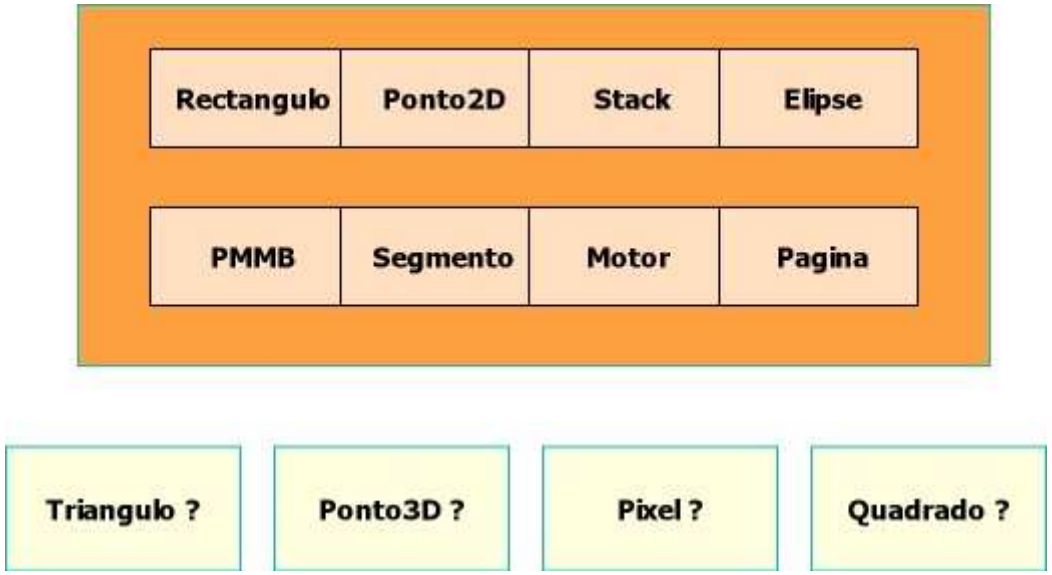
ESPAÇO DE RELACIONAMENTO DE CLASSES EM JAVA

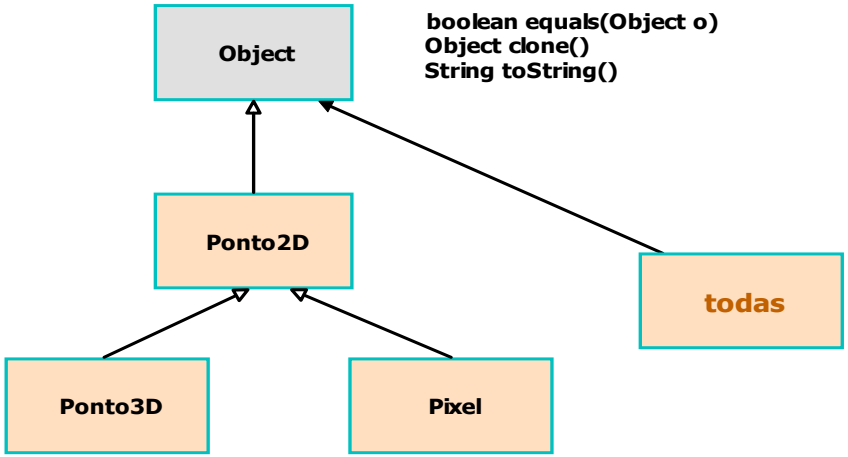
É PLANO ??



NÃO!! É HIERÁRQUICO !

- Nas Linguagens de POO, as classes são organizadas/estruturadas de forma hierárquica.
- Em Java, a Classe de Topo desta hierarquia Simples (porque 1 classe tem no máximo uma classe superior ou superclasse, da qual ela se diz subclasse) é a classe `Object`.
- Qualquer classe de Java que ao ser compilada não indique expressamente a sua superclasse (através da declaração `extends C`) passa a ser subclasse directa de `Object`.

HIERARQUIA DE CLASSES E HERANÇA




```
public class Ponto2D {
public class Ponto3D extends Ponto2D {
public class Pixel extends Ponto2D {
```

- **ENTRE CLASSES ESTABELECE-SE, DE FORMA AUTOMÁTICA, UMA RELAÇÃO HIERÁRQUICA QUE TEM ASSOCIADA UM PROCESSO AUTOMÁTICO DE HERANÇA DE ESTRUTURA (variáveis) E DE COMPORTAMENTO (métodos)**

SE B É SUBCLASSE DE A (CF. `public class B extends A`), ENTÃO A É A SUA SUPERCLASSE E:

- **B HERDA DE A VARIÁVEIS E MÉTODOS NÃO PRIVADOS;**
- **B PODE ACRESCENTAR VARIÁVEIS E MÉTODOS;**
- **B PODE REDEFINIR MÉTODOS HERDADOS;**

HERDAR ≈ TER ACESSO

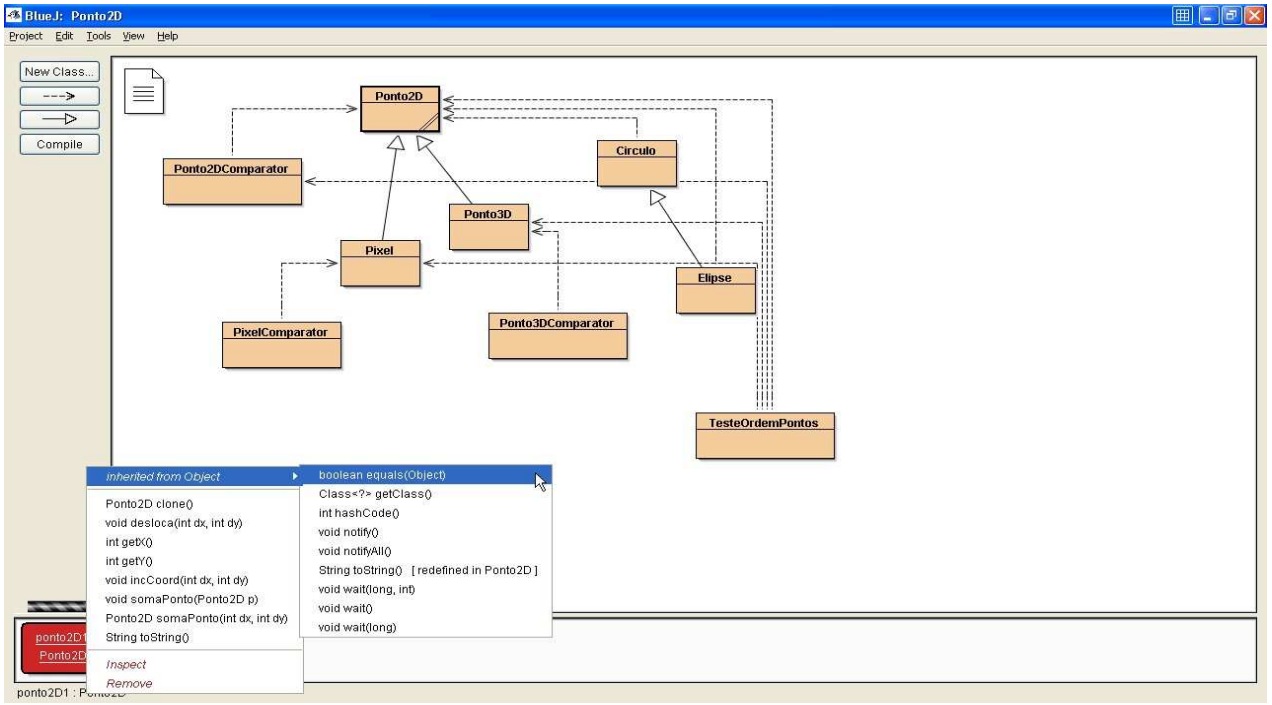
SUPERCLASSE = CLASSE BASE

SUBCLASSE = CLASSE DERIVADA = ESPECIALIZAÇÃO

NOTA1: NA NOSSA ABORDAGEM À POO, O ENCAPSULAMENTO OBRIGA-NOS A DEFINIR AS VARIÁVEIS DE INSTÂNCIA COMO `private` PELO QUE **NÃO SÃO HERDADAS**. PORÉM, TAL NÃO CAUSA QUALQUER PROBLEMA PORQUE OS MÉTODOS `get` E `set` SÃO-NO, E ESTES MÉTODOS, SENDO PÚBLICOS, PERMITEM ACEDER AOS VALORES DAS VARIÁVEIS DE INSTÂNCIA PRIVADAS.

NOTA2: COMO JÁ SABÍAMOS, OS MÉTODOS DE `Object` SÃO HERDADOS POR TODAS AS CLASSES. PORÉM, COMO SÃO MUITO ABSTRACTOS (CF. `toString()` E `equals()`), HÁ QUASE COMO QUE UMA OBRIGAÇÃO DE OS REDEFINIR DE IMEDIATO. PORÉM, QUANDO NÃO O FAZEMOS ELES ESTÃO DISPONÍVEIS POR HERANÇA.

```
Ponto2D p = new Ponto2D(1.0, 3.0);
String s = p.toString();  // não definido em Ponto2D
out.println(s);
```



REGRAS DA HERANÇA

HERANÇA SIMPLES (cf. JAVA):

Qualquer classe Possui uma e uma Só Superclasse; A classe `Object` não tem superclasse, é o Topo da Hierarquia.

QUESTÕES SOBRE HERANÇA:

1) **Java permite que uma subclasse possa redeclarar uma variável de instância Herdada e Redefinir o código de um método de instância ?**

Exº:

```
public class A {
  int i = 0;
  int m() { return i; }
}

public class B extends A {
  int i = 1;  // i de A é "shadowed"
  int m() { return i; }  // m é "overriden"
}
```

RESPOSTA: SIM !!

---

2) É POSSÍVEL, NO CONTEXTO DA CLASSE B, TER ACESSO QUER ÀS DEFINIÇÕES LOCAIS A B QUER ÀS DE A QUE FORAM REDEFINIDAS? SE SIM, COMO SE FAZ ?

RESPOSTA: SIM !!

Por exemplo, um método de B poderia ter o seguinte código:

```
public int mb() {
  i = super.i + 10;
  return i + this.m() + super.m();
}
```

i -> local
super.i -> i da superclasse
this.m() -> local
super.m() -> m() da superclasse

super -> variável especial que refere o contexto da superclasse;

---

3) TUDO PODE SER REDECLARADO E REDEFINIDO NUMA SUBCLASSE ?

RESPOSTA: NÃO !!

Variáveis e métodos final não podem;
Métodos static (de classe) não podem;
Variáveis e métodos private não podem.

4) Que variáveis e Métodos (de classe e de instância) são automaticamente Herdados por uma subclasse ?

RESPOSTA: Métodos de instância todos os que não forem private ! De classe nenhum. Variáveis de classe podem ser redefinidas.
Os construtores também não são herdados.

---

5) Os modificadores de acesso têm influência na herança ?

RESPOSTA: Os membros private não são herdados. Os outros são todos herdados e apenas definem quem lhes pode aceder, cf.

private	**Apenas acessíveis ao código na classe que os declara;**
public	**Acessível a qualquer classe de qualquer package;**
protected	**Acessível a qualquer classe do mesmo package e ainda às suas subclasses mesmo que de outro package;**
"package"	**Acessível a qualquer classe do mesmo package;**

6) Há compatibilidade entre uma Classe e as suas subclasses ?

RESPOSTA: Sim, mas apenas num sentido, ou seja, se B e C são subclasses de A, então é possível atribuir a uma variável declarada como sendo do tipo A uma instância de qualquer das suas subclasses, seja B ou C.
Exº:

```
A a1;
B b1 = new B(); C c1 = new C();
.....
a1 = b1;  // OK !!
.....
a1 = c1;  // OK !!

A a2 = new B();  // OK !!
A a3 = new C();  // OK !!
B b2 = new C(); // KO !!
```

```
Object obj1 = new Ponto2D();  ✓
Object obj2 = new ArrayList<String>();  ✓
```

7) Mas se Há compatibilidade entre uma Classe e as suas subclasses, nunca se pode saber ao certo qual a instância contida numa variável de tipo A se a classe A tiver várias subclasses ? E isso é bom ou é mau ?

RESPOSTA: Correcto. Durante a compilação o compilador verifica o tipo declarado da variável e apenas valida se é uma instância dessa classe ou de uma subclasse que lhe é atribuída.
Em tempo de execução, só o interpretador pode determinar qual a classe efectiva da instância contida numa variável de tipo A, e assim usar os métodos correctos dessa tal classe que pode portanto não ser A.

Esta possibilidade, designada polimorfismo, é uma das características fundamentais das linguagens de PPO. É fundamental para a programação genérica e extensível. Seja a declaração:

```
A a1 = new B();
```

Cada variável tem portanto um tipo estático (o que é determinado pelo compilador, cf. a1 é do tipo estático A) e tem ainda um tipo dinâmico (determinado pelo interpretador ao analisar o conteúdo dinâmico de a1, sendo neste caso do tipo B após a atribuição new B()).

Para tal o interpretador usa um método designado getClass() que determina a classe da instância contida numa dada variável; o método getName() devolve a String que é o nome dessa classe, cf.

a1.getClass().getName() -> "B"

Veremos em seguida as enormes vantagens de possuirmos este tipo de polimorfismo numa linguagem de programação.

---

8) Considerem-se as duas classes A e B apresentadas no início, e considere-se o seguinte programa de teste:

```
public class A {
  int i = 0;
  int m() { return i; }
}

public class B extends A {
  int i = 1;  // i de A é "shadowed"
  int m() { return i; }  // m é "overriden"
}
```

```
public static void main(String[] args) {
  A a = new B();
  out.println(a.m());
}
```

QUAL O RESULTADO DO PROGRAMA E PORQUÊ?

RESPOSTA: O resultado é, de facto, 1 e não 0.
JAVA funciona seguindo duas fases distintas fundamentais:

a) Compilação;
b) Execução por interpretação;

COMPILAÇÃO: Sintaxe correcta?

EXECUÇÃO: Que método executar de facto? Em que contexto?

No exemplo, o compilador verifica o tipo declarado da variável e valida a atribuição pois B é subclasse de A. Valida também a mensagem m() enviada a a, pois qualquer que seja a instância contida em a, a classe A pode sempre executar m(). Caso m() não esteja redefinido em B (não exista na subclasse) é herdado de A!! Assim, TUDO OK no compilador.
Em tempo de execução o problema do interpretador é outro. O interpretador tem que determinar que método m() vai executar e há muitas hipóteses; o

método m() de A se em a estiver uma instância de A; se em A estiver uma instância de uma subclasse de A, então o interpretador deverá executar ESSE método m() da subclasse, se existir, ou o de A caso não exista, pois é herdado.
No exemplo, a classe B redefine m() e o seu método m() ao ser executado dará como resultado 1.
Assim, é em tempo de execução que o interpretador, em função do tipo dinâmico da variável decide qual o método correcto a ser enviado à instância contida na variável (e executado). Este mecanismo excepcional designa-se por tal razão dynamic binding (associação dinâmica) e dynamic method lookup (procura dinâmica de métodos).
Se a classe A tiver várias subclasses, o interpretador garante com este mecanismo que invocará o método m() da subclasse correcta, em função do tipo da instância contida na variável, que, por ser da superclasse, serve de receptora da mensagem tornando compatível tal código com todas as subclasses, sem ter que as distinguir através de um "case" como na programação imperativa.
O método m(), na pior das hipóteses, não existe em nenhuma subclasse, sendo herdado de A. Caso exista em todas com a sua adequada definição, será sempre executado o mais próximo da subclasse, ou seja, o mais baixo na hierarquia.

---

9) Certo! Mas tem de facto alguma vantagem que compense estas complicações de tipos ?

RESPOSTA: **Tem uma vantagem inigualável em qualquer outro paradigma: A facilidade de GENERALIZAÇÃO DO CÓDIGO !!**
(1 linha vale por 1 milhão agora e no futuro)

Nada melhor do que ver tais vantagens usando um exemplo com código concreto. Uma classe Forma, sem grande sentido, que serve apenas como supertipo/superclasse de Circulo e de Quadrado.

Método comum para teste: area().

Exº:

```
public class Forma {
  public double area() { return 0.0; }
}

public class Circulo extends Forma {
  ........
  public double area() {
    return PI*pow(raio,2);
  }
}
```

```
public class Quadrado extends Forma {
  ........
  public double area() {
    return lado*lado;
  }
}
```

Vamos criar, por exemplo, um *array* contendo diversas formas, ou seja, instâncias de Forma, de Circulo e de Quadrado, sem sabermos mesmo onde as colocámos no array, cf.

```
Forma[] formas = new Forma[50];
formas[0] = new Forma(); ........
formas[i] = new ???();
```

ou até,

```
ArrayList<Forma> formas = new ArrayList<Forma>();
formas.add( new ??);
```

A única coisa que precisamos de saber, e o compilador também, é que na superclasse o método area() está definido, mesmo que sem grande sentido ou interesse.

Veja-se agora como o código de certas operações se pode escrever de forma bastante abstracta num main():

```
// Determinação da área de cada forma
// indicando até o seu tipo ou seja a sua classe
for(Forma f : formas) {
  out.printf("Sou %s%n", f.getClass().getName());
  out.printf("Area = %6.2f%n", f.area());
}
// Somatório das áreas
double soma = 0.0;
for(Forma f : formas) soma += f.area();
out.printf("Area Total = %6.2f%n", soma);
}
```

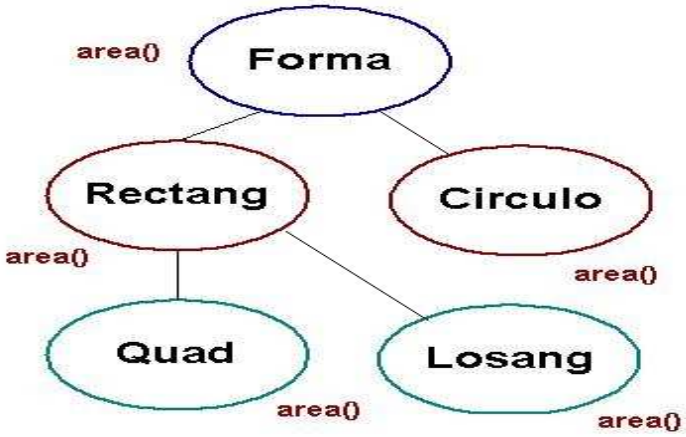
Vejamos o que acontece quando, posteriormente, se tem que acrescentar uma nova subclasse:

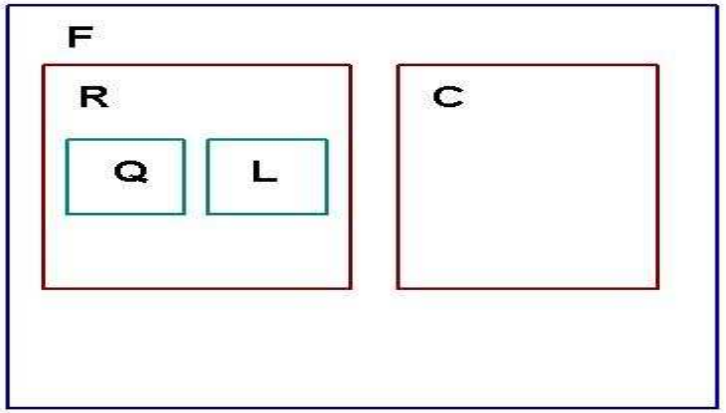
```
public class Triangulo extends Forma {
  ........
  public double area() { return base*altura; }
}
```

PERGUNTA: O que temos que alterar no código anterior para agora lidarmos com as nonas formas que são triângulos ?

RESPOSTA: NADA !!! ->>>>> EXTENSIBILIDADE

TEORIA DOS CONTENTORES
TIPOS ESTÁTICOS vs. TIPOS DINÂMICOS






```
Forma f = new Forma();
Forma f1 = new Rectang();
Forma f2 = new Circulo();
Rectang r = new Losang();
```

```
Forma f = new Circulo();
r = f.area(); // área de ??
....

r = f.area(); // área de ??
```

POLIMORFISMO E DYNAMIC BINDING !!

NOTA FINAL: A estratégia para uma boa utilização do polimorfismo e do mecanismo de dynamic binding é, sempre que tivermos diferentes classes com idêntico comportamento, criarmos uma superclasse destas e depois usarmos apenas variáveis do tipo da superclasse para conter instâncias de qualquer subclasse. O supertipo será compatível com as subclasses, sendo sempre o interpretador a decidir de forma automática, em "run time", qual o método correcto a utilizar em função da instância contida em tal variável.