Série: Monografias em Ciência da Computação
Nº 5/88

EXISTE LÓGICA EM REDES SEMÂNTICAS ?

Theonilla Estellita C. Pessoa

Departamento de Informática

Cópias de publicações

Rosane T. L. Castilho
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação
PUC/RJ - Depto. de Informática
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22453 - Rio de Janeiro, RJ
Brasil

PUC/RJ - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Série: Monografias em Ciência da Computação
N: 5/88

Editor: Paulo Augusto Silva Veloso   Julho, 1988

EXISTE LÓGICA EM REDES SEMANTICAS ? *

Theonilla Estellita C. Pessoa

* Apresentado por Tarcísio Pequeno.

Trabalho parcialmente financiado pelo CNPQ e pela SID-Informática.

EXISTE LÓGICA EM REDES SEMANTICAS ?

Theonilla Estellita C. Pessoa

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo investigar a possibilidade de expressar em lógica as informações e procedimentos de dedução normalmente encontrados em redes semânticas. Inicialmente é feita uma crítica a respeito de algumas notações e significados às vezes encontrados em redes semânticas. Baseado nesta crítica são escolhidos uma notação e alguns mecanismos de dedução, com os significados mais usuais, como base para a pesquisa em lógica.

Palavras-chave: Representação de conhecimento, redes semânticas, lógica de default, mecanismo de herança.

ABSTRACT

The aim of this work is to investigate the possibility of representing in logic the information and the inference process usually found in semantic networks. First of all, some notations and meanings sometimes found in semantic networks are criticized. Based on this criticism a notation and some inference mechanisms, with their usual interpretation, are chosen in order to investigate their representation in logic.

Keywords: Knowledge representation, semantic networks, default logic, inheritance.

EXISTE LÓGICA EM REDES SEMANTICAS ?

S U M Á R I O

	PÁGINA
1- Introdução	1
2- Redes Semânticas: Apresentação e Crítica	2
3- Uma Notação e Alguns Mecanismos de Dedução	4
.Herança	13
.Procedimentos	18
.Default	22
4- Conclusão	28
Referências Bibliográficas	29

1- INTRODUÇÃO

Uma das principais motivações para este artigo vem do fato que, normalmente, quando uma rede semântica é apresentada, ela é composta não só de uma representação notacional, mas também de pelo menos um algoritmo de descrição que permite o caminhamento na rede , caracterizando elementos, fazendo inferências e respondendo a perguntas. A cada algoritmo de caminhamento diferente corresponde uma interpretação semântica distinta. O intuito deste artigo é mostrar que a cada interpretação semântica da rede corresponde um certo conjunto de fórmulas em lógica.

Inicialmente será feita uma breve apresentação genérica de redes semânticas e, também, alguma crítica sobre alguns sistemas de representação que, infelizmente, são usados. A seguir, por motivos a serem vistos no decorrer do artigo, será escolhida uma notação de rede semântica com alguns mecanismos de dedução usuais, sobre os quais serão pesquisadas as contrapartidas em lógica.

2- REDES SEMANTICAS: APRESENTAÇÃO E CRÍTICA

Redes semânticas são ditas uma classe de formalismos para representação de conhecimento. Estes formalismos de representação unem-se numa classe pois compartilham a mesma espécie de notação que consiste de nodos e arcos (ou ligações) que conectam os mesmos. Nodos e arcos podem ter labels. Normalmente nodos representam objetos, conceitos ou situações num certo domínio e os arcos representam relações entre os nodos. O significado de um nodo é dado por sua posição na rede, ou melhor, pelas ligações que o conectam na rede.

A notação usada para representar uma rede semântica não é tudo. Um sistema de rede semântica só está caracterizado quando apresentamos os mecanismos de dedução que o mesmo utiliza. Estes mecanismos são responsáveis pelo caminhamento na rede; é através deles que podemos responder perguntas e fazer inferências sobre as informações contidas na rede.

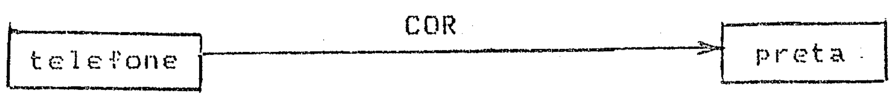
Na prática, contudo, não existe um consenso sobre o funcionamento destes mecanismos. Na verdade não existe sequer um consenso sobre os tipos de ligações usadas em uma rede. Este aspecto é bastante importante pois os tipos de ligações usadas interferem diretamente na expressividade da rede semântica em questão, isto é, na capacidade da rede em representar adequadamente o objeto ou situação desejada. Por outro lado, o funcionamento dos mecanismos de dedução é importante pois a cada interpretação diferente de um mecanismo dá-se um novo significado (semântica) à mesma rede. Alguns sistemas chegam a utilizar, numa mesma rede, para um mesmo mecanismo, interpretações diferentes conforme lhe seja mais vantajoso no momento, tornando ambígua a semântica da rede. Portanto, para que redes semânticas possam realmente ser consideradas um formalismos, é necessário que se estabeleça um padrão na notação (padrão para as ligações) e no funcionamento de cada mecanismo de dedução.

Neste trabalho estamos interessados na contrapartida lógica de cada interpretação semântica obtida com os mecanismos de dedução. Se houvesse o tão desejado consenso sobre a notação e sobre os mecanismos, só teríamos uma interpretação semántica para cada rede e, portanto, uma única contrapartida lógica. Como isto não é verdade, pelo menos ainda, vamos escolher uma notação, sempre procurando deixar claro qual o significado pretendido, e com ela estudar alguns mecanismos de dedução com as interpretações mais usuais. Onde vale a pena frisar novamente que estudar aqui significa analisar o conjunto de fórmulas em lógica correspondente.

3- UMA NOTAÇÃO E ALGUNS MECANISMOS DE DEDUÇÃO

A notação que iremos utilizar baseia-se na notação de Nilsson [3]. Os nodos serão representados por retângulos e as ligações serão setas representadas por linhas cheias .

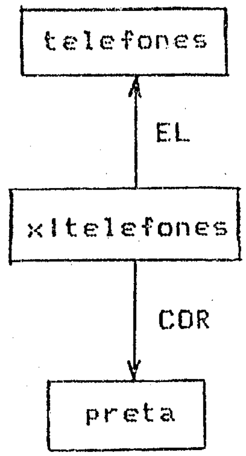
Ao criar um nodo de uma rede semântica ou ao estabelecer uma ligação entre dois nodos, estamos construindo a representação de algo numa certa notação. De fato, o que realmente importa é o significado dessa representação. Considere a seguinte representação :



Qual o significado dela ? Ela representa o conceito de um telefone preto ou a relação entre os conceitos telefone e preto de que todos os telefones são pretos (todos telefones?, alguns telefones?).

Ao projetar a notação de uma rede semântica, é necessário especificar não apenas os tipos dos nodos e ligações que podem ser usados e as regras de possíveis combinações (a sintaxe da notação), como também é necessário especificar os significados dos vários tipos de ligações e estruturas (a semântica da notação).

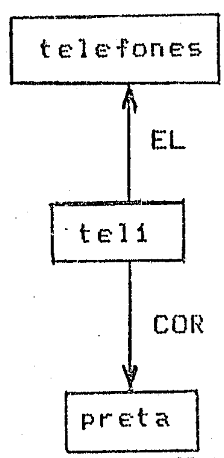
Para que não haja este tipo de confusão, adotaremos uma convenção na notação. Regras genéricas do tipo: Todos os telefones são pretos, serão representadas da seguinte forma :



onde a ligação EL tem o significado de pertinência usual e a expressão "x|telefones" significa que a variável x tem por domínio o conjunto dos telefones. A contrapartida lógica desta estrutura seria :

$$\forall x \ [\ telefone\ (x) \dashrightarrow cor\ (x, preta)\ ]$$

Se quiséssemos representar o fato de um certo telefone - tel1- ser de cor preta, teríamos então :

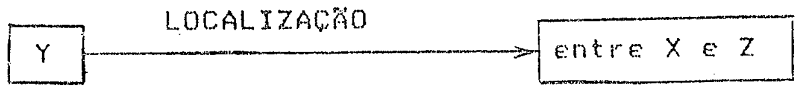


, em redes e :

telefone(tel1)
cor (tel1,preta) em lógica.

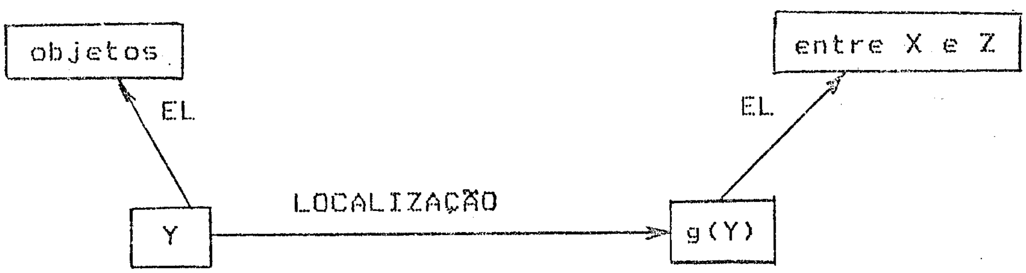
Desta forma, resolvemos o problema da ambiguidade.

Imagine, agora, qual seria a representação para a informação "Y está entre X e Z". O desenho abaixo :



é ambíguo, pois não está claro o que vem a ser "entre X e Z". Este nodo representa o conjunto de lugares entre X e Z ? Ou um lugar específico pertencente a este conjunto ?

Na notação que iremos usar "entre X e Z" representa o conjunto dos lugares entre X e Z. Assim se quisermos representar o fato de Y estar localizado em um dos vários pontos entre X e Z, usaremos a seguinte representação :



onde g(Y) representa uma função que depende do objeto Y, como seria de se esperar. Em lógica teríamos :

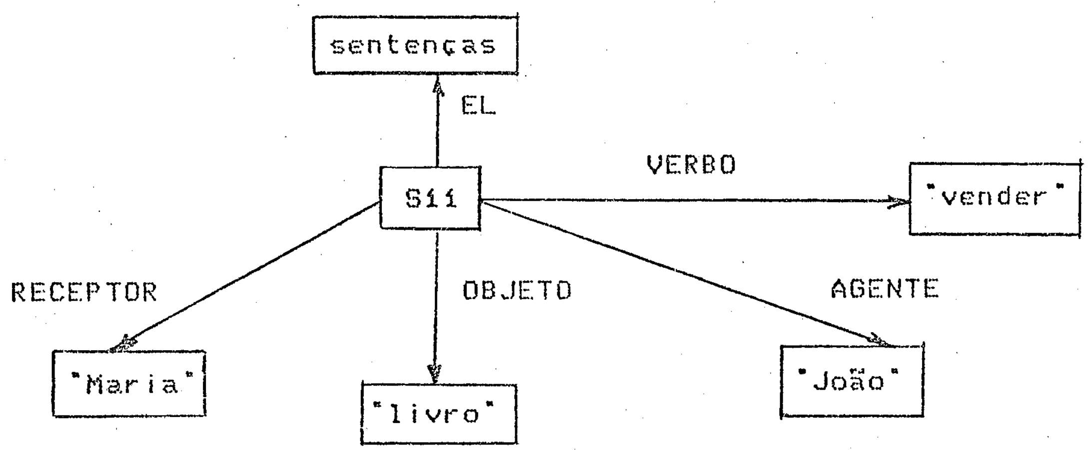
entre-x-e-z (g(Y))

objeto (Y)

localização (Y,g(Y))

Uma notação ou linguagem para representação semântica deve ser precisa, formal e sem ambiguidades ao representar qualquer interpretação particular que um ouvinte humano possa dar a uma sentença. Chamamos esta característica de adequação lógica de uma representação semântica. Acabamos de ver e resolver, portanto, dois exemplos de inadequação lógica.

Antes de continuar, é bom chamar atenção para o fato de que às vezes se deseja representar o significado de uma frase e em outras ocasiões deseja-se representar a própria frase. No exemplo anterior estávamos interessados em representar o significado da frase "Y está entre X e Z". Por outro lado, pode ocorrer que se queira representar a frase "João vendeu o livro à Maria". Neste caso usaremos a notação abaixo :



O nodo Sii representa a frase em questão e os elementos entre aspas ("") representam as palavras vender, João, livro e Maria e não os objetos ou pessoas denotadas pelas mesmas.

Em lógica teríamos o seguinte :

sentença (Sii)

verbo (Sii,"vender")

agente (Sii,"João")

objeto (Sii,"livro")

receptor (Sii,"Maria")

Tendo resolvido esta questão passemos agora a sentenças do tipo :

" A pertence a B e B é subconjunto de C " (fig. a)

" A pertence a B ou B é subconjunto de C " (fig. b)

" Não é verdade que A pertence a B e B é subconjunto de C " (fig. c)

que terão seu significado representado pelas figuras abaixo indicadas :

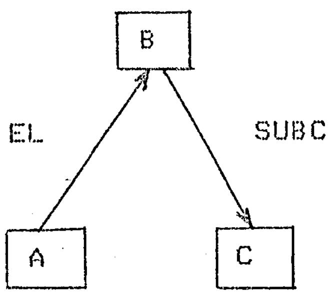


fig. a

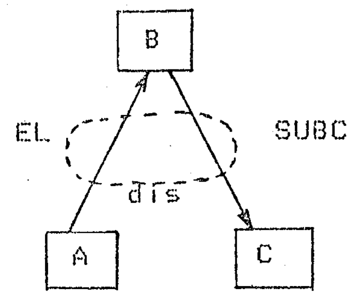


fig. b

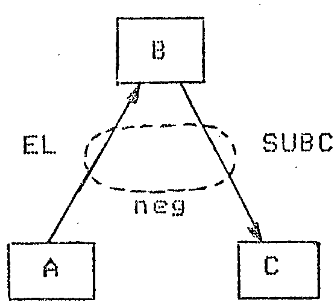


fig.c

Nesta notação o conectivo é dado pelo envoltório pontilhado. Quando o mesmo não é especificado, temos que o conectivo usado é a conjunção ("e").

Em lógica a ligação EL entre A e B (A $\xrightarrow{EL}$ B), como já foi visto, é representada por B(A). A ligação SUBC (B $\xrightarrow{SUBC}$ C) será traduzida por : $\forall x$ [B(x) ---> C(x)], isto é, todo x que pertance a B também pertence a C (noção de subconjunto). Logo na figura A temos :

$B(A) \wedge \forall x\ [B(x) \dashrightarrow C(x)]$, ou então

$B(A)$

$\forall x\ [B(x) \dashrightarrow C(x)]$

Na figura B temos :

$B(A) \vee \forall x\ [B(x) \dashrightarrow C(x)]$

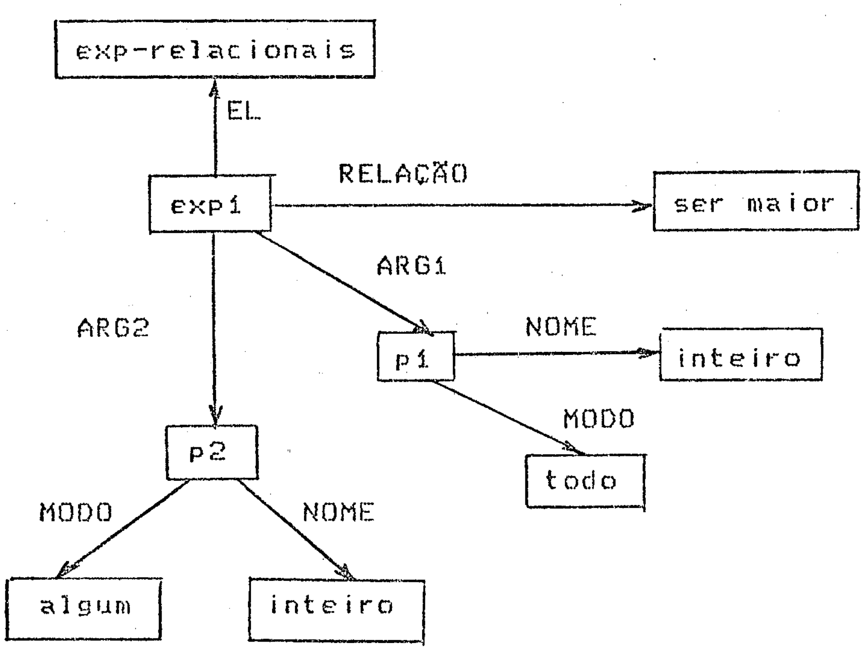
Na figura C temos :

$\sim [B(A) \wedge \forall x\ [B(x) \dashrightarrow C(x)]]$, ou então

$\sim B(A) \vee \sim \forall x\ [B(x) \dashrightarrow C(x)]$, ou então

$\sim B(A) \vee \exists x\ [B(x) \wedge \sim C(x)]$

Para terminar os aspectos sobre notação, falta tratar da representação de expressões quantificadas. Considere, então, a sentença "Todo inteiro é maior que algum inteiro" com seu significado representado da seguinte forma :



Observe que esta representação é logicamente inadequada pois temos duas possíveis interpretações, dependendo do quantificador existencial estar ou não sob o escopo do quantificador universal. Na interpretação usual o segundo inteiro depende do primeiro e a sentença é verdadeira; na segunda, uma interpretação patológica da sentença, existe um inteiro tal que todo inteiro é maior do que ele. Alguns poderiam protestar, dizendo que só existe uma possível interpretação sobre os quantificadores tomados na ordem em que aparecem. Entretanto considere a sentença "Todos tomaram um carro antigo que tinha as chaves na ignição"; nesse caso a interpretação natural é justamente oposta. Uma vez que a rede semântica deve ter uma notação que represente cada significado que se queira expressar, deveria haver alguma forma de caracterizar a diferença.

Existem várias técnicas para representar expressões quantificadas : quantificadores como operadores de ordem maior, método de funções de Skolem e o método de abstração lambda. Nesse artigo usaremos o método de funções de Skolem.

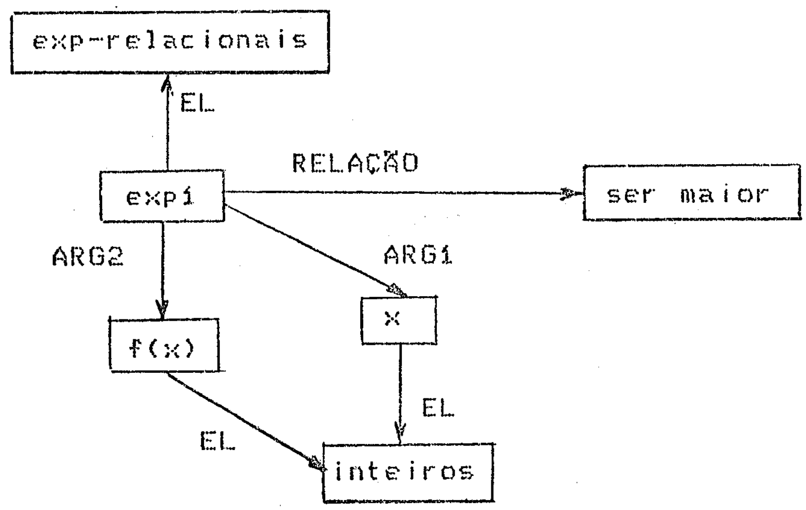
Para aplicar o método é necessário que a expressão não contenha operadores negativos no prefixo quantificado (qualquer operador desse tipo pode ser retirado por transformações que trocam "não para todo" por "existe um tal que não" e "não existe um" por "para todo não"). Depois troca-se cada variável existencialmente quantificada por uma função de nome único cujos argumentos são as variáveis universalmente quantificadas, as quais têm sob seus escopos o quantificador existencial. Feito isso, os quantificadores existenciais são eliminados e uma vez que as variáveis restantes são todas universalmente quantificadas, os quantificadores universais podem ser eliminados e as variáveis livres tratadas, implicitamente, como universalmente quantificadas. Por exemplo, a expressão :

$$(\forall x)(\exists y)(\forall z)(\exists w)\ P(x,y,z,w)$$

ficaria assim : $P(x,f(x),z,g(x,z))$, onde f e g são novas funções criadas para substituir as variáveis y e w.

Assim temos que as funções de Skolem servem como meio de amazenar as dependências de uma variável existencialmente quantificada.

No último exemplo então teríamos :



onde f(x) é uma função de Skolem. Em lógica, temos :

exp-relacional (EXP1)

relação (EXP1,ser maior)

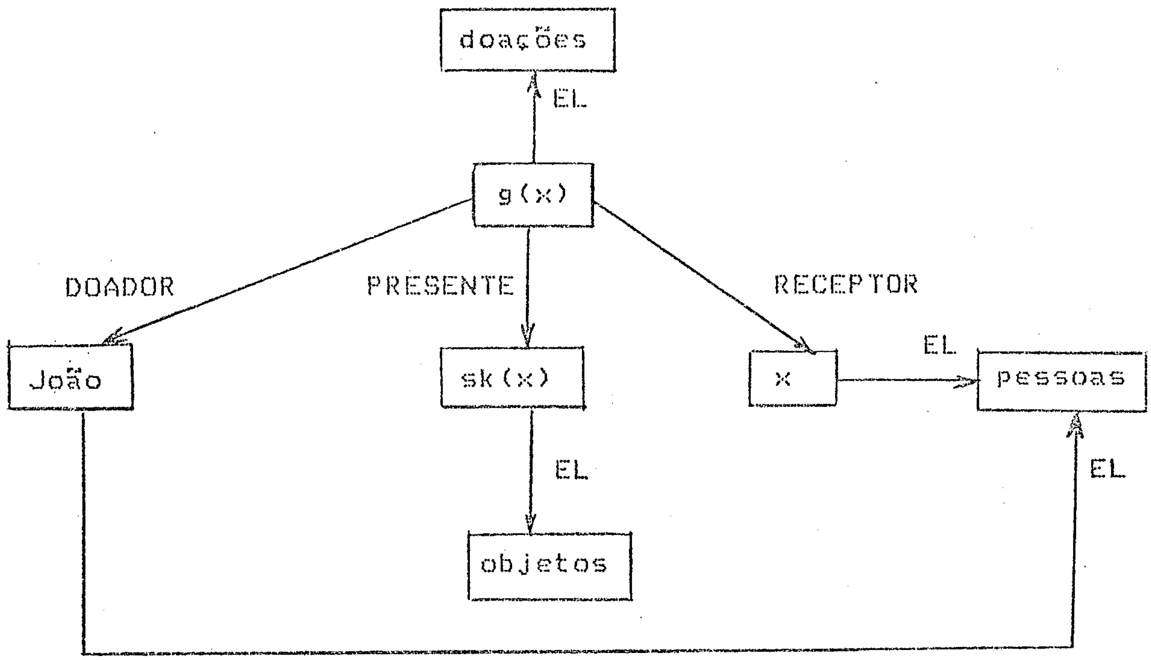
arg1 (EXP1,x)

arg2 (EXP1,f(x))

inteiro (x)

inteiro (f(x))

Considere, ainda, outro exemplo : "João deu alguma coisa para todo mundo". Em rede teríamos :



onde sk(x) e g(x) são funções de Skolem. Em lógica :

doações (g(x))

doador (g(x),João)

presente (g(x),sk(x))

receptor (g(x),x)

pessoa (x)

objeto (sk(x))

pessoa (João)

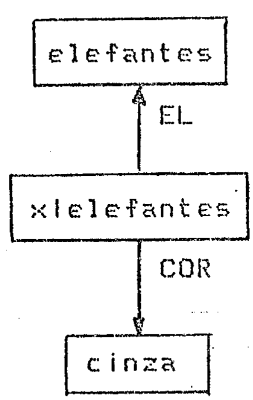
Posto isto, podemos começar a estudar alguns mecanismos de dedução (ou descrição), com as interpretações usuais. Existem mecanismos que induzem um movimento de descrição no sentido das classes para os indivíduos a elas pertencentes, outros determinam descrições na falta de conhecimento específico e outros que especificam procedimentos para avaliar (computar) descrições.

O estudo de cada mecanismo será feito da seguinte forma : descrição do mecanismo em redes com os problemas (ou características ou aspectos) a ele pertinentes, seguida de uma possível equivalência em lógica.

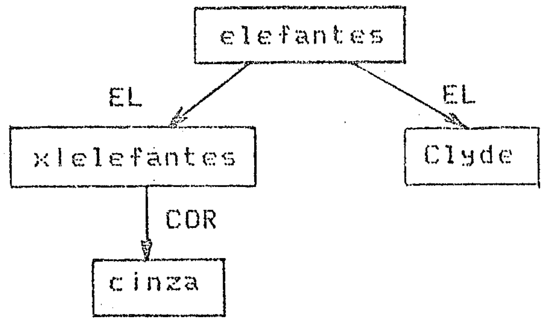
O primeiro mecanismo que iremos estudar é o mecanismo de herança. Este mecanismo estabelece a forma de propagação dos atributos no sentido das classes para suas subclasses ou das classes para os elementos a elas pertencentes.

O mecanismo de herança pode ser usado para propagar valores explícitos, procedimentos de cálculo e também valores default. Por hora, vamos nos limitar a exemplos envolvendo valores explícitos, os demais casos irão aparecer naturalmente no decorrer do artigo.

Suponha uma representação como a abaixo indicada na qual temos que todos elefantes são cinzas.

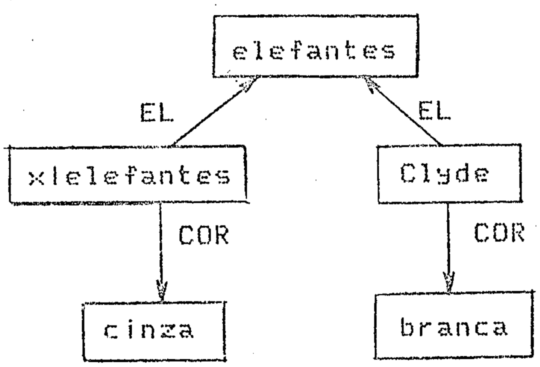


Suponha agora que sabemos que Clyde e'um elefante.



Ao utilizarmos o mecanismo de herança, podemos concluir que Clyde tem cor cinza. Repare que o atributo "cor cinza" foi propagado no sentido da classe dos elefantes para um membro da mesma (Clyde).

Suponha ainda que saibamos que Clyde é um elefante branco. Teríamos então a seguinte representação :



Dada esta representação é necessário especificar como deve-se proceder para fazer inferências, pois do contrário poderíamos extrair conclusões conflitantes. Senão considere o fato de que Clyde é um elefante e portanto, por herança, concluiríamos que ele tem cor cinza, contrariando o fato, representado, de Clyde ter cor branca. Assim é necessário especificar rotinas de inferência que permitam estabelecer um critério que leve a conclusão desejada. Por exemplo que se estabeleça um critério no qual fatos explícitos tenham preferência sobre expressões quantificadas do tipo regras genéricas. Nesta rede então a conclusão obtida seria que : Clyde tem cor branca.

A rotina de inferência, que estabelece este critério, teria a seguinte forma algorítmica:

Suponha que desejamos saber sobre certa propriedade L de um nodo N, então :

1. Primeiro devemos procurar uma ligação de nome L a partir do nodo N.

2. Se a encontrarmos então a pergunta foi respondida, senão devemos procurar o conjunto ao qual N pertence ou do qual é um subconjunto (C), procurar uma regra genérica que tenha C como universo e que tenha uma ligação de nome L.

3. Caso também não exista, então nada podemos dizer sobre a propriedade L do nodo N.

O equivalente lógico deste exemplo está abaixo representado e apresenta o mesmo problema de inconsistência, pois por (i) e (ii) temos que a cor do Clyde é cinza e por (iii) temos que a cor é branca. Logo esta não é um boa representação.

$$\forall x\ [\text{elefante}\ (x) \longrightarrow \text{cor}\ (x,\text{cinza})] \qquad (i)$$

$$\text{elefante}\ (\text{Clyde}) \qquad (ii)$$

$$\text{cor}\ (\text{Clyde},\text{branca}) \qquad (iii)$$

Na verdade o fato é que gostaríamos que a regra (i) só fosse usada quando não houvesse nenhum outro fato que afirmasse o contrário. Podemos exprimir este procedimento através da lógica de default [2,5]. Teríamos então a expressão (i) representada por:

$$\forall x \left[\frac{\text{elefante}(x) \ : \ \text{"C"}\text{cor}(x,\text{cinza})}{\text{cor}(\text{cinza})} \right] \qquad (i')$$

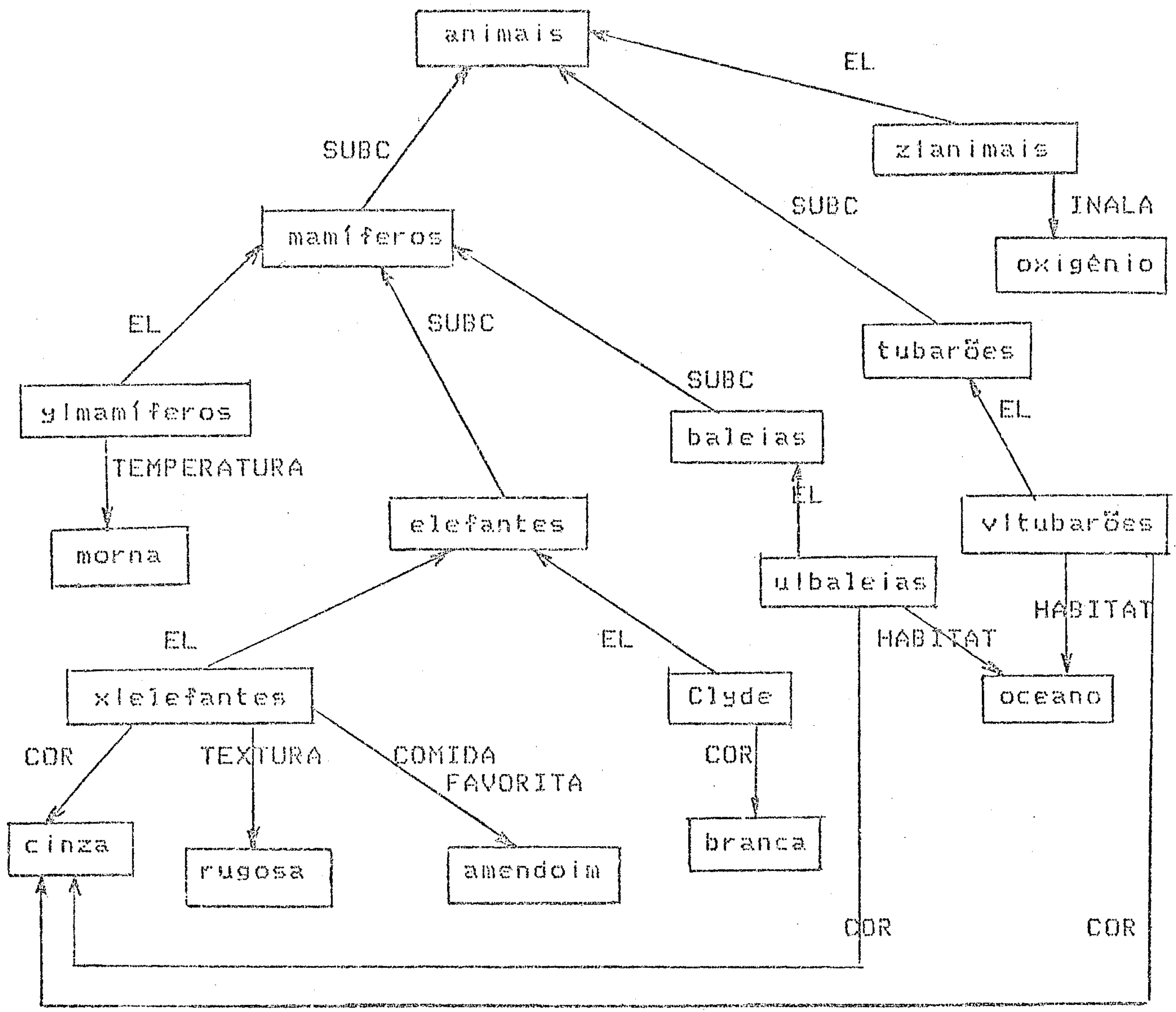
e lida da seguinte forma : se x é elefante e é consistente (letra "C") assumir que a cor de x é cinza, então conclua que a cor de x é cinza.

Agora ao juntarmos as expressões (i'), (ii) e (iii) não há mais inconsistências. A resposta a pergunta "Qual a cor de Clyde ?" é branca.

Outra forma de expressar este procedimento seria usando lógica condicional, conforme sugerido por Nute [4]. Usando lógica condicional é possível fazer com que algumas regras sejam anuladas por outras. Por exemplo uma regra A cujos antecedentes contenham mais informações que os antecedentes de uma regra B e cujo consequente seja contraditório ao consequente da regra B; neste caso a regra A prevalece sobre a regra B, anulando esta última. Outra possibilidade é de um fato anular uma regra cujo consequente seja contraditório ao fato.

No último exemplo visto temos, pela lógica condicional, que a regra (i) é anulada pelo fato diretamente representado (iii), uma vez que o consequente de (i) contradiz o fato.

Por último, considere o exemplo da página seguinte com sua representação em lógica.



$$\forall x\ [\text{mamífero } (x) \dashrightarrow \text{animal } (x)]$$

$$\forall x\ \left[\frac{\text{animal } (x)\ :\ \text{"C" inala } (x, \text{oxigênio})}{\text{inala } (x, \text{oxigênio})}\right]$$

$$\forall x\ [\text{tubarão } (x) \dashrightarrow \text{animal } (x)]$$

$$\forall x\ \left[\frac{\text{tubarão } (x)\ :\ \text{"C" habita } (x, \text{oceano})}{\text{habita } (x, \text{oceano})}\right]$$

$$\forall x\ \left[\frac{\text{tubarão } (x)\ :\ \text{"C" cor } (x, \text{cinza})}{\text{cor } (x, \text{cinza})}\right]$$

$$\forall x\ [\text{baleia } (x) \dashrightarrow \text{mamífero } (x)]$$

$$\forall x\ \left[\frac{\text{baleia } (x)\ :\ \text{"C" habita } (x, \text{oceano})}{\text{habita } (x, \text{oceano})}\right]$$

$$\forall x \left[\frac{baleia\ (x)\ :\ \text{"C"}cor\ (x,cinza)}{cor\ (x,cinza)}\right]$$

$$\forall x\ [elefante\ (x) \dashrightarrow mamífero\ (x)]$$

$$\forall x \left[\frac{elefante\ (x)\ :\ \text{"C"}cor\ (x,cinza)}{cor\ (x,cinza)}\right]$$

$$\forall x \left[\frac{elefante\ (x)\ :\ \text{"C"}textura\ (x,rugosa)}{textura\ (x,rugosa)}\right]$$

$$\forall x \left[\frac{elefante\ (x)\ :\ \text{"C"}comida\text{-}favorita\ (x,amendoim)}{comida\text{-}favorita\ (x,amendoim)}\right]$$

elefante (Clyde)

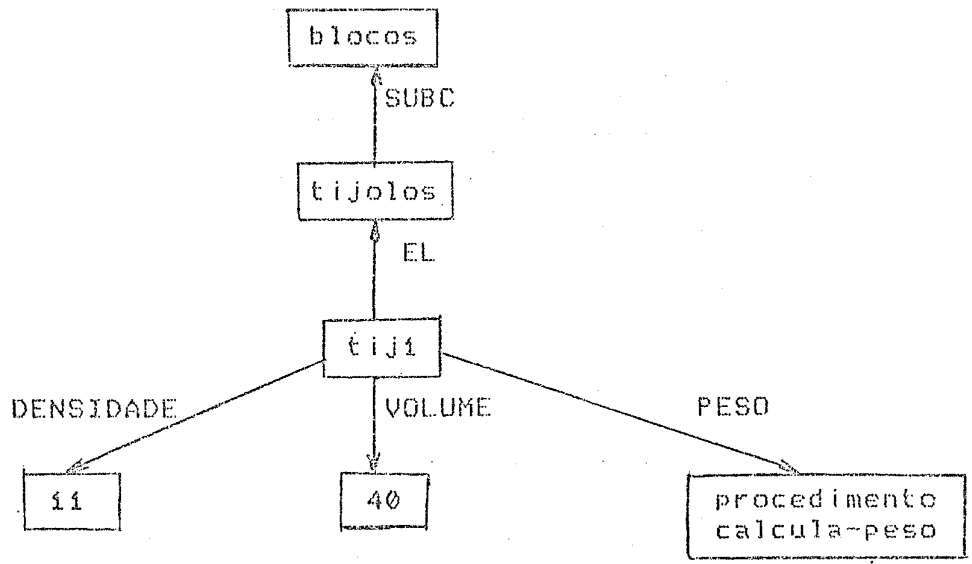
cor (Clyde,branca)

$$\forall x \left[\frac{mamífero\ (x)\ :\ \text{"C"}temperatura\ (x,morna)}{temperatura\ (x,morna)}\right]$$

Nem sempre, quando fazemos uma pergunta sobre um certo nodo N, podemos ter diretamente o valor resposta. Um mecanismo, bastante usado nestes casos, utiliza procedimentos que permitem que o valor procurado seja calculado. Assim o nodo N não estará ligado a um valor e sim a um procedimento que será avaliado, quando necessário e se possível.

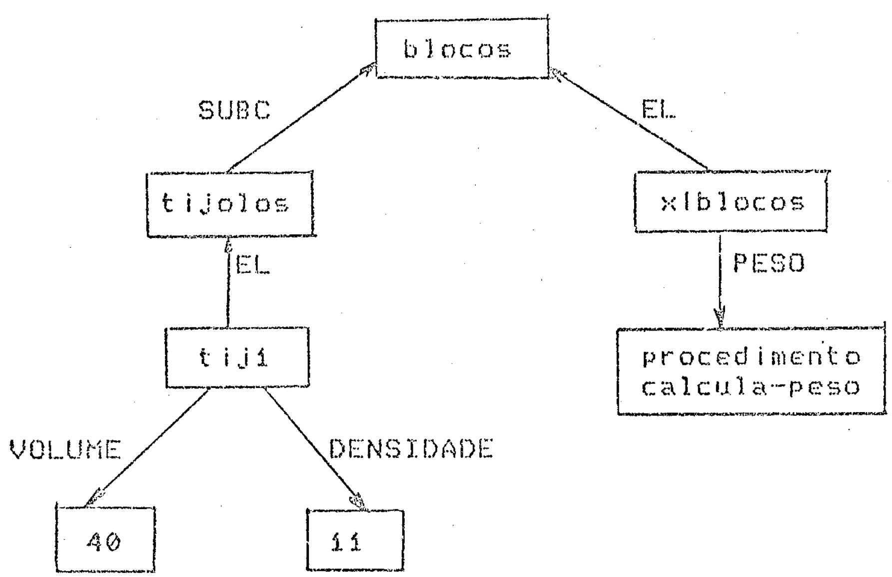
Por exemplo, seja a representação abaixo onde temos:

```
Procedimento calcula-peso
        se  houver valores para "volume" e  "densidade"
        então
            considere  o  valor da ligação  "peso"  como
            sendo o produto dos dois valores ( volume  e
            densidade)
        fim-se
fim-procedimento
```



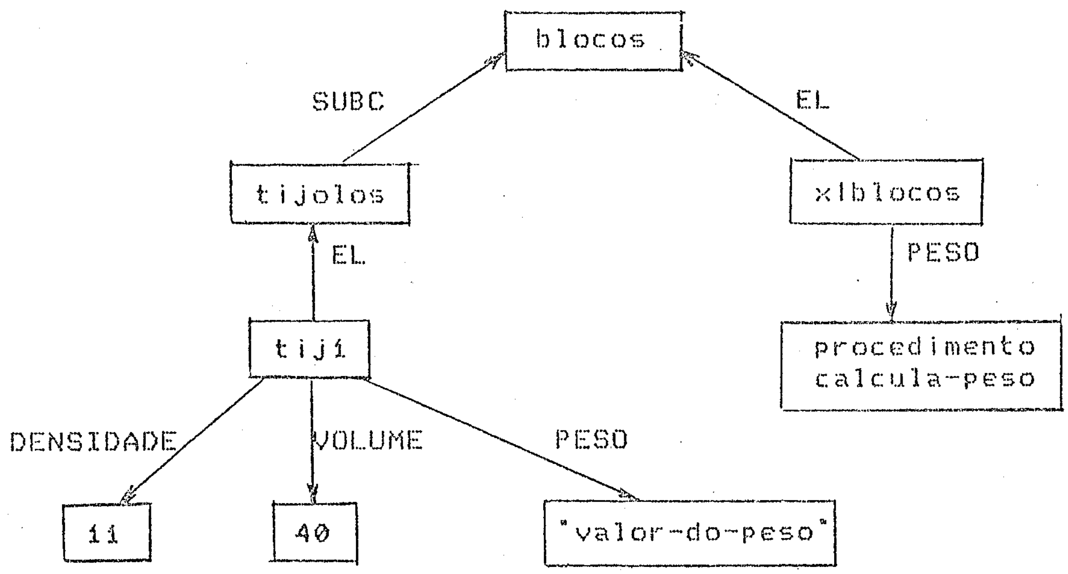
Neste caso ao perguntarmos pelo peso do tijolo TIJ1 teríamos como resposta o valor 440, computado pelo procedimento. Repare, entretanto que só foi possível avaliar o peso porque os valores de densidade e volume eram conhecidos, caso contrário o valor seria desconhecido.

Considere a seguinte variação do exemplo visto :



Se fizéssemos agora a mesma pergunta teríamos o mesmo valor como resposta. Entretanto nesse caso, antes de avaliar o procedimento foi preciso primeiro usar o mecanismo de herança, pois o procedimento está definido para BLOCOS e não mais para TIJ1.

Considere ainda outra variação do exemplo :



Numa possível equivalência lógica estes procedimentos seriam transformados em funções que seriam avaliadas quando necessário, se possível.

O exemplo ficaria em lógica assim :

∀x [tijolo (x) --> bloco (x)]

tijolo (tij1)

volume (tij1,40)

densidade (tij1,11)

peso (tij1,"valor-do-peso")

∀x [bloco (x) --> peso (x,f(volume,densidade))]

Sem entrar em considerações sobre ser o "valor-do-peso" igual ou diferente do valor calculado pelo procedimento, vale perguntar : Qual dos dois valores deve ter precedência ? O valor explícito ou o valor herdado computado pelo procedimento ?

Na verdade dois procedimentos diferentes são mais comumente utilizados para herança . O procedimento chamado de N percorre a rede sob a forma da letra "N", ao subir através de ligações do tipo EL e SUBC procurando um certo tipo de valor (explícito ou calculado) antes de descer novamente procurando por outro tipo. O procedimento Z move-se sob a forma da letra "Z", procurando primeiro um certo tipo de valor e depois outro de cada nodo visitado antes de subir por uma ligação EL ou SUBC. Repare que em ambos os casos é preciso estabelecer a precedência entre os diversos tipos de valores. Assim podemos ter uma rotina N que procure primeiro valores explícitos e depois valores calculados; e uma rotina N que procure primeiro valores calculados e depois valores explícitos. O mesmo se aplica à rotina Z.

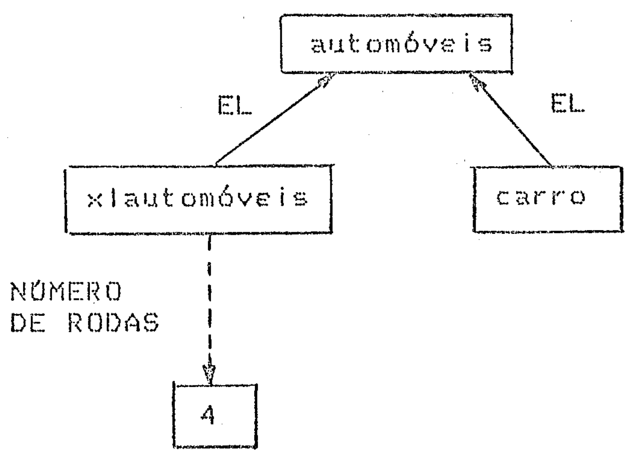
Nesta representação usar lógica de default para as regras genéricas não resolve o problema de precedêcia. Agora não é mais apenas uma questão entre valores explícitos diretamente ligados e valores explícitos herdados; há também a questão dos valores calculados. Na verdade é necessário escolher qual o algoritmo de herança (N ou Z) e estabelecer qual a ordem de precedência entre valores explícitos e calculados. Por enquanto deixaremos essa questão em aberto e voltaremos a ela depois de falar um pouco sobre default. O motivo é bem simples como veremos adiante.

Logo que tomamos conhecimento da identidade de um objeto, normalmente fazemos uma série de hipóteses sobre o mesmo. A menos que se trate de uma exceção, assumimos, por exemplo, que baleias são grandes, passáros voam, castelos são antigos e elefantes são cinza.

O mecanismo de default é usado para representar hipóteses fracas, isto é, valores que são prováveis de serem assumidos na falta de uma informação específica.

Para diferenciar valores explícitos de valores default, isto é, valores diretamente representados e valores assumidos na falta de informação mais específica, usaremos setas tracejadas para indicar os valores default.

Seja por exemplo a representação abaixo :



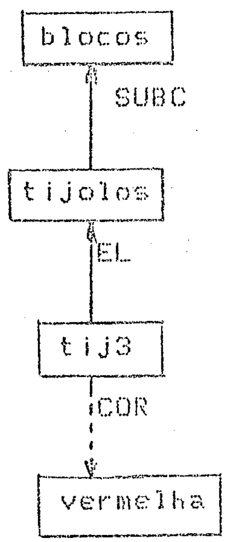
onde estamos dizendo que um carro tem normalmente 4 rodas a menos que se diga algo em contrário.

Em lógica, a maneira mais natural de expressar este mecanismo é através da lógica de default. Assim o exemplo acima em lógica tem a forma :

automóvel (carro)

$$\forall x \left[\frac{\text{automóvel}(x)\ :\ \text{"C"}\,\text{número-rodas}(x,4)}{\text{número-rodas}(x,4)}\right]$$

Podemos também ter coisas mais específicas como :



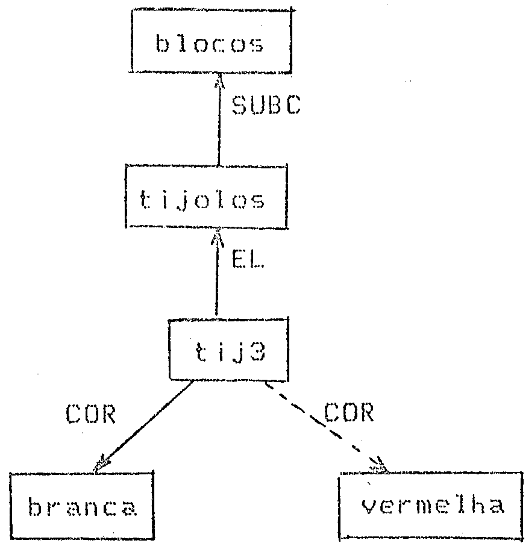
Aqui o default não se aplica a uma classe de elementos e sim a um elemento específico (TIJ3). Em lógica teríamos :

$\forall x$ [tijolo (x) ---> bloco (x)]

tijolo (tij3)

$$\forall x\ \ : \left[\frac{\text{"C"}\,\text{cor (tij3,vermelha)}}{\text{cor (tij3,vermelha)}}\right]$$

Repare que se houvesse um fato explícito, como na figura abaixo, dizendo que tij3 tem cor branca



não haveria contradição pela própria essência do mecanismo de default; o fato prioritário seria TIJ3 ter cor branca. Em lógica também não haveria inconsistência pela essência da lógica de default, como mostram as cláusulas abaixo :

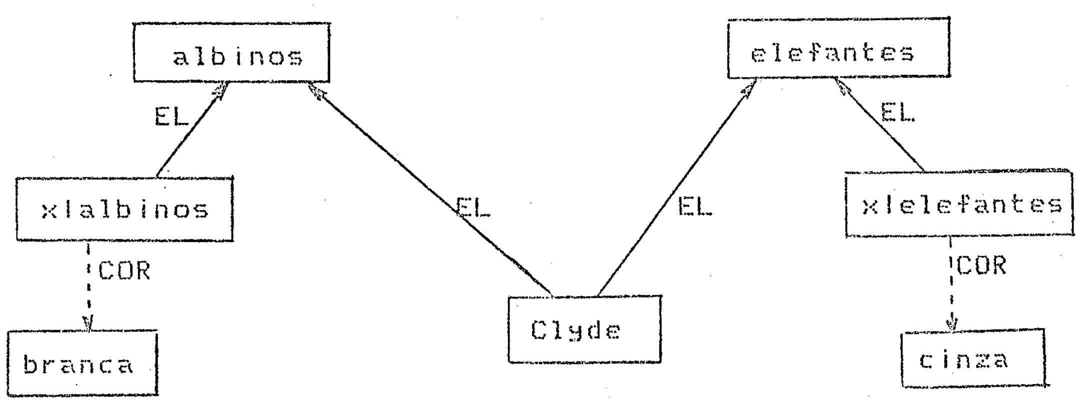
$\forall x\ [\text{tijolo}\ (x) \longrightarrow \text{bloco}\ (x)]$

tijolo (tij3)

$$\forall x \quad : \left[\frac{\text{"C"cor (tij3,vermelha)}}{\text{cor (tij3,vermelha)}}\right]$$

cor (tij3,branca)

Por outro lado, considere o seguinte exemplo :



Neste caso temos que Clyde pertence a dois conjuntos distintos (ALBINOS e ELEFANTES), ambos com valores default para cor. Portanto temos um impasse : Qual a cor de Clyde ? Em casos como este para que não haja confusão, é necessário definir qual, dentre os defaults, tem maior prioridade.

Neste exemplo é evidente que a fato de Clyde ser albino determina que sua cor é branca e não cinza. Assim o que estamos querendo dizer é que é razoável supor que um elefante tem cor cinza desde que o mesmo não seja albino. Em lógica :

elefante (Clyde)

albino (Clyde)

$$\forall x \left[\frac{\text{albino }(x)\ :\ \text{"C"cor }(x,\text{branca})}{\text{cor }(x,\text{branca})}\right]$$

$$\forall x \left[\frac{\text{elefante }(x)\ :\ \text{"C"cor}(x,\text{cinza})\ \wedge\ \text{"C""albino }(x)}{\text{cor }(x,\text{cinza})}\right]$$

Aqui, novamente, temos como alternativa para expressar este comportamento o uso da lógica condicional (*). Neste exemplo teríamos as seguintes regras :

$\forall x$ [elefante (x) ---> cor (x,cinza)] (i)

$\forall x$ [elefante (x) ^ albino (x) ---> cor (x,branca)] (ii)

elefante (Clyde) (iii)

albino (Clyde) (iv)

onde o condicional (ii) anula o condicional (i) porque seu antecedente contem mais informação que o antecedente do condicional (i).

* Para uma explanação sobre as regras e axiomas envolvidos na lógica condicional veja [4].

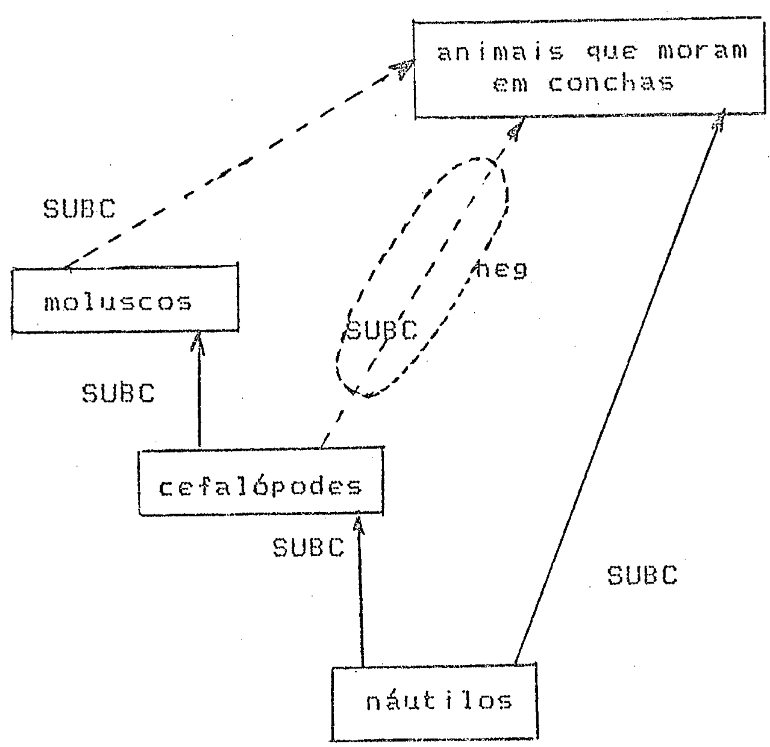
Considere ainda uma representação em rede, conforme figura abaixo, para as seguintes afirmações :

Moluscos normalmente vivem em conchas.

Cefalópodes são moluscos mas normalmente não vivem em conchas.

Náutilos são cefalópodes e vivem em conchas.

Repare que o default da classe dos cefalópodes invalida o default dos moluscos que normalmente seria herdado. Da mesma forma o default dos náutilos invalida o dos cefalópodes, retomando o default dos moluscos.



Usando lógica de default teríamos o seguinte :

$\forall x$ [náutilo (x) ---> cefalópode (x)]

$\forall x$ [náutilo (x) ---> mora-em-concha (x)]

$\forall x$ [cefalópode (x) ---> molusco (x)]

$$\forall x \left[\frac{\text{molusco (x) : "C"mora-em-concha (x)} \wedge \text{"C""cefalópode (x)}}{\text{mora-em-concha (x)}}\right]$$

$$\forall x \left[\frac{\text{cefalópode (x) : "C""mora-em-concha (x)} \wedge \text{"C""náutilo (x)}}{\text{mora-em-concha (x)}}\right]$$

Fora esta questão de precedência entre diversos defaults, há outra questão que diz respeito a precedência entre valores explícitos, valores calculados e valores default. Esta questão traz de volta a escolha do procedimento de herança (N ou Z) no qual está embutido a precedência entre os vários tipos de valores mencionados.

6- CONCLUSÃO

O motivo de se ter escolhido a lógica como um paralelo explica-se pelo fato de que uma vez estabelecido este paralelo, tem-se então uma forma de autorizar ou não inferências na rede, isto é, dado um conjunto de fórmulas (que traduzem a rede em questão) pode-se afirmar quais inferências são válidas e quais não o são.

Através dos exemplos mostrados podemos concluir que as informações e inferências encontradas em redes semânticas podem ser expressas através da lógica. Com isto podemos olhar para redes semânticas como sendo uma linguagem e não apenas uma notação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - COLLINS, A. and others Reasoning from Incomplete Knowledge in BOBROW, D. and COLLINS, A. Representation and Understanding. Studies in Cognitive Science. New York, Academic Press, 1975. p. 383-415.

2 - ETHERINGTON, D. W. Formalizing Nonmonotonic Reasoning Systems. Artificial Intelligence, 31 : 41-85, 1987.

3 - NILSSON, N.J. Principles of Artificial Intelligence. New York, Springer-Verlag, 1982. 476p. chap 9.

4 - NUTE,D. Non-monotonic Reasoning and Conditionals. Athens, GE, Univ. of Georgia, Advanced Computational Methods Center, 1984. ACMC RR 01-0002. 15p.

5 - REITER, R. A Logic for Default Reasoning. Artificial Intelligence, 13 : 81-132, 1980.

6 - SCHUBERT, L.K. Extending the Expressive Power of SEmantic Networks. Artificial Intelligence, 7 : 163-198, 1976.

7 - WINSTON, P. H. Artificial Intelligence. London, Addison-Wesley, 1984. 524 p. chap. 8.

8 - WOODS, W.A. What's in a link : Foundations for semantics networks in BOBROW, D. and COLLINS, A. Representation and Understanding. Studies in Cognitive Science. New York, Academic Press, 1975. p. 35-81.