Uma Abordagem Semiótica na Utilização dos Recursos Visuais em Linguagens de Interface

Isa Haro Martins+
Clarisse Sieckenius de Souza*

+isa@ime.uerj.br
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
*clarisse@inf.puc-rio.br
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio

Resumo

Os Sistemas de Modelagem Geométrica, em sua maioria, utilizam entradas de dados através de interfaces gráficas por manipulação direta. Apesar das inúmeras vantagens que esse processo oferece aos usuários, boa parte dessas interfaces apresenta problemas de desempenho, em geral ligados ao uso assistemático dos recursos expressivos na linguagem de interação. Nesses sistemas essa questão é particularmente importante, em função de sua complexidade e das restrições expressivas impostas pelo recurso visual. Sistemas de Modelagem Geométrica são sistemas de representação/abstração de objetos do mundo físico no mundo computacional, logo, são sistemas de natureza intrinsecamente semiótica. Sendo sistemas criadores de signos, eles devem apoiar os usuários nas ações fundamentais relativas a essa tarefa, como: selecionar e instituir formas significativas, e prover mecanismos sistemáticos para a interpretação de tais formas quando usadas em atos de comunicação/representação. Este trabalho trata sobre linguagens visuais por manipulação direta para Sistemas de Modelagem Geométrica. Ele propõe uma abordagem sistemática na utilização do recurso expressivo visual, com base em um paradigma semiótico. Para esse fim são analisados os limites do recurso visual como meio expressivo e sua estruturação em uma linguagem.

Palavras Chave: Linguagem Visual, Semiótica, Projetos de Interfaces, Manipulação Direta, Interface Gráfica.

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Modelagem Geométrica (SMG) evoluíram de entradas textuais, em "batch", para entradas de dados através de interfaces gráficas por manipulação direta (MD) [6], como consequência da evolução da tecnologia de hardware. A entrada de dados em "batch" era realizada a partir da edição de um longo arquivo de dados alfanuméricos. A operação de edição, extremamente trabalhosa e sujeita a erros, deveria ser repetida tantas vezes quantas fosse necessário para a criação, correção e ajuste dos dados das diferentes simulações. Esta entrada de dados foi substituída, passando a ser feita através da representação visual do objeto tratado pelo sistema e de operações sobre tal representação. A representação gráfica que o usuário percebe na tela é compatível com o modelo de dados do sistema, apresentando resultantes de vários cálculos simbólicos feitos automaticamente pelo sistema. Esta representação torna menor a distância entre a forma dos dados e aquilo que ela representa, oferecendo ao usuário uma melhor aproximação do objeto real, conforme sugerido pela Figura 1.

Apesar das vantagens deste processo, a interação por MD gera alguns conflitos, cuja origem está ligada, de forma direta ou indireta, à capacidade expressiva dos recursos visuais e, principalmente, à sua utilização de forma sistemática. De modo geral, observamos que grande parte da utilização dos recursos visuais como recurso expressivo é feita de forma assistemática, falta instrumental teórico e prático para apoiar o processo de criar uma nova linguagem. A especificação da linguagem visual (LV) é feita a partir de decisões ocasionais, dificultando o processo de compreensão do usuário sobre o conteúdo do sistema.

De acordo com a engenharia cognitiva [13], na interação com o sistema, na ultrapassagem do golfo de comunicação o usuário formula suas intenção sobre a interface, traduzindo-as em ações do sistema. Através da visão do sistema como um meio de comunicação entre o projetista e o usuário [9], a engenharia semiótica [17] postula dois

nívies de comunicação: um nível unidirecional entre o projetista e o usuário, e um nível bidirecional entre o usuário e o sistema. No primeiro nível, através da interface, são enviadas mensagens do projetista para o usuário comunicando o modelo funcional do sistema. No segundo, ocorre troca de mensagens entre usuário e sistema no processo interativo. A visão da engenharia semiótica complementa a proposta da engenharia cognitiva [11]. Nesse contexto, o projetista de interfaces deve orientar-se na busca da melhor forma de expressar o modelo funcional do sistema, potencializando ao usuário utilizá-lo plenamente. O usuário é um componente ativo na interação com o sistema [1]. A usabilidade do sistema é uma resultante das condições potenciais do usuário entendê-lo, aprender sobre ele e utilizá-lo de formas criativas. Esta abordagem apenas reforça a preocupação do projetista de interfaces com relação à forma que melhor pode expressar ao usuário o que o sistema faz. A consistência da linguagem de interface, enquanto um sistema semiótico, é fundamental no processo de comunicação usuário-sistema.

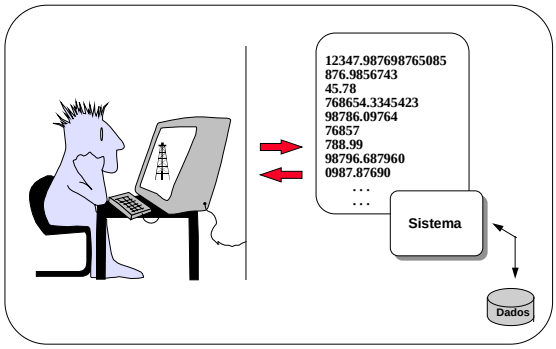

Figura 1. Interação usuário-sistema através da representação visual do objeto

1.1. Um Exemplo Sobre a Percepção Visual do Usuário

A seguir, através de um exemplo esquemático bastante simples, ilustramos situações de conflito ligadas à percepção visual do usuário e à captura de dados do sistema. O usuário pode formular uma operação mental a partir de sua percepção sobre a interface; obtendo um comportamento do sistema diferente das suas expectativas. A partir da Figura 2(a) foram apresentados três comportamentos possíveis para a operação de movimentação e dois para a de apagamento, aplicadas sobre uma mesma face interna do objeto. Do ponto de vista do usuário a operação de movimentação de face é dúbia; ele pode ter a intenção de carregar as arestas adjacentes (b) ou desfazer a face, criando uma face maior (c). Em função do modelo semântico, para que não haja perda de dados, o sistema pode ainda produzir um terceiro comportamento (d), semelhante ao (c), tratando a face como um objeto semântico e não como um objeto fisico. Neste caso, ao movimentar a face, o sistema duplica as arestas que a definem, de modo a não deteriorar as arestas adjacentes. O resultado da operação sugere um vazio no local da face original, embora visualmente o vazio não seja representado.

Da mesma forma, a operação de apagamento é dúbia, o usuário pode ter a intenção de criar uma face maior (e) ou criar um vazio na face (f), o qual não é visualmente representado. Neste exemplo pode ser observado que as operações de movimentação (c) e apagamento (e) produzem efeito visual semelhante na figura original, da mesma forma que as operações de movimentação (d) e apagamento (f). Em alguns casos ainda, as operações de movimentação e apagamento podem ser simplesmente bloqueadas pelo sistema, devido ao risco de perda da integridade dos dados correspondentes à representação visual.

Não é propósito deste trabalho discutir a validade de cada procedimento. Na observação de SMG disponíveis no mercado comercial, os diferentes procedimentos apontados têm sido verificados, em situações similares. O procedimento implementado no sistema é uma solução do projetista para sua situação particular. O objetivo deste trabalho é mostrar a necessidade de consistência na LV de interface, de modo a que o usuário possa entender, inferir e aprender o comportamento do sistema. É importante lembrar que o usuário tende a capitalizar o conhecimento adquirido, resolvendo problemas a partir de experiência vividas no passado, em situações similares [3]. Diferente de muitos desenhos comuns, nos quais a representação gráfica é tratada apenas como um conjunto de formas compostas e sobrepostas, nos SMG os desenhos são interpretados por analisadores e simuladores. Isto significa que cada vértice, linha e polígono tem um significado implícito, válido no domínio semântico do sistema. Esse significado vai orientar e restringir as operações sobre a representação visual.

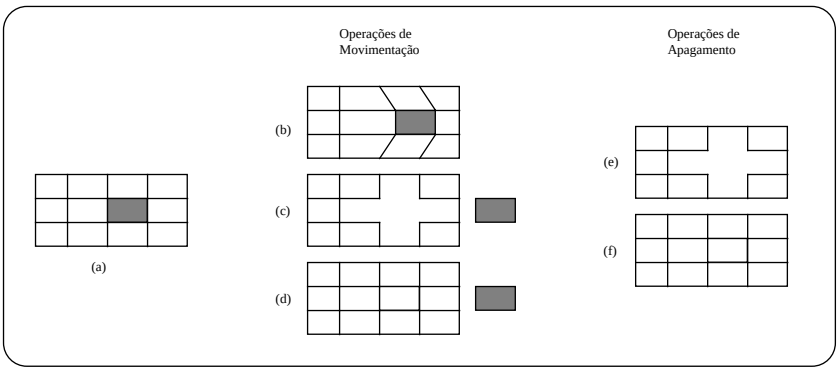

Figura 2. Diferentes resultados para as operações de movimentação e apagamento de face interna

A consistência da percepção visual do usuário é atingida quando ele pode manipular "intuitivamente" a representação visual. Ela significa a consistência entre o significado pretendido (pelo projetista) e o significado percebido (pelo usuário). Na manipulação intuitiva as inferências e expectativas sobre transformações na forma/estado da imagem correspondem às consequências semânticas operadas pelo sistema em sequência a tais transformações efetivas [7, 8; 16, 17]. Se a interface desperta uma certa intenção no usuário, mas bloqueia uma manipulação intuitiva de um objeto da interface, dá-se uma quebra de consistência da percepção visual.

Nos SMG, a absoluta necessidade de se manter a consistência semântica para a série de cálculos a serem feitos nas várias simulações gera restrições críticas de manipulação ao nível da interface. Nem sempre similaridades perceptuais do artefato correspondem a similaridades estruturais (menos ainda a similaridades semânticas). Ao tentar manipular a representação visual intuitivamente, transferindo conhecimento adquirido em situação similar, o usuário frequentemente se defronta com um conflito.

Este trabalho propõe uma nova abordagem à LV, que orienta a reestruturação dos recursos linguísticos visuais e sua utilização de forma sistemática, de modo a auxiliar o projetista na geração de sua LV particular.

2. CONCEITOS SEMIÓTICOS RELEVANTES PARA A LINGUAGEM VISUAL

Através do conceito de signo, a semiótica apresenta o processo de significação como um processo dinâmico. "*A sign is everything which can be taken as significantly substituting for something else*" [5, pág. 7]. Aparentemente este conceito é bastante semelhante ao conceito de significado semântico. Porém a instância de significação não se restringe apenas à ocorrência do elemento significante e do referenciado, ela exige a presença do elemento humano. O signo coenvolve uma cooperação de três sujeitos: o elemento de conteúdo, o elemento de expressão e o interpretante. O interpretante é aquilo que o signo produz na mente do intérprete. No contato continuado de um agente humano com um elemento de conteúdo relacionado a um elemento expressivo novas associações se estabelecem, gerando novos interpretantes, num processo de semiose ilimitada. Os incontáveis interpretantes possíveis de um determinado conteúdo podem ser tidos como representações referidas ao mesmo objeto. O signo é o produto dinâmico de uma correlação entre os elementos da expressão e os elementos do conteúdo definida por um código, na presença de um intérprete. O conceito de signo como algo dinâmico elimina a distinção tradicional entre significado semântico e pragmático, estando ambos incorporados no conceito de signo.

Portanto, em um diálogo não existem garantias de que o interpretante do agente receptor será o mesmo do agente emissor. Um objetivo a ser perseguido por uma boa linguagem de comunicação é que a distância entre os interpretantes de cada agente seja a menor possível. Quanto mais próximo o interpretante do agente receptor estiver do interpretante do agente emissor, maior será a chance de que a mensagem seja bem compreendida. O processo de comunicação é uma negociação constante entre os interpretantes dos agentes.

Na LV esta questão tem especial importância, uma vez que não existe uma cultura prévia semelhante à linguagem textual, onde o código linguístico é pré-estabelecido e reconhecido. Na LV a correlação entre elementos do conteúdo e da expressão é estabelecida pelo projetista no momento de especificação da sua linguagem particular. Por exemplo, quando o projetista expressa propriedades de um objeto através de cores (como objetos isolantes representados em amarelo), ele está estabelecendo uma correlação entre um tipo de conteúdo e um tipo de recurso expressivo. Cada projetista especifica sua linguagem visual particular. A forma de expressão adotada é o seu

interpretante pessoal e circunstancial. Pelo lado do agente computacional, a semiose é interrrompida quando o interpretante do projetista é fixado na implementação do sistema. A LV de interface corresponde ao signo visual do projetista.

Pelo lado do agente humano ocorre a semiose ilimitada. Cada usuário tem seus próprios interpretantes sobre o conteúdo da interface. O signo visual percebido pelo usuário, no momento da interação, não é necessariamente o mesmo para todos, como não é necessariamente o mesmo do projetista. A LV deve buscar uma aproximação, de modo que o signo do projetista seja reconhecido pelo maior número possível de usuários, no maior número possível de circunstâncias. Discutir as diretrizes de orientação para uma linguagem visual de interface equivale a discutir qual é o maior nível de interseção possível entre os vários interpretantes. Neste contexto o projeto é fundamental. "*Design is not something that can be apllied after the fact, when the fundamental organization of the product has already been determined*" [12, pág. 7]. Para atingir um bom resultado o projetista deveria definir a LV antes de especificar a interface. Por exemplo, o projetista definiria a utilização do recurso cor para expressar as propriedades de um objeto. A definição prévia permitiria estruturar o meio de expressão com características mínimas de código, correlacionando elementos da expressão e do conteúdo de forma sistemática. Na medida em que esta correlação pudesse incorporar um certo padrão cognitivo, o signo visual do projetista teria melhores possibilidades de ser reconhecido e o usuário teria mais facilidade em expressar suas intenções. Assim os objetivos de usabilidade do sistema seriam mais facilmente atingidos. Se o projetista não dispõe de formas adequadas para tratamento da matéria linguística, ele estará frequentemente sujeito a soluções mais ou menos acertadas, dependendo praticamente de sua habilidade pessoal.

3. SOBRE O LÉXICO DO CÓDIGO VISUAL

Algumas peculiaridades da LV afetam sua potencialidade enquanto código expressivo, entre elas a limitação dos recursos expressivos e sobreposição de recursos expressivos no código visual, além de aspectos de gramaticalidade do código visual. Em LVs para interfaces os recursos expressivos são discretizados do contínuo de possibilidades físicas dos dispositivos de comunicação. Por exemplo, para comunicação do usuário estão disponíveis os sinais do mouse e para comunicação do sistema os recursos de vídeo, como forma, cor, textura e brilho. Com relação aos recursos de vídeo algumas restrições ainda devem ser observadas, como por exemplo, linhas excessivamente finas ou cores muito claras, devendo ser descartadas como elementos expressivos [2]. Portanto, são poucos os recursos expressivos restantes.

Outro aspecto restritivo da LV refere-se à sobreposição de recursos expressivos sobre o elemento forma. Os recursos expressivos disponíveis, como por exemplo cor e textura, aplicam-se sobre o recurso básico que é a forma, a qual dá existência ao objeto gráfico. Mesmo que a forma não seja distintiva, ou seja, mesmo que ela não expresse nenhum conteúdo, ela é necessária para que outros recursos se concretizem. Por exemplo, um caso onde diferentes substâncias químicas são visualmente representadas através de círculos e a distinção de substância é feita pela cor dos círculos. Neste caso a forma é um recurso neutro e a cor é o recurso de distinção.

Diferente da linguagem textual, onde as informações sobre um objeto são uma predicação linguística e podem ser expressas sem restrições de quantidade, na LV as informações sobre um objeto são <u>representações sobre sua forma</u>. As propriedades que caracterizam o objeto são representadas sobre ele, por exemplo uma cor caracterizando um estado ou uma textura caracterizando um material. Existem limites para a aplicação de recursos como cor, textura e brilho sobre uma mesma forma, em função da interferência mútua. Por exemplo, recursos semelhantes não podem ser usados simultaneamente. Embora haja uma grande quantidade de cores disponíveis em um vídeo colorido, apenas uma cor pode ser utilizada de cada vez para expressar informações, por não ser possível sobrepor duas cores ao mesmo objeto simultaneamente. Outro exemplo, recursos diferentes podem causar interferência mútua. A utilização da cor amarela para expressar uma propriedade e de textura pontilhada para expressar um material, ambas sobre o mesmo objeto, pode confundir o usuário, que pode entender a <u>textura amarela</u> como um código único, não distinguindo as duas informações de conteúdo.

Quanto à gramaticalidade, outro aspecto específico do código visual refere-se à sua capacidade de articulação. Saint-Martin (14), abordando a percepção visual pelo aspecto físico, observa a formação da linguagem visual a partir dos coloremas, que são instâncias físicas do campo visual humano. Segundo ela, na LV os elementos básicos (coloremas) são agrupados através de certas leis e com o auxílio de operações perceptivas, que são influenciadas pela estrutura e organização de cada campo visual em particular. No AC, no caso do vídeo, existe uma estrutura física de justaposição de pixels que permite a formação de imagens. Esta composição de imagens obedece regras sintáticas de forma que, por exemplo, um ponto visível no vídeo é uma composição que pode se repetir com

regularidade, sempre que as mesmas regras forem aplicadas sobre os mesmos elementos básicos. A partir da imagem do ponto novas regras podem ser aplicadas de forma a gerar novas composições.

Nesta análise estamos desconsiderando este nível de gramaticalização, ou de agregação física da imagem. Nosso contínuo expressivo é segmentado em um nível mais alto de estruturação, no qual os elementos discretos expressivos são elementos básicos de imagens já compostas, como: forma, cor e textura. De acordo com a teoria semiótica esta abordagem seletiva é válida, uma vez que os contínuos expressivos e de conteúdo são segmentados de acordo com o conhecimento e a necessidade dos usuários da linguagem de comunicação [5].

Partindo dos elementos discretos citados, constatamos que a LV é pobre em articulação. Em linguagens articuladas cada nível de articulação contém potencialmente muitos conteúdos semânticos de nível superior ao lexical. Na LV não encontramos articulação de elementos básicos do léxico, de forma a compor unidades semânticas de mais alto nível. Por exemplo, na LT a partir do alfabeto verifica-se uma articulação de fonemas em lexemas, palavras, frase e etc. Na LV não encontramos esses níveis de articulação, não existe articulação nem mesmo a partir dos elemento básicos visuais, as formas compostas são primitivas. Não existe, por exemplo, agregação entre linha e cor para compor um novo elemento lexical. O léxico da linguagem se compõe das primitivas gráficas. A agregação das primitivas será feita de acordo com a organização física do objeto real, traduzida em regras geométricas e topológicas na modelagem. No léxico da linguagem também podem estar presentes formas compostas, como formas primitivas. Por exemplo, o desenho de uma ampulheta que pode ser usado para sinalizar um estado de execução do sistema. Segundo Eco (5), os chamados signos icônicos podem ser considerados textos visuais, não analisáveis ulteriormente. Ou seja, são textos visuais cujos elementos articuladores são indiscerníveis.

Como consequência, a relação entre elementos da expressão e do conteúdo será de praticamente um para um. Pela baixa articulação, cada turno tipicamente conterá um (ou muito poucos) itens lexicais, ou unidades semânticas de mais baixo nível. Ou seja, a utilização da linguagem se faz praticamente sobre os itens lexicais básicos. Esta característica, em conjunto com os outros aspectos acima apresentados, caracterizam a LV como uma linguagem bastante pobre.

4. OS CONTÍNUOS DE MATÉRIA LINGUÍSTICA DE CADA AGENTE DA COMUNICAÇÃO

Norman (13) distingue os processos de expressão do sistema (golfo de avaliação) e do usuário (golfo de execução). Na comunicação através da LV essa distinção é fundamental, uma vez que os contínuos de matéria linguística diferem entre os agentes. Diferente da comunicação humana, onde ambos os agentes compartilham os planos da expressão e os planos do conteúdo, na comunicação usuário-sistema através de LV os agentes têm planos da expressão e planos do conteúdo diferentes. No primeiro caso, em função dos dispositivos de entrada e saída, cada um dos agentes tem <u>planos da expressão diferentes</u>. Para expressar ao usuário o conteúdo do sistema, o projetista dispõe, por exemplo, dos recursos visuais de um vídeo. Para expressar suas intenções, ativando as tarefas do sistema, o usuário dispõe comumente dos recursos do mouse e do teclado. Embora a linguagem visual seja formada pelo conjunto destes recursos expressivos, a análise da capacidade expressiva de cada agente da comunicação deve ser feita em separado.

Também diferente da comunicação humana, onde o usuário expressa o conteúdo sobre o qual raciocina, na comunicação usuário-sistema o usuário raciocina sobre o domínio do sistema e expressa conteúdos de ativação, de acordo com a informação oferecida pelo sistema. A expressão do usuário é associada à expressão do sistema. Por exemplo, quando o usuário ativa o sistema através de um item de menu, ele não está expressando a operação a ser executada, está expressando uma <u>escolha</u> sobre uma informação oferecida pelo sistema (operações disponíveis). Sua intenção foi formulada em função do domínio do sistema, mas o conteúdo expresso está vinculado à informação oferecida na interface. O conteúdo veiculado na mensagem, associado ao recurso expressivo, é uma informação de escolha. Portanto, o <u>plano do conteúdo a ser expresso</u> é distinto do <u>plano de raciocíno</u> do usuário. Este fato define outra característica da LV: as regras gramaticais devem ser tratadas a nível de diálogo. A sentença gramatical será definida pela expressão do sistema em conjunto com a expressão do usuário, uma vez que elas se complementam.

4.1. Procedimento de Segmentação dos Contínuos

A segmentação do contínuo expressivo de cada agente deve considerar as características dos dispositivos específicos. Vamos considerar como dispositivos de comunicação um mouse de dois botões e um monitor de vídeo colorido de alta resolução, que são os dispositivos básicos utilizados pela grande maioria dos aplicativos gráficos. A restrição a um equipamento básico facilita a caracterização do problema, não invalidando a análise com relação a dispositivos com funções similares, como por exemplo um mouse com manipulação para três dimensões. A estrutura básica de análise pode ser transportada e ajustada para diferentes ambientes.

De acordo com a abordagem semiótica, para cada agente da comunicação devem ser executadas as seguintes etapas (Figura 3) na definição do sistema de código expressivo: (a) a segmentação do contínuo expressivo e (b) a estruturação dos elementos discretos em um sistema de códigos expressivos. Quanto à primeira, no processo de segmentação do contínuo expressivo do sistema são discretizados, por exemplo, a cor e o brilho. Avaliando-se a capacidade expressiva de cada um, observa-se que a cor tem um potencial expressivo muito maior do que o brilho. No que se refere à percepção do usuário a cor tem uma definição superior ao brilho, isto é, em geral ela é mais perceptível ao olho humano do que o brilho, especialmente se ambos estiverem sendo usados em conjunto. Além disto, o uso do brilho está sujeito a mais restrições do que o uso da cor. Por exemplo, numa superfície grande o uso do brilho causaria desconforto visual ao usuário. Alguns recursos expressivos discretizados podem ser descartados, caso sua capacidade expressiva seja considerada irrelevante para a LV em questão.

Quanto à segunda etapa, o sistema de códigos expressivos é um sistema estruturado, que possui uma gramática interna. Este sistema, uma vez definido, é correlacionado ao sistema de códigos do conteúdo. Por exemplo, na linguagem natural o alfabeto é um conjunto de elementos discretos de representação. O alfabeto é estruturado em morfemas e lexemas, a partir de determinadas regras de composição, chegando até o léxico. O alfabeto e sua estrutura compõem o sistema de códigos expressivos que será associado ao sistema de códigos do conteúdo, gerando o código da linguagem natural.

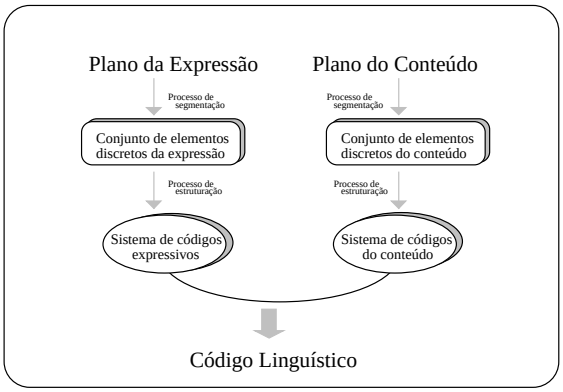

Figura 3. Processo de geração do código linguístico

A seguir são apresentadas como exemplo: a discretização do contínuo expressivo do usuário, com base em um dispositivo de mouse de dois botões, e a discretização do contínuo de conteúdo do usuário, com base em ações que podem ser expressas sobre a interface.

Tipos Discretos da Expressão do Usuário	Tipos Discretos do Conteúdo do Usuário
Clique simples (CS)	Indicar
Clique botão da direita	Movimentar
Pressão-e-arrasto	Ativar
	Interromper
Regra de Estruturação	Regras de Estruturação
Clique duplo = CS CS	(nenhuma regra)

Sistema de códigos expressivos e de códigos do conteúdo do usuário

Procedimento semelhante, nas duas etapas, será executado para definição do sistema de códigos do conteúdo, para usuário e sistema (Figura 3). A partir da definição dos sistemas de código do conteúdo e da expressão, serão

averiguados os eixos de lexicalização, para usuário e sistema. Por exemplo, o elemento cor se adequa a expressar atributo, porque ele se sobrepõe à forma assim como os atributos se associam aos elementos representados pela forma. O código de correlação cria os tipos gerais da linguagem.

Uma importante observação deve ser feita com relação aos critérios de segmentação. Vamos observar que no AC os critérios de segmentação dos contínuos expressivos são mais evidentes do que os de segmentação dos contínuos de conteúdo, por se tratar de dispositivos físicos eletrônicos. Por exemplo, o contínuo expressivo do usuário está limitado à capacidade do mouse, e a discretização dos tipos expressivos é relativa aos sinais emitidos pelo mouse. Na segmentação dos contínuos de conteúdo é mais difícil adotar um critério absoluto, existem nuances que às vezes tornam difícil a segmentação. Por exemplo, no caso do usuário, considerando que a interação é feita com base na tarefa, o contínuo de conteúdo será segmentado com base nas intenções do usuário. Ou seja, serão avaliadas as intenções que o usuário pode expressar com relação à tarefa que deseja executar e com relação à interface sobre a qual formula estas intenções. A segmentação apresentada para os contínuos de conteúdo do usuário e do sistema não são absolutas. Casos particulares podem exigir algum tipo de adequação. Uma discussão mais detalhada sobre o processo de segmentação pode ser encontrada em Martins (11).

5. A PRESENÇA DE METÁFORAS NO CÓDIGO EXPRESSIVO

O sistema de códigos expressivos do usuário é bastante simples (recursos do mouse), sua capacidade expressiva depende em grande parte da utilização de metáforas no ambiente de interação [10]. Na MD os processos analógicos são utilizados em larga escala, de tal forma que a análise do sistema de códigos expressivos do usuário não pode ser feita desconsiderando a presença das metáforas.

A principal metáfora implícita na MD é a utilização do mouse como uma extensão da mão do usuário. Quando o usuário aponta um objeto na tela, posicionando o cursor através do mouse, a analogia é de que ele estaria apontando com o próprio dedo [4]. Por exemplo, se o usuário deseja desenhar um segmento de reta na tela, e para isto ele clica dois pontos correspondentes aos pontos inicial e final do segmento, a analogia é de que ele está apontando os pontos com o próprio dedo. De modo geral, a utilização de metáforas permite que uma quantidade menor de informação precise estar explícita [18]. Quando o usuário captura a metáfora utilizada, de forma consciente ou intuitiva ele transporta sua experiência em ambiente normal para o AC, executando a manipulação naturalmente, como se o mouse fosse de fato uma extensão de sua mão.

Dois pontos dificultam a aplicação plena da metáfora de extensão da mão na linguagem do usuário. O primeiro refere-se à natureza dos contínuos expressivos do usuário e do sistema. A diferença dos dispositivos de cada agente da comunicação (mouse e vídeo) cria algumas dificuldades na implementação da metáfora de extensão da mão, além de acomodar a presença de outra metáfora - a metáfora da visão. O segundo ponto refere-se às limitações impostas pelas metáforas à expressão do usuário. Dentro do escopo de uma única metáfora os tipos expressivos são insuficientes, criando a necessidade de tipos complementares, e causando rupturas. A implementação parcial de metáforas gera irregularidades no código linguístico, aumentando a carga cognitiva imposta ao usuário.

Quando seres humanos se comunicam através da fala, cada agente da comunicação tem um retorno auditivo, tanto da sua própria fala, quanto da resposta do outro. Neste diálogo, o sentido da audição é predominante e o sentido da visão é complementar. Por exemplo, uma pessoa pode dialogar com um parceiro que não está vendo, como ocorre ao telefone. Fala e audição referem-se a dispositivos emissores e receptores, que operam através de um recurso expressivo de mesma natureza, no caso a linguagem verbal. Ambos os agentes da comunicação dispõem dos mesmos dispositivos. Portanto existe uma homogeneidade do recurso expressivo. Na comunicação com o computador esta relação se altera. No caso do usuário, o recurso da fala é substituído pela manipulação do mouse ou teclado, e o retorno não é auditivo, é visual. Permanecem em uso os sentidos da visão e da audição, porém a visão passa a ser predominante e a audição complementar. A interação com o computador pode dispor da comunicação auditiva mas não da comunicação visual.

Na comunicação por MD o usuário (a) formula sua intenção sobre uma informação visual, (b) expressa esta intenção através do mouse, e (c) recebe no vídeo um retorno visual, correspondente à manipulação. Associada à MD está a metáfora de extensão da mão, portanto a expressão por manipulação tem uma natureza mecânica. Associada à expressão visual está a metáfora do olho, portanto a expressão visual tem uma natureza essencialmente simbólica. Ou seja, o usuário recebe um estímulo de natureza simbólica, expressa-se através de um recurso de natureza mecânica e recebe o retorno através de um recurso de natureza simbólica. Recursos expressivos de natureza dessemelhante coexistem no plano da expressão do usuário. Por exemplo, durante a criação de uma linha, esta é inicializada por um clique na área de canvas, quando então o sistema retorna uma linha sinalizadora (rubber-band).

Em uma manipulação em ambiente normal, o ser humano tem retorno pelo tato. Por exemplo, ao tocar um objeto uma pessoa identifica sem muita dificuldade se ele é de madeira ou metal. Este retorno não existe no AC. Na utilização do mouse tradicional o único retorno sensitivo possível é de posicionamento espacial, em função da rolagem do mouse sobre a base, embora este retorno não seja preciso em termos de valores. No processo de rolagem, quando a base acaba é possível levantar o mouse, reposicioná-lo e continuar rolando. Esta descontinuidade no plano da base não tem correspondente na tela. Para que o usuário tenha um retorno preciso de posicionamento são necessárias referências visuais na tela do vídeo.

5.1. A Consistência da Linguagem do Usuário com Relação às Metáforas

Na análise do plano do conteúdo do usuário são constatados dois tipos básicos de operação por MD, a manipulação do objeto e a manipulação da relação usuário-objeto. A primeira interfere no objeto e a outra interfere na relação do observador com o objeto. Por exemplo, quando o usuário altera a forma de um objeto, está interferindo sobre o mesmo. Quando o usuário altera a distância de observação do objeto (zoom), está interferindo na sua relação com o mesmo. Neste caso, embora a visão do objeto seja alterada, não há interferência sobre ele. Entre elas vamos encontrar uma diferença fundamental na associação do conteúdo ao recurso expressivo. No caso de manipulação do objeto a intenção do usuário pode ser traduzida diretamente para o gesto, de acordo com a metáfora de extensão da mão. Por exemplo, se o usuário deseja deslocar um objeto gráfico, o tipo discreto movimentação pode ser diretamente associado ao tipo expressivo pressão-e-arrasto, referente ao mouse. A idéia de mover um objeto é coerente com a metáfora, onde a mão pode pegar ou pressionar um objeto, deslocando-o de lugar. Portanto, a tradução é imediata.

No caso de manipulação da relação usuário-objeto, um elemento gráfico de apoio será necessário. Supondo-se, por exemplo, que o usuário deseje aproximar o objeto gráfico, ele necessitará um elemento de apoio para fazer a manipulação da distância entre ele e o objeto. Sendo uma manipulação por mouse, para que seja intuitiva o elemento gráfico de apoio deve permitir duas analogias: (a) uma manipulação compatível com a metáfora de extensão da mão e (b) uma manipulação compatível com a idéia de alongamento/encurtamento de distância. A natureza do elemento gráfico de apoio deve permitir a tradução da intenção do usuário para uma manipulação de natureza mecânica, além da idéia de tratamento de distância. Por exemplo, uma barra de rolagem na qual o usuário possa correr um cursor dando a idéia de aproximação ou afastamento do objeto. Este elemento gráfico visual permite que o usuário expresse uma manipulação mecânica, de modo que a manipulação da relação usuário-objeto assemelhe-se à própria manipulação do objeto. A associação da expressão do usuário a um recurso expressivo de pressão-e-arrasto, estaria de acordo com a metáfora de extensão da mão. A relação entre o cursor e a barra de rolagem permitiria a analogia com a distância entre o usuário e o objeto. Portanto, este elemento visual favoreceria uma tradução intuitiva.

5.2. Pontos de Ruptura da Metáfora da Mão

A geração do código linguístico de acordo com a metáfora da mão sofre limitações impostas pela própria metáfora. Dizer que a codificação vai além do escopo da metáfora, significa dizer que as associações feitas entre expressão e conteúdo, em AC, não têm correspondentes entre aquelas associações que seriam feitas pelo usuário em ambiente análogo. Por exemplo, a utilização de uma pressão-e-arrasto para alongar um segmento de reta, é diferente da utilização do mesmo recurso para movimentá-lo. No primeiro caso o usuário necessitaria de duas mãos, uma para segurar o objeto e outra para puxar, alongando-o. No entanto, em geral, tanto as operações de movimento quanto as de alongamento são associadas ao mesmo sinal do mouse, distinguindo-se pelo ponto de posicionamento do cursor. No segundo caso o projetista oferece ao usuário uma referência visual dos pontos de alongamento, e a tradução da intenção do usuário em uma manipulação viabiliza-se através deste referencial visual simbólico. A seguir é apresentado um exemplo bastante comum de correlação entre o sistema de códigos expressivos e de códigos de conteúdo do usuário. Pode-se observar que a linguagem expressiva do usuário, por si só, é bastante pobre. Neste exemplo, as associações de conteúdo aos tipos expressivos clique-duplo e clique-botão-direita estão fora do escopo da metáfora.

Tipo de Conteúdo	Tipo Expressivo
Indicar	Clique
Movimentar	Pressão-e-arrasto

Ativar	Clique duplo
Interromper	Clique botão direita

Um exemplo de codificação sobre os sinais do mouse

6. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi oferecer aos projetistas de linguagens visuais de interfaces um ferramental analítico para tratamento sistemático dos recursos visuais expressivos, na especificação de suas LVs particulares para Sistemas de Modelagem Geométrica. A abordagem semiótica adotada oferece algumas vantagens, entre elas podemos destacar a abrangência. A semiótica trata as mais diferentes disciplinas (por exemplo matemática, psicologia e outras) como um conjunto de sistemas de códigos de significação. Dessa forma, ela permite incorporar às regras de formação do signo, elementos de várias disciplinas. Entre as regras que o código provê para gerar o signo podem estar componentes cognitivos, psicológicos, sociais, linguísticos e outros. Este enfoque permite incorporar ao código linguístico a cultura estabelecida na área. Outra vantagem é que a semiótica reúne dois níveis de significado tradicionalmente utilizados na linguagem, não distinguindo entre semântica e pragmática. Isto permite incorporar ao sistema de significação todas as particularidades de contextos que antes eram atribuídas à pragmática. Ela enfoca o processo de comunicação como algo dinâmico, suportando a especificação de códigos visuais particulares, e permitindo uma retro-alimentação do sistema de significação, na medida em que a cultura na área se reorganiza.

E, outra vantagem ainda, uma das mais importantes, através das noções de contínuos semióticos, a semiótica distingue claramente o conteúdo a ser expresso do recurso expressivo (tradução semântica e articulatória), e distingue a expressão do usuário da expressão do sistema. A relevância desse aspecto está na diferença de contínuos expressivos e de conteúdo entre os agentes da comunicação. O processo de segmentação dos contínuos força uma categorização do conteúdo expressivo, que reflete os aspectos cognitivos relativos ao uso que está sendo feito da linguagem. Além disso, a segmentação do contínuo expressivo força o projetista a tomar conhecimento dos exatos recursos disponíveis. Através de um conhecimento claro e estruturado desses recursos e do conteúdo a ser expresso por cada agente, o projetista poderá construir sua LV com mais segurança, com uma utilização mais adequada de cada recurso.

De modo geral, a abordagem sistemática dos recursos linguísticos potencializa ao projetista especificar linguagens de interface mais consistentes, com maior potencial de comunicação, para informação ao usuário sobre o complexo modelo funcional dos SMG. A abordagem semiótica permite o tratamento de diferentes recursos expressivos sob um mesmo arcabouço teórico, o que significa a possibilidade de interfaces multimodais. Este aspecto é importante considerando-se as restrições do recurso expressivo visual e as interfaces mais complexas, que virão no futuro. Ela também viabiliza o tratamento da linguagem de interface como um todo, ao invés de soluções pontuais envolvendo aspectos de expressão visual. Interfaces consistentes permitem um melhor desempenho nos aspectos de usabilidade, o que significa interfaces mais fáceis de entender, de aprender e mais produtivas. Um dos aspectos mais importantes nesse processo é a consistência entre o significado pretendido (pelo projetista) e o significado percebido (pelo usuário). Essa consistência é potencializada quando o projetista, através da LV, expressa adequadamente o modelo funcional do sistema.

Através da abordagem semiótica, a sistematização do trabalho oferece ganhos individuais e de grupo (a nível de projeto) além de ganhos culturais (a nível da comunidade de projetistas de interfaces gráficas). Quanto aos individuais, através do uso sistemático dos recursos visuais expressivos, o projetista mais facilmente se dará conta de que ao projetar uma interface está projetando uma linguagem, passando a usar os recursos visuais com características de código linguístico. O uso sistemático dos recursos expressivos permite projetos de interfaces mais sólidos, não apenas para o consumo imediato, mas oferecendo suporte a expansões futuras, o que não se verifica em projetos com base em soluções ocasionais. É sabido que grande parte dos custos de projetos deve-se a soluções inadequadas, que exigem grandes manutenções, e principalmente a soluções que não suportam alterações ou expansões. Portanto, a partir de linguagens consistentes o projetista pode trabalhar de forma mais segura, com a possibilidade de um resultado melhor e projetos mais baratos. Quanto aos ganhos de grupo, o tratamento sistemático garante uma base de trabalho para especificação de interfaces de maior porte, através de grupos de trabalho. Quanto aos ganhos culturais, a abordagem sistemática potencializa a geração de uma nova cultura entre os projetistas, evitando a instauração de soluções não adequadas, que são difundidas no mercado comercial e se perpetuam, transformando-se em cultura na área de aplicativos gráficos.

REFERÊNCIAS

[1] Adler, Paul S. & Winograd, Terry A. The Usability Challenge, In *Usability: Turning Technologies into Tools*, Edited by Paul Adler & Terry Winograd, Oxford University Press, 1992.

[2] Andersen, P. B. A Theory of Computer Semiotics, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

[3] Booth, Paul A. An Introduction to Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1989.

[4] Carrol, John M. & Mack, Robert L. & Kellogg, Wendy A. Interface Metaphors and User Interface Design, In Handbook of Human-Computer Interaction, M. Helander (eds.), North-Holland, 1988.

[5] Eco, Umberto Tratado Geral de Semiótica, Editora Perspectiva, 2a. edição, 1976.

[6] Foley, James D. & van Dam, Andries & Feiner, Steven K. & Hughes, John F. Computer Graphics Principles and Practice. Addison-Wesley Publishing Company, Second Edition, 1993.

[7] Jackendoff, R. Semantic and Cognition, Massachusetts Institute of Technology, 1983.

[8] Jackendoff, R. Consciousness and the Computational Mind, Massachusetts Institute Technology, 1987.

[9] Kammersgaard, J. Four Different Perspectives on Human-Computer Interaction, In *International Journal of Man-Machine Studies*, no. 28, pp 343-362, 1988.

[10] Lakoff, G. & Johnson, M. Metaphors We Live By, The University of Chicago Press, 1980.

[11] Martins, Isa H. Um Instrumento de Análise Semiótica para Linguagens Visuais de Interfaces, Tese de Doutorado, Departamento de Informática, PUC-Rio, Abril/98.

[12] Mullet, Kevin & Sano, Darrell Designing Visual Interfaces, Sun Microsystems, Inc, 1995.

[13] Norman, D. A. & Draper, S.W. User Centered System Design. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

[14] Saint-Martin, F. Semiotics of Visual Language, Indiana University Press, 1990.

[15] Sebeok, T. Signs: An Introduction to Semiotics, Toronto University Press, Toronto, 1995.

[16] Souza, Clarisse S. de A Semiotic Approach to User Interface Language Design. CSLI - Stanford University. Report No. CSLI-92-166, PCD-6, 1992.

[17] Souza, Clarisse S. de The Semiotic Engineering of User Interface Languages. In *International Journal of Man Machine Studies* 39, 753-773, 1993.

[18] Stefik, Mark Introduction to Knowledge Systems. Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1995.