Listas Genéricas (não homogêneas) e Listas Generalizadas

14/10/2010

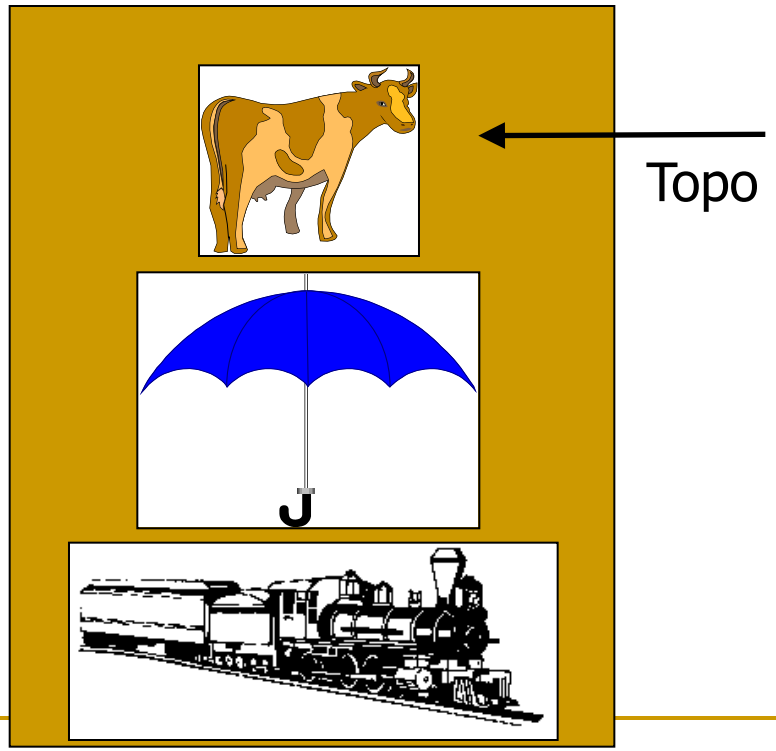
Lista (Pilha e Fila) genérica

- Possibilidade de usar uma mesma estrutura para armazenar informações diferentes
  - Integer, char, record, etc.

- Até agora para usarmos Pilhas, Filas e Listas com tipos de dados diferentes
  - atualizávamos o arquivo “elemento.h” mas sempre escolhíamos um único elemento (int ou float ou char) → lista homogênea

Lista genérica, não homogênea

- Como inserir uma vaca, um guarda-chuva e um trem em uma mesma pilha?



Lista genérica

- Solução 1
  - Definem-se vários campos de informação
  - Usam-se somente os necessários

```
struct no {
        char info1;
        int info2;
        struct no *prox;
}
```

- Desvantagem: memória alocada desnecessariamente
  - Alternativa?

Lista genérica

- Solução 2
  - Definem-se vários ponteiros
  - Aloca-se memória conforme necessidade

```
struct no {
        char *info1;
        int *info2;
        struct no *prox;
}
```

Para registros grandes pode ser uma solução, mas para tipos simples não, dado que ponteiro ocupa 4 bytes no mínimo, **alocado desnecessariamente** quando não usados

Lista genérica

- Solução 3: registro variante
- Em C: Union

```
struct no {
        union {
                int ival;
                float fval;
                char cval;
        } elemento;
        struct no *next;
}
```

Union permite que uma variável seja interpretada de diferentes formas.

A memória do maior elemento (no caso acima o float) é alocada e o usuário deve cuidar do bom uso dela.

Pode-se guardar inclusive uma tag dentro de cada nó:

```
struct no {
  int tipo; // 1,2,3
  union {
        int ival;
        float fval;
        char cval;
        } elemento;
  struct no *next;
}
```

```
struct no *p;
…
p->tipo = 1; /*inteiro*/
p->elemento.ival = 256;
…
p->tipo = 3; /*char*/
p->elemento.cval = ‘n’;
…
```

Aplicação de lista genérica: Tabela de Símbolos de um compilador para linguagens orientadas a blocos

TS implementada estaticamente como uma "pilha"

```
Type categoria = (constante, tipo, variavel, procedimento,funcao, parametro);
       classet = (valor, referencia, procedimento, funcao);
       dim = record
                inf, sup: integer
               end;
       item = record
                 ident: string[tam_max];
                 nivel: integer;
                 case categ: categoria of
                   constante: (case tipoc: integer of
                                  1: (valori: integer);
                                  2: (valorc: char);
                                  3: (valorr: real);
                                  4: (valors: string);
                                  5: (valorb: boolean););
                   tipo: (nbytes: integer; dimensao: dim; tipo_elem: integer);
                   procedimento: (npar1: integer; end1; integer);
                   funcao: (npar2: integer; end2: integer; tipo_f: integer);
                   parametro: (classe: classet; end3: integer; tipo_p: integer);
                   variavel: (end4: integer; tipo_v: integer)
               end;
       TS: record
              pilha: array [1..max] of item;
              topo: integer
            end;
```

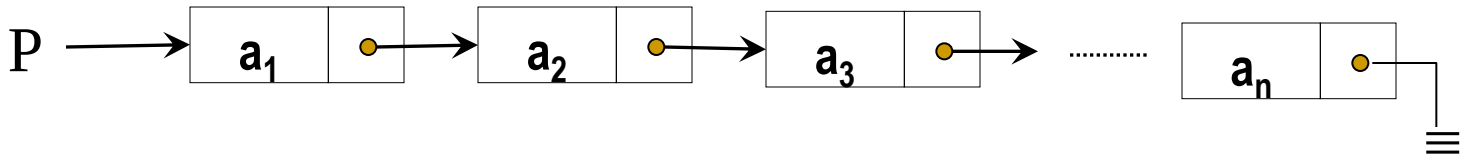
Cada um dos 6 tipos diferentes de Identificadores exige atributos variados. Em Pascal a union é chamada de record variante (possui um case).

Por exemplo, para uma variável precisamos saber de seu endereço de memória, e seu tipo, além das informações gerais como nome e escopo.

Generalizando o conceito de Lista

- Uma lista (a_1, a_2, ..., a_n) pode ser definida como uma seqüência constituída do elemento a_1 seguido da lista (a_2, ..., a_n) que é definida recursivamente, de forma análoga, até que a lista (a_n) seja formada por a_n seguido da lista vazia ()

Implementação dinâmica reflete essa situação:



(P e o elemento apontado por P^.lig são do mesmo tipo)

Generalizando o conceito de Lista

- Até agora, consideramos todos os a_i do mesmo tipo, e sempre um **átomo** (elemento indivisível, não lista)
- Podemos considerar que cada elemento a_i da lista poderia também ser uma lista (chamada sub-lista)

Ex.: L = (a,(b,c),d,(e),( ))

a_1 a_2 a_3 a_4 a_5

L tem 5 elementos

- a_2, a_4 e a_5 são **sub-listas**
- a_1 e a_3 são **átomos**

Generalizando o conceito de Lista

- Lista típica em **LISP**:

  L1 = (a,(b,c))

- Lista típica em **Prolog**:

  L2 = [a, [b,c]]

  - Em Prolog e Lisp Listas são nativas e, portanto, implementadas com eficiência.

- Ambas as listas contêm dois elementos
  - primeiro elemento é o **átomo** *a*;
  - segundo elemento é a sub-lista formada pelos elementos *b* e *c*.
  - Como representar essas listas?

Listas Generalizadas

Definição

Uma lista generalizada A é uma seqüência finita de $n \geq 0$ elementos α_1, α_1, ... α_n em que α_i são **átomos** ou **listas**. Os elementos α_i, $0 \leq i \leq n$, que não são átomos, são chamados **sub-listas** de A.

Listas Generalizadas

- Elemento pode ser um átomo ou uma outra lista (sub-lista)
- Elemento pode ser representado pela seguinte estrutura de nó

  - CABEÇA (**CAR**): um átomo ou um ponteiro para uma outra lista
  - CAUDA (**CDR**) ligação para a cauda da lista ('próximo elemento')
  - **TAG** é 0 (CABEÇA é átomo) ou é 1 (CABEÇA é ponteiro)

Listas Generalizadas

Dada uma lista generalizada

$$A = [\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n]$$

Se $n \geq 1$, então:

α_1 é a cabeça (car) de A,

$(\alpha_2, \ldots \alpha_n)$ é a cauda (cdr) de A

Exemplos:

1. L1 = () : tem tamanho 0 e contém a lista vazia
2. L2 = (()) : tem tamanho 1 e contém a lista nula
3. L3 = (a) : tem tamanho 1 e contém o átomo a
4. L4 = (a,(b,c)) : tem tamanho 2 e contém o átomo a e a lista (b,c)

car(L4) = a, cdr(L4) = ((b,c))

(note que cdr é sempre uma lista, já car pode ser átomo ou lista)

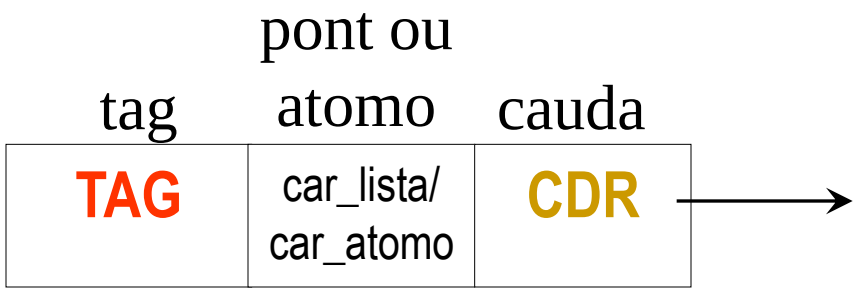
Implementação

```
struct no {
  int tag; // 1,0
  union {
  struct no *car_lista;
  tipo_elem car_atomo;
  } elemento;
  struct no *cdr;
}
typedef struct no *noptr;

noptr  lista;
```

Lista_Gen.c

Lista_Gen.h



Vantagens de Listas Generalizadas

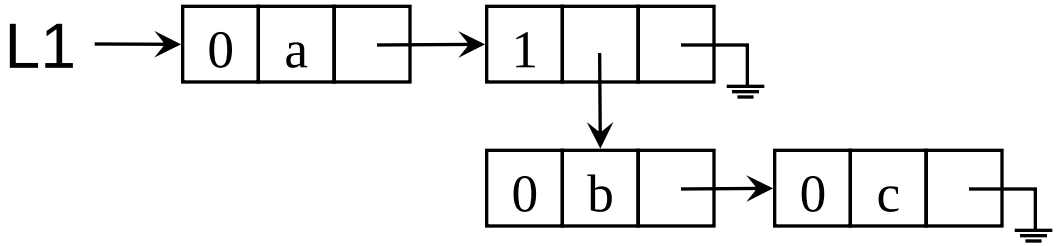
- Multifuncional: com ela podemos armazenar informações das mais simples às mais complexas.

- Além da sua importância como opção de armazenamento de dados, a lista generalizada é uma estrutura de dados recursiva,

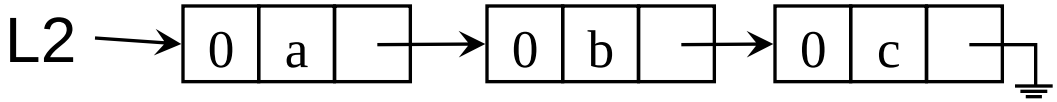
  e nos permitirá por em prática a implementação de funções recursivas que iniciamos na aula sobre listas ordenadas.

Mais Exemplos com Representação

L1 = (a,(b,c))



L2 = (a,b,c)



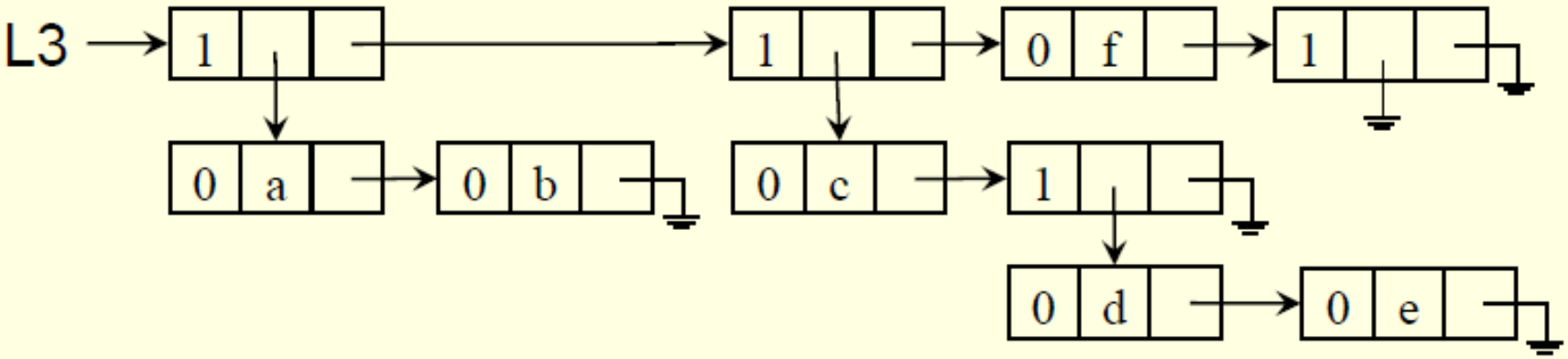
Cabeça(L2)? Cauda(L2)? Cabeça(Cauda(L2))?

Cabeça(L1)? Cauda(L1)? Cabeça(Cauda(L1))?

Lista generalizada: exercício

Façam a representação da lista L3 ((a,b),(c,(d,e)),f,())

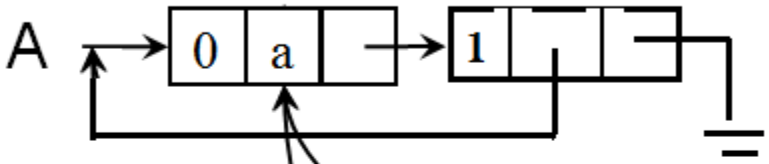
Solução



Variações de Listas Generalizadas

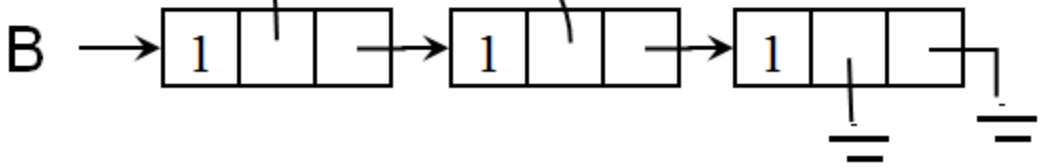
Listas Recursivas

A = (a, A)



Listas Compartilhadas

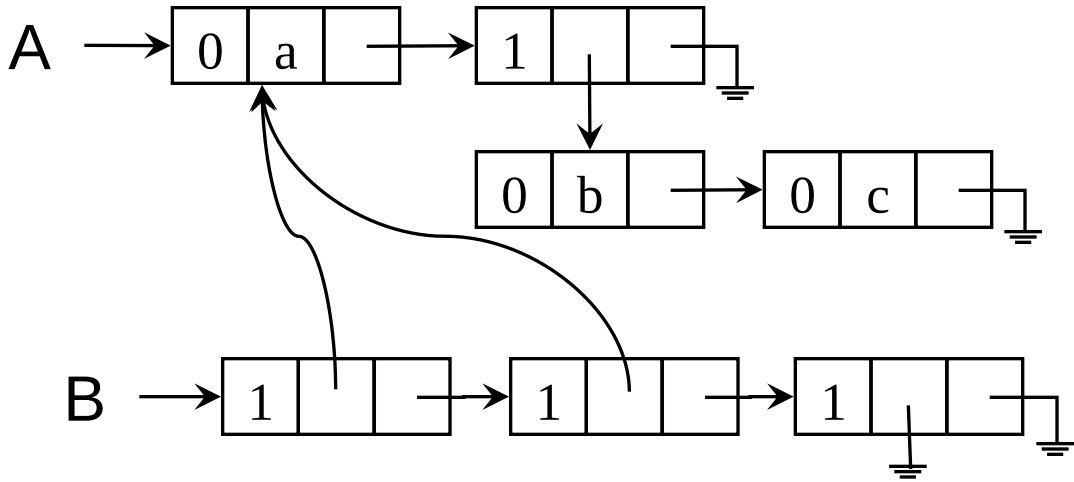
B = (A, A, ())



Compartilhamento pode resultar em grande economia de memória. Entretanto, esse tipo de estrutura cria problemas quando desejamos eliminar ou inserir nós na frente da lista.

Variações de Listas Generalizadas

A = (a,(b,c))



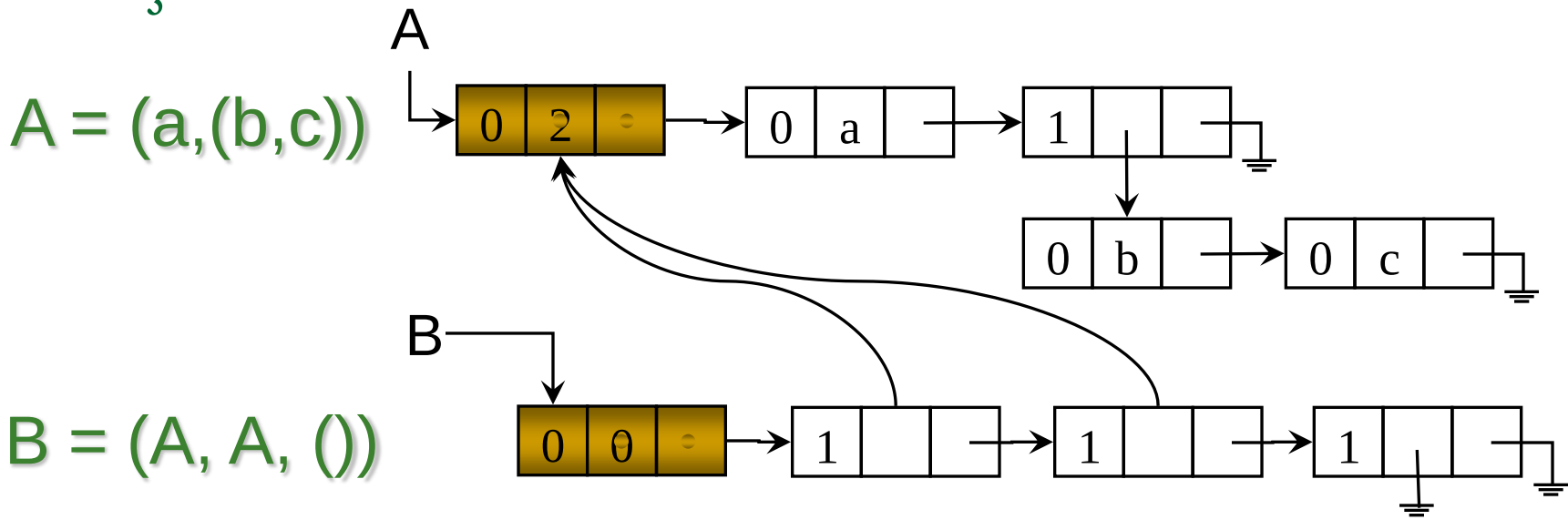
B = (A, A, ())

Ex. o que acontece quando o primeiro elemento de A é eliminado? Ou se for inserido um novo elemento como o primeiro da lista A?

Note que, em geral, não se sabe quantos ponteiros estão apontando para a estrutura, e tampouco de onde eles vêm!

Ainda que essa informação fosse conhecida, a manutenção seria custosa.

Variações de Listas Generalizadas



Solução: uso de nó cabeça (*head*).

Pode aproveitar esse nó para manter (no campo CAR) um contador dos nós que apontam para a lista.

Contador de referências: o número de ponteiros (variáveis de programa ou ponteiros a partir de outras listas) para aquela lista. Quando o contador é zero, os nós podem ser retornados à memória disponível.

Operações

```
struct no {
  int tag; // 1,0
  union {
    tipo_elem car_atomo;
    struct no *car_lista;
   } elemento;
  struct no *cdr;
}
```

tag cauda


```
typedef struct no *noptr;
noptr  lista;
```

```
noptr  P,Q;
```

Para atribuir:

```
P->tag = 0;
P->elemento.car_atomo = info;
```

ou

```
P->tag = 1;
P->elemento.car_lista = Q;
```

```
Noptr P,Q;
```

Para usar/acessar:

```
if (P->tag)
P->elemento.car_lista...
else
P->elemento.car_atomo...
```

Operações Úteis

```
void Cria (noptr  *L);
// Cria uma lista vazia
void  Concatena (noptr  *L1, noptr  L2);
// Insere L2 no final de L1. Se L1= (a,(b,c)) e L2=(d) ➔ L1=(a,(b,c),d)
noptr BuscaAtomo_Rec(noptr L, tipo_elem x)
// Busca ocorrência do átomo x na lista generalizada L; retorna seu endereço. Devolve
     null se não achou
int Prof(noptr S)
// Calcula a profundidade da lista generalizada S
noptr Copia(noptr L)
// cria uma copia da lista generalizada L
int Igual(noptr S, noptr T)
// Verifica a igualdade de duas listas generalizadas S e T
void Lista(noptr L)
// Imprime a lista L
void Esvazia(noptr *L)
//Esvazia uma lista, liberando a sua memória alocada
```

... Entre outras...

Façam as operações:

// Cria uma Lista Generalizada vazia. Deve ser usado antes das outras operações do TAD.

```
void Cria (noptr * L);
```

// insere L2 no final de L1. Se L1= (a,(b,c)) e L2=(d) ➔ L1=(a,(b,c),d) .

// Caminha na lista principal

```
void  Concatena (noptr  *L1, noptr  L2);
```

// Imprime a lista generalizada L.

```
void Lista(noptr L);
```

//Esvazia uma lista, liberando a sua memória alocada.

```
void Esvazia(noptr *L);
```

Operações

```
void Cria(noptr *L){
*L = NULL;
}

void  Concatena(noptr  *L1, noptr  L2){
noptr p;

    if (*L1==NULL) *L1 = L2;
    else {
        p = *L1;
        while (p->cdr != NULL) p = p->cdr;
        p->cdr = L2;
    }
 }
```

Operações

```
void Lista(noptr L){

if (L != NULL)
     if (L->tag == 0) {
      printf("%c ", L->elemento.car_atomo);
      Lista(L->cdr);
     }
     else {
                printf(" (");
                Lista(L->elemento.car_lista);
                printf(") ");
                Lista(L->cdr);
               }
}
```

Operações

```
void Esvazia(noptr *L){
noptr t;

if ((*L) != NULL) {
    if ((*L)->tag == 1) {
       Esvazia(&(*L)->elemento.car_lista);
        t = *L; *L = (*L)->cdr; free(t);
        Esvazia(&(*L));
    }
    else {
        t = *L; *L = (*L)->cdr; free(t);
        Esvazia(&(*L));
    }
}
}
```

Operações de Inserção de Elementos

// Insere o primeiro atomo numa Lista generalizada.

```
void Insere_Prim_Atomo(noptr *L, tipo_elem valor);
```

// Insere a primeira lista numa Lista generalizada.

```
void Insere_Prim_Lista(noptr *L, noptr L1);
```

// Insere um atomo no início de uma Lista generalizada.

```
void Insere_Inicio_Atomo(noptr *L, tipo_elem valor);
```

// Insere uma lista no início de uma Lista generalizada.

```
void Insere_Inicio_Lista(noptr *L, noptr L1);
```

Exercícios

- Implementar uma função para buscar um átomo x numa lista generalizada, devolve seu endereço

  (1) considere apenas a lista principal (versão não recursiva);

  (2) considere que x pode estar em qualquer sublista (versão recursiva)

- Implementar uma função para verificar se duas listas generalizadas são iguais
  - Faça a versão recursiva

Busca na lista principal

```
noptr BuscaAtomo_Lista_P(noptr L, tipo_elem x) {
int achou=0;
while ((L!=NULL) && (!achou)) {
    if ((L->tag==0) && (L->elemento.car_atomo==x))
        achou=1;
    else L=L->cdr;
}
return L;
}
```

Busca recursiva

noptr buscaAtomo(noptr L, tipo_elem x)

{ busca ocorrência do átomo x na lista generalizada L; retorna seu endereço. Devolve null se não achou }

noptr buscaAtomo(noptr L, tipo_elem x)

// Só busca se lista não for vazia

// Verificar se o nó é átomo ou lista. Se for atomo compara, se achou pára a busca. Se for lista procura recursivamente.

// se não achou no nó busca na cauda recursivamente.

```
noptr BuscaAtomo_Rec(noptr L, tipo_elem x){
if (L==NULL)
    return NULL;
else if (L->tag==0) {
        if (L->elemento.car_atomo==x)
            return L;
        else return BuscaAtomo_Rec(L->cdr,x);
}
     else if (L->tag==1) {
            if (BuscaAtomo_Rec(L->elemento.car_lista,x) == NULL)
                return BuscaAtomo_Rec(L->cdr,x);
}
}
```

int Igual(noptr S, noptr T)

Se S e T são vazias **então** resp:= true
Senão se S e T são não vazias **então**
Início
    se car(S) e car(T) são de igual tipo
    então
    início
        se ambos são átomos **então**
            resp:= (testa se os átomos são iguais)
        senão resp:= (testa se car(S) = car(T))
        se resp **então** (testa se cdr(S) = cdr(T))
    fim
    senão resp:=false
Fim

```
// Verifica a igualdade de duas listas generalizadas S e T

int Igual(noptr S, noptr T){
if ((S==NULL) && (T==NULL))
    return 1;
else if ((S==NULL) || (T==NULL))
          return 0;
        else if (((S->tag== 0) && (T->tag==0)) &&
                    (S->elemento.car_atomo==T->elemento.car_atomo))
                  return Igual(S->cdr,T->cdr); // checa o resto das listas
                else if (((S->tag== 1) && (T->tag==1)) &&
                          (Igual(S->elemento.car_lista,T->elemento.car_lista)))
                         return Igual(S->cdr,T->cdr); // checa o resto das listas
                       else return 0;
}
```