# MC-202
# Curso de C - Parte 4

Rafael C. S. Schouery
rafael@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

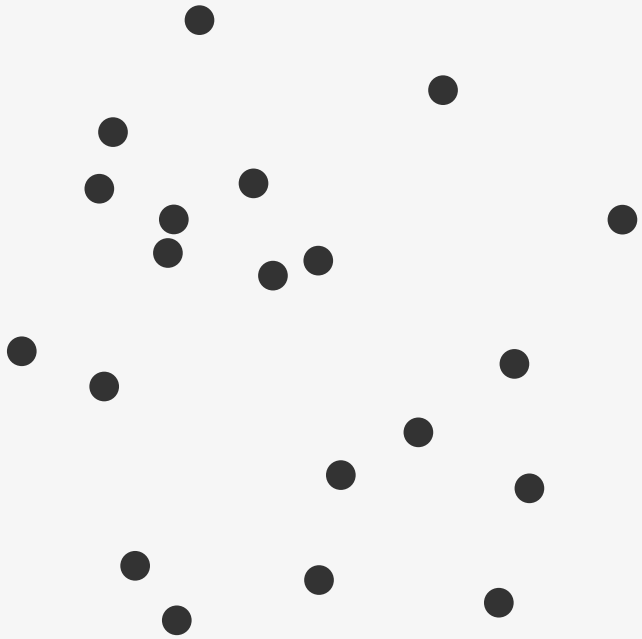
2º semestre/2018

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

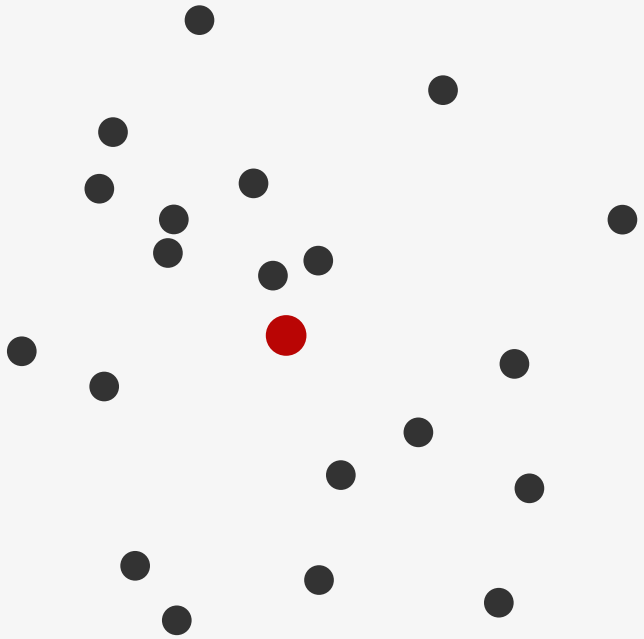
# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



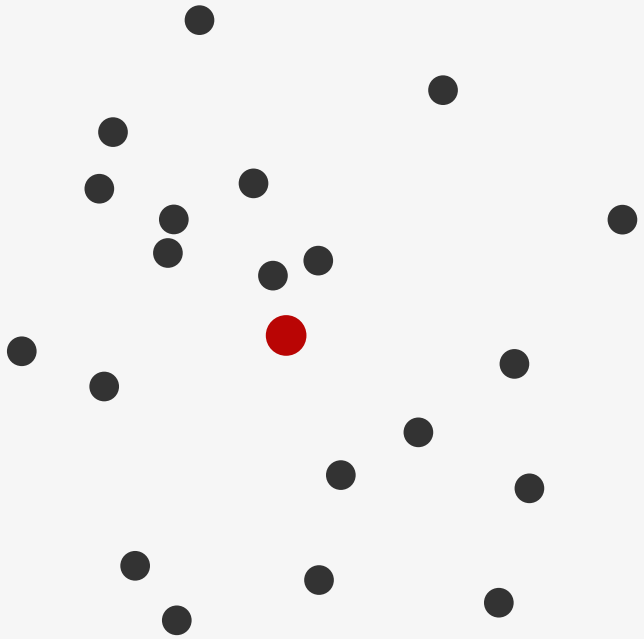
# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



# Problema

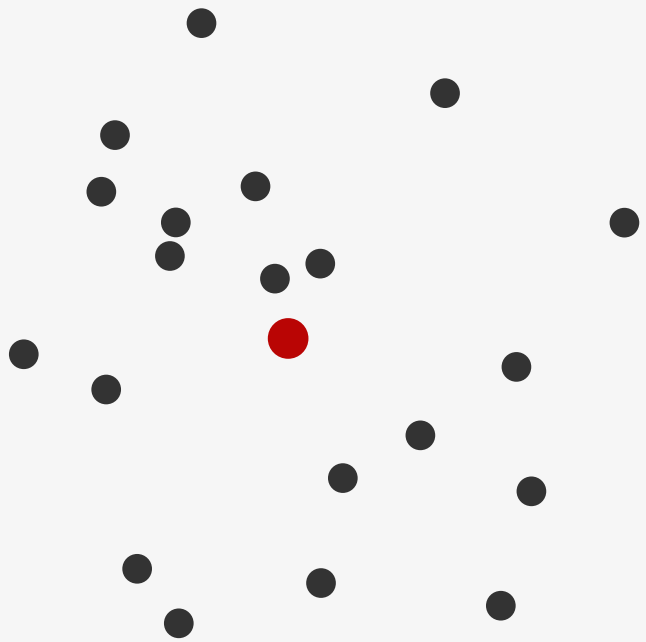
Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

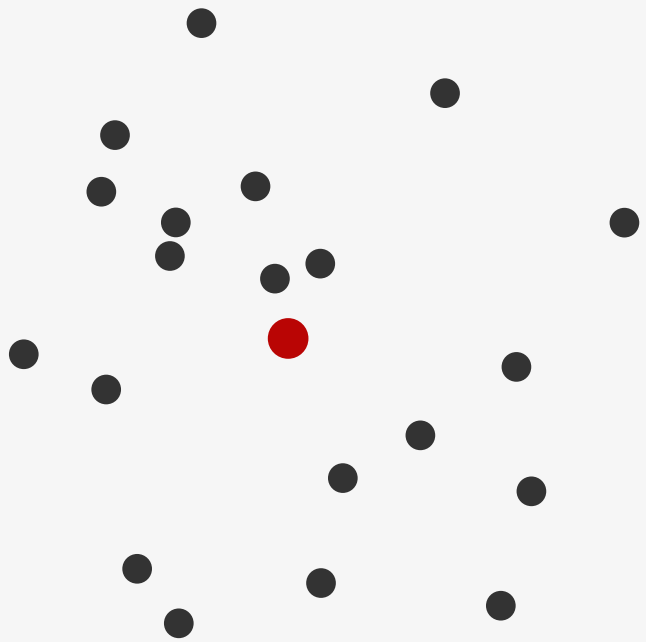


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

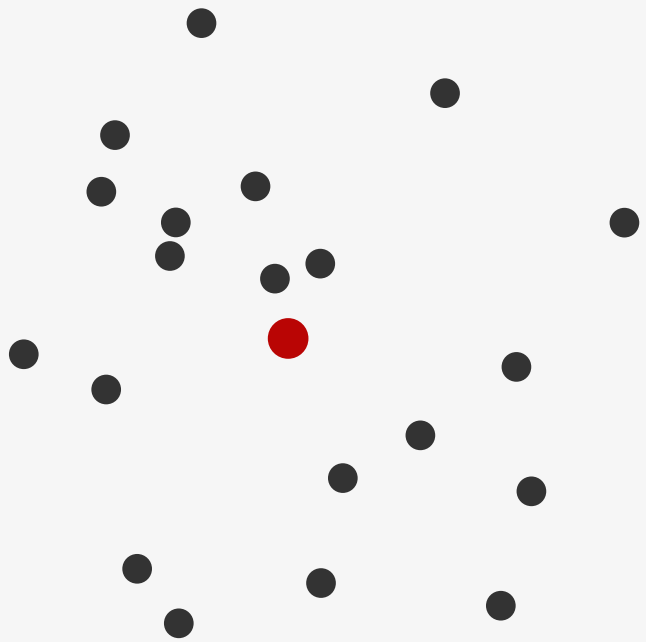


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

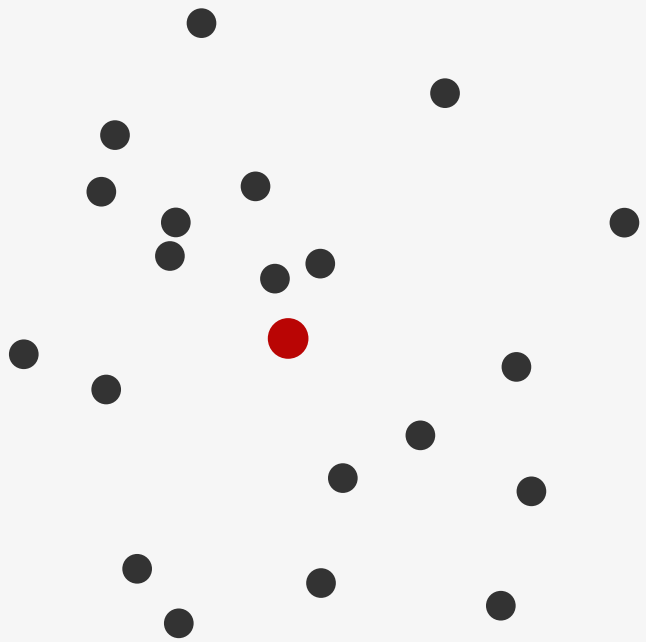


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

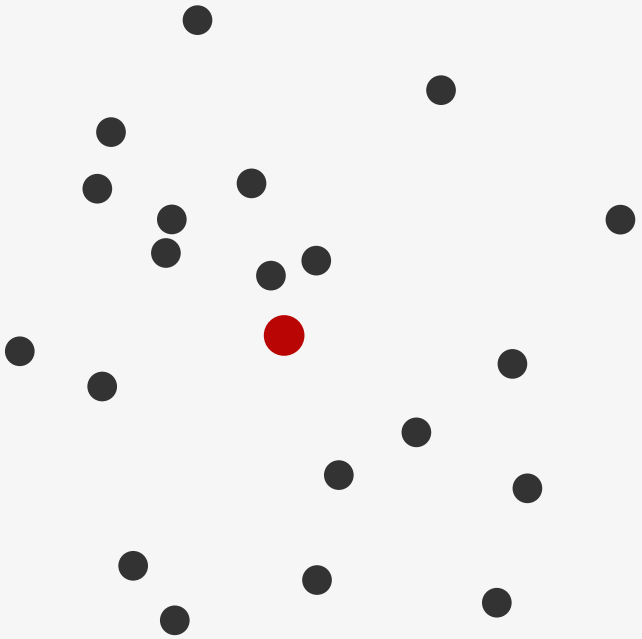


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

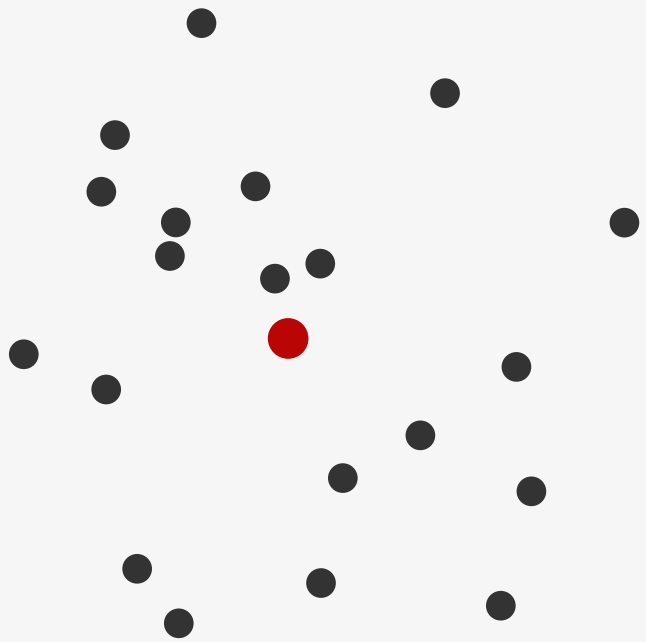


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

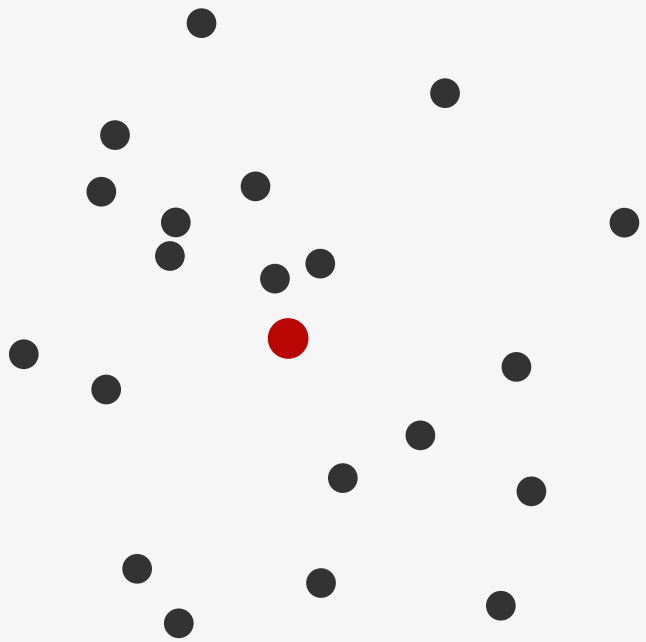


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
```

# Problema

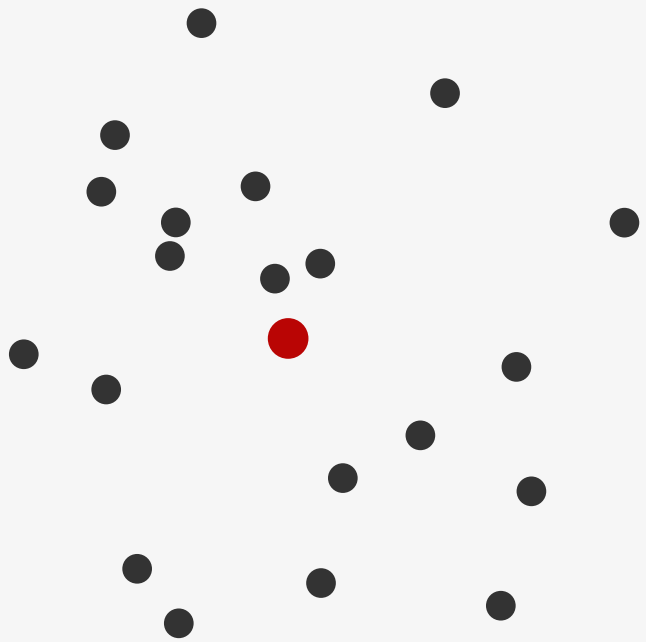
Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



```
1  #include <stdio.h>
2  #define MAX 100
3
4  int main() {
5    double x[MAX], y[MAX];
6    double cx, cy;
7    int i, n;
8    scanf("%d", &n);
9    for (i = 0; i < n; i++)
10     scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
11   cx = cy = 0;
12   for (i = 0; i < n; i++) {
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

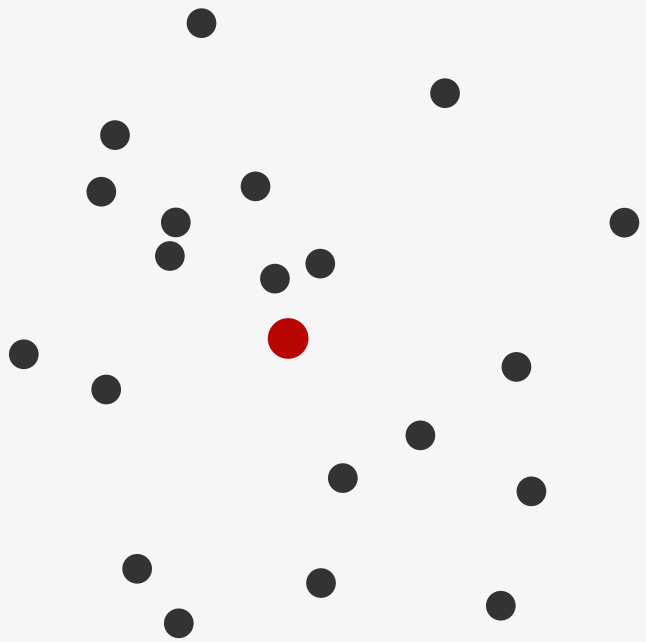


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cx += x[i]/n;
    cy += y[i]/n;
  }
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

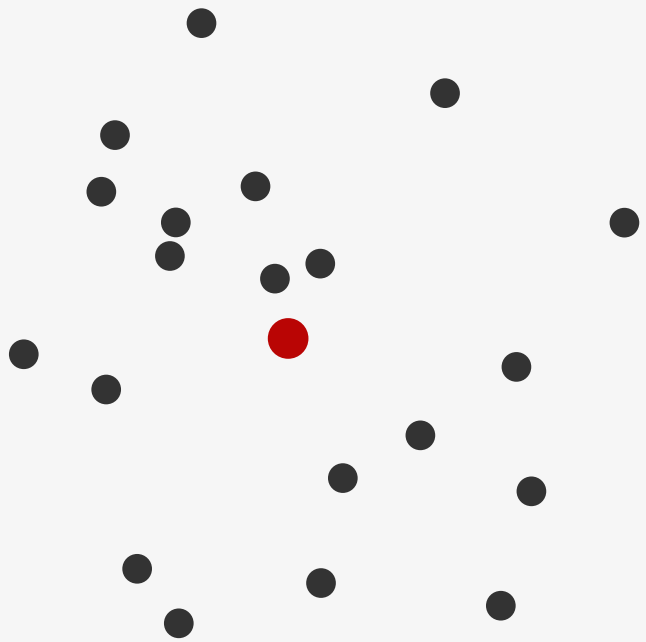


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cx += x[i]/n;
    cy += y[i]/n;
  }
  printf("%f %f\n", cx, cy);
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?

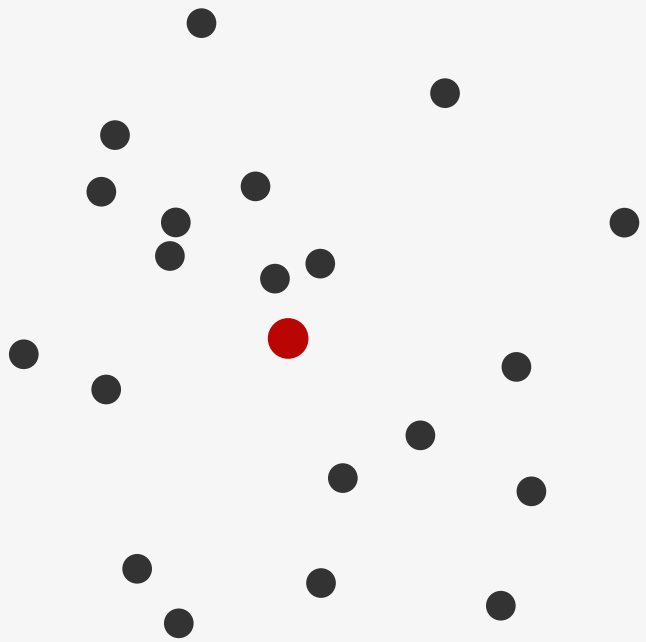


```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cx += x[i]/n;
    cy += y[i]/n;
  }
  printf("%f %f\n", cx, cy);
  return 0;
}
```

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



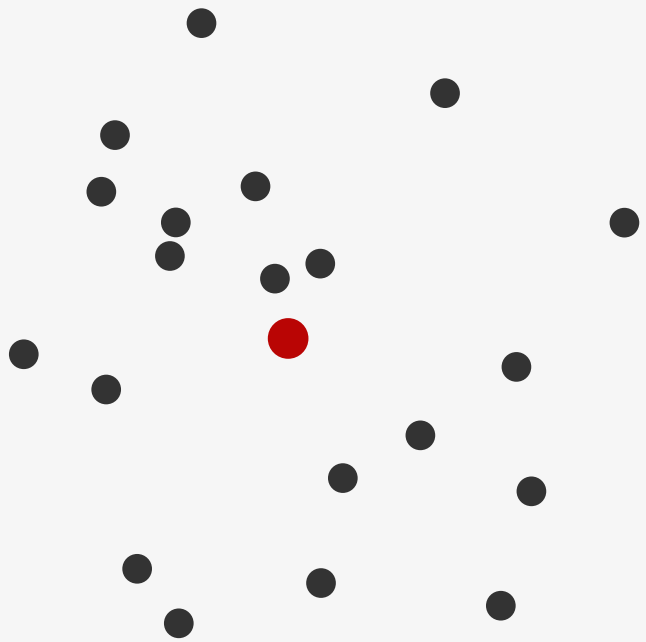
```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cx += x[i]/n;
    cy += y[i]/n;
  }
  printf("%f %f\n", cx, cy);
  return 0;
}
```

E se tivéssemos mais dimensões?

# Problema

Dado um conjunto de pontos do plano, como calcular o centroide?



```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

int main() {
  double x[MAX], y[MAX];
  double cx, cy;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &x[i], &y[i]);
  cx = cy = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cx += x[i]/n;
    cy += y[i]/n;
  }
  printf("%f %f\n", cx, cy);
  return 0;
}
```

E se tivéssemos mais dimensões?

- Precisaríamos de um vetor para cada dimensão...

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro
- Cada membro é acessado por um nome na estrutura

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro
- Cada membro é acessado por um nome na estrutura
- Cada estrutura define um novo tipo, com as mesmas características de um tipo padrão da linguagem

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro
- Cada membro é acessado por um nome na estrutura
- Cada estrutura define um novo tipo, com as mesmas características de um tipo padrão da linguagem

Não é uma classe!

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro
- Cada membro é acessado por um nome na estrutura
- Cada estrutura define um novo tipo, com as mesmas características de um tipo padrão da linguagem

Não é uma classe!

- Não tem funções associadas

# Registro

Registro é uma coleção de variáveis relacionadas de vários tipos, organizadas em uma única estrutura e referenciadas por um nome comum

Características:

- Cada variável é chamada de membro do registro
- Cada membro é acessado por um nome na estrutura
- Cada estrutura define um novo tipo, com as mesmas características de um tipo padrão da linguagem

Não é uma classe!

- Não tem funções associadas
- C não é Orientada a Objetos como Python

# Declaração de estruturas e registros

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

# Declaração de estruturas e registros

## Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

Declarando um registro:

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

Declarando um registro:

```
struct identificador nome_registro;
```

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

Declarando um registro:

```
struct identificador nome_registro;
```

Em C:

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

Declarando um registro:

```
struct identificador nome_registro;
```

Em C:

- Declaramos um tipo de uma estrutura apenas uma vez

# Declaração de estruturas e registros

Declarando uma estrutura com $N$ membros

```
1 struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 };
```

Declarando um registro:

```
struct identificador nome_registro;
```

Em C:

- Declaramos um tipo de uma estrutura apenas uma vez
- Podemos declarar vários registros da mesma estrutura

# Exemplo de estrutura

Ficha de dados cadastrais de um aluno

# Exemplo de estrutura

Ficha de dados cadastrais de um aluno

```
1  struct data {
2    int dia;
3    int mes;
4    int ano;
5  };
6
7  struct ficha_aluno {
8    int ra;
9    int telefone;
10   char nome[30];
11   char endereco[100];
12   struct data nascimento;
13 };
```

# Exemplo de estrutura

Ficha de dados cadastrais de um aluno

```
1  struct data {
2    int dia;
3    int mes;
4    int ano;
5  };
6
7  struct ficha_aluno {
8    int ra;
9    int telefone;
10   char nome[30];
11   char endereco[100];
12   struct data nascimento;
13 };
```

Ou seja, podemos ter estruturas aninhadas

# Usando um registro

Acessando um membro do registro

# Usando um registro

Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

# Usando um registro

Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

Imprimindo o nome de um aluno

# Usando um registro

## Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

## Imprimindo o nome de um aluno

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aluno: %s\n", aluno.nome);
```

# Usando um registro

## Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

## Imprimindo o nome de um aluno

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aluno: %s\n", aluno.nome);
```

## Imprimindo o aniversário

# Usando um registro

## Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

## Imprimindo o nome de um aluno

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aluno: %s\n", aluno.nome);
```

## Imprimindo o aniversário

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aniversario: %d/%d\n", aluno.nascimento.dia,
4                                aluno.nascimento.mes);
```

# Usando um registro

## Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

## Imprimindo o nome de um aluno

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aluno: %s\n", aluno.nome);
```

## Imprimindo o aniversário

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aniversario: %d/%d\n", aluno.nascimento.dia,
4                                aluno.nascimento.mes);
```

## Copiando um aluno

# Usando um registro

## Acessando um membro do registro

- `registro.membro`

## Imprimindo o nome de um aluno

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aluno: %s\n", aluno.nome);
```

## Imprimindo o aniversário

```
1 struct ficha_aluno aluno;
2 ...
3 printf("Aniversario: %d/%d\n", aluno.nascimento.dia,
4                                aluno.nascimento.mes);
```

## Copiando um aluno

```
1 aluno1 = aluno2;
```

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

```
1 typedef struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 } novonome;
```

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

```
1 typedef struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 } novonome;
```

Com isso, ao invés de declarar uma variável dessa forma

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

```
1 typedef struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 } novonome;
```

Com isso, ao invés de declarar uma variável dessa forma

- `struct identificador var;`

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

```
1 typedef struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 } novonome;
```

Com isso, ao invés de declarar uma variável dessa forma

- `struct identificador var;`

podemos declarar dessa forma

# O comando `typedef`

O `typedef` permite dar um novo nome para um tipo...

Exemplo: `typedef int meu_int;`

- Com isso, é possível declarar uma variável: `meu_int x;`
- O tipo `int` continua existindo

Vamos usar o `typedef` para dar nome para a `struct`

```
1 typedef struct identificador {
2   tipo1 membro1;
3   tipo2 membro2;
4   ...
5   tipoN membroN;
6 } novonome;
```

Com isso, ao invés de declarar uma variável dessa forma

- `struct identificador var;`

podemos declarar dessa forma

- `novonome var;`

# Centroide revisitado

```
1 #include <stdio.h>
2 #define MAX 100
3
4 typedef struct ponto {
5   double x, y;
6 } ponto;
```

# Centroide revisitado

```
1 #include <stdio.h>
2 #define MAX 100
3
4 typedef struct ponto {
5   double x, y;
6 } ponto;
7
8 int main() {
9   ponto v[MAX], centroide;
```

# Centroide revisitado

```
 1 #include <stdio.h>
 2 #define MAX 100
 3
 4 typedef struct ponto {
 5   double x, y;
 6 } ponto;
 7
 8 int main() {
 9   ponto v[MAX], centroide;
10   int i, n;
11   scanf("%d", &n);
```

# Centroide revisitado

```
 1 #include <stdio.h>
 2 #define MAX 100
 3
 4 typedef struct ponto {
 5   double x, y;
 6 } ponto;
 7
 8 int main() {
 9   ponto v[MAX], centroide;
10   int i, n;
11   scanf("%d", &n);
12   for (i = 0; i < n; i++)
13     scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
```

# Centroide revisitado

```
 1 #include <stdio.h>
 2 #define MAX 100
 3
 4 typedef struct ponto {
 5   double x, y;
 6 } ponto;
 7
 8 int main() {
 9   ponto v[MAX], centroide;
10   int i, n;
11   scanf("%d", &n);
12   for (i = 0; i < n; i++)
13     scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
14   centroide.x = 0;
15   centroide.y = 0;
```

# Centroide revisitado

```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

typedef struct ponto {
  double x, y;
} ponto;

int main() {
  ponto v[MAX], centroide;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
  centroide.x = 0;
  centroide.y = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    centroide.x += v[i].x/n;
    centroide.y += v[i].y/n;
  }
```

# Centroide revisitado

```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

typedef struct ponto {
  double x, y;
} ponto;

int main() {
  ponto v[MAX], centroide;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
  centroide.x = 0;
  centroide.y = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    centroide.x += v[i].x/n;
    centroide.y += v[i].y/n;
  }
  printf("%f %f\n", centroide.x, centroide.y);
```

# Centroide revisitado

```c
#include <stdio.h>
#define MAX 100

typedef struct ponto {
  double x, y;
} ponto;

int main() {
  ponto v[MAX], centroide;
  int i, n;
  scanf("%d", &n);
  for (i = 0; i < n; i++)
    scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
  centroide.x = 0;
  centroide.y = 0;
  for (i = 0; i < n; i++) {
    centroide.x += v[i].x/n;
    centroide.y += v[i].y/n;
  }
  printf("%f %f\n", centroide.x, centroide.y);
  return 0;
}
```

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

- Um número complexo é da forma $a + b\,i$

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

- Um número complexo é da forma $a + b\,i$
  - $a$ e $b$ são números reais

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

- Um número complexo é da forma $a + b\,i$
  - $a$ e $b$ são números reais
  - $i = \sqrt{-1}$ é a unidade imaginária

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

- Um número complexo é da forma $a + b\,i$
  - $a$ e $b$ são números reais
  - $i = \sqrt{-1}$ é a unidade imaginária

Queremos somar dois números complexos lidos e calcular o valor absoluto ($\sqrt{a^2 + b^2}$)

# Números Complexos

Vamos criar um programa que lida com números complexos

- Um número complexo é da forma $a + b\,i$
  - $a$ e $b$ são números reais
  - $i = \sqrt{-1}$ é a unidade imaginária

Queremos somar dois números complexos lidos e calcular o valor absoluto ($\sqrt{a^2 + b^2}$)

```
1  typedef struct {
2    double real;
3    double imag;
4  } complexo;
5
6  int main() {
7    complexo a, b, c;
8    scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
9    scanf("%lf %lf", &b.real, &b.imag);
10   c.real = a.real + b.real;
11   c.imag = a.imag + b.imag;
12   printf("%f\n", sqrt(c.real*c.real + c.imag*c.imag));
13   return 0;
14 }
```

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

E se quisermos lidar com números complexos?

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

E se quisermos lidar com números complexos?

- nos preocupamos com os detalhes

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

E se quisermos lidar com números complexos?

- nos preocupamos com os detalhes

Será que também podemos abstrair um número complexo?

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

E se quisermos lidar com números complexos?

- nos preocupamos com os detalhes

Será que também podemos abstrair um número complexo?

- Sim - usando registros e funções

# Reflexão

Quando somamos 2 variáveis `float`:

- não nos preocupamos como a operação é feita
  - internamente o float é representado por um número binário
  - Ex: `0.3` é representado como `00111110100110011001100110011010`
- o compilador esconde os detalhes!

E se quisermos lidar com números complexos?

- nos preocupamos com os detalhes

Será que também podemos abstrair um número complexo?

- Sim - usando registros e funções
- Faremos algo que se parece com classes...

# Números Complexos - Usando funções

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag) {
2    complexo c;
3    c.real = real;
4    c.imag = imag;
5    return c;
6  }
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
9    return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
10 }
11
12 complexo complexo_le() {
13   complexo a;
14   scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
15   return a;
16 }
```

# Números Complexos - Usando funções

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag) {
2    complexo c;
3    c.real = real;
4    c.imag = imag;
5    return c;
6  }
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
9    return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
10 }
11
12 complexo complexo_le() {
13   complexo a;
14   scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
15   return a;
16 }
```

DRY (Don't Repeat Yourself) vs. WET (Write Everything Twice)

# Números Complexos - Usando funções

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag) {
2    complexo c;
3    c.real = real;
4    c.imag = imag;
5    return c;
6  }
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
9    return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
10 }
11
12 complexo complexo_le() {
13   complexo a;
14   scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
15   return a;
16 }
```

DRY (Don't Repeat Yourself) vs. WET (Write Everything Twice)

- Funções permitem reutilizar código em vários lugares

# Números Complexos - Usando funções

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag) {
2    complexo c;
3    c.real = real;
4    c.imag = imag;
5    return c;
6  }
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
9    return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
10 }
11
12 complexo complexo_le() {
13   complexo a;
14   scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
15   return a;
16 }
```

DRY (Don't Repeat Yourself) vs. WET (Write Everything Twice)

- Funções permitem reutilizar código em vários lugares

Onde a função é usada, só é importante o seu resultado

# Números Complexos - Usando funções

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag) {
2    complexo c;
3    c.real = real;
4    c.imag = imag;
5    return c;
6  }
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
9    return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
10 }
11
12 complexo complexo_le() {
13   complexo a;
14   scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
15   return a;
16 }
```

DRY (Don't Repeat Yourself) vs. WET (Write Everything Twice)

- Funções permitem reutilizar código em vários lugares

Onde a função é usada, só é importante o seu resultado

- Não como o resultado é calculado...

# Várias Funções Possíveis

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag);
2
3  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
4
5  double complexo_absoluto(complexo a);
6
7  complexo complexo_le();
8
9  void complexo_imprime(complexo a);
10
11 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
12
13 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
14
15 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

# Várias Funções Possíveis

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag);
2
3  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
4
5  double complexo_absoluto(complexo a);
6
7  complexo complexo_le();
8
9  void complexo_imprime(complexo a);
10
11 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
12
13 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
14
15 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

E se quisermos usar números complexos em vários programas?

# Várias Funções Possíveis

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag);
2
3  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
4
5  double complexo_absoluto(complexo a);
6
7  complexo complexo_le();
8
9  void complexo_imprime(complexo a);
10
11 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
12
13 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
14
15 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

E se quisermos usar números complexos em vários programas?

- basta copiar a struct e as funções...

# Várias Funções Possíveis

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag);
2
3  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
4
5  double complexo_absoluto(complexo a);
6
7  complexo complexo_le();
8
9  void complexo_imprime(complexo a);
10
11 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
12
13 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
14
15 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

E se quisermos usar números complexos em vários programas?

- basta copiar a struct e as funções...
- e se acharmos um bug ou quisermos mudar algo?

# Várias Funções Possíveis

```
1  complexo complexo_novo(double real, double imag);
2
3  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
4
5  double complexo_absoluto(complexo a);
6
7  complexo complexo_le();
8
9  void complexo_imprime(complexo a);
10
11 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
12
13 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
14
15 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

E se quisermos usar números complexos em vários programas?

- basta copiar a struct e as funções...
- e se acharmos um bug ou quisermos mudar algo?
- Esse solução não é DRY...

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente
3. Struct e protótipos das funções para números complexos

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente
3. Struct e protótipos das funções para números complexos
   - Define o que o Cliente pode fazer

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente
3. Struct e protótipos das funções para números complexos
   - Define o que o Cliente pode fazer
   - Define o que precisa ser implementado

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente
3. Struct e protótipos das funções para números complexos
   - Define o que o Cliente pode fazer
   - Define o que precisa ser implementado
   - Chamamos de Interface

# Ideia

Vamos quebrar o programa em três partes


1. Implementação das funções para os números complexos
   - Definem como calcular soma, absoluto, etc...
   - Chamamos de Implementação
2. Código que utiliza as funções de números complexos
   - Soma dois números complexos sem se importar como
   - Calcula o absoluto sem se importar como
   - mas precisa conhecer o protótipo das funções...
   - Chamamos de Cliente
3. Struct e protótipos das funções para números complexos
   - Define o que o Cliente pode fazer
   - Define o que precisa ser implementado
   - Chamamos de Interface

A Interface e a Implementação poderão ser reutilizadas em outros programas

# Tipo Abstrato de Dados

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único “lugar” que uma variável é acessada diretamente

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único “lugar” que uma variável é acessada diretamente
- Cliente: código que utiliza/chama uma operação

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único “lugar” que uma variável é acessada diretamente
- Cliente: código que utiliza/chama uma operação
  - O cliente nunca acessa a variável diretamente

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único “lugar” que uma variável é acessada diretamente
- Cliente: código que utiliza/chama uma operação
  - O cliente nunca acessa a variável diretamente

Em C:

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único "lugar" que uma variável é acessada diretamente
- Cliente: código que utiliza/chama uma operação
  - O cliente nunca acessa a variável diretamente

Em C:

- um TAD é declarado como uma `struct`

# Tipo Abstrato de Dados

Um conjunto de valores associado a um conjunto de operações permitidas nesses dados

- Interface: conjunto de operações de um TAD
  - Consiste dos nomes e demais convenções usadas para executar cada operação
- Implementação: conjunto de algoritmos que realizam as operações
  - A implementação é o único "lugar" que uma variável é acessada diretamente
- Cliente: código que utiliza/chama uma operação
  - O cliente nunca acessa a variável diretamente

Em C:

- um TAD é declarado como uma `struct`
- a interface é um conjunto de protótipos de funções que manipula a `struct`

# Números Complexos - Interface

Criamos um arquivo `complexos.h` com a `struct` e os protótipos de função

```
1  typedef struct {
2    double real;
3    double imag;
4  } complexo;
5
6  complexo complexo_novo(double real, double imag);
7
8  complexo complexo_soma(complexo a, complexo b);
9
10 double complexo_absoluto(complexo a);
11
12 complexo complexo_le();
13
14 void complexo_imprime(complexo a);
15
16 int complexos_iguais(complexo a, complexo b);
17
18 complexo complexo_multiplicacao(complexo a, complexo b);
19
20 complexo complexo_conjugado(complexo a);
```

# Números Complexos - Implementação

Criamos um arquivo `complexos.c` com as implementações

```c
#include "complexos.h"
#include <stdio.h>
#include <math.h>

complexo complexo_novo(double real, double imag) {
  complexo c;
  c.real = real;
  c.imag = imag;
  return c;
}

complexo complexo_soma(complexo a, complexo b) {
  return complexo_novo(a.real + b.real, a.imag + b.imag);
}

complexo complexo_le() {
  complexo a;
  scanf("%lf %lf", &a.real, &a.imag);
  return a;
}
```

← tem a definição da `struct`

← bibliotecas usadas

# Números Complexos - Exemplo de Cliente

E quando formos usar números complexos em nossos programas?

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "complexos.h"
3
4  int main() {
5    complexo a, b, c;
6    a = complexo_le();
7    b = complexo_le();
8    c = complexo_soma(a, b);
9    complexo_imprime(c);
10   printf("%f\n", complexo_absoluto(c));
11   return 0;
12 }
```

tem a `struct` e as funções

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `complexos.o`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `complexos.o`
- `gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `complexos.o`
- `gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente`
  - faz a linkagem, gerando o executável `cliente`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `complexos.o`
- `gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente`
  - faz a linkagem, gerando o executável `cliente`
  - adicionamos `cliente.o` e `complexos.o`

# Como compilar?

Temos três arquivos diferentes:

- `cliente.c` contém a função `main`
- `complexos.c` contém a implementação
- `complexos.h` contém a interface

Vamos compilar por partes:

- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c cliente.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `cliente.o`
- `gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -g -c complexos.c`
  - vai gerar o arquivo compilado `complexos.o`
- `gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente`
  - faz a linkagem, gerando o executável `cliente`
  - adicionamos `cliente.o` e `complexos.o`
  - e outras bibliotecas, por exemplo, `-lm`

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

- `cliente.c`

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

- `cliente.c`
- `complexos.c`

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

- `cliente.c`
- `complexos.c`
- `complexos.h`

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

- `cliente.c`
- `complexos.c`
- `complexos.h`
- `Makefile`

# Makefile

É mais fácil usar um Makefile para compilar

```
1  all: cliente
2
3  cliente: cliente.o complexos.o
4    gcc cliente.o complexos.o -lm -o cliente
5
6  cliente.o: cliente.c complexos.h
7    gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c cliente.c
8
9  complexos.o: complexos.c complexos.h
10   gcc -ansi -Wall -pedantic-errors -Werror -c complexos.c
```

Basta executar `make` na pasta com os arquivos:

- `cliente.c`
- `complexos.c`
- `complexos.h`
- `Makefile`

Apenas recompila o que for necessário!

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções
- O código fica modular

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções
- O código fica modular
  - Mais fácil colaborar com outros programadores

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções
- O código fica modular
  - Mais fácil colaborar com outros programadores
  - Arquivos menores com responsabilidade bem definida

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções
- O código fica modular
  - Mais fácil colaborar com outros programadores
  - Arquivos menores com responsabilidade bem definida
- Permite disponibilizar apenas o `.h` e `.o`

# Vantagens do TAD

- Reutilizar o código em vários programas
  - `complexos.{c,h}` podem ser usados em outros lugares
  - permite criar bibliotecas de tipos úteis
    - ex: biblioteca de álgebra linear
- Código mais simples, claro e elegante
  - O cliente só se preocupa em usar funções
  - O TAD só se preocupa em disponibilizar funções
- Separa a implementação da interface
  - Podemos mudar a implementação sem quebrar clientes
  - Os resultados das funções precisam ser os mesmos
  - Mas permite fazer otimizações, por exemplo
  - Ou adicionar novas funções
- O código fica modular
  - Mais fácil colaborar com outros programadores
  - Arquivos menores com responsabilidade bem definida
- Permite disponibilizar apenas o `.h` e `.o`
  - Não precisa disponibilizar o código fonte da biblioteca

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...
  - Considerando quais são as entradas e saídas

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...
  - Considerando quais são as entradas e saídas
  - E o resultado esperado

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...
  - Considerando quais são as entradas e saídas
  - E o resultado esperado
  - Idealmente, cada função tem apenas uma responsabilidade

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...
  - Considerando quais são as entradas e saídas
  - E o resultado esperado
  - Idealmente, cada função tem apenas uma responsabilidade

Ou seja, primeiro definimos a interface

# Como criar um TAD

Construímos o TAD definindo:

- Um nome para o tipo a ser usado
  - Ex: `complexo`
  - Uma `struct` com um `typedef`
- Quais funções ele deve responder
  - `soma`, `absoluto`, etc...
  - Considerando quais são as entradas e saídas
  - E o resultado esperado
  - Idealmente, cada função tem apenas uma responsabilidade

Ou seja, primeiro definimos a interface

- Basta então fazer uma possível implementação

# Exercício - Conjunto de Inteiros

Faça um TAD que representa um conjunto de inteiros e que suporte as operações mais comuns de conjunto como adição, união, interseção, etc.

# Exercício - Matrizes

Faça um TAD que representa uma matriz de reais e que suporte as operações mais comuns para matrizes como multiplicação, adição, etc.