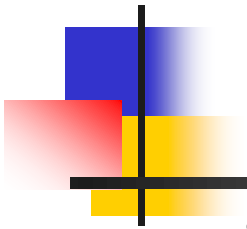
Linguagens de Programação II

Tipos de Dados Definidos
Estruturas

Dany Sanchez Dominguez

dsdominguez@gmail.com
Sala 01 – NBCGIB



Roteiro

- Motivação
- Introdução
- Definindo um tipo estrutura
- Declarando variáveis de tipo estrutura
- Operações com variáveis de tipo estrutura
- Inicialização de variáveis
- Acesso a membros de uma estrutura
- Estruturas na memória
- Criação de sinônimos
- Exemplos
- Estruturas autoreferenciadas
- Alocação dinâmica de estruturas

Motivação

- Existem numerosas entidades "complexas" que não podem ser representadas usando os tipos básicos de dados.
- Exemplos:

Fabricante	String
Modelo	String
Ano	int
Combustível	char
Torque	float

Motivação

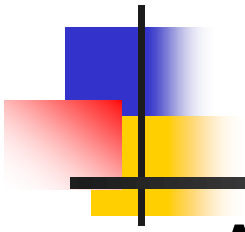
- Exemplos ...

Aluno	Nome	String
	Idade	int
	Sexo	char
	Matricula	long int
	email	String
	CR	double

Turma	Disciplina	String
	Período	String
	Código	int
	Alunos	vetor de alunos

Introdução

- Para resolver o problema anterior a linguagem C permite criar tipos definidos pelo usuário,
- Representamos uma entidade "complexa" criando um tipo agregado ou uma estrutura,
- Em outras linguagens estrutura = registro
- Estruturas são grupos de variáveis inter-relacionadas, agrupadas sob um mesmo nome,
- As estruturas podem conter variáveis de tipos diferentes de dados,
- Vetores também agrupam variáveis baixo um mesmo nome. Eles são estruturas?



Introdução

- A estrutura é um tipo de dado definido pelo usuário,
- A estrutura é um tipo de dado derivado, elas são construídas utilizando tipos de dados básicos,
- As variáveis que compõem uma estrutura são chamados de membros, elementos ou campos da estrutura.

DEFININDO UMA ESTRUTURA

- Sintaxe:

```
struct nome_da_estrutura{
    tipo_membro1 nome_membro1;
    tipo_membro2 nome_membro2;
    ...
    tipo_membroN nome_membroN;
};
```

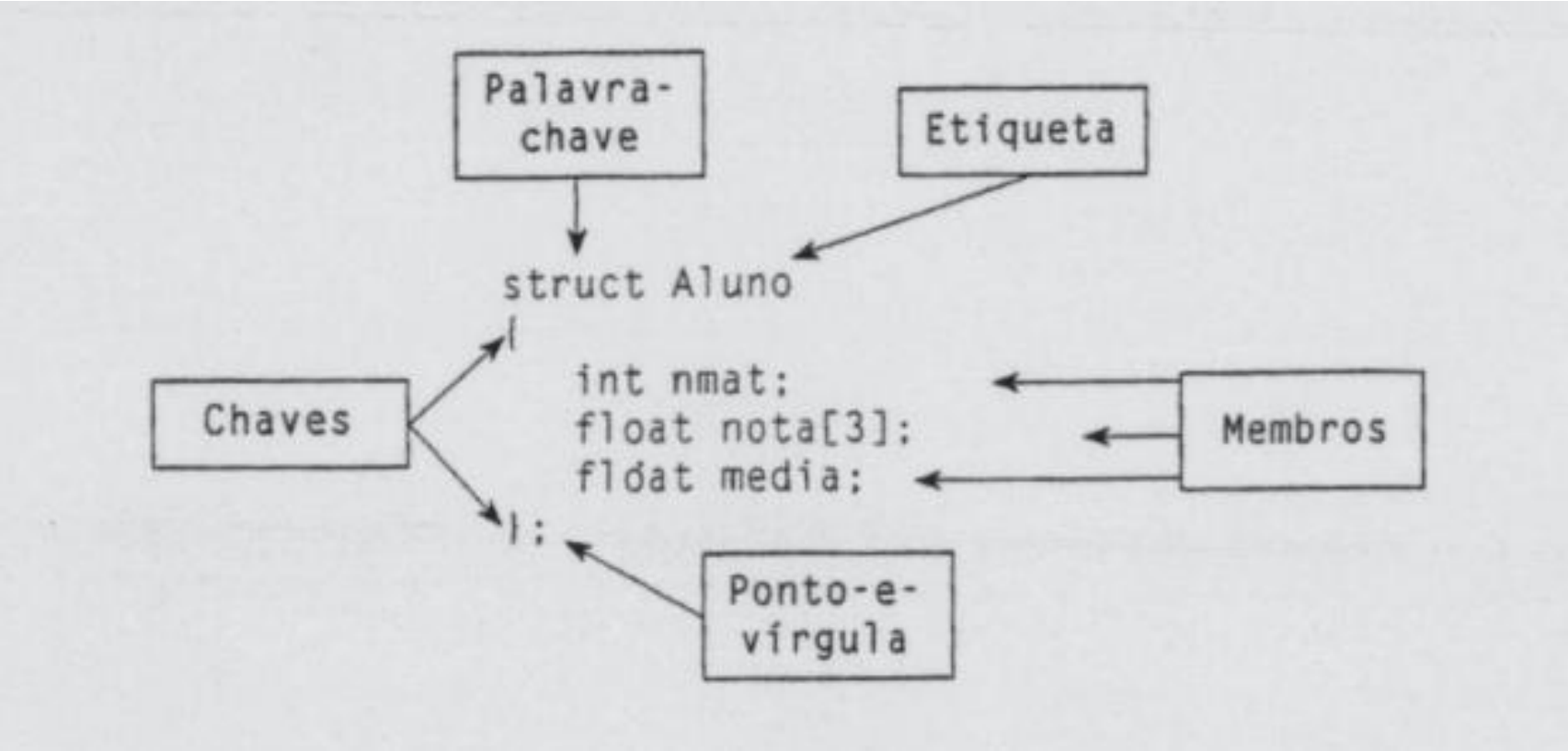
- Estrutura aluno:

```
struct Saluno{
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
};
```

- Estrutura turma:

```
struct Sturma{
   char *disciplina;
   int cod;
   struct Maluno Al[25];
};
```

DEFININDO UMA ESTRUTURA



DEFININDO UMA ESTRUTURA

- Definir uma estrutura
  - Cria um novo tipo de dados,
  - Informa ao compilador nome, tamanho e membros
  - Define mecanismos para recuperar/armazenar
- Definir uma estrutura **não** cria nenhuma variável e nenhum espaço é reservado na memória,
- Estruturas são definidas fora de todas as funções, no começo do programa, e utilizadas ao longo de todo o código,
- Após definidas, usamos estruturas na declaração de variáveis

DEFININDO UMA ESTRUTURA

- Uma estrutura é formada pelo rotulo ou nome da estrutura e seus membros.
- Um membro de uma estrutura pode ser um tipo estrutura criado anteriormente,
- Um membro de uma estrutura **NÃO** pode ser uma instancia da própria estrutura,
- Um membro de uma estrutura pode ser um ponteiro para o uma variável da mesma estrutura (estruturas autoreferenciadas).

DECLARANDO VARIÁVEIS DE TIPO ESTRUTURA

- Sintaxe:

  struct nome_estrutura variavel1, variavel2;

- Exemplo:

```
struct Saluno{
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
};

int main(){
   struct Saluno aluno1, alunos[10];
   ...
   return 0;
}
```

DECLARANDO VARIÁVEIS DE TIPO ESTRUTURA

- Outras alternativas:

```
struct Saluno{
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
}aluno1, alunos[10];
```

```
struct{
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
}aluno1, alunos[10];
```

- **Cuidado!!!**, ao declarar variáveis na própria definição da estrutura poderíamos estar criando variáveis globais.
- Os membros de uma estrutura são armazenados em endereços sequenciais na memória

OPERAÇÕES -VARIÁVEIS ESTRUTURA

- As operações validas com variáveis estruturas são:
  - Atribuição
  - Obter o endereço (&)
  - Usar o operador `sizeof()` para determinar seu tamanho
- Atribuição de estruturas

```
int main(){
   struct Saluno aluno1, aluno2;
   ...
   aluno1 = aluno2;
   ...
   return 0;
}
```

OPERAÇÕES -VARIÁVEIS ESTRUTURA

- Obtendo endereço

```
int main(){
   struct Saluno aluno1, *ptrA;
   ...
   ptrA = &aluno1;
   ...
   return 0;
}
```

- Usando `sizeof()`

```
int main(){
   struct Saluno aluno1;
   ...
   printf("Tamanho %d\n", sizeof(aluno1));
   ...
   return 0;
}
```

INICIALIZANDO ESTRUTURAS

- As variáveis de tipo estrutura podem ser inicializadas utilizando uma lista de inicializadores,
- Exemplo:

```
struct Saluno aluno = {200501453,9.0,'M'};
struct Saluno alunos[3]={{200501317,8.3,'M'},
                         {200501234,7.1,'F'},
                         {200501453,9.0,'M'}};
```

ACESSO A MEMBROS DE ESTRUTURAS

- Podemos acessar os membros de uma estrutura utilizando os operadores:
  - (.) Operador de ponto ou operador membro de estrutura
  - (->) Operador de seta ou operador ponteiro de estrutura
- Usamos o operador (.) quando acessamos o membro da estrutura por meio do nome da variável.

ACESSO A MEMBROS DE ESTRUTURAS

- Usamos o operador (->) quando acessamos ao membro da estrutura por meio de um ponteiro à variável estrutura.

- Sintaxe:

nome_estrutura.nome_membro;

ponteiro_estrutura->nome_membro;

ACESSO A MEMBROS DE ESTRUTURAS

- Exemplo:

```
/* Acesso a membros de estrutura */
struct Saluno{
  int matricula;
  double CR;
  char sexo;
};

int main(){
  struct Saluno *Ptr, mAluno = {20060908, 9.0, 'M'};
```

ACESSO A MEMBROS DE ESTRUTURAS

- Exemplo ...

```
/* Acesso a membros de estrutura (cont.) */

  //Usando operador ponto
  printf("Matricula: %d\n", mAluno.matricula);
  printf("CR: %f\n", mAluno.CR);
  printf("Sexo: %c\n", mAluno.sexo);

  Ptr = &mAluno;
  //Usando operador seta
  printf("Matricula: %d\n", Ptr->matricula);
  printf("CR: %f\n", Ptr->CR);
  printf("Sexo: %c\n", Ptr->sexo);

  return 0;
}
```

OPERAÇÕES - ESTRUTURAS

- **Exemplo:**
  - Considere a seguinte estrutura para armazenar os dados de um dia de vendas de uma loja

```
struct Svenda{
   int pecas;
   float fat;
}
```

  - pecas o numero de peças vendidas
  - fat a arrecadação do dia
  - Considere a declaração/incialização

```
struct Svenda d1 = {20, 110.0}, d2 = {5, 28.5},
                Total;
```

OPERAÇÕES - ESTRUTURAS

- **Exemplo . . .**
  - A variável total deve armazenar o total de peças e de faturamento
  - A instrução é correta

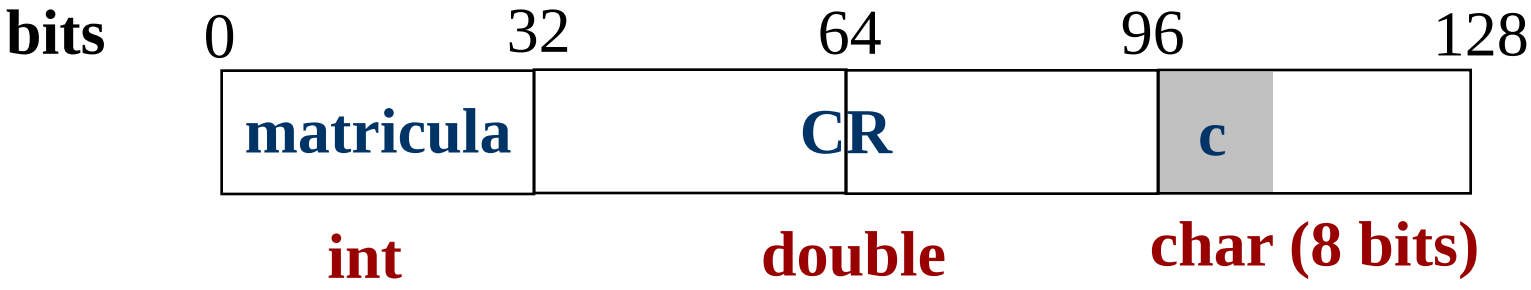
```
Total =d1 + d2
```

  - Como fazer o cálculo de Total

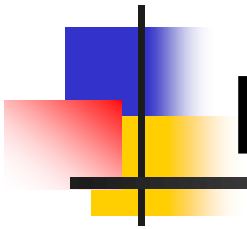
```
Total.pecas = d1.pecas + d2.pecas
Total.fat = d1.fat + d2.fat
```

ESTRUTURAS NA MEMÓRIA

- Representação na memória da estrutura **`aluno`**.



- Em dependência do sistema de memória (tamanho da palavra, mecanismo de endereçamento) e dos tipos membros de nossa estrutura podem existir "buracos" na memória.



ESTRUTURAS NA MEMÓRIA

- As variáveis estrutura não podem ser comparadas utilizando operadores relacionais. Porque?
- Ao comparar uma estrutura devemos utilizar os membros da estrutura. Isto é, duas estruturas são iguais se cada um de seus membros são iguais.

ESTRUTURAS NA MEMÓRIA

- Comparando estruturas:

```
int main(){
   struct Saluno aluno1, aluno2;
   ...
   if (aluno1 == aluno2){ ... };
   ...
   return 0;
}
```

- A comparação anterior é **incorreta**.

ESTRUTURAS NA MEMÓRIA

- Comparando estruturas ...

```
int main(){
   struct Saluno aluno1, aluno2;
   ...
   if ((aluno1.matricula == aluno2.matricula)
       && (aluno1.CR == aluno2.CR)
       && (aluno1.sexo == aluno2.sexo))
     { ... };
   ...
   return 0;
}
```

- A comparação anterior é **correta**.

ESTRUTURAS ANINHADAS

- Podemos definir uma estrutura onde um de seus membros é outra estrutura

```
struct Sdata{
   int dia;
   char mes[10];
   int ano;
};

struct Svenda{
   int pecas;
   float fat;
   struct Sdata dvenda;
};
```

ESTRUTURAS ANINHADAS

```
int main(){
  struct Svenda A = {20, 110.0, {23,"marco",2015}};

  printf("Data: %d de %s de %d\n",
           A.dvenda.dia,
           A.dvenda.mes,
           A.dvenda.ano);

  printf("Pecas: %d\tFaturamento: %.2f\n",
           A.pecas, A.fat);

}
```

```
Data: 23 de marco de 2015

Pecas: 20       Faturamento: 110.00
```

CRIAÇÃO DE SINONIMOS (`typedef`)

- A palavra-chave **`typedef`** fornece um mecanismo para a criação de sinônimos ou alias para tipos de dados definidos previamente,
- Ao utilizarmos **`typedef`** não criamos um novo tipo de dados, pelo contrário definimos um novo nome para um tipo já existente,
- O uso de **`typedef`**, facilita a compreensão dos tipos de dados criados pelo programador,
- As estruturas são freqüentemente definidas usando **`typedef`** para criar nomes mais curtos e intuitivos,

CRIAÇÃO DE SINONIMOS (typedef)

- Sintaxe: *typedef Tipo_de_Dado Alias;*
- Exemplo:

```
struct Saluno{
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
};

typedef struct Saluno Taluno;

int main(){
   Taluno aluno1, alunos[10];
   ...
   return 0;}
```

CRIAÇÃO DE SINONIMOS (`typedef`)

- Geralmente ao criarmos estruturas usando `typedef` o nome da estrutura é omitido,
- Exemplo:

```
typedef struct {
   int matricula;
   double CR;
   char sexo;
} Taluno;

int main(){
   Taluno aluno1;
   ...
   return 0;}
```

Vetores de Estruturas

- Alocação estática

```
typedef struct{
  int matricula;
  double CR;
  char sexo;
} Taluno;

int main(){
  Taluno alunos[10];
  ...
  return 0;}
```

```
//leitura
scanf("%d",
  &alunos[0].matricula);
//atribuição
alunos[0].sexo = 'm';
//Laço
media = 0;
for(i=0;i<10;i++)
  media += alunos[i].CR;
media /=10;
```

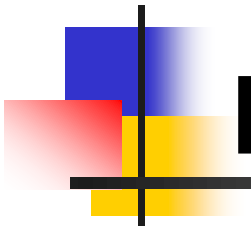
Vetores de Estruturas

- Alocação dinâmica

```
typedef struct{
  int matricula;
  double CR;
  char sexo;
} Taluno;

int main(){
  Taluno *p1, *p2;
  ...

  p1 = malloc(10*sizeof(Taluno))
  if (p1==NULL){//Erro}
```

- Alocação dinâmica . . .

```
p2 = p1;

//leitura
scanf("%d", p2->matricula);

//atribuição
p2->sexo = 'm';

//Laço
media = 0;
for(i=0;i<10;i++,p2++)
  media += p2->CR;
media /=10;

free(p1);
}
```

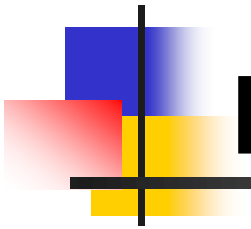


EXEMPLO 1

- Que faz o seguinte programa?

```c
#define N 3

typedef struct{
  int matricula;
  double CR;
} Taluno;

int main()
{
  Taluno *Ptr, alunos[N]={{200501317,8.3},
                          {200501234,7.1},
                          {200501453, 9}};
  int i;
  Ptr = alunos;
  for(i=0;i<N;i++,Ptr++)
    printf("Aluno: %d Matricula: %10d Rendimento: %3.2f\n",
           i,
           Ptr->matricula,
           Ptr->CR);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```
Aluno: 0 Matricula:  200501317 Rendimento: 8.33
Aluno: 1 Matricula:  200501234 Rendimento: 7.10
Aluno: 2 Matricula:  200501453 Rendimento: 9.00
```



EXEMPLO 2

- Que faz o seguinte programa?

```c
typedef struct{
  char  matricula[10];
  float CR;
  char sexo;
} Taluno;

int main()
{
  Taluno aluno;

  printf("Digite matricula: ");
  gets(aluno.matricula);
  printf("Digite sexo (M ou F): ");
  scanf("%c", &aluno.sexo);
  printf("Digite CR: ");
  scanf("%f", &aluno.CR);
  printf("\nDados\nMatricula: %s\nRendimento: %3.2f\nSexo: %c\n",
         aluno.matricula,
         aluno.CR,
         aluno.sexo);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```
Digite matricula: 200502415
Digite sexo (M ou F): M
Digite CR: 7.3

Dados
Matricula: 200502415
Rendimento: 7.30
Sexo: M
```

EXEMPLO 3

- *Crie um programa que receba os dados de 5 alunos (nro matricula, nome, idade, coeficiente de rendimento). Imprima o nome do melhor aluno e a matricula do aluno mais jovem.*

```c
#define N 5

typedef struct{
  int matricula;
  char nome[15];
  int idade;
  float CR;
}Taluno;

int main(){
  Taluno alunos[N], *melhor, *jovem;  int i;

  melhor = jovem = alunos;
  for(i=0;i<N;i++){
    printf("\nDados do aluno %d\n", i+1);
    printf("Digite a matricula: ");
    scanf("%d", &alunos[i].matricula);
    fflush(stdin);
    printf("Digite o nome: ");
    gets(alunos[i].nome);
    printf("Digite a idade: ");
    scanf("%d", &alunos[i].idade);
    printf("Digite o coef. de rendimento: ");
    scanf("%f", &alunos[i].CR);
    if (melhor->CR<alunos[i].CR) melhor = &alunos[i];
    if (jovem->idade>alunos[i].idade) jovem = &alunos[i];
}
```

```
  printf("O melhor aluno e %s\n", melhor->nome);
  printf("A matricula do mais jovem e %d\n", jovem->matricula);
  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```
Dados do aluno 1
Digite a matricula: 20062504
Digite o nome: Jose
Digite a idade: 21
Digite o coef. de rendimento: 9.0

Dados do aluno 2
Digite a matricula: 20062505
Digite o nome: Pedro
Digite a idade: 22
Digite o coef. de rendimento: 8.7

Dados do aluno 3
Digite a matricula: 20062506
Digite o nome: Elisa
Digite a idade: 20
Digite o coef. de rendimento: 9.2
```

```
Dados do aluno 4
Digite a matricula: 20062507
Digite o nome: Arivaldo
Digite a idade: 25
Digite o coef. de rendimento: 7.5

Dados do aluno 5
Digite a matricula: 20062508
Digite o nome: Josinaldo
Digite a idade: 23
Digite o coef. de rendimento: 7.0

O melhor aluno e Elisa
A matricula do mais jovem e 20062506
```

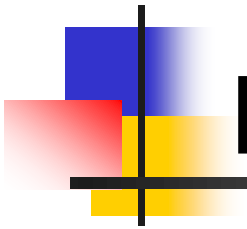
EXEMPLO 4

- *Crie um programa que leia os resultados de uma corrida de fórmula 1 onde participaram 5 equipes. Para cada equipe será lido o nome da equipe e o tempo da corrida em segundos. Imprima uma lista com os nomes das equipes segundo a ordem de chegada.*

```c
#define N 5

typedef struct{
  char nome[10];
  float tempo;
}Tcarro;

int main()
{
  Tcarro carros[N];
  int ordem[N], i, j, buff;

  printf("Entrada de Dados\n");
  for(i=0;i<N;i++){
    ordem[i]=i;
    fflush(stdin);
    printf("Digite o nome da equipe: ");
    gets(carros[i].nome);
    printf("Digite o tempo de chegada: ");
    scanf("%f", &carros[i].tempo);
  }
```

```
  for(i=0;i<N;i++){
    for(j=0;j<N-1;j++)
      if (carros[ordem[j]].tempo>carros[ordem[j+1]].tempo){
        buff = ordem[j];
        ordem[j] = ordem[j+1];
        ordem[j+1] = buff;
       }
  }
  printf("\nSaida de dados\n");
  for(i=0;i<N;i++)
    printf("Equipe: %10s   Tempo: %3.1f\n",
            carros[ordem[i]].nome,
            carros[ordem[i]].tempo);

system("PAUSE");
return 0;
}
```

```
Entrada de Dados
Digite o nome da equipe: Ferrari
Digite o tempo de chegada: 55
Digite o nome da equipe: Williams
Digite o tempo de chegada: 60
Digite o nome da equipe: BMW
Digite o tempo de chegada: 53
Digite o nome da equipe: Porsche
Digite o tempo de chegada: 49
Digite o nome da equipe: Toyota
Digite o tempo de chegada: 62

Saida de dados
Equipe:    Porsche   Tempo: 49.0
Equipe:        BMW   Tempo: 53.0
Equipe:    Ferrari   Tempo: 55.0
Equipe:   Williams   Tempo: 60.0
Equipe:     Toyota   Tempo: 62.0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```



Estruturas Autorefenciadas

- Um membro de uma estrutura não pode ser uma instancia da própria estrutura,
- Entretanto um membro de uma estrutura pode ser um ponteiro a uma instancia da própria estrutura,
- Em tais casos temos estruturas autoreferenciadas que são a base de criação de estruturas de dados complexas como pilhas, filas e listas.

Estruturas Autorefenciadas

- Sintaxe:

```
struct nome_estrutura{
  tipo_membro1 nome_membro1;
  tipo_membro2 nome_membro2;
  ...
  struct nome_estrutura *Ptr;
};
```

- Exemplo:

```
typedef struct carro{
  char nome[10];
  float tempo;
  struct carro *proximo;
}Tcarro;
```

Estruturas – Alocação Dinâmica

- Ao igual que os tipos de dados básicos variáveis estrutura podem ser alocadas dinamicamente utilizando `malloc()` , `sizeof()` e `free()`.
- Exemplo:

```
TCarro *ptr;

ptr = malloc (sizeof(TCarro));
if (ptr == NULL) {//Erro}
  ...
ptr->tempo = 100;
  ...
free(ptr)
```

EXEMPLO 5

- O seguinte programa ilustra os conceitos de estruturas autoreferenciadas e alocação dinâmica de estruturas.

```
typedef struct carro{ //Definição da estrutura
  char nome[10];
  float tempo;
  struct carro *proximo;
}Tcarro;

int main(){
  Tcarro *ptr; //Declarando um ponteiro a estrutura
  ptr = malloc(sizeof(Tcarro)); //Allocação de memoria
  if (ptr == NULL){
    printf("Erro: Memoria insufuciente.\n");
    return -1;
  }
```

```
  //Entrada de dados
  printf("Digite o nome da equipe: ");
  gets(ptr->nome);
  printf("Digite o tempo de chegada: ");
  scanf("%f", &(ptr->tempo));

  //Saida de dados
  printf("\nSaida de dados\n");
  printf("Equipe: %10s   Tempo: %3.1f\n",
          ptr->nome,
          ptr->tempo);

  //Liberando memoria
  free(ptr);
  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

```
Digite o nome da equipe: Ferrari
Digite o tempo de chegada: 75.3

Saida de dados
Equipe:    Ferrari   Tempo: 75.3
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

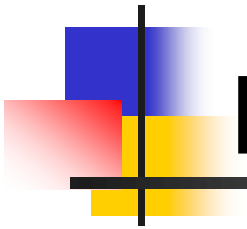
EXEMPLO 6

- Que faz o seguinte programa:

```
typedef struct carro{
  char nome[10];
  float tempo;
  struct carro *proximo;
}Tcarro;

int main()
{
  Tcarro *raiz = NULL, *ultimo;
  char nome[10];

  printf("Entrada de Dados\n");
  printf("Digite o nome da equipe (0 para finalizar):");
  gets(nome);
```

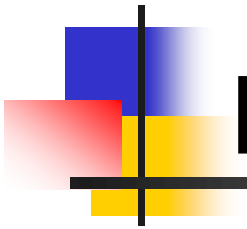
```
while(nome[0]!='0'){
  if (raiz == NULL){
    raiz = malloc(sizeof(Tcarro));
    ultimo = raiz;
  }
  else{
    ultimo->proximo = malloc(sizeof(Tcarro));
    ultimo = ultimo->proximo;
  }
  if (ultimo == NULL){
    printf("Erro: Memoria insufuciente.\n");
    return -1;
  }
  ultimo->proximo = NULL;
  strcpy(ultimo->nome, nome);
  printf("Digite o tempo de chegada: ");
  scanf("%f", &(ultimo->tempo));
  fflush(stdin);
  printf("Digite o nome da equipe (0 para finalizar):");
  gets(nome);
}
```

```
  if (raiz != NULL){
    printf("\nSaida de dados\n");
    while(raiz != NULL){
      ultimo = raiz;
      printf("Equipe: %10s   Tempo: %3.1f\n",
              ultimo->nome,
              ultimo->tempo);
      raiz = ultimo->proximo;
      free(ultimo);
    }
  }

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```



Resumo

- Estruturas são utilizadas para construir abstrações de objetos complexos do mundo real
- A definição de uma estrutura cria um novo tipo de dados (agregado)
- Uma boa prática ao definirmos estruturas é criar alias (sinônimos) usando `typedef`
- Variáveis estruturas devem ser declaradas e inicializadas



Resumo

- Variáveis estruturas podem ter sua memória alocada estática ou dinamicamente
- Variáveis estruturas podem ser manipuladas com o identificador da variável (.) ou com um ponteiro (->)
- A combinação de ponteiros e estruturas fornecem um poderoso recurso que são as **estruturas autoreferenciadas**