

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação  
Laboratório de Linguagens de Programação

**Um modelo fractal de comunicação aplicado ao  
design de interfaces**

**por**

**Juliana Pereira Salles  
Roberto da Silva Bigonha  
M. Cecília Calani Baranauskas  
RT LPP 008/2000**

Caixa Postal, 702  
30.161-970 – Belo Horizonte  
Minas Gerais - Brasil  
Março de 2000

# Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2 As abordagens semióticas e o design de interfaces .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Um novo modelo de comunicação .....</b>	<b>6</b>
3.1 Modelo Westley e MacLehan e o processo de design.....	7
3.2 O aspecto fractal do processo de design.....	10
3.3 O modelo fractal de comunicação .....	11
<b>4 Elementos para conclusão do modelo fractal de comunicação .....</b>	<b>16</b>
<b>5 Conclusões .....</b>	<b>17</b>

# 1 Introdução

Um dos focos prioritários das metodologias de usabilidade correntes é o desempenho individual dos usuários ao interagir com sistemas individuais. Design e avaliação são centrados em atributos relacionados ao tempo e esforço que as pessoas empregam para executar tarefas (i.e., métricas relacionadas a esses atributos foram identificadas e procedimentos para medi-las foram estabelecidos).

Este enfoque é, sem dúvida, importante para o design. É necessário contemplar, no design de interfaces, aspectos cognitivos que a maioria das pessoas compartilham e as metodologias estabelecidas trouxeram grandes avanços neste sentido.

Entretanto, outros aspectos do uso de computadores demandam outros tipos de tratamento. A interação de grupos através de um sistema, por exemplo, é muito mais complexa e requer métodos de design e avaliação mais sofisticados que aqueles utilizados no design de sistemas monousuário. A produtividade da organização, e não apenas de usuários individuais, também é um objetivo importante no design de sistemas interativos e outras métricas e métodos precisam ser estabelecidos para avaliar este atributo.

Um outro aspecto relevante é a flexibilidade da interface de sistemas para suporte à atividades criativas. Especialmente nestes casos, várias possibilidades de uso podem surgir em função das necessidades específicas de cada usuário. Isto significa que o design dos objetos não deve apenas comunicar funcionalidade, mas principalmente, “deve prover os recursos necessários para que as pessoas percebam e construam, elas mesmas, usabilidade” (Rheinfrank *et al.*, 1991). Neste contexto, a comunicabilidade da interface assume uma dimensão fundamental.

Assim, neste trabalho, a comunicação é uma dimensão de usabilidade. Um aspecto desta comunicação é o diálogo entre designers e usuários. Como Adler e Winograd (1991) colocam, “este tipo de comunicação é intrínseco a todos os tipos de artefato. Através da sua estrutura e aparência, os objetos expressam mais ou menos efetivamente o que eles são, como eles devem ser usados e como eles se integram ao contexto”. Os usuários interpretam os símbolos que encontram no artefato e no contexto associado para entender o estado de um sistema, as ações que eles podem executar e os resultados dessas ações (Norman, 1986; Norman, 1988).

Esta comunicação melhora à medida em que a possibilidade dos usuários tratarem efetivamente as contingências que inevitavelmente ocorrem em sua rotina de trabalho aumenta.

Para alcançar este objetivo, é importante que os designers tenham um melhor entendimento sobre o diálogo que ocorre entre as várias partes envolvidas, como e quando este diálogo começa e prossegue durante o processo de design.

AS novas metodologias devem suportar as práticas estabelecidas. A iteração é um aspecto intrínseco à atividade de design e sucessivas iterações do ciclo design-avaliação-implementação-modificação devem ocorrer. Por outro lado, uma estratégia de desenvolvimento que permita que os resultados de avaliações resultem em modificações rápidas deve suportar o design iterativo.

Nas próximas seções, a visão de interface como uma mensagem é discutida e um modelo de comunicação que captura os atos de comunicação que ocorrem entre designers, usuários e computadores durante o processo de design é apresentado. Ainda neste capítulo, as próximas atividades deste trabalho são identificadas e um cronograma de execução é apresentado.

## 2 As abordagens semióticas e o design de interfaces

Nas abordagens semióticas, a interface é vista como um ato de comunicação entre os designers e os usuários, utilizando o computador como meio (Nadin, 1988; de Souza, 1993; Andersen, 1997). Subjacente a essas abordagens existe um modelo de comunicação que poderia ser representado pelo diagrama da Figura 1:

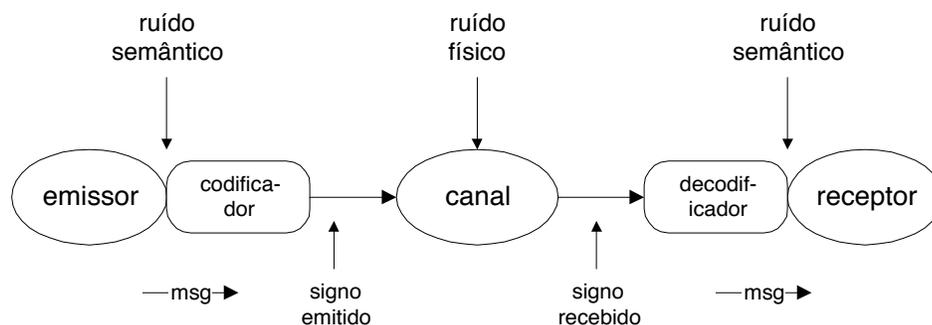


Figura 1: modelo de comunicação

onde:

- uma fonte produz informações;
- um canal físico transporta os signos;
- um receptor recebe a mensagem;
- a transmissão pode sofrer alterações provocadas pelo canal (ruído físico) ou distorções de significado da mensagem (ruídos semânticos), provocadas tanto no processo de codificação (tradução de uma intenção para a forma) quanto no processo de decodificação (o significado atribuído pelo receptor é diferente do significado intencionado pelo emissor).

Os designers estabelecem os limites da comunicação e criam um conjunto de signos que os usuários podem ativar (Andersen, 1997), o que significa que os primeiros são os emissores neste processo de comunicação. Na Engenharia Semiótica (de Souza, 1993), a interface é vista como uma mensagem unidirecional enviada dos designers para os usuários. Segundo esta abordagem, a mensagem é um artefato de metacomunicação, já que não apenas os designers se comunicam com os usuários, mas a própria interface troca mensagens com os últimos. Estes dois níveis de comunicação estão ilustrados no diagrama da Figura 2.

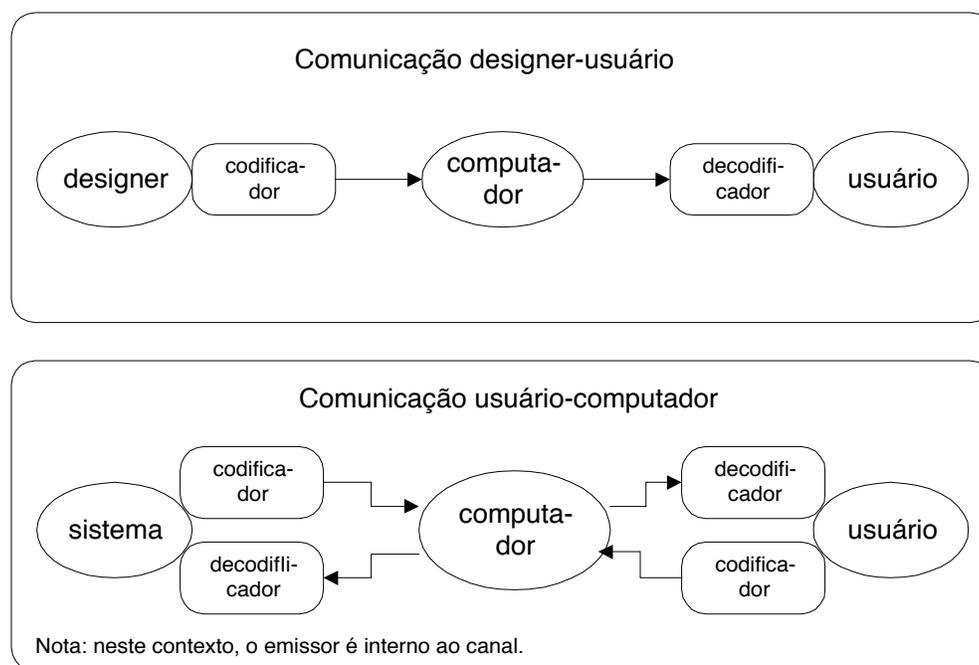


Figura 2: níveis de comunicação na interação usuário-computador

Neste contexto, a interface é um conjunto de signos que são representações que os designers usam para comunicar aos usuários como manipular o sistema para atingir seus objetivos. Grande parte desses signos pertencem ao domínio da aplicação, outros, ao domínio computacional e, finalmente, outros devem ser criados, pois são introduzidos pelo modelo computacional de solução da tarefa. Desta forma, a interação entre designers e usuários para a identificação e definição destes signos é um aspecto fundamental e o modelo anteriores não capturam essas interações.

Nadin aponta que “o designer e o usuário, como parte de uma dada cultura, dividem convenções estabelecidas e participam no estabelecimento de um novo sistema de signos, caso ele se torne necessário” (Nadin, 1988; p. 70). Para estabelecer tais sistemas e focalizar a comunicabilidade de interface, é importante entender as interações que designers e usuários precisam ter durante o processo de design. Nas próximas seções, um modelo de comunicação que representa este diálogo é apresentado.

### 3 Um novo modelo de comunicação

O modelo proposto por Westley e MacLehan em 1957 [Westley e MacLehan, 1957] e descrito em [Coelho Neto, 1996] apresenta um esquema conceitual da comunicação que reflete várias interações entre as entidades envolvidas na comunicação (emissor, receptor, canal). Este modelo está representado graficamente pela Figura 3

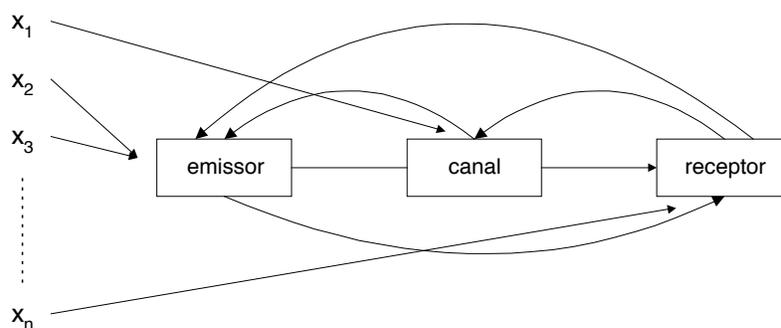


Figura 3: modelo de comunicação de Westley e MacLehan.

onde:

- $x_1, x_2, \dots, x_n$  são as mensagens disponíveis;
- o emissor seleciona e transmite intencionalmente a mensagem;
- o receptor pede e usa informações;
- o canal é um agente a serviço do receptor, destinado a selecionar e transmitir informações para o receptor;
- ocorrem realimentações do receptor para o canal, do receptor para o emissor e do canal para o emissor;
- as mensagens obtidas pelo receptor se enquadram em uma das quatro categorias a seguir:
  - mensagens captadas diretamente pelo receptor;
  - mensagens transmitidas ao receptor através de uma troca direta com o emissor;
  - mensagens transmitidas ao receptor pelo canal;
  - mensagens transmitidas ao receptor pelo emissor através do canal.

Ao contrário do modelo anterior (vide Figura 5.1), neste modelo o receptor tem uma atuação ativa. Ele questiona o emissor e é esta indagação que determina a seleção da mensagem enviada<sup>1</sup>. Por outro lado, existem pontos de realimentação, o que reflete melhor o processo de conversação (pode-se incluir conteúdo à mensagem ou alterar a forma para facilitar o entendimento). Em função dessas características, este modelo é mais adequado para representar as interações entre as partes envolvidas na interação humano-computador, desde as fases iniciais do design até a implantação e uso. Ele comporta o processo dinâmico de criação e estabelecimento de um novo sistema de signos (i.e., a interface) em que designers e usuários interagem. A seguir, o casamento entre o modelo de comunicação Westley e MacLehan e os processos de design é discutido.

### 3.1 Modelo Westley e MacLehan e o processo de design

Dependendo do contexto de desenvolvimento e das características de cada projeto, o processo de desenvolvimento irá variar, mas, tipicamente, apresentará sucessivas iterações do ciclo design-implantação-avaliação com a incorporação dos resultados das avaliações no ciclo seguinte. A Figura 4 ilustra um possível processo de design centrado no conceito de usabilidade, que será usado para exemplificar como o modelo de comunicação Westley e MacLehan comporta os atos de comunicação do processo de design.

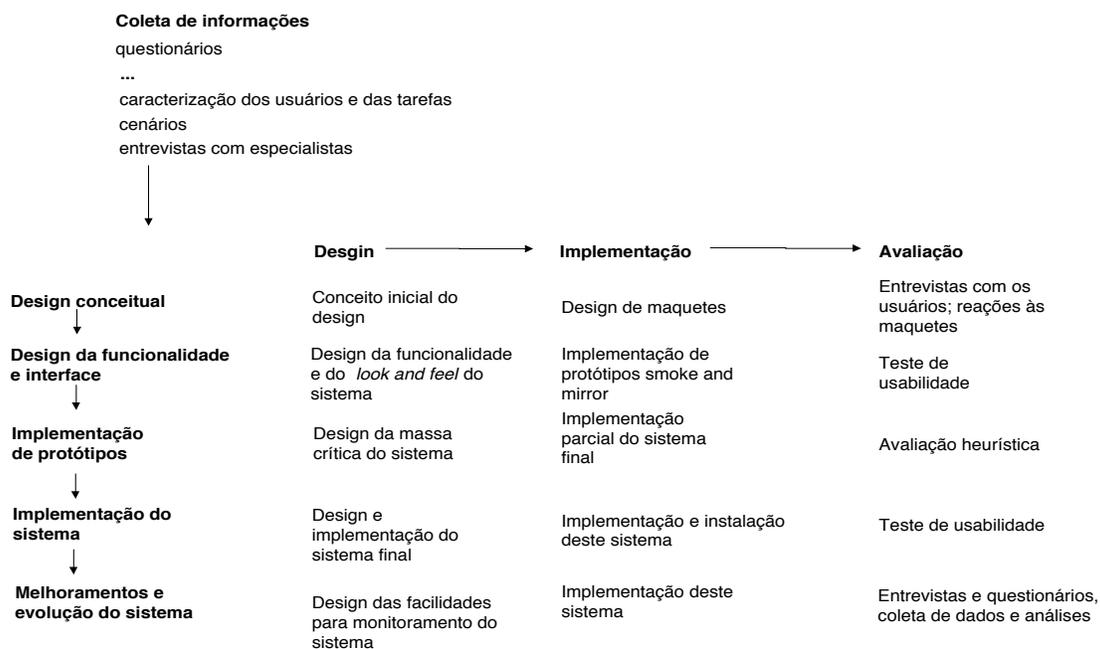


Figura 4: um exemplo de processo de design iterativo com sucessivas fases do ciclo design-implantação-avaliação (extraído da Introdução do Capítulo 2 de [Baecker et al., 1995]).

<sup>1</sup> A indagação inicial não está representada graficamente no modelo. Entretanto, o grafo inclui esta possibilidade no arco que representa a realimentação do receptor para o emissor.

Neste processo, diferentes métodos de IHC são aplicados com a intenção de coletar informações sobre os usuários, suas tarefas e a adequação das estratégias de interação à comunidade de usuários. O objetivo da aplicação destes métodos é que a interface resultante do processo de design seja a melhor possível; é aproximar o “significado intencionado pelos designers do significado interpretado pelos usuários”.

Partindo da visão das abordagens semióticas, de que a interface é uma mensagem enviada pelos designers aos usuários utilizando o computador como canal, o processo de design passa a ser entendido como um processo de conversação para elaboração desta mensagem. Assim, para cada atividade do processo de design há um correspondente no modelo de comunicação Westley e MacLehan, como será visto a seguir utilizando-se como exemplo o processo de design apresentado na Figura 4.

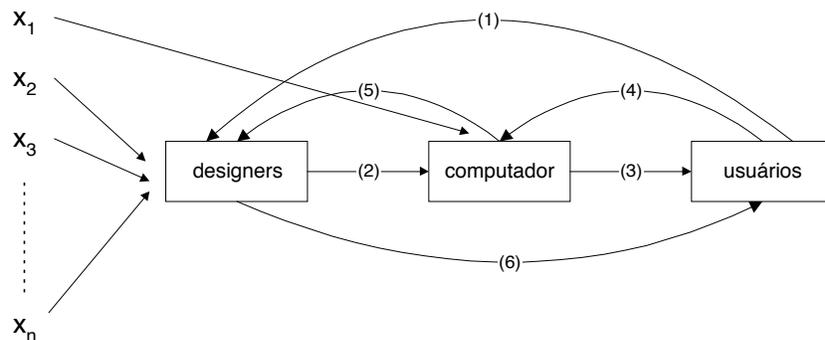


Figura 5: modelo de Westley e MacLehan acomoda os diversos atos de comunicação do processo de design de interfaces

Inicialmente, existe uma demanda por um sistema computacional e é ela que dispara todo o processo de desenvolvimento. No modelo de comunicação, esta demanda está associada à indagação inicial do receptor, que dispara todo o processo de comunicação (representada no diagrama pelo arco (1)). É com base nesta indagação que o emissor seleciona conteúdo e forma para a mensagem. Por outro lado, é com base na demanda que os designers e o restante da equipe de desenvolvimento formam a primeira idéia sobre o sistema.

A seguir, inicia-se uma fase de coleta de informações. Em um diálogo, em função do entendimento que o emissor tem sobre o receptor, ele pode alterar a forma de uma mensagem ou adicionar conteúdo para facilitar o entendimento. Existem situações extremas. Em uma aula, por exemplo, em que o emissor (i.e., professor) tem conhecimento profundo do domínio sobre o qual se formula a mensagem, ele seleciona o conteúdo adequado de sua própria base de conhecimento e determina uma forma conveniente para que a audiência consiga interpretar a mensagem.. No caso de design, os designers não têm, necessariamente, conhecimento sobre o domínio da aplicação. Eles precisam conhecer características dos usuários para determinar uma forma apropriada e as

tarefas que eles executam para determinar o conteúdo, etc. Por outro lado, eles conhecem o domínio computacional que impõe limites nas soluções possíveis e até mesmo pode transformar os processos de trabalho dos usuários. No processo de design da Figura 5.4 esta fase corresponde à coleta de informações e os métodos utilizados são aplicação de questionários, caracterização dos usuários e das tarefas, uso de cenários. No modelo de comunicação, essas atividades são representadas pelos arcos (1) e (6).

Em seguida, o processo da Figura 4 apresenta a fase de design conceitual, em que os designers propõem um design conceitual inicial e o apresentam aos usuários em forma de maquetes. As reações dos usuários ao design proposto são observadas e eles são entrevistados. No modelo de comunicação, esta interação entre designers e usuários está representada ainda pelos arcos (1) e (6).

Em seguida, segue-se a fase de design da funcionalidade e interface do sistema. As reações dos usuários aos protótipos produzidos são verificadas através de testes de usabilidade. Novamente, esta interação entre designers e usuários está representada ainda pelos arcos (1) e (6).

Os resultados dos testes realimentam a fase seguinte, de implementação de protótipos. Nesta fase, a avaliação é feita através de uma avaliação heurística, um método de inspeção em que os próprios designers verificam a interface. Winograd (1996) argumenta que “o *design* não é tanto um processo de planejamento e execução cuidadosos, mas é uma conversa, na qual o parceiro da conversa – o próprio objeto projetado – pode gerar interrupções e contribuições inesperadas. O designer escuta o design emergente, ao mesmo tempo em que define sua forma”. Esta conversação entre o designer e a interface emergente é representada no grafo pelos arcos (2) e (5).

Na fase de implementação do sistema final, as reações dos usuários ao design são novamente verificadas através de testes de usabilidade, representados no diagrama pelos arcos (1) e (6).

A fase seguinte, de melhoramentos e evolução do sistema, demanda coleta de dados sobre o uso e verificação das reações dos usuários. Questionários e entrevistas são utilizados para avaliar as impressões dos usuários. Novamente, esta interação entre designers e usuários está representada no diagrama pelos arcos (1) e (6). Por outro lado, arquivos de *log* (no processo proposto o sistema é preparado para monitorar o uso) fornecem informações sobre as características de uso. Essa interação é representada no grafo pelos arcos (4) (usuários usam o sistema) e (5) (uso fica registrado e os dados podem ser analisados pelos designers).

A interação entre os usuários e o sistema está representada pelos arcos (3) e (4).

Ainda verificando o casamento entre modelo Westley e MacLehan e o processo de design, é necessário entender como as mensagens podem ser obtidas no segundo caso. O seguinte paralelo das formas de obtenção de mensagens no modelo de comunicação (vide Figura 5.3 e explicação da figura) e no processo de design pode ser feito:

- mensagens transmitidas ao receptor pelo emissor através do canal – a própria interface (mensagem enviada pelos designers aos usuários);
- mensagens captadas diretamente pelo receptor – ao interagir com os designers no processo de design (e.g.: através de design participativo), os usuários podem descobrir possibilidades de alterarem seus próprios processos de trabalho;
- mensagens transmitidas ao receptor através de uma troca direta com o emissor – são as mensagens trocadas entre usuários e designers, exceto a interface final (e.g.: testes de usabilidade, entrevistas, questionários, etc.);
- mensagens transmitidas ao receptor pelo canal – considerando-se que a interface de um sistema específico é objeto de análise, estariam incluídas todas as mensagens não enviadas por esse sistema, mas pelo sistema operacional ou por outros sistemas que estejam sendo simultaneamente executados, como é próprio do ambiente multitarefas.

### 3.2 O aspecto fractal do processo de design

O modelo de comunicação apresentado acomoda as fases e a iteração do processo de design. É importante ressaltar que, de uma forma geral, os usuários são vistos como os receptores que fazem a pergunta inicial (a demanda por um sistema computacional), mas em alguns pontos do processo de design, os designers irão perguntá-los sobre suas próprias características, as tarefas que executam e sobre suas impressões sobre a interface (através de questionários, testes de usabilidade, etc.). Nestes momentos, os designers demandam algumas informações; eles podem ser vistos como receptores e os usuários como emissores que devem selecionar uma mensagem apropriada para a pergunta feita. Este fato é melhor representado se substituirmos o arco (1) pelo diagrama seguinte (Figura 5.6):

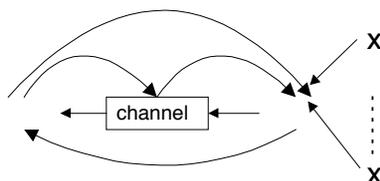


Figure 5.6: diagrama que substitui o arco (1) indicando que os usuários devem também selecionar uma mensagem entre várias possíveis de acordo com a pergunta dos designers.

Por outro lado, ao elaborar um questionário, por exemplo, os designers estão elaborando uma pergunta para os usuários (i.e., os designers são os receptores neste momento), e eles devem selecionar conteúdo e forma adequados para apresentar esta

pergunta, realizar testes piloto, modificar o questionário em função dos resultados do piloto, etc. Assim, o arco (6) deve também ser substituído pelo diagrama da Figura 5.7.

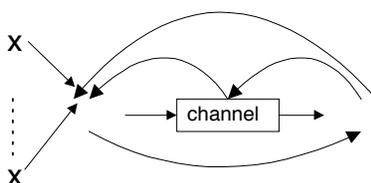


Figura 7: diagrama que substitui o arco (6) indicando que os designers, a cada interação com os usuários para elaborar a interface, formulam outras mensagens (e.g.: questionários, testes de usabilidade) .

Nielsen [Nielsen, 1993] enfatiza a necessidade de utilizar metamétodos para complementar a aplicação de métodos. Ele ressalta a importância de se elaborar um plano trabalho para a avaliação, submetê-lo a uma revisão por especialistas e fazer um teste piloto para minimizar dificuldades de interpretação dos usuários que participam do teste. Assim, não apenas a interface é objeto de design e implementação, mas em um nível mais elementar, cada elemento usado na avaliação (e.g.: questionários, testes de usabilidade) é também objeto de design e implementação.

Este raciocínio pode ser aplicado a todos os arcos da Figura 5, o que revela a natureza fractal [Mandelbrot, 1983] do processo de design. Assim, não apenas é possível acomodar a iteração do processo de design e as interações entre as partes envolvidas, mas também os vários processos de comunicação que ocorrem durante o design. A seguir, um novo modelo de comunicação baseado nestas evidências é proposto.

### 3.3 O modelo fractal de comunicação

O modelo de comunicação proposto neste trabalho está representado pela Figura 8.

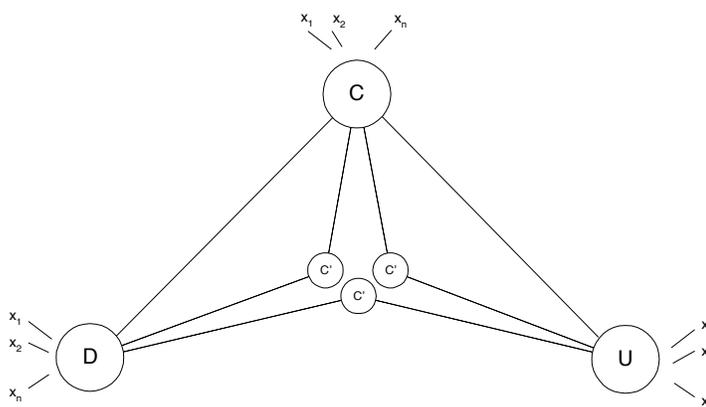


Figure 8: modelo de comunicação fractal

Neste diagrama, os nodos representam os usuários (U) os designers (D) e os canais (C e C'). Os arcos são bidirecionais, o que significa que um nodo envia e recebe mensagens (observando-se, sempre, que estas mensagens passam necessariamente por um canal – C ou C'; por isso, não há arco ligando diretamente os nodos U e D). Neste modelo, os usuários são algumas vezes emissores, algumas vezes receptores de mensagens. O mesmo acontece com os designers. Isto é muito mais consistente com a visão das abordagens participativas que enfatizam a cooperação entre designers e usuários até mesmo na escolha da terminologia. O termo “aprendizado mútuo, por exemplo, é adotado em substituição ao convencional “análise” [Kyng, 1991].

Um aspecto que deve ser ressaltado é que, no processo de design da interface, os designers devem também trabalhar no design de mensagens intermediárias e escolher os canais apropriados para transmití-las. Daí o aspecto fractal do design. Através da avaliação (i.e., da troca de mensagens intermediárias) o design da interface é modificado e aprimorado gradativamente.

O design das mensagens intermediárias depende do contexto de desenvolvimento [Grudin, 1991] e das características de cada projeto, já que esses fatores limitam as interações com os usuários, a escolha de canais, etc.

O modelo representado pela Figura 8 acomoda a iteração própria do design, os métodos e técnicas de usabilidade corrente, enfatiza a cooperação entre designers e usuários (mudando a perspectiva do diálogo entre essas partes, já que ambos são tanto emissores quanto receptores) e enfatiza o design de mensagens intermediárias no processo de design da interface. Nesta abordagem, o design de interface pode ser visto como um processo de semiose coletiva, em que usuários e designers cooperam para a criação de um novo sistema de signos (i.e., a interface).

Entretanto, este diagrama não captura as interações entre os designers e os demais integrantes da equipe de desenvolvimento. Deve-se ainda observar que, para alcançar novos objetivos de usabilidade, é necessário que os designers tenham um entendimento mais amplo do contexto de trabalho dos usuários, entendendo como diferentes grupos de usuários contribuem em uma organização e como podem usar uma ferramenta computacional para cooperarem na execução de tarefas (e.g.: sistemas CSCW).

A seguir, essas situações serão analisadas e o modelo da Figura 5.8 expandido para acomodar esses casos.

## Interação entre usuários através de uma ferramenta - CSCW

Em uma aplicação CSCW, os usuários devem desenvolver um trabalho cooperativamente. A ferramenta deve suportar as necessidades de comunicação dos usuários e as formas como eles interagem para executar suas tarefas. Várias considerações devem ser feitas durante o design e outras métricas de usabilidade devem complementar as métricas convencionais que focalizam tempo e esforço para execução de tarefas. O modelo de comunicação deve ser estendido para acomodar essa situação. A Figura 5.9 acomoda esta situação.

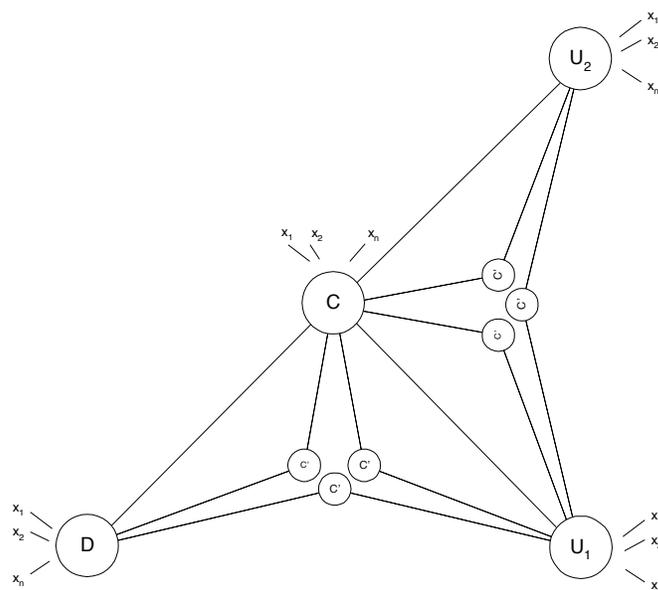


Figura 9: modelo fractal de comunicação para design de ferramentas CSCW.

Nesta extensão, usuários de um dado grupo se comunicam através de diversos canais, inclusive C, quando a comunicação ocorre via a ferramenta sob design. Os designers, por sua vez, devem considerar o uso que cada indivíduo fará da ferramenta e o uso de todo o grupo. As mensagens (i.e., a interface efetivamente visualizada) podem variar para categorias de usuários (dependendo de questões de hierarquia, segurança, etc.).

## Cooperação entre diferentes grupos de usuários que utilizam ferramentas complementares em uma organização

Como designers, é importante observar que diferentes grupos de usuários cooperam para realizar uma tarefa maior, que é o serviço oferecido ou o produto que a empresa produz. Assim, as tarefas desenvolvidas por diferentes grupos de usuários se complementam e são, em geral, suportadas por sistemas diferentes. Frequentemente, a saída de um sistema é entrada de outro. Entender essa complementaridade, os contextos de uso, as relações sociais em uma organização, etc., é importante para o design da interface. Só assim é possível focalizar outros atributos de usabilidade e melhorar a

produtividade da organização e a usabilidade de sistemas complementares, em vez de focalizar apenas o desempenho de usuários individuais interagindo com sistemas específicos. A Figura 10 mostra o diagrama inicial estendido para acomodar este caso.

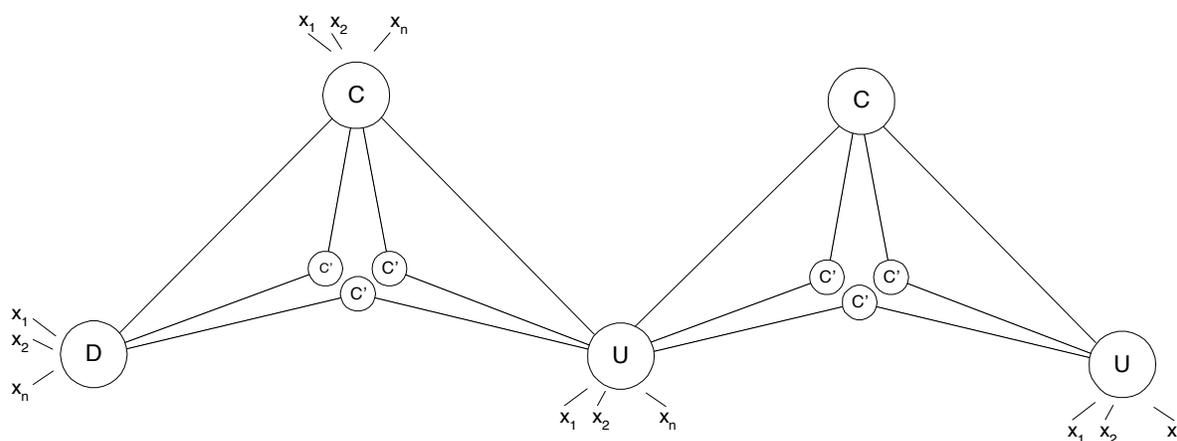


Figura 10: modelo de comunicação estendido para suportar a complementaridade de diferentes sistemas em uma organização

### Comunicação entre designers e demais membros da equipe de desenvolvimento

Por um lado, os padrões de interface, diretrizes de design, procedimentos de desenvolvimentos existentes em uma organização, contexto de desenvolvimento, limitações de cronograma e orçamento, etc., podem restringir as possibilidades do design. Por outro, a iteração própria do processo de design deve ser suportada por uma estratégia de desenvolvimento que permita que modificações no design sejam rapidamente implementadas.

Assim, a comunicação entre designers e demais membros da equipe de desenvolvimento deve ser bem sucedida. Os desenvolvedores podem apontar, por exemplo, que o custo de implementação de uma solução de design é muito alto (considerando as ferramentas e tecnologia disponíveis). Os designers, por sua vez, precisam representar o design de uma forma que os desenvolvedores possam entender.

Os designers e os desenvolvedores têm diferentes diálogos com o sistema emergente. Enquanto os primeiros avaliam um design através de inspeções de usabilidade, arquivos de *log*, etc., os últimos utilizam ferramentas de *debug*, *walkthroughs*, etc.

Essas interações estão representadas no diagrama da Figura 11.

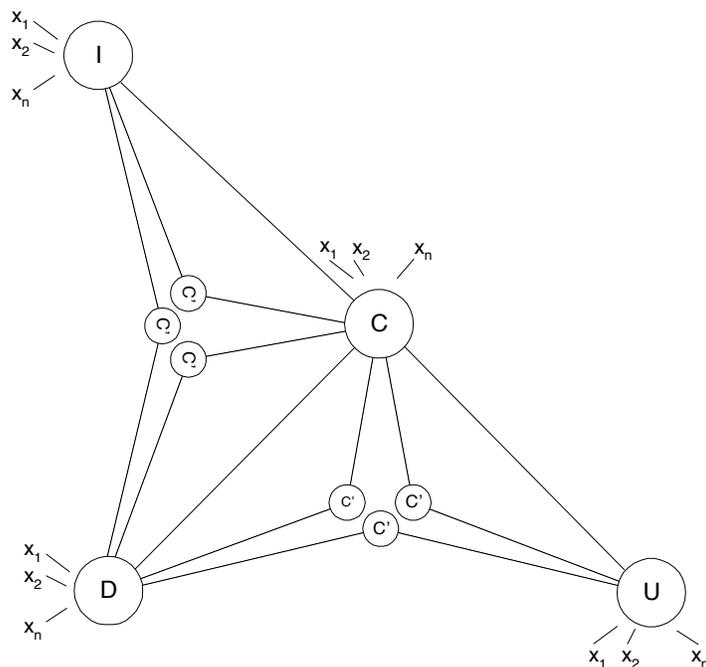


Figura 11: modelo de comunicação fractal com as interações entre designers e demais membros da equipe de desenvolvimento (representados por I no diagrama).

### Modelo fractal de comunicação

Para ultrapassar as práticas correntes, diferentes aspectos precisam ser contemplados no processo de design. Diferentes objetos de interesse devem estar sob o foco dos designers em diferentes momentos do processo. Por exemplo, ao se iniciar o desenvolvimento, uma integração com as práticas e processo de desenvolvimento internos devem ser planejados.

Em alguns momentos, o desempenho individual dos usuários deve ser focalizado (com a aplicação das práticas correntes).

A flexibilidade da interface e a possibilidade dos usuários empregarem sua competência em atividades criativas deve também ser observada. Especialmente neste contexto, os usuários criam novas circunstâncias de uso desenvolvem um repertório muito amplo. A comunicabilidade da interface é um atributo chave.

O uso de sistemas para trabalhos cooperativos e a produtividade da organização são também objetos de interesse. Assim, ao se iniciar o design, os designers devem ter claramente uma representação do processo de desenvolvimento para o projeto em questão. A Figura 12 apresenta o modelo de comunicação que acomoda todos esses aspectos do processo de design.

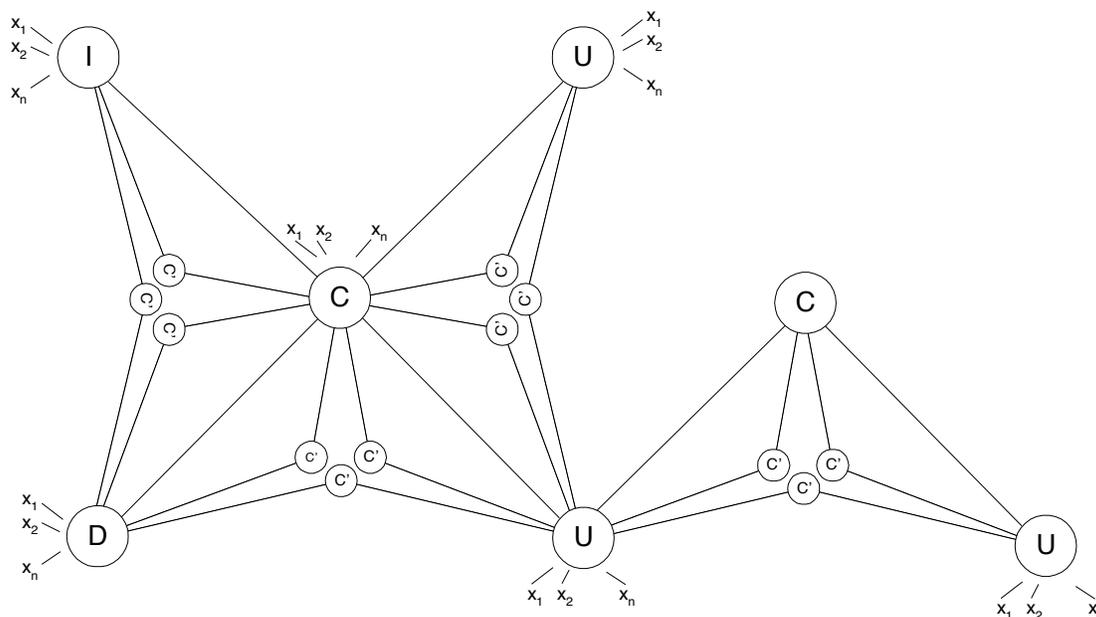


Figura 12: modelo fractal de comunicação aplicado ao processo de design de interfaces.

## 4 Elementos para conclusão do modelo fractal de comunicação

O modelo fractal de comunicação aplicado ao processo de design de interfaces acomoda os métodos e técnicas de design correntes voltadas para melhorar o desempenho dos usuários e permite que novos aspectos de usabilidade sejam focalizados. Entretanto, o modelo precisa ser complementado e, para tanto, alguns pontos de investigação são identificados:

- os pontos do processo em que ocorrem ruídos semânticos (distorções de significado da mensagem) devem ser identificados e investigados. Ruídos semânticos são provocados tanto no processo de codificação (tradução de uma intenção para a forma) quanto no processo de decodificação (o significado atribuído pelo receptor é diferente do significado intencionado pelo emissor). A questão do ruído é de particular importância para o modelo de comunicação, já que acrescenta um aspecto inovador ao processo de design.

Nos processos correntes, o foco da avaliação é o produto. O processo é iterativo e resultados da avaliação de uma fase (i.e., dados de uso de um produto – protótipo, maquete, interface do produto final, etc.) são utilizados na modificação do design **do produto** na fase seguinte. O modelo fractal permite que se focalize **simultaneamente o produto e o processo**. Ao identificar um ruído, não apenas o produto pode ser modificado, mas também o ponto do processo que gerou o ruído.

Assim, o processo de design baseado no modelo fractal gera dois produtos: a interface de um sistema e um novo processo modificado.;

- no modelo proposto, os agentes (i.e., emissor, receptor e canal) assumem funções diferentes durante o processo de conversação. Por exemplo, usuários são receptores em alguns momentos do diálogo e emissores em outros. Por outro lado, a interface, que é a mensagem transmitida através do computador, envia e recebe outras mensagens. Essas funções serão estudadas e discutidas nas próximas fases deste trabalho. Possivelmente, uma nova terminologia que retrate melhor esses aspectos será proposta;
- no modelo fractal, o processo de conversação que leva ao desenvolvimento da interface, pode ser entendido como um processo de semiose coletiva, no qual designers e usuários participam na criação de um novo signo (i.e., a interface). Esta visão será investigada e discutida com mais detalhes;
- o modelo fractal é particularmente voltado para o desenvolvimento interno, em que designers e usuários interagem e cooperam para a criação da interface. Em outros contextos, há fatores que restringem esta interação e vários agentes servem como mediadores no processo de design [Grudin, 1991]. Assim, a adequação do modelo para os vários contextos de desenvolvimento deve ser investigada;
- o modelo fractal permite que se focalize vários aspectos de usabilidade, desde o desempenho de indivíduos, à produtividade de grupos e organizações. Esta flexibilidade do modelo baseia-se na proposta de expansão do conceito de usabilidade feita no Capítulo 2 deste documento. Estabelecer métricas e métodos para as novas dimensões usabilidade propostas não é objetivo deste trabalho. Entretanto, uma investigação mais profunda sobre aspectos de usabilidade para grupos, organizações e sobre novos aspectos da interação entre indivíduos e computadores será realizada. Assim, pode-se entender melhor as contribuições do modelo.

## 5 Conclusões

No contexto deste trabalho, a interface é vista como uma mensagem, um conjunto de signos que os designers usam para comunicar aos usuários como interagir com o sistema para executar suas tarefas. Ele captura as interações necessárias que devem ocorrer entre designers e usuários, já que ambos são emissores e receptores neste processo de comunicação.

O modelo captura a natureza fractal do design, ou seja, no processo de design da mensagem final (i.e., a interface), os designers precisam elaborar cuidadosamente outras mensagens (e.g.: testes de usabilidade, questionários, inspeções) de acordo com os canais apropriados para transmiti-las, sempre considerando os recursos e limitações de um projeto.

O modelo é particularmente útil como uma ferramenta para ensino de IHC, já que ele permite que os designers tenham um bom entendimento sobre o diálogo que ocorre entre as várias partes envolvidas (i.e., designers, usuários e computadores), como e quando este diálogo começa e prossegue durante o processo de design. Através deste entendimento, os designers focalizam menos o uso de um método e mais na informação que se pretende obter com a aplicação do método e no impacto desta informação no design final da interface.

O modelo também captura a necessidade de uma boa interação entre designers e os desenvolvedores. O design bem sucedido depende do planejamento de uma estratégia de interação que permita que as mudanças propostas na interface sejam rapidamente implementadas.

O modelo permite que os designers focalizem diferentes dimensões de usabilidade. Em determinados momentos do design, o objeto de interesse pode ser o desempenho de usuários individualmente. Em outros, a produtividade de grupos e da organização pode ser a prioridade.

Já que, neste trabalho, a interface é vista como uma mensagem, o objetivo de usabilidade é melhorar a comunicabilidade de tal mensagem. Assim, ao investigar problemas de usabilidade na interface, está se investigando ruídos no processo de comunicação. Este fator representa uma mudança de perspectiva no processo de design (considerando as abordagens tradicionais). Ao procurar problemas de usabilidade na interface, os designers tentam identificar os pontos de inserção de ruídos no processo. Assim, o processo de design baseado no modelo fractal gera dois produtos: a própria interface e o processo modificado. O processo também é objeto de iterações sucessivas.

# Bibliografia

- [Adler e Winograd, 1992] Adler, Paul S. e Winograd, Terry A. (ed.). Usability: turning technologies into tools. Nova Iorque: Oxford University Press, 1992.
- [Andersen, 1997] Andersen, Peter BØgh. A theory of computer semiotics. Cambridge University Press, 1997.
- [Baecker et al., 1995] Baecker, Ronald M., Grudin, Jonathan, Buxton, William A. S., Greemberg, Saul (ed.). Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000. Morgan Kaufmann Publishers. 1995.
- [Coelho Neto, 1996] José Teixeira Coelho Neto. Semiótica, informação e comunicação. 4<sup>a</sup> ed., São Paulo, Editora Perspectiva.
- [de Oliveira e Baranauskas, 1998a] Osvaldo Luiz. de Oliveira e M. Cecília Canalani Baranauskas. A semiótica e o design de software. RT IC-98-09. Unicamp, 1998.
- [de Oliveira e Baranauskas, 1998b] Osvaldo Luiz. de Oliveira e M. Cecília Canalani Baranauskas. Semiotic proposals for software design: problems and prospects.. RT IC-98-10. Unicamp, 1998.
- [de Souza, 1993] Clarisse S. de Souza. The semiotic engineering of user interface languages. International Journal of Man-Machine Studies, v. 39, p. 753-773. 1993.
- [de Souza, 1999a] C. S. de Souza. Leading users from interaction into programming: The teaching-centered approach of semiotic engineering. Submitted to INTERACT99.
- [de Souza, 1999b] C. S. de Souza. A method for evaluationg software communicability. Submitted to INTERACT99.
- [Denning e Dargan, 1996] Peter Denning e Pamela Dargan. *Action-Centered Design*. In Terry Winograd (ed.). *Bringing Design to Software*. ACM Press. 1996.
- [Gould, 1995] Gould, J. How to Design Usable Systems. In Ronald M. Baecker, Jonathan Grudin, William A. S. Buxton, Saul Greemberg (ed.). Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000. Morgan Kaufmann Publishers. 1995, p. 93-121.
- [Gould et al., 1991] Gould, J., Boies, S. e Lewis, C. Making Usable, Useful, Productivity-Enhacing Computer Applications. Communications of the ACM 34(1), pp. 74-85, 1991.

- [Gould e Lewis, 1985] Gould, J. e Lewis, C. Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. Communications of the ACM 28(3), pp. 300-311.
- [Grudin, 1989] Jonathan Grudin. The case against user interface consistency. Communications of the ACM, outubro, 1989.
- [Grudin, 1991] Jonathan Grudin. Interactive systems: bridging the gaps between developers and users. IEEE Computer, abril, 1991.
- [Grudin, 1993] Jonathan Grudin. Interface: an evolving concept. Communications of the ACM, abril, 1993.
- [Jakobson, 1991] Roman Jakobson. *Linguística e comunicação*. 16ª edição. Cultrix, São Paulo, 1991.
- [Kyng, 1991] Morten Kyng. *Designing for cooperation: cooperating in design*. CACM, 34(12), pp. 65-73, 1991.
- [Mandelbrot, 1983] Benoit B. Mandelbrot. *The fractal geometry of nature*. W. H. Freeman, Nova York, 1983.
- [Mayhew, 1992] Deborah J. Mayhew. *Principles and Guidelines in software user interface design*. Prentice Hall, New Jersey. 1992.
- [Mcluhan, 1964] Marshall Mcluhan. *Os meios de comunicação como extensões do homem*. Cultrix, São Paulo, 1964.
- [Nadin, 1988] Mihai Nadin. Interface Design and Evaluation – Semiotic Implications. In Hartson, H. Rex and Hix, Deborah (ed.). *Advances in Human-Computer Interaction*. vol. 2. Ablex Publishing Corporation. 1988.
- [Nielsen, 1993] Jakob Nielsen. *Usability Engineering*. AP Professional. 1993.
- [Norman, 1986] Donald A. Norman. *Cognitive Engineering*. In Donald A. Norman e Stephen W. Draper (editors). *User centered system design: new perspectives on human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates. 1986.
- [Norman, 1988] Donald A. Norman. *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books, New York, 1988.
- [Norman, 1993] Donald A. Norman. *Things that make us smart: defending human attributes in the age of machine*. Addison-Wesley. 1993.

- [Norman, 1998] Donald A. Norman. *The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and the information appliances are the solution.* MIT Press, 1998.
- [Norman e Draper, 1986] Donald A. Norman e Stephen W. Draper (editors). *User centered system design: new perspectives on human-computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates. 1986.
- [Oliveira e Baranauskas, 1998a] Osvaldo Luiz de Oliveira e M. Cecília Calani Baranauskas. *A Semiótica e o Design de Software. Relatório Técnico IC-98-09,* Unicamp. Campinas. 1998.
- [Peirce, 1931-1935] Charles, S. Peirce. *Semiótica.* Trad. José Teixeira Coelho Neto (Collected papers of Charles Peirce. 3<sup>rd</sup> printing. Harvard University Press, Cambridge, 1974). Editora Perspectiva.
- [Prates, 1998] Raquel O. Prates. *Engenharia Semiótica de Linguagens e Interface Multi-usuário.* Ph.D. Thesis. Puc Rio. 1998.
- [Prates et al., 2000] R. Prates, C. de Souza e S. Barbosa. *A Method for Evaluating Communicability of User Interfaces.* *Interactions* v. 7 (1), Janeiro de 2000.
- [Rheinfrank *et al.*, 1992], John J. Rheinfrank, William R. Hartman e Arnold Wasserman. *Desing for Usability: Crafting a Strategy for the Design of a New Generation of Xerox Copiers.* In Adler, Paul S. and Winograd, Terry A. (ed.). *Usability: turning technologies into tools.* Oxford University Press, 1992.
- [Santaella, 1990] Lúcia Santaella. *O que é semiótica.* 8<sup>a</sup> ed., Editora Brasiliense, 1990.
- [Shneiderman, 1992] Ben Shneiderman. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction.* Addison-Wesley, 2<sup>a</sup> edição, 1992.
- [Westly e MacLehan, 1957] B. H. Westley e M. S. MacLehan. *un modelo conceptual para la investigación en comunicaciones.* In A. G. Smith (org.), *Comunicación y cultura.* Nueva Visión, Buenos Aires, 1972.
- [Winograd, 1996] Terry Winograd (ed.). *Bringing Design to Software.* ACM Press. 1996.

