Análise Glossemática da Estrutura das Linguagens de Interface Humano-Computador

Osvaldo Luiz de Oliveira[+]
M. Cecília C. Baranauskas[*]

[+]osvaldol@aquanet.com.br
FCEA - Universidade São Francisco
Av. Alexandre Rodrigues Barbosa, 45, Itatiba (SP)
[*]cecilia@dcc.unicamp.br
Instituto de Computação – UNICAMP
Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas (SP)

Resumo

Interfaces podem ser entendidas como linguagens, na medida em que expressam elementos que devem ser usados em um processo de comunicação. Nós entendemos que a Semiótica, como ciência geral de todas as linguagens, suporta formalismos que possibilitam a análise de linguagens de interface Humano-Computador. Neste artigo discutimos uma teoria Semiótica - a Glossemática - como referencial teórico para se criar notação e procedimentos que possibilitem uma análise objetiva de linguagens de interface. Ilustramos esta discussão na linguagem da interface do Netscape Mail 3.0.

Palavras chave: Interface, Semiótica, Análise, *Design*.

1. INTRODUÇÃO

Linguagem de *design* (de interfaces) pode ser entendida como a linguagem visual e funcional de comunicação entre as pessoas que usam um artefato (*software*). Emprestamos o termo "*design*" de um contexto bastante amplo, que inclui o intervalo completo dos artefatos inventados pelo ser humano, para expressar, conforme Schon [12, p. 111], a "representação de coisas a serem construídas", em particular interfaces Humano-Computador. Winograd [14, p. 64] compara a linguagem de *design* com a linguagem natural, tanto em sua função comunicativa quanto em sua estrutura, como um sistema em evolução composto de elementos e seus inter-relacionamentos.

Rheinfrank e Evenson [10] aprofundam essa analogia mostrando que, enquanto que a linguagem natural consiste de palavras e regras gramaticais e é usada para criar formas de expressão significativas, a linguagem de *design* consiste de elementos de *design* e princípios de composição. Como a linguagem natural, a linguagem de *design* é usada para geração (criação) e interpretação (leitura). Linguagens naturais são usadas para gerar expressões que comunicam idéias; linguagens de *design* são usadas para se criar objetos que "expressam o que são, o que fazem, como devem ser usados e como contribuem para a experiência (Rheinfrank e Evenson [10, p. 68]). Assim como o conhecimento das pessoas sobre a linguagem natural é a base para a sua interpretação do que as outras pessoas dizem, uma linguagem de *design* pode ser a base para como as pessoas entendem e interagem com um produto - em nosso caso, o *software*.

Ainda com respeito à definição de Rheinfrank e Evenson, a linguagem de *design* é o meio através do qual:

- *designers* constróem o significado nos objetos de modo que estes objetos expressem o seu significado às pessoas;
- pessoas aprendem a usar/entender estes objetos;
- os objetos tornam-se assimilados à experiência e atividade das pessoas.

No caso de interfaces Humano-Computador, os elementos da linguagem não são os objetos propriamente ditos, nem as ferramentas, nem as ações, mas estão representando esses objetos, ferramentas e ações como signos (significando esses fenômenos). Um **signo** é qualquer coisa que está no lugar de outra coisa para alguém sob determinados aspectos

ou capacidades (Peirce [9, CP 2.228])[1]. Isto é, qualquer marca, movimento físico, símbolo, sinal etc., usado para indicar e veicular pensamentos, informações e comandos constituem signos (Sebeok [13, p. xi]). Observe que, sem o signo, a nossa comunicação seria muito pobre, uma vez que seriamos obrigados a nos comunicar fazendo uso, apenas, dos próprios objetos a que queremos referir.

A **Semiótica** é a ciência que objetiva estudar os signos , sistemas de signos e a "vida" dos signos na sociedade. Há aproximadamente dois mil anos que se conhece a disciplina Semiótica (Eco [3, trad. port, p. xi]). Contudo, o seu desenvolvimento da forma como a entendemos hoje em dia só se deu a partir dos trabalhos do filósofo norte americano Charles Sanders Peirce (1839-1914) e do lingüista suíço Ferdinand de Saussure (1857-1915). Santaella [11, p. 7] observa que a Semiótica se propõe a ver o mundo como linguagem. Ela não se refere somente à língua verbal falada ou escrita mas a todos os tipos de linguagens: a linguagem dos surdos-mudos, da dança, da culinária, da moda, dos rituais de tribos primitivas, da música, das esculturas, da cenografia, dos hieróglifos, dos sonhos, do vento etc.. A Semiótica tem por objetivo a investigação de todas as linguagens possíveis, ou seja, a investigação de qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e sentido. Nadin [7] é um dos primeiros trabalhos a sugerir a aplicação de conceitos da Semiótica ao *design* de interfaces. Andersen [1] é uma edição renovada de um trabalho amplo, cuja primeira publicação é de 1990, que sugere a aplicação da Semiótica não só ao *design* de interfaces mas também à programação, análise e projeto de *software*. Em um trabalho recente, Leite e Souza [5] descrevem um *framework* para o processo de *design* de linguagens de interface, baseado na Teoria Semiótica da Produção Sígnica formulada em Eco [3].

Neste artigo mostramos que a Semiótica em geral e a **Glossemática**, como uma teoria Semiótica particular, apresentam vocabulário e formalismo úteis a uma análise objetiva de linguagens de interface de *software*. Na seção 2 nós discutimos a Semiótica e os principais conceitos da Glossemática relativos à estrutura das linguagens. Na seção 3 nós analisamos a linguagem da interface de uma ferramenta para correio eletrônico muito popular: o Netscape Mail, versão 3.0 para Windows. A seção 4 conclui.

2. SEMIÓTICA, SEMIOLOGIA E GLOSSEMÁTICA

As duas matrizes da semiótica contemporânea[2], Peirce e Saussure, concordam no objetivo comum mas diferem até mesmo na maneira como compreendem o conceito mais elementar: o de signo. Os trabalhos de Saussure têm origem lingüística enquanto que a semiótica de Peirce é desenvolvida dentro de um corpo filosófico e é concebida como uma lógica. Assim é que, para alguns pesquisadores (Coelho Netto [2, p. 55]; Liszka [6, p. 15]), as duas matrizes nada têm em comum, diversos são os seus métodos e perspectivas, e, portanto, não cabe a elas uma denominação comum. Sob este aspecto, entendem estes estudiosos, que o termo “semiótica” deveria ser guardado para indicar, apenas, a teoria de Peirce, usando-se para a linha Saussureana a denominação “semiologia”. Outros pesquisadores, como Umberto Eco, reconhecem os pressupostos ideológicos nomeados por aqueles que desejam terminologias diferentes, mas preferem não fazer tal distinção e adotam o termo semiótica como sinônimo de semiologia. Neste texto adotaremos uma posição intermediária. Chamaremos de semiótica às duas linhas mas não deixaremos de usar o termo semiologia quando nos referirmos especificamente a escola com origem em Saussure.

Os conceitos lingüísticos introduzidos por Saussure foram retomados, discutidos e ampliados por uma série de outros semiólogos, especialmente o dinamarquês Louis Hjelmslev (1899-1965). Para muitos estudiosos (Coelho Netto [2, p. 10]; Santaella [11, p. 73]) o trabalho de Hjelmslev constitui, ao lado de Saussure, a linha central da vertente semiológica da semiótica. Hjelmslev denominou a sua teoria semiológica de Glossemática. Esta teoria não só propõe algumas terminologias diferentes das de Saussure mas apresenta um procedimento de análise da linguagem mais detalhado e formalizado (Coelho Netto [2, p. 29]).

A Semiologia e, portanto, a Glossemática em particular, se interessam pelas relações entre as unidades que compõem a linguagem. Em outras palavras, aceita-se a hipótese segundo a qual é cientificamente legítimo descrever a linguagem por meio das relações internas contraídas entre suas unidades, ou seja, a linguagem possui uma estrutura (Hjelmslev [4]). Todos os elementos de uma linguagem podem ser vistos a partir das relações que eles contraem entre

[1] Parte dos trabalhos de Peirce foram publicados, após sua morte, em uma coleção de oito volumes sob o título “Collected Papers of Charles Sanders Peirce” cujos parágrafos foram numerados. Neste artigo, estamos grafando a referência a estes trabalhos de forma diferente ao que normalmente fazemos. Assim, nesta referência, CP é abreviatura de “Collected Papers” e “2.228” significa o parágrafo de número 228 do volume de numero 2.

[2] Santaella [11, p. 72] indica, ainda, uma terceira fonte de origem russa, menos difundida, nos trabalhos dos filósofos A. N. Viesselovski e A.A.Potiebniá.

si. São especialmente importantes para a Semiologia a relação contraída pelos signos de uma sentença em uma linguagem. Estas relações podem ser vistas sobre dois eixos: o eixo dos **sintagmas** e o eixo dos **paradigmas**. Na impossibilidade de se emitir vários signos ao mesmo tempo, as sentenças em uma linguagem são construídas por uma seqüência de signos, formando o que se denomina sintagma. Este sintagma é construído segundo as regras e convenções de uma linguagem. Os sintagmas são criados a partir da escolha de cada signo dentro de um repertório de outros signos a ele associados. Este repertório, ou categoria de signos, é o que se denomina paradigma. Coelho Netto [2, p. 27] oferece-nos o seguinte exemplo bastante esclarecedor (fig. 1):

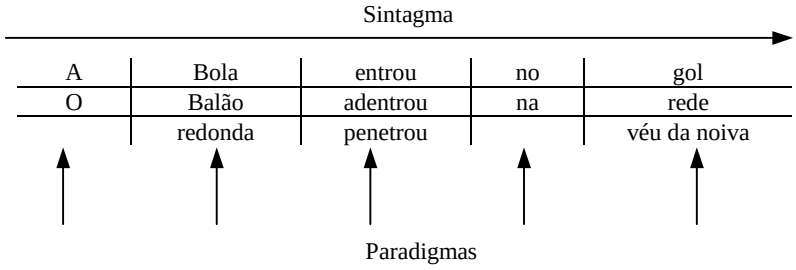
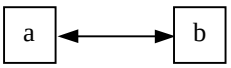


Fig. 1: Sintagmas e paradigmas

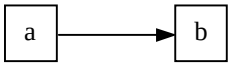
As colunas verticais indicam, cada uma, o repertório (paradigmas) de alguns possíveis signos que estão à disposição daquele que quer construir o sintagma "A bola entrou no gol". Em *design* de interfaces a "seleção de um objeto" seguida da "escolha uma ação" é um exemplo de sintagma formado de dois paradigmas: um paradigma de objetos e um paradigma de ações.

Hjelmslev [4, trad. francês, p. 51] afirma que são três os diferentes tipos de funções que necessitamos para descrever as relações entre as unidades de uma linguagem: **interdependência**, **pressuposição**[3] e **constelação**. Interdependência é um tipo de função contraída entre duas constantes, pressuposição é um tipo de função contraída entre uma constante e uma variável e constelação é um tipo de função contraída entre duas variáveis. Uma **função** descreve a relação entre dois funtivos. Diz-se que um funtivo é **constante** se sua presença é condição necessária para a presença do outro funtivo com o qual ele assume uma função. Caso contrário, o funtivo é **variável**. A figura 2 representa, através de grafos e de tabelas verdade, os três tipos de funções definidas por Hjelmslev.



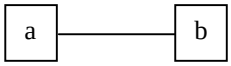
Presença de		Pode?
a	b	
Não	Sim	Não
Sim	Não	Não
Sim	Sim	Sim

(a) interdependência



Presença de		Pode?
a	b	
Não	Sim	Sim
Sim	Não	Não
Sim	Sim	Sim

(b) Pressuposição
("a" pressupõe "b", isto é, "b"é constante)



Presença de		Pode?
a	b	
Não	Sim	Sim
Sim	Não	Sim
Sim	Sim	Sim

(c) constelação

Fig. 2: Tipos de funções[4]

Hjelmslev propõe que a análise semiológia se faça distintamente sob dois planos interdependentes: o **plano da expressão** e o **plano do conteúdo**. No plano da expressão estão as expressões: a parte material dos signos (por exemplo, traços sobre o papel formando a palavra "elefante"). No plano do conteúdo figuram os conteúdos: o significado, ou conceito, veiculado pela parte material do signo (por exemplo, a imagem mental a que remete a expressão "elefante"). Andersen [1] entende que isto não se aplica imediatamente à análise de signos baseados em

[3] Na verdade, Hjelmslev chama a esta classe de função de **determinação**. Entendemos, como também faz Andersen [1], que o nome pressuposição é mais apropriado àquilo que esta classe de função representa.

[4] Hjelmslev não indica isto mas podemos ver a interdependência como um "não-ou exclusivo" lógico ("a" sse "b"), a pressuposição como um "implica" lógico (neste caso "a" implica "b" – se "a" então "b") e a constelação como uma tautologia.

computador. Diferente dos signos usados nas linguagens verbais, que ocupam, sempre, a mesma posição ao longo do tempo, os signos baseados em computador são transientes no sentido que podem alterar suas características tais como cor ou posição que eles ocupam na tela. Assim, Andersen propõe que a análise de cadeias de signos baseadas em computador (sintagmas) leve em conta sintagmas **concorrentes,** isto é, aquelas compostas de signos e partes de signos que ocorrem juntos no mesmo instante de tempo e sintagmas **seqüenciais**, ou seja, cadeias de signos ou partes de signos que ocorrem um após o outro em diferentes momentos no tempo. A estratégia de análise consiste em examinar, em cada plano (expressão e conteúdo), os sintagmas seqüenciais e concorrentes separadamente. Isto encontra-se ilustrado na figura 3.

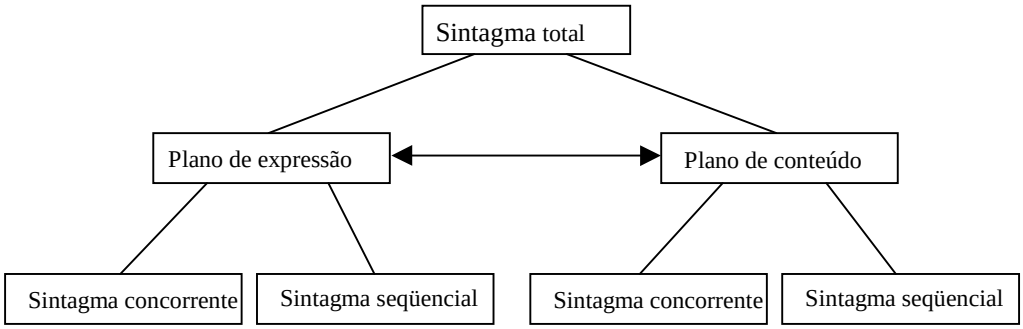


Fig. 3: Quatro tipos de sintagmas formados por signos baseados em computador

Em *design* de interfaces nós podemos usar estes conceitos para fazer a descrição estrutural dos sintagmas usados na interação Humano-Computador. Por exemplo, em um editor de textos típico, a operação de cortar (*Cut*) pressupõe a seleção de um texto em um sintagma seqüencial. Na próxima seção ilustramos o uso da Glossemática na análise estrutural da linguagem da interface do Netscape Mail 3.0 para Windows.

3. ANÁLISE GLOSSEMÁTICA ILUSTRADA NA LINGUAGEM DE INTERFACE DO NETSCAPE MAIL VERSÃO 3.0

Os conceitos discutidos anteriormente podem ser usados para abstrair características importantes das linguagens de interface Humano-Computador. Nós exemplificaremos a seguir a aplicação da análise glossemática a uma parte da linguagem subjacente à interface do Netscape Mail versão 3.0 para Windows. A Figura 4 apresenta a principal **cena**[5] do Netscape Mail. Limitaremos nossa análise a esta cena e não levaremos em consideração os menus que nela aparecem. Outras cenas e os menus podem ser analisadas de maneira similar.

[5] Chamamos de **cena** de uma interface a um arranjo de signos que, ocupando uma certa região no espaço ao mesmo tempo, pressupõe um conjunto de tarefas a serem realizadas. O conceito de cena é análogo ao conceito de "sistema" na mesma medida em que este permite isolar, para fins de estudo, um certo conjunto de fenômenos entre todos os outros que existem. A única utilidade deste conceito neste texto é isolar um fragmento da linguagem da interface para que se possa analisar somente tal fragmento.

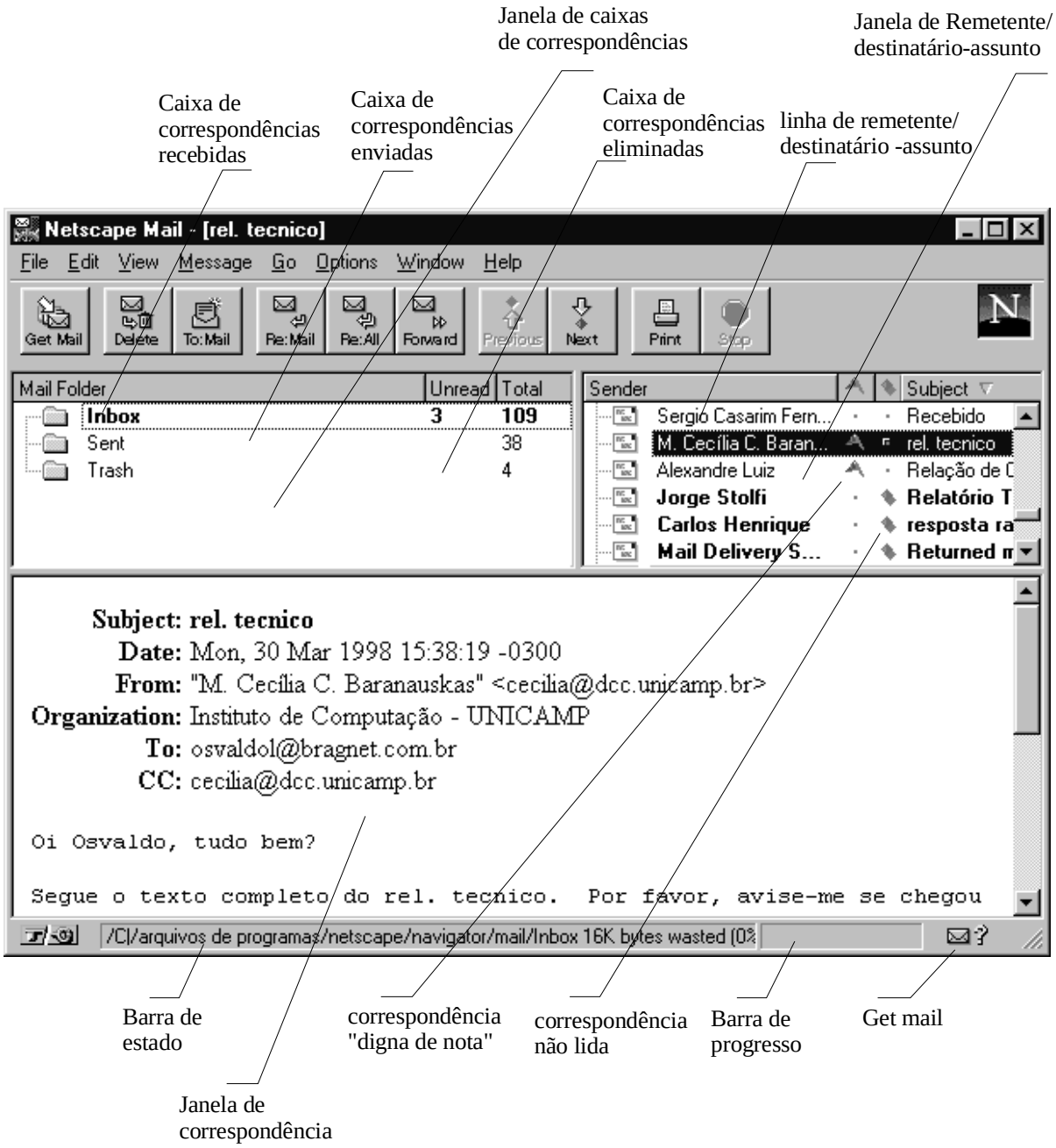


Fig. 4: A cena em análise no Netscape Mail 3.0

O nosso objetivo é estabelecer modelos que explicitem as relações entre os signos ilustrados ou subentendidos pela figura que representa a cena[6] em análise. Tais modelos serão expressos por meio de diagramas semelhantes aos da figura 2 nos quais as relações entre os signos são apresentadas através de um grafo de funções glossemáticas. Os signos são representados pelos vértices do grafo enquanto que os relacionamentos entre eles constituem as arestas do grafo. Quando o número de signos envolvidos é grande, estes diagramas podem se tornar quase ilegíveis se algumas simplificações na sua notação e na forma como são expressos não forem feitas. O problema é o cruzamento de linhas (arestas do grafo) que surge pela necessidade de se expressar o relacionamento entre um signo e todos os outros (o

[6] Da maneira como a definimos, uma "cena" não é uma simples fotografia estática da interface do software. Parece-nos cômodo e esclarecedor ilustrar uma cena através de um "instantâneo" da interface que capta os principais elementos em análise. Contudo precisamos ter em mente que o conceito de cena não se reduz a um objeto estático mas pressupõe signos não apresentados pelo objeto estático que, comodamente, a representa. Por exemplo, na cena da figura 5 o botão "Stop" encontra-se desabilitado. Contudo, a cena em análise pressupõe também o botão "Stop" na sua versão habilitada, desde que a ação de receber uma correspondência, que é possível nesta cena, leva-o por alguns instantes a esta condição.

grafo é, sempre, um grafo completo). Assim, propomos que tais diagramas sejam desenhados levando-se em conta as simplificações ilustradas na figura 5. Por exemplo, o grafo da figura 5-a será simplificado pelo grafo da figura 5-b por meio do uso de retângulos especiais. O grafo simplificado deve ser lido entendendo-se que toda função que se aplica a um retângulo especial aplica-se a cada um dos signos presentes no interior do mesmo. A simplificação da figura 5-c pela figura 5-d provem da seguinte relação lógica: se *A* é interdependente a *B* e *B* é interdependente a *C* então *A* é interdependente *C*. Assim, a figura 5-d não apresenta a aresta entre os vértices *A* e *C* mas a deixa subentendida. De forma similar, a figura 5-f simplifica a figura 5-e no que se refere a relação de pressuposição e a figura 5-h simplifica a figura 5-g para a relação de constelação.

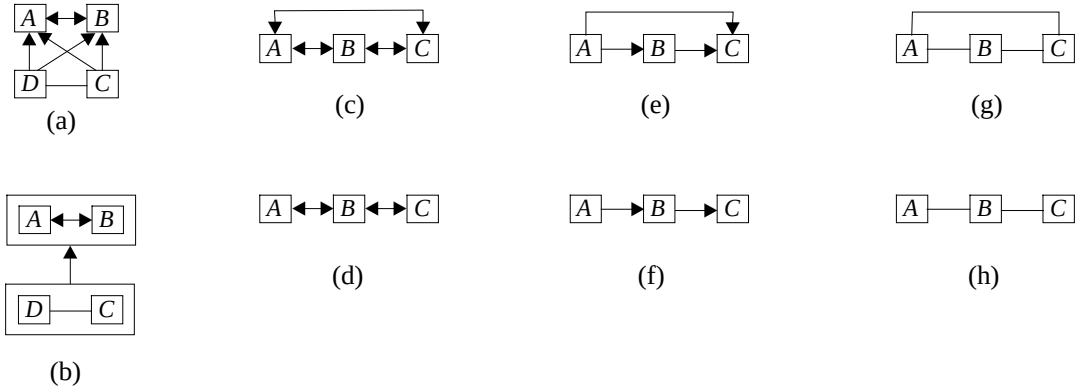


Fig. 5: Simplificações no desenho do grafo de funções glossemáticas

A figura 6 apresenta o diagrama para as relações contraídas entre os signos da da cena em análise no que se refere aos sintagmas concorrentes que podem ser formados tanto no plano do conteúdo (na figura, em cada retângulo, em fonte normal) quanto no plano da expressão (na figura, em cada retângulo, entre colchetes e em itálico).

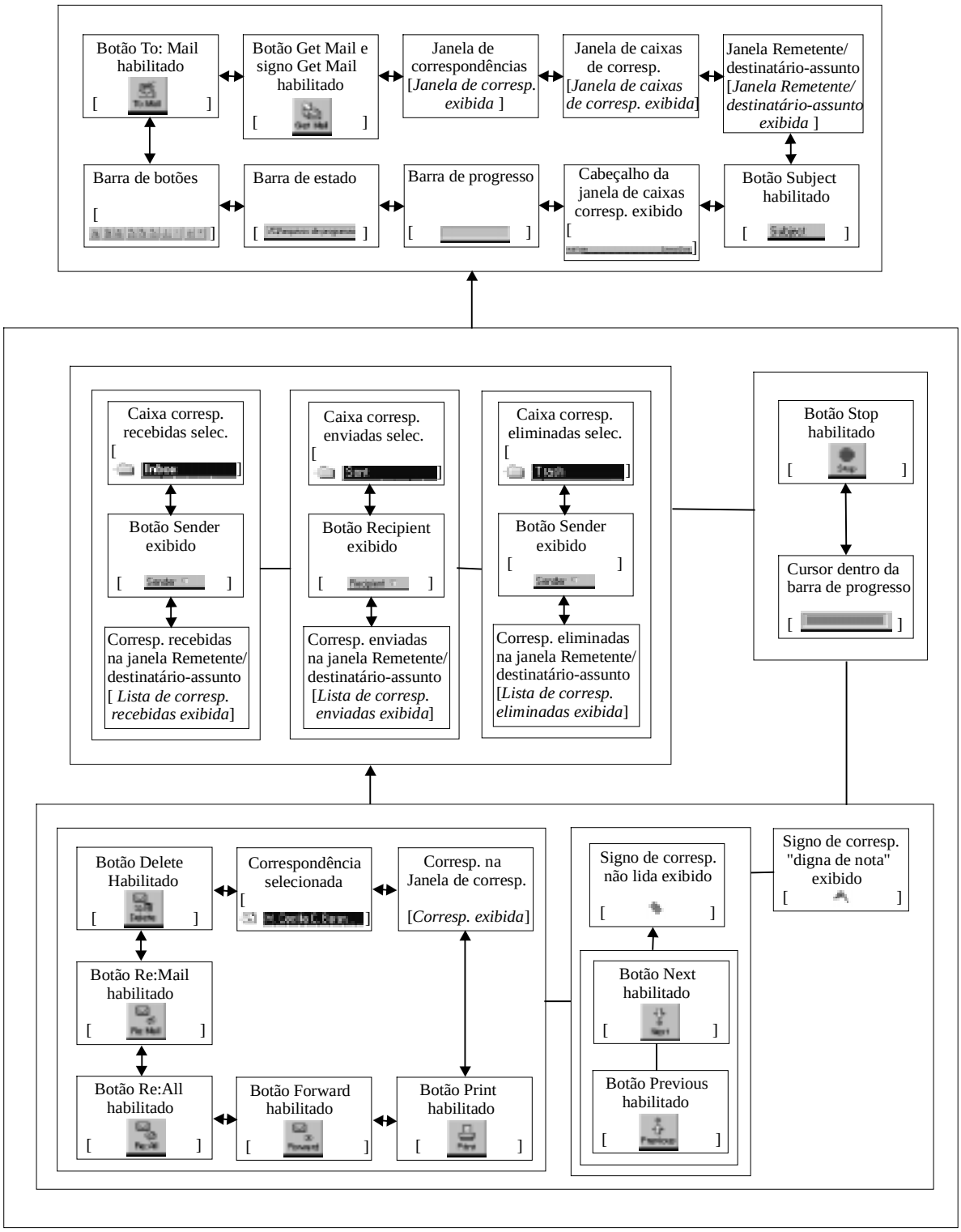


Fig. 6: Sintagmas concorrentes nos planos de expressão (entre colchetes, fonte em itálico) e de conteúdo (fonte normal)

A figura 7 assume as mesmas convenções estabelecidas para a figura 6 e apresenta o diagrama para as relações entre os signos da cena em análise no que se refere aos sintagmas seqüenciais formados nos planos de conteúdo e expressão.

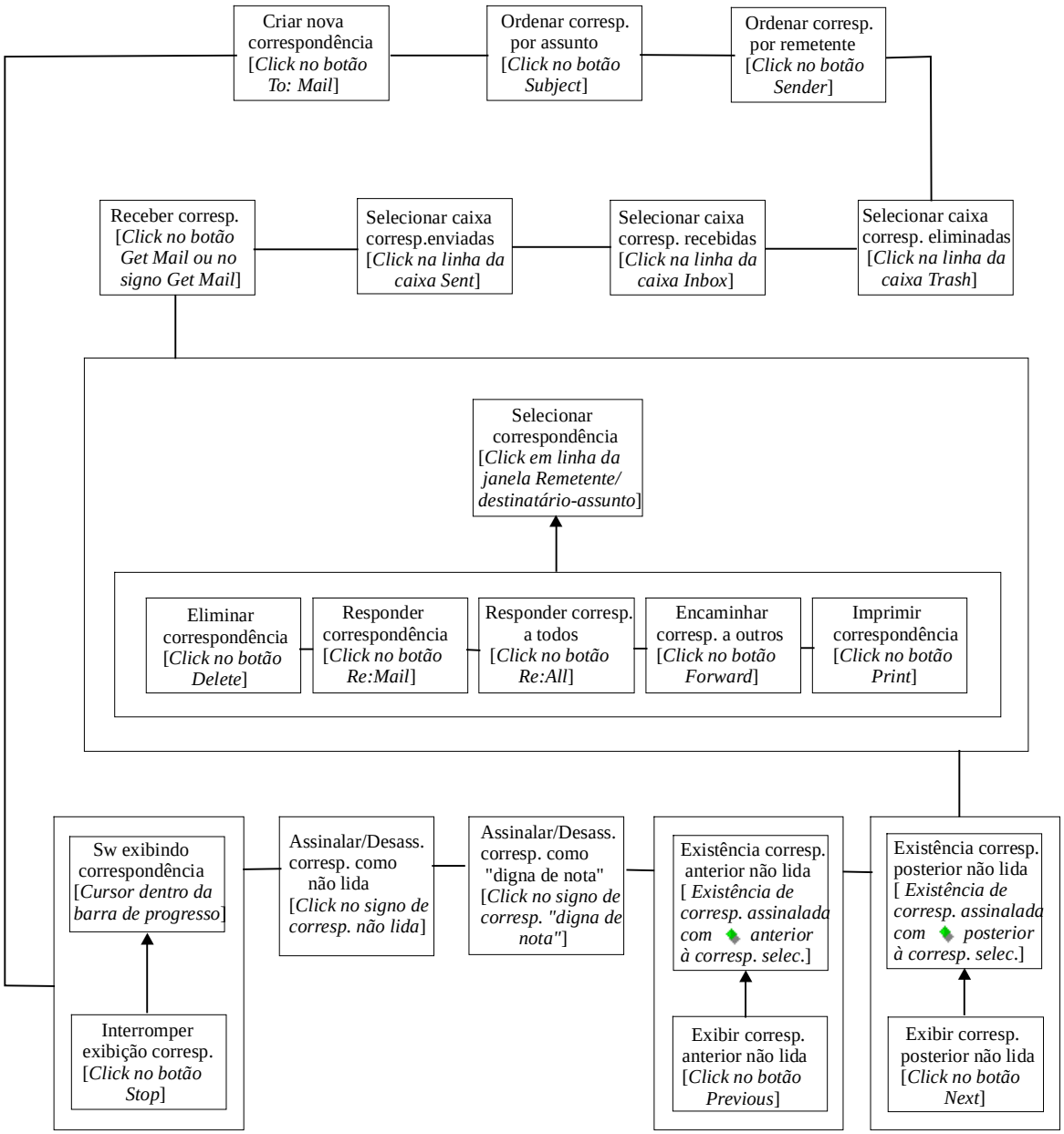


Fig. 7: Sintagmas seqüenciais nos planos de expressão (entre colchetes, fonte em itálico) e de conteúdo (fonte normal)

Estes diagramas modelam a estrutura da linguagem da interface e podem ser úteis na avaliação semiótica (glossemática) da interface. A seguir nós mostramos como se pode usar tais diagramas para inspecionar possíveis inconsistências em linguagens de interface.

3.1. Algumas inconsistências apontadas a partir da análise

Sintagmas concorrentes descrevem quais signos estão presentes na interface em um dado momento e qual a relação contraída entre eles. Em um extremo, relações de interdependência entre dois ou mais signos indicam reciprocidade e afinidade entre estes signos. Em outro extremo, relações de constelação entre dois ou mais signos indicam a inexistência de afinidade entre estes signos. Por outro lado, o *design* de uma interface reflete a afinidade entre signos gráficos (ou signos compostos de gráficos e textos) por meio de recursos tais como proximidade, similaridade geométrica e circunscrição dos mesmos. Na figura 6 nós observamos entre outras coisas, por exemplo, que existem as seguintes interdependências: (1) entre os signos "Botão Delete habilitado", "Botão Re:Mail habilitado", "Botão Re:All habilitado", "Botão Forward habilitado" e "Botão Print habilitado"; (2) entre os signos "Botão To:Mail habilitado" e "Botão Get Mail habilitado". No entanto, a proximidade entre os botões no *design* da interface ilustrada na figura 4

não está consistente com estas relações de interdependência. Surpreendentemente, a disposição dos botões na figura 4 sugere-nos, por exemplo, afinidade entre "Botão Delete habilitado" e "Botão To:Mail habilitado" ou afinidade entre "Botão Print habilitado" e "Botão Stop habilitado".

A avaliação da consistência entre o plano de conteúdo da linguagem da interface e o plano de conteúdo da respectiva linguagem falada pelo usuário da interface é particularmente importante. No entanto é mais difícil de ser realizada por envolver uma análise semiológica da respectiva linguagem praticada pelos usuários dentro do ambiente onde ele usa a interface. Aqui caímos em problemas clássicos em IHC tais como: “quais são os usuários do *software*?”, “que linguagens eles falam?”. Neste texto não estamos modelando a linguagem falada pelo suposto usuário da interface analisada. No entanto, acreditamos fortemente que existem as inconsistências apontadas a seguir, se levarmos em conta o senso comum que se tem sobre tais usuários e o plano de conteúdo da respectiva linguagem falada por eles. Observando a figura 7 nós concluímos que: (1) na linguagem da interface, correspondências sempre podem ser respondidas independentemente do fato de terem sido enviadas ou recebidas. Ou seja, pode-se compor o sintagma seqüencial “Responder correspondência para mim mesmo”. No entanto, parece razoável supor que não existe sentido, na linguagem falada pelo usuário, responder uma correspondência para si mesmo. (2) Na linguagem da interface pode-se realizar a ação "Assinalar/Desassinalar correspondência como não lida". Assim, correspondências podem ser consideradas lidas ou não lidas, apenas, pela realização da referida ação. Certamente este não é o sentido que se dá a ler (ou não ler) na linguagem do usuário. (3) Na linguagem da interface pode-se compor o sintagma "Correspondência não lida e ao mesmo tempo 'digna de nota' ". Isto também não parece ter sentido seja qual for a linguagem falada pelo usuário.

Toda expressão na interface tem associado a si um certo paradigma de ações por parte do usuário. Assim, por exemplo, à expressão do signo "Botão Sender" (figura 4) associa-se o seguinte paradigma composto de duas ações expressas por: *click* sobre o botão e um *drag* sobre os limites do botão. Para que haja consistência, contudo, todos os signos da interface cuja expressão se assemelha à expressão do signo "Botão Sender" também devem ter associadas a si o mesmo paradigma de ações, no que se refere à expressão destas ações pelo usuário. Isto não acontece, por exemplo, com o signo "Mail Folder", cujo papel na interface é o de um simples cabeçalho que pode ser redimensionado, conduzindo, portanto, a um paradigma de uma única ação: *drag* sobre os limites do botão. De forma similar, uma correspondência assinalada como não lida tem associada a si os paradigmas de ações: *click* sobre a marca de assinalamento de correspondência não lida e *click* no botão Previous (ou *click* no botão Next) dependendo da posição da correspondência selecionada. Em contrapartida, uma correspondência assinalada como "digna de nota" tem associada a si um simples paradigma composto pela ação *click* sobre a marca de assinalamento de correspondência "digna de nota".

4. CONCLUSÕES

Nós mostramos como a Semiótica, e em especial a Glossemática, pode ser empregada para analisar a estrutura e o relacionamento entre as unidades que compõem as linguagens de interface Humano-Computador. Indicamos também como, após feita a análise, pode-se levantar algumas inconsistências na linguagem da interface em relação a ela mesma e em relação à linguagem falada pelo usuário. Isto nos sugere a viabilidade do desenvolvimento de um método de avaliação da estrutura das linguagens de interface Humano-Computador. Trabalho extensivo é necessário, ainda, para a formalização e sistematização da metodologia de avaliação. Entretanto, podemos dizer que tal método pode ser interessante pelo menos por dois motivos. Primeiro, ele se classificaria como um método de diagnóstico da interface em contraposição aos métodos experimentais que requerem a presença de usuários e são, segundo Nielsen [8], caros. Segundo, ele se diferenciaria dos métodos de diagnóstico tradicionais (Avaliação Heurística, *Walkthrough* Cognitivo, Avaliação por meio de *Guidelines*, *Walkthrough Pluralístico*) por ser mais exato no sentido de não depender da interpretação subjetiva dada por um avaliador.

REFERÊNCIAS

[1] Andersen, P. B. (1997). *A Theory of Computer Semiotics*. Updated ed. of 1990. New York: Cambridge University Press.

[2] Coelho Netto, J. T. (1996). *Semiótica, Informação e Comunicação*. 4.ed.. São Paulo: Editora Perspectiva.

[3] Eco, U. (1976). *Tratado Geral de Semiótica*. Trad. Antônio de Pádua Danesi e Gilson Cézar Cardoso de Souza (A Theory of Semiotics. Bloomington: Indiana University Press). São Paulo: Editora Perspectiva, 1980.

[4] Hjelmslev, L. (1943). *Prolégomènes a Une Théorie du Langage*. Trad. Una Canger (Omkring Sprogteoriens Grundlæggelse. Copenhagen: Université Copenhagen, 1943. Imprimé en France pour Akademisk Forlag, 1968). Paris: Les Éditions de Minuit.

[5] Leite, J. C., Souza, C. S. (1997). A framework for the Semiotic Engineering of User Interface Languages. In Lucena, C. J. P. (ed.), M*onografias em Ciência da Computação.* Rio de Janeiro: PUC Rio, p. - .

[6] Liszka, J. J. (1996). *A General Introduction to the Semiotic of Charles Sanders Peirce*. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.

[7] Nadin, M. (1988). Interface Design. *Semiotica.* Amsterdam, v. 69, n. 3/4, p. 269-302.

[8] Nielsen, J. (1994). *Usability Inspection Methods*. New York: Jhon Wiley & Sons.

[9] Peirce, C. S. (1931-1935). *Collected Papers of Charles Sanders Peirce.* Vols. 1-6: Charles Hartshorme e Paul Weiss (ed.). Vol I: Principles of Philosophy; Vol. II: Elements of Logic; Vol. III: Exact Logic; Vol. IV: The Simplest Mathematics; Vol. V: Pragmatism and Pragmaticism; Vol VI: Scientific Metaphysics. Thrird Printing. Cambridge: Harvard University Press, 1974.

[10] Rheinfrank, J., Evenson, S. (1996). Design Languages. In Winograd, T. (ed.), *Bringing Design to Software* New York: Addison-Wesley Publishing Company, p. 63-80.

[11] Santaella, L. (1996). *O que é Semiótica*. 12.ed.. São Paulo: Editora Brasiliense.

[12] Schon, D. A. (1990). The Design Process. In Howard, V. A. (ed.), *Varieties of Thinking: Essays from Harward Philosophy of Education.* New York: Routhdge, p. 111-141.

[13] Sebeok, T. A. (1994). *Signs – An Introduction to Semiotics*. Toronto: University of Toronto Press Incorporated.

[14] Winograd, T. (1996). Comentários sobre o artigo Design Languages. In Winograd, T. (ed.), *Bringing Design to Software.* New York: Addison-Wesley Publishing Company, p. 64.