamos primeiramente compreender como está estruturado o processo e como ele pode ser inserido nele. Sendo assim, a melhor forma de iniciar seria a partir das metodologias de projeto.

A partir de algumas das metodologias de design mais utilizadas no Brasil, das quais podemos citar: Morris Asimov, 1962; Gui Bonsiepe, 1978; Mike Baxter, 2005; Bernd Loback, 2001; Bernhard Burdek, 2006 e Bruno Munari, 2002, percebemos uma hierarquia comum constituída das seguintes fases: **(1) Fase de Contextualização e Conceitualização** **(2) Fase de desenvolvimento** **(3) Fase de Realização** (Alcoforado, 2007).

Problema

Fase de Contextualização e Conceitualização

Conhecimento do problema, coleta de informações, análise das informações, criação de conceitos, definição de métodos, produção de idéias e de alternativas

Fase de Desenvolvimento

Avaliação, seleção e desenvolvimento das alternativas

Fase de Realização

Fase de detalhamento técnico, protótipo, documentação, implementação

Solução

Se ampliarmos essa visão do desenvolvimento de produtos ao processo industrial, que segundo Rozenfeld (2006) podem ser sintetizadas em:

- **Pré-desenvolvimento:** planejamento estratégico dos produtos;
- **Desenvolvimento:** projeto informacional, conceitual, detalhado, preparação para a produção e lançamento do produto;
- **Pós-desenvolvimento :** acompanhamento de mercado, ciclo de vida e descontinuidade dos produtos;

Considerando ainda aspectos referentes a: internacionalização e globalização dos produtos, competitividade e diversidade de produtos, sustentabilidade e ciclo de vida dos produtos, adequação a tecnologias, padrões e normas locais e internacionais, integração e relações homem x homens, produtos x homem e produtos x produtos. Perceberemos que o processo de design vem se tornando uma atividade demasiadamente complexa, o que exigirá do designer uma percepção macro, definida por Dijon de Moraes (2006) como “metaprojeto: o design do design”, que permitam ampliar a visão do design a projetar o próprio projeto.

A partir da percepção de complexidade do processo de desenvolvimento de produtos e das novas demandas sociais, culturais e industriais, novos modelos e metodologias foram surgindo como: Engenharia simultânea, Modelo de funil de desenvolvimento (de Clack e Whelwright), *Stage Gates* (Cooper), LEAN, *Six Sigmas*, Modelo de Maturidade (CMMI), e passaram a ser aplicados no desenvolvimento de produtos pela indústria.

Em todos esses modelos, metodologias e métodos apresentados percebemos a importância da análise dos produtos através de processos iterativos que compartilham do conceito de Planejar, fazer, checar e agir (PDCA:*Plan-do-check-action*), através do que chamamos de “ciclos iterativos” *ciclos repetidos que ocorrem entre as etapas de design e avaliação que geram uma mudança ou reavaliação do objetivo de design ou confirmam o desdobramento do objetivo inicial.* (Alcoforado, 2007), onde os protótipos passaram a ser a alternativa mais empregada para a realização de análises: Análise de usabilidade, análise física, análise morfológica, análise estrutural, análise funcional, análise estética, análise de mercado, análise conceitual, bem como para favorecer a implementação do conceito de engenharia simultânea, servindo de ponte entre o design e os demais setores de engenharia, produção e marketing.

Em paralelo e a partir dessa crescente necessidade de avaliar os produtos em ciclos iterativos, surge uma maior necessidade de desenvolvimento de versões iterativas dos projetos que tomam forma através dos protótipos. Por essas razões novas tecnologias

surgiram com intuito de atender as novas demandas das indústrias e dos escritórios e profissionais de design, dentre as quais podemos citar: (1) Prototipagem virtual, (2) prototipagem rápida, (3) manufatura rápida, (4) ferramenta rápida e (5) engenharia reversa.

Contudo, seria agora necessário compreender as possibilidades abertas por essas novas tecnologias e verificar a melhor forma para a sua inserção dentro do processo de design, considerando as características de cada fase, os propósitos e estágios de design, o potencial comunicativo de cada tipo de protótipo e os diversos níveis de fidelidade, com intuito de tornar o processo de desenvolvimento de produtos mais ágil e eficiente. Para isso, apresentaremos na sessão a seguir uma classificação dos protótipos, considerando os aspectos anteriormente tratados.

2. Conceituando os protótipos

O termo protótipo possui significados diferenciados de acordo com a área profissional. Para um designer de produto, pode ser a configuração do produto em sua escala real com o mesmo material, acabamento e funcionalidade. Animadores podem chamar seus *storyboards* de protótipos de seus filmes ou vinhetas. Designers de interface podem utilizar o termo para simular digitalmente a sua tela. Programadores chamam os testes dos programas de protótipos. Desenvolvedores de software consideram protótipos pré-release dos softwares desenvolvidos. Engenheiros de produção podem utilizar o termo para o primeiro produto fabricado em uma linha de produção.

A partir da visão ampliada que o protótipo seria “uma aproximação do produto, do sistema ou de seus componentes de alguma forma para o claro propósito de implementação” (Kai, Fai e Chu-sing ,2003) e ainda considerando que eles podem ser baseados no desenho de uma tela, feito em papel, imagem eletrônica, simulação de vídeo de uma tarefa, um mockup de papel ou cartão ou uma peça moldada em metal. (Rogers, Sharp e Preece, 2002), podemos definir o protótipo, de forma a cobrir todo o seu significado, como sendo “**Artefato físico ou digital desenvolvido para compreender, explorar, avaliar e comunicar um ou mais atributos do produto que está sendo desenvolvido.** (Alcoforado, 2007).

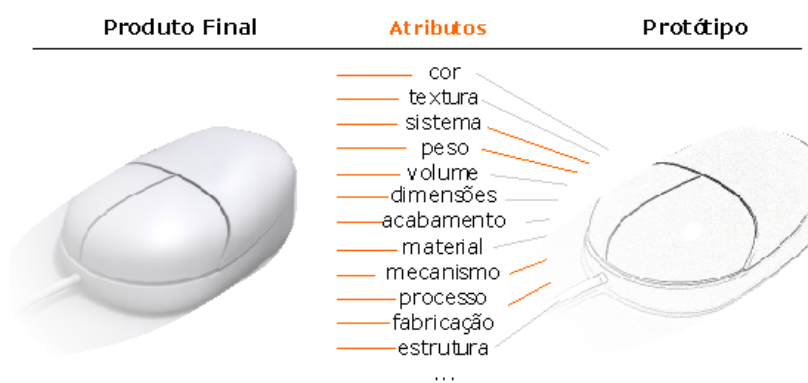


Figura 1: ilustrando o conceito de protótipos

Os protótipos agora poderiam ser mais que o sentido literal “o primeiro de um tipo” ou o sentido preciso de Baxter (1988) “representação física de um produto que será produzido

industrialmente”, ou ainda o sentido tradicional que considerava apenas como sendo uma versão em escala natural 1:1, incluindo todas as características físicas e funcionais do produto final. Passando a ser tratado como sendo o produto de uma atividade denominada de prototipagem (*prototyping*), cujo os níveis de aproximação do produto passam a ser tratado por diversos autores como “níveis de fidelidade” (Snyder, 2003; Ullman,2003; Hold and Hill,2004; Rogers, Sharp e Preece, 2003; Righetti, 2005). Sendo assim, os protótipos podem ser classificados em (1)**alta**, (2)**média** e (3)**baixa fidelidade**, de acordo com o seu potencial comunicativo, no que se refere a características de usabilidade, funcionalidade e estética e ainda com a sua adequação as fases de design ((1)contextualização e conceitualização, (2)desenvolvimento e (3)realização).

Greenberger (1998), descreve que existem 3 dimensões dos protótipos (1) **verticais**, (2) **horizontais** e de (3) **cenário**. Os verticais(1) são aqueles onde se reduz a quantidade de característica que se quer prototipar porém, as reproduz em alta fidelidade. Dessa forma, os usuários poderão realizar tarefas reais com algumas das características funcionais reproduzidas. Os Horizontais(2) reduzem o nível de funcionalidade das características, mas desenvolvem um sistema completo, embora limitado funcionalmente ou seja, com baixo nível de fidelidade. Assim, usuários poderão conhecer o sistema como um todo, porém eles não poderão desempenhar tarefas funcionais reais, pois elas estarão limitadas. Nos de cenário(3) reduzimos ambos atributos, funcionalidade e quantidade de características. Esse modo de protótipo tem como intenção uma análise de caminho ou procedimentos que deverão ser diagnosticados em uma fase inicial de design ou para avaliar decisões preliminares de forma rápida e barata, servindo apenas como *feedback* superficial ou contextual com usuários.

3. Classificação dos protótipos

Para criar uma classificação dos protótipos que facilite compreender qual o protótipos mais adequado a cada fase e necessidade do processo de design, precisamos compreender primeiramente aspectos referentes aos : (1) **tipos de protótipos** (2) **áreas de aplicação dos protótipos** (3) **os estágios dos protótipos** (4) **níveis de comunicação dos protótipos**.

(1) tipos de protótipos

1.1 Sketchs

O Sketch é definido como o desenho “a mão livre” normalmente feito fora de escala natural e que podem conter anotações rápidas para representar o objeto e suas funções. O sketch é um processo fluído de representação de idéias, que fornecem informações importantes para a estruturação do pensamento e que dificilmente poderiam ser estruturadas apenas pela memória de curta duração (Ullman, 2003).

1.2 Storyboard

Podemos chamar de *storyboard*, uma seqüência de quadros que ilustram o funcionamento de um sistema em resposta aos procedimentos ou ações do usuário. Para Gill (2005), o storyboard permite o design compreender o contexto, habilita a comunicação com os demais atores e um diálogo útil com usuários potenciais do produto, facilitando a validação de seus requerimentos.

1.3 Protótipo de papel

Através dos protótipos de papel podemos reproduzir uma versão interativa do design de nossa interface a partir de materiais simples de escritório como: lápis, papel, post it, cola,... simulando botões, caixa de checagem, quadros de diálogos, campos de texto, listas de menus *drop down*,... Para Snyder (2003), o protótipo de papel é uma variação dos testes de usabilidade onde usuários representativos desenvolvem tarefas reais através de um processo interativo com uma versão em papel das interfaces.

1.4 Rendering

Podemos chamar de *rendering* as representações visuais estáticas realísticas ou bem aproximadas de um produto ou sistema final, produzida de forma manual, pelo método tradicional através de pintura, aerógrafo,... ou digital, através de softwares específicos.

1.5 Animação

Podemos definir a animação como sendo uma seqüência de imagens, exibidas em movimento contínuo. Para Forti (2005), a animação é uma importante ferramenta para avaliação do design do produto. Através delas podemos testar encaixes, montagens e até mesmo o funcionamento mecânico das peças, o que permite avaliar as possíveis modificações em seu design. Entre as técnicas mais conhecidas de animação estão: *Stop motion*, Rostoscopia, animação tradicional e animação 3D.

1.6 Modelo

Podemos definir modelo como sendo qualquer estado físico de um produto realizado em escala de ampliação ou de redução, no mesmo material do produto final ou em material alternativo, com ou sem recursos funcionais. Normalmente se diferencia dos protótipos (de alta fidelidade) pela escala, e em alguns casos, por usar material diferentes do produto final e apenas alguns elementos funcionais. Hoje modelos podem ser realizados de forma tradicional (modelagem manuais) ou por sistemas de controle numérico como a prototipagem rápida.

1.7 Façades ou Ferramentas Informais

Os autores se referem a essas ferramentas de diversas formas: ferramentas de prototipagem rápida (Sinha, 2001), ferramentas informais (Landay e Myers, 2001) e ferramentas *façades* (Righetti, 2006 e Newman et al, 2003). Para Righetti, 2006 elas são ferramentas que estão capacitadas à construir uma tela de interface do usuário (UI) aproveitando as vantagens presentes em um protótipo feito com papel e lápis e uma interatividade básica presente em um protótipo executável, ou seja, capaz de responder a inputs, como o clique de um botão. Entre as ferramentas mais conhecidas estão: SILK, Denim, SUEDE, QUILL, Damash, SATIN,... Elas podem ter um comportamento (1) Evolucionário (quando pode evoluir até o sistema final), e (2) não-evolucionário (quando é utilizado para gerar dados para o desenvolvimento de um sistema final em outro ambiente).

1.8 Wizard Of OZ

Esse método é utilizado para testar um sistema que ainda não existe. Dessa forma, o sistema pode ser avaliado antes da realização de sua implementação final. Os dados desse processo interativo são coletados através gravadores de dados, de vídeo e áudio e posteriormente analisados através de ferramentas específicas. Sendo assim, é possível avaliar

diversos aspectos como: quantidade de erros, inconsistências, semântica, necessidade de atalhos, novas funções....

1.9 Protótipo Virtual

Podemos definir protótipo virtual, como sendo toda modelagem imaterial ou simulação, feitas em meio digital computadorizado, de um produto ou sistema. Para Medland (1995) O objetivo dos protótipos virtuais não seriam apenas para fornecer informações visuais e de montagem, mais também poderem ser usados para avaliações funcionais. A análise desses aspectos podem ser facilitados pelo uso de ferramentas de CAD, CAE e CAM. Podemos classificá-los em: (1) **apreciativos**: quando os usuários realizam interações não naturais com os protótipos virtuais. Ex: controle de objetos virtuais com auxílio de mouse, caneta,..) e (2) **Imersivos**: quando os usuários podem realizar interações naturais (simuladas), facilitadas por ferramentas de realidade virtual (luvas, vídeo-capacetes,...).

1.10 Mockup

O termo “mockup” tem sido usado para 2 situações e aplicações diferenciadas do design: (1) físico (para desenvolvimento de produtos) (2) digital (para desenvolvimento de interfaces e softwares). Tradicionalmente temos definido (1) mockup físico como sendo, qualquer estado volumétrico de um produto na escala natural (1:1) realizado com materiais alternativos, ou seja, diferentes dos que serão utilizados no produto final (Backx,1994). Porém, com o surgimento da prototipagem rápida eles agora podem ser desenvolvidos com mesmo material do produto final porém, continuam a ter funcionalidade limitada. Já o (2) mockup digital seria qualquer tipo aproximado de representação de uma interface, de um software ou de um game, realizado através de ferramentas computacionais como (Power point, Flash, Delphi,...), com ou sem recursos funcionais, para realizar avaliações preliminares antes da estruturação de um protótipo (de alta fidelidade) totalmente funcional do sistema.

1.11 protótipo (de alta fidelidade)

São os protótipos que reproduzem todas as características do produto do design em um alto nível de fidelidade. Podemos tratar como protótipos não apenas como os protótipos de produtos definidos por Baxter (1998) e Backx (1994), modelos físicos feitos na escala natural 1:1 no mesmo material do produto final, mas também um produto final de interfaces e projetos gráficos. Para Gebhardt (2003) os protótipos são amostras bem aproximadas ou se necessário exatas, que só se diferenciam do produto em série pelo processo de produção, quando nesse caso passaria a ser tratado com piloto.

1.12 Piloto

Tradicionalmente temos definido piloto como, a primeira amostra de produção de um produto que será fabricado em série, relacionando isso a uma grande quantidade de exemplares produzidos em uma linha de produção. Porém, com as novas tecnologias de manufatura rápida, esse conceito deve ser ampliado, pois além da possibilidade de fabricação de um baixo volume de exemplares de um produto, já previsto para essa tecnologia, vem se tornando viável produzir produtos em médio e alto volume.

(2) áreas de aplicação dos protótipos

Baseado nos exemplos encontrados através de nosso estudo, no que se refere a utilização de protótipos, definimos a sua aplicação em 3 áreas principais de atuação do design, da seguinte forma:

tipos	Produto	Gráfico	Digital
sketch			
storyboard			
protótipo de papel			
mockup físico (baixa fidelidade)			
rendering			
animação			
modelo			
façade (não evolucionário)			
façade (evolucionário)			
wizard of oz			
protótipo virtual apreciativo			
mockup digital			
mockup físico (media fidelidade)			
protótipo virtual imersivo			
protótipo de alta fidelidade			
piloto			

(3) os estágios protótipos

Budde et al (1992) define que protótipos podem ser caracterizados através de estágios de desenvolvimento. Cada estágio auxilia o designer a esclarecer os requerimentos definidos do projeto. Ele define então 3 estágios dos protótipos:

- **Protótipo exploratório** > Deve ser usado quando o problema não está claro suficiente para definirmos caminhos para o desenvolvimento de soluções projetuais ou requerimentos do futuro produto e sistema.
- **Protótipo experimental** > Essa forma de protótipo é destinado à implementação técnica como centro de desenvolvimento do produto. O caráter experimental e deve permitir que as idéias possam ser traduzidas em características do produto ou sistema.
- **Protótipo evolucionário** > Nessa etapa, os protótipos deixam de ser instrumentos de desenvolvimento de características isoladas do projeto, passando a ser um processo de evolução contínua até que se alcance o nível de evolução adequada.

A partir das características das fases de design (sessão1), dos níveis de fidelidade dos protótipos (sessão 2) e dos estágios apresentados anteriormente, podemos criar a seguinte relação:

Nível de fidelidade	Fases do processo de design	Tipos de protótipos	Estágio dos protótipo		
Protótipo de Baixa Fidelidade	contextualização e Conceitualização	Sketch	Exploratório		
		storyboard			
		Protótipo de papel			
		Mockup físico (baixa fidelidade)			
Protótipo de Média Fidelidade	Desenvolvimento	Rendering		experimental	
		Animação			
		modelo			
		Façade (não evolucionário)			
		Façade (evolucionário)			
		Wizard of OZ			
		Mockup digital			
		Protótipo virtual apreciativo			
Protótipo de Alta Fidelidade	Realização	Mockup físico (média fidelidade)		evolucionário	
		Protótipo virtual imersivo			
		Protótipo (alta fidelidade)			
		Piloto			

4) níveis de comunicação dos protótipos

A partir da classificação proposta pela German Association of Industrial Designers and Stylists (VDID – *Verband der Deutschen Industrie Designer*) e German Counsel for Styling, que divide a classificação dos protótipos em modelo proporcional, modelo ergonômico, modelo de estética e modelagem, modelo funcional, protótipo e piloto (“alta fidelidade”) e dos modelos de Holde e Hill (2004) que cria 3 classes de avaliação do design *Role* (uso), *implementation* (funções técnicas) e *look and feel* (questões estético-simbólicas), observamos que existem fundamentalmente 3 níveis de comunicação a serem avaliados através dos protótipos. São eles:

- **questões de usabilidade** > É a interface entre o produto e usuário sobre o aspecto do uso, dando o senso de interações, usabilidade, proporções,.. Possui relação direta com o contexto de uso e com os procedimentos realizados por usuários na execução de uma tarefa.
- **questões funcionais** > habilita o design a operar com mecanismos, elementos funcionais e a avaliar as novas tecnologias dos produtos. Tem relação direta com o sistema e suas características técnicas, tecnológicas e funcionais.
- **questões estéticas** > Permite comunicar a aparência do design. A imagem concreta de como será o produto. Com ele desejamos verificar as sensações referentes ao olhar e ao sentir, aspectos relacionados ao emocional da interação.

A partir da análise de estudos teóricos e práticos realizado por diversos autores especialistas (apresentado em nossa pesquisa: comunicação intermediada por protótipos), observamos a forma de utilização dos protótipos relacionando-os com cada um dos níveis de comunicação anteriores. Aplicando a técnica de análise do discurso, verificamos para que finalidade comunicativa cada tipo de protótipo estava sendo utilizado dentro do processo de design, conforme exemplo a seguir:

Para Daí et Al (2005) **Prototipagem virtual é o processo de desenvolvimento de produtos através do estudo das reproduções formais e funcionais do produto no computador (estética e funcionalidade)**. Através dessa tecnologia os atores envolvidos no projeto podem realizar avaliações e aperfeiçoar características estéticas e funcionais do produto.

Os dados foram tratados estatisticamente, por média com proporcionalidade e pesos (considerando a quantidade de vezes que foi relacionado com um nível comunicativo por cada autor). A partir desses dados estruturamos o gráfico apresentado na figura 2, que auxilia a visualizar e compreender o posicionamento de cada tipo de protótipo em relação aos 3 níveis de comunicação apresentados.

- 1 Sketch
- 2 Storyboard
- 3 Protótipo de papel
- 4 Rendering
- 5 Animação
- 6 Modelo
- 7 Façade
- 8 Wizard of Oz
- 9 Protótipo virtual apreciativo
- 10 Protótipo virtual imersivo
- 11 Mockup Físico
- 12 Mockup digital
- 13 Protótipo de alta fidelidade
- 14 Piloto

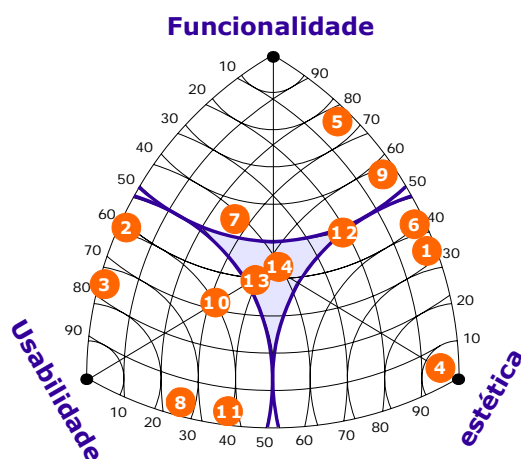


Figura 2: relação dos protótipos com os níveis de comunicação

No gráfico a maior proximidade dos pólos indica um maior atendimento do protótipo a um determinado nível de comunicação. Uma maior proximidade do ponto médio da curva que liga os 2 pólos, representa uma maior integração entre os níveis de comunicação conectados, e uma maior aproximação do centro, uma maior integração com todos os pólos, ou seja, protótipos que permitem avaliar os 3 níveis de comunicação.

4. Contribuições e conclusão

Acreditamos que da mesma forma que uma criança precisa interagir com o mundo para aprender e evoluir, o design precisa dos protótipos, ou seja, de versões interativas do projeto, para poder se relacionar com o mundo e também poder evoluir.

Através do nosso estudo, constatamos a importância dos ciclos iterativos na atividade projetual e importância dos protótipos nesse processo. Ao ampliarmos o conceito de protótipos acreditamos ampliar a percepção das possibilidades de aplicação no processo de design, antes muitas vezes restritas apenas a fase final dos projetos, que limitava a obtenção de dados importantes para a continuidade do projeto.

O nosso estudo apresenta as diferentes características comunicativas dos protótipo. Ao relacioná-las com os níveis de fidelidades e estágios de design, ampliamos a visão para o fato que existem protótipos mais adequados a cada uma das fase do processo de design. Sendo assim, esse estudo possibilitará, diante das novas tecnologias de prototipagem, conduzir o designer na escolha do protótipo mais adequado ao que se pretende compreender, avaliar, explorar e comunicar, contribuindo para uma melhor avaliação e seleção de alternativas, o que e possibilitará melhorar o processo de design e os produtos gerados a partir dele.

Referências

ALCOFORADO, Manoel Guedes. **Comunicação Intermediada por Protótipos**. Dissertação de mestrado. Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, 2007.

ASIMOV, Morris. **Introduction to Design**. Prentice-Hall, New Jersey, 1962

BACKX, Hugo Borges, O modelo no projeto de produto: uma proposta para classificação de modelos tridimensionais. **Estudos em Design**, v.2, n.1, p. 81-86, julho, 1994.

BAXTER, Mike. **Projeto do produto: Guia Prático para o desenvolvimento de novos produtos**. Tradução de Itiro Iida. São Paulo: Edgard Blucher,1998

BERNHARD, Burdek. **História, teoria e prática do design de produtos**. Tradução Freddy Van Camp. São Paulo: Edgard Blucher, 2006

BONSIEPE, Gui. **Teoria y práctica del diseño industrial**. Barcelona: Gustavo Gli, 1978.

BUDDE, R; KAUTZ, K; KUHLENKAMP, K; H.Zullighoven **Prototyping: an approach to evolutionary system development**. Berlin: Springer, 1992.

FORTI, Fábio Siqueira D'Alessandri Forti. **Uma avaliação do Ensino de prototipagem virtual nas graduações de Design de produto no estado do Rio de Janeiro**. Dissertação. COPPE/UFRJ – Engenharia Civil, 2005

GEBHARDT, Andreas. **Rapid Prototyping**. Ohio: Hanser, 2003.

GILL, Steve; et al. How to design and prototype an information appliance in 24 hour – integrating product & Interface design processes. from the **Proceedings of The 6th international conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design**, Delft University of Technology, May 29 - June 1, 2005

GREENBERGER, Saul. **Prototyping for Design and Evaluation**. CPSC. California, 1998.

HOUDE, Stephanie; HILL, Charles. **What do Prototypes Prototype?** Cupertino: Apple Computer, Inc, 2004.

KAI, Chua Chee; FAI, Leong Kah; CHU-SING, Lim. **Rapid Prototyping: Principles and Applications**. 2nd edition. Singapore: World Scientific, 2003

LANDAY, J. A., and MYERS, B. A. Sketching Interfaces: toward more human interface design. **IEEE Computer**. v.34, n.3, p. 56-64, 2001.

LOBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para configuração dos produtos industriais**. Tradução de Freddy Van Camp. São Paulo: Edgard Blucher, 2001

MEDLAND, Tony. An Engineering Designer's view of virtual engineering and rapid prototyping. **world class design to manufacture**. MCB university press. v.2, n 3, p.41-44, 1995.

MOGGRIDGE, Bill. **Designing Interactions**. Mit Press, 2006

MORAES, Dijon. **Metaprojeto: o Design do Design**. 7º Congresso de pesquisa e desenvolvimento em design P&D. Curitiba, 2006.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

NEWMAN, M.W.; LIN, J.; HONG, J.I.; LANDAY, J.A. "DENIM: An Informal Web Site Design Tool Inspired by Observations of Practice." **Human-Computer Interaction Journal**. v.18, n.3, p. 259-324, 2003.

RIGHETTI, Xavier. **Study of prototyping tools for user interface design**. Tese de doutorado. Geneva: University of Geneva, 2005

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jenny. **Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction**. New Delphi: Wiley India, 2002

ROZENFELD, ... et al. **Gestão do desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006

SINHA, Anoop K. et al. SUEDE: Iterative, Informal Prototyping for Speech Interfaces. Video poster in **Human Factors in Computer Systems: CHI 2001 Conference Extended Abstracts**, Seattle, p. 203-204, 2001.

SNYDER, Carolyn. **Paper Prototyping: The fast and easy way to define user interfaces**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. 3a Edição. New York : McGraw-Hill,2003.