Classes e Herança

UA.DETI.POO

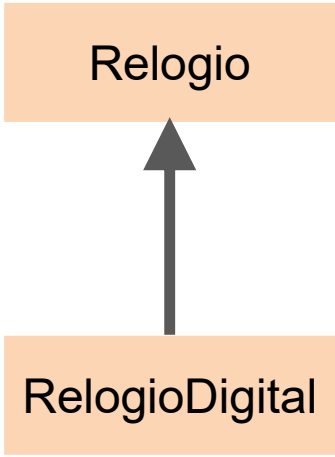
Relações entre Classes

- Parte do processo de modelação em classes consiste em:
  - Identificar entidades candidatas a classes
  - Identificar relações entre estas entidades
- As relações entre classes identificam-se facilmente recorrendo a alguns modelos reais.
  - Por exemplo, um RelógioDigital e um RelógioAnalógico são ambos tipos de Relógio (especialização ou herança).
  - Um RelógioDigital, por seu lado, contém uma Pilha (composição).
- Relações:
  - IS-A
  - HAS-A

Herança (IS-A)

- IS-A indica especialização (herança) ou seja, quando uma classe é um sub-tipo de outra classe.
- Por exemplo:
  - Pinheiro é uma (IS-A) Árvore.
  - Um RelógioDigital é um (IS-A) Relógio.

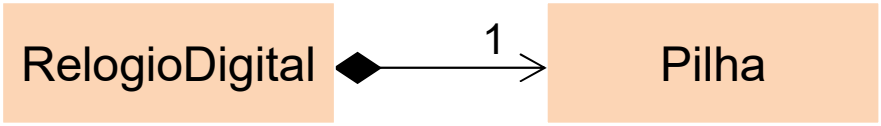
```
class Relogio {
  /* ... */
}

class RelogioDigital extends Relogio {
  /* ... */
}
```



Composição (HAS-A)

- HAS-A indica que uma classe é composta por objetos de outra classe.
- Por exemplo:
  - Floresta contém (HAS-A) Árvores.
  - Um RelógioDigital contém (HAS-A) Pilha.

```
class Pilha {
/* ... */
}
class RelogioDigital extends Relogio {
  Pilha p;
  /* ... */
}
```



Reutilização de classes

- Sempre que necessitamos de uma classe, podemos:
  - Recorrer a uma classe já existente que cumpre os requisitos
  - Escrever uma nova classe a partir "do zero"
  - Reutilizar uma classe existente usando composição
  - Reutilizar uma classe existente através de herança

Identificação de Herança

- Sinais típicos de que duas classes têm um relacionamento de herança
  - Possuem aspetos comuns (dados, comportamento)
  - Possuem aspetos distintos
  - Uma é uma especialização da outra

- Exemplos:
  - Gato é um Mamífero
  - Circulo é uma Figura
  - Água é uma Bebida

Questões?

- Quais as relações entre:
  - Trabalhador, Motorista, Vendedor, Administrativo e Contabilista
  - Triângulo, Retângulo e Losango
  - Professor, Aluno e Funcionário
  - Autocarro, Viatura, Roda, Motor, Pneu, Jante

Questões?

- Represente os seguintes elementos (classes) bem como as suas relações (herança e composição)
  - Livro
  - Artigo
  - Jornal
  - Publicação
  - Autor
  - Periódico
  - Editora
  - LivroEditado
  - Revista

Herança - Conceitos

- A herança é uma das principais características da POO
  - A classe *CDeriv* herda, ou é derivada, de *CBase* quando *CDeriv* representa um sub-conjunto de *CBase*
- A herança representa-se na forma:

```
class CDeriv extends CBase { /* ... */ }
```

- *Cderiv* tem acesso aos dados e métodos de *CBase*
  - que não sejam privados em *CBase*
- Uma classe base pode ter múltiplas classes derivadas mas uma classe derivada não pode ter múltiplas classes base
  - Em Java não é possível a herança múltipla

Herança - Exemplo

```
class Person {
        private String name;
        public Person(String n) { name = n; }
        public String name() { return name; }
        public String toString() { return "PERSON";}
}
class Student extends Person {
        private int nmec;
        public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
        public int num()   { return nmec; }
        public String toString() { return "STUDENT"; }
}
public class Test {
        public static void main(String[] args)  {
           Person p = new Person("Joaquim");
           Student stu = new Student("Andreia", 55678);
           System.out.println(p + " : " + p.name());
           System.out.println(stu + " : " + stu.name() + ", " + stu.num());
        }
}
```

Base

Derivada

PERSON : Joaquim

STUDENT : Andreia, 55678

Herança - Exemplo

```
class Art {
        Art() {
                System.out.println("Art constructor");
        }
}
class Drawing extends Art {
        Drawing() {
                System.out.println("Drawing constr.");
        }
}
public class Cartoon extends Drawing {
        Cartoon() {
                System.out.println("Cartoon constr.");
        }
        public static void main(String[] args) {
                Cartoon x = new Cartoon();
        }
}
```

Art constructor

Drawing constr.

Cartoon constr.

A construção é feita a partir da classe base

Construtores com parâmetros

- Em construtores com parâmetros o construtor da classe base é a primeira instrução a aparecer num construtor da classe derivada.

```
class Game {
        int num;
        Game(int code) { ... }
        // ...
}

class BoardGame extends Game {
  // ...
  BoardGame(int code, int numPlayers) {
          super(code);
    // ...
  }
}
```

Herança de Métodos

- Ao herdar métodos podemos:
  - mantê-los inalterados,
  - acrescentar-lhe funcionalidades novas ou
  - redefini-los

Herança de Métodos - herdar

```
class Person {
        private String name;
        public Person(String n) { name = n; }
        public String name() { return name; }
        public String toString() { return "PERSON";}
}
class Student extends Person {
        private int nmec;
        public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
        public int num()        { return nmec; }
}
public class Test {
        public static void main(String[] args)  {
          Student stu = new Student("Andreia", 55678);
          System.out.println(stu + " : " +
           stu.name() + ", " + stu.num());
        }
}
```

Herança de Métodos - redefinir

```
class Person {
        private String name;
        public Person(String n) { name = n; }
        public String name() { return name; }
        public String toString() { return "PERSON";}
}

class Student extends Person {
        private int nmec;
        public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
        public int num()        { return nmec; }
        public String toString() { return "STUDENT"; }
}
```

Herança de Métodos - estender

```
class Person {
        private String name;
        public Person(String n) { name = n; }
        public String name() { return name; }
        public String toString() { return "PERSON";}
}

class Student extends Person {
        private int nmec;
        public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
        public int num()        { return nmec; }
        public String toString()
          { return super.toString() + " STUDENT"; }
}
```

Herança e controlo de acesso

- Não podemos reduzir a visibilidade de métodos herdados numa classe derivada
  - Métodos declarados como public na classe base devem ser public nas subclasses
  - Métodos declarados como protected na classe base devem ser protected ou public nas subclasses. Não podem ser private
  - Métodos declarados sem controlo de acesso (default) não podem ser private em subclasses
  - Métodos declarados como private não são herdados

Final

- O classificador final indica "não pode ser mudado"
- A sua utilização pode ser feita sobre:
  - Dados - constantes

    ```
    final int i1 = 9;
    ```
  - Métodos - não redefiníveis

    ```
    final int swap(int a, int b) { //:
    }
    ```
  - Classes - não herdadas

    ```
    final class Rato { //...
    }
    ```
- "final" fixa como constantes atributos de tipos primitivos mas não fixa objetos nem vetores
  - nestes casos o que é constante é simplesmente a referência para o objeto

```
class Value {  int i = 1; }
public class FinalData {
  // Can be compile-time constants
  private final int i1 = 9;
  private static final int VAL_TWO = 99;
  // Typical public constant:
  public static final int VAL_THREE = 39;

  public final int i4 = (int)(Math.random()*20);
  public static final int i5 = (int)(Math.random()*20);

  private Value v1 = new Value();
  private final Value v2 = new Value();
  private final int[] a = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 }; // Arrays

  public static void main(String[] args) {
    FinalData fd1 = new FinalData();
    //! fd1.i1++; // Error: can't change value
    fd1.v2.i++; // Object isn't constant!
    fd1.v1 = new Value(); // OK -- not final
    for(int i = 0; i < fd1.a.length; i++)
      fd1.a[i]++; // Object isn't constant!
    //! fd1.v2 = new Value(); // Can't change ref
    //! fd1.a = new int[3];
  }
}
```

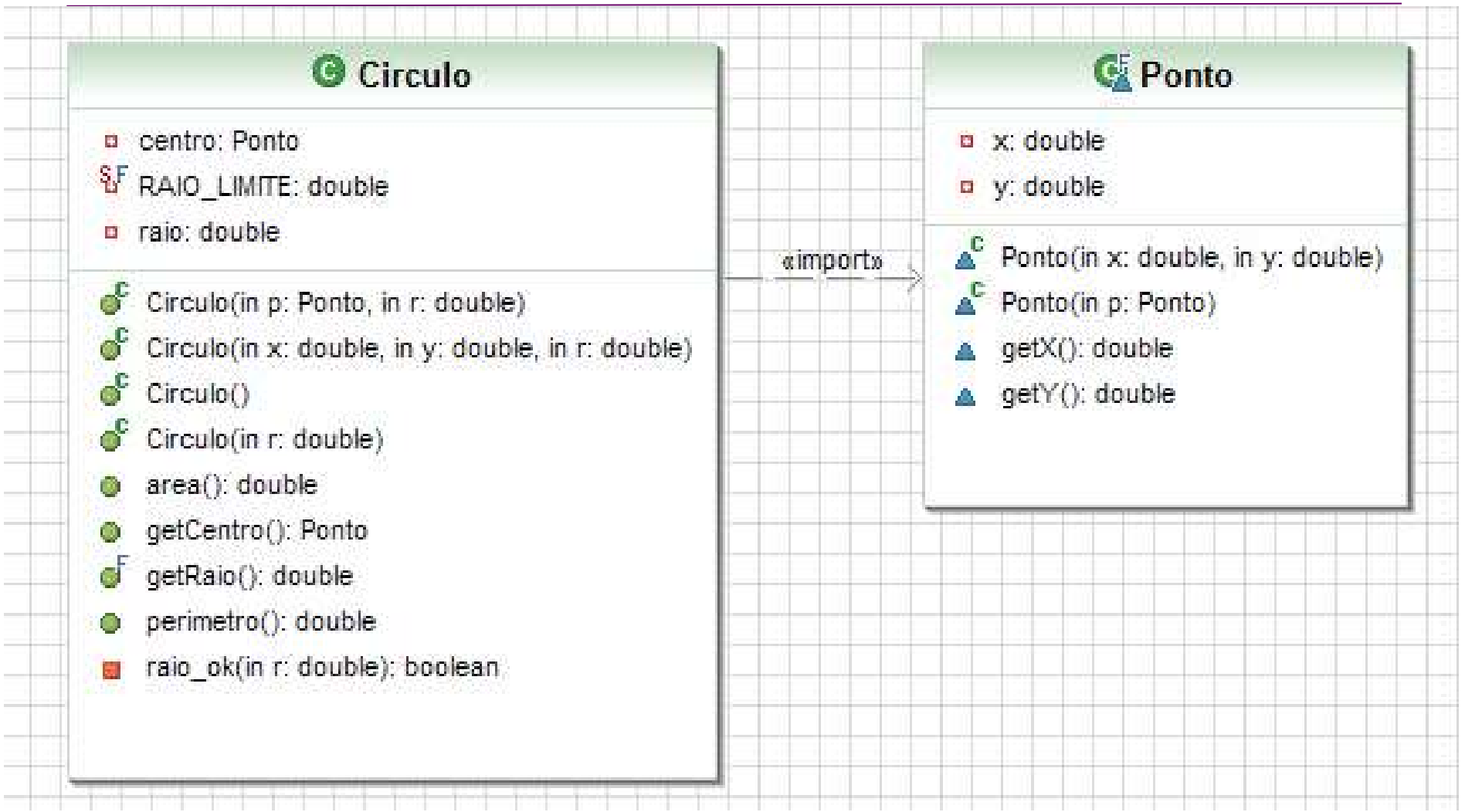
Exemplo – classe Ponto

```
public final class Ponto {
        private double x;
        private double y;

        public Ponto(double x, double y) { this.x=x; this.y=y; }
        public final double x() { return(x); }
        public final double y() { return(y); }
}
```

Exemplo – classe Circulo

```
public class Circulo {
    private Ponto centro;
    private double raio;

    public static final double RAIO_LIMITE = 100.0;
    private boolean raio_ok(double r) { return(r<=RAIO_LIMITE); }
    public Circulo(Ponto p, double r) {
       centro = p;
       if (raio_ok(r)) raio = r; else raio = RAIO_LIMITE;
    }
    public Circulo(double x, double y, double r)
            { this(new Ponto(x, y), r); }
    public double area() { return Math.PI*raio*raio;   }
  public double perimetro() { return 2*Math.PI*raio; }
    public final double raio() { return raio; }
    public final Ponto centro() { return centro; }
}
```

Representação UML



Herança - Boas Práticas

- Programar para a interface e não para a implementação
- Procurar aspectos comuns a várias classes e promovê-los a uma classe base
- Minimizar os relacionamentos entre objetos e organizar as classes relacionadas dentro de um mesmo package
- Usar herança criteriosamente – sempre que possível favorecer a composição

Métodos comuns a todos os objetos

- Em Java, todos as classe derivam da super classe java.lang.Object
- Métodos desta classe:
  - toString()
  - equals()
  - hashcode()
  - finalize()
  - clone()
  - getClass()
  - wait()
  - notify()
  - notifyAll()

toString()

```
Circulo c1 = new Circulo(1.5, 0, 0);
System.out.println( c1 );
```

c1.toString() é invocado automaticamente

Circulo@1afa3

- O método toString() deve ser sempre redefinido para ter um comportamento de acordo com o objeto

```
public class Circulo {
        // ....
        @Override
  public String toString() {
          return "Centro : ("  + centro.x() + ", "
                          + centro.y() + ") " +         " Raio : " + raio;
        }
```

Centro : (1.5, 0) Raio : 0

equals()

- A expressão c1 == c2 verifica se as referências c1 e c2 apontam para a mesmo objeto
  - Caso c1 e c2 sejam variáveis automáticas a expressão anterior compara valores
- O método equals() testa se dois objetos são iguais

```
Circulo p1 = new Circulo(0, 0, 1);
Circulo p2 = new Circulo(0, 0, 1);
System.out.println(p1 == p2);                    // false
System.out.println(p1.equals(p2));  // false (porquê?)
```

- equals() deve ser redefinido sempre que os objetos dessa classe puderem ser comparados
  - Circulo, Ponto, Complexo ...

Problemas com equals()

- Propriedades da igualdade
  - reflexiva: x.equals(x) → true
  - simétrica: x.equals(y) ←→ y.equals(x)
  - transitiva: x.equals(y) AND y.equals(z) → x.equals(z)
- Devemos respeitar a assinatura **Object.equals(Object o)**

```
public class Circulo {
    //...
    @Override
    public boolean equals(Object obj) { //...
    }
}
```

- Problemas
  - E se 'obj' for null?
  - E se referenciar um objeto diferente de Circulo?

Circulo.equals()

```
@Override
public boolean equals(Object obj) {
        if (this == obj)
                return true;
        if (obj == null)
                return false;
        if (getClass() != obj.getClass())
                return false;
        Circulo other = (Circulo) obj;
                // verify if the object's attributes are equals
        if (centro == null) {
                if (other.centro != null)
                        return false;
        } else if (!centro.equals(other.centro))
                return false;
        if (raio != other.raio)
                return false;
        return true;
}
```

equals() em Herança

```
class Base {
        private int x;
   public Base ( int i ) {  x = i;  }
   public boolean equals( Object rhs ) {
      if ( rhs == null ) return false;
      if ( getClass() != rhs.getClass() ) return false;
      if (rhs == this) return true;
      return x == ( (Base) rhs ).x;
   }
}
class Derived extends Base {
   public Derived ( int i, int j ) { super( i ); y = j;  }
   public boolean equals( Object rhs ) {
      // Não é necessário testar a classe. Feito em Base
      return super.equals(rhs) && y== ( (Derived) rhs ).y;
   }
   private int y;
}
```

hashCode()

- Sempre que o método **equal()** for reescrito, **hashCode()** também deve ser
  - Objetos iguais devem retornar códigos de hash iguais
- O objetivo do hash é ajudar a identificar qualquer objeto através de um número inteiro

```
// Circulo.hashCode() – Exemplo muito simples !!!
public int hashCode() {
      return raio * centro.x() * centro.y();
}
//..
Circulo c1 = new Circulo(10,15,27);
Circulo c2 = new Circulo(10,15,27);
Circulo c3 = new Circulo(10,15,28);
```

```
4050
4050
4200
```

  - A construção de uma boa função de hash não é trivial. Para a sua construção recomendam-se outras fontes

Circulo.hashCode()

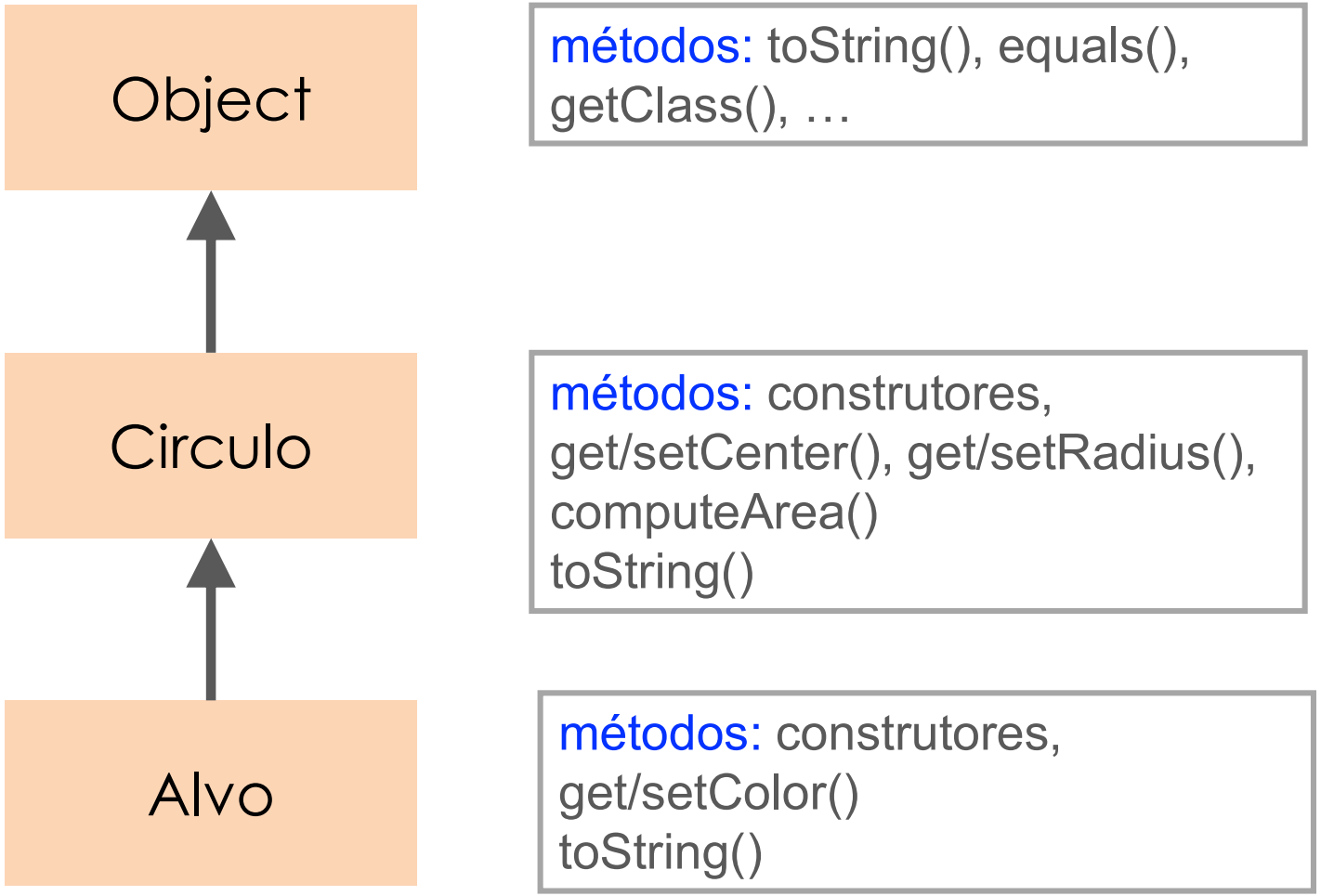
```
@Override
public int hashCode() {
        final int prime = 31;
        int result = prime
                + ((centro == null) ? 0 : centro.hashCode());
        long temp = Double.doubleToLongBits(raio);
        result = prime * result + (int) (temp ^ (temp >>> 32));
                // ^   Bitwise exclusive OR
                // >>> Unsigned right shift
        return result;
}
```

Sumário - Porquê herança?

- Muitos objetos reais apresentam esta característica
- Permite criar classes mais simples com funcionalidades mais estanques e melhor definidas
  - Devemos evitar classes com interfaces muito "extensas"
- Permite reutilizar e estender interfaces e código
- Permite tirar partido do polimorfismo

Polimorfismo

Exemplo de herança



Upcasting e downcasting

```
double z = 2.75;
int k = (int) z;
float x = k;
double w = 5;

Alvo fc1 = new Alvo(1.5, 10, 20, Color.red);

Circulo c1;
c1 = fc1;

Alvo fc2;
fc2 = c1;

fc2 = (Alvo) c1;
```

downcast, k ← 2

upcast automático
x ← 2.0; w ← 5.0

OK – um Alvo é um Circulo

Erro! – c1 é uma referência para Circulo. Mesmo que aponte para um Alvo precisa de downcast

OK

Upcasting e downcasting

```
Circulo c2 = new Circulo(1.5f, 10, 20);

fc2 = (Alvo) c2;
```

run-time error:
ClassCast exception

- O tipo do objeto pode ser testado com o operador instanceof

```
if (c3 instanceof Alvo)
        fc2 = (Alvo) c3;
```

OK

Polimorfismo

- Ideia base:
  - o tipo declarado na referência não precisa de ser exatamente o mesmo tipo do objeto para o qual aponta – pode ser de qualquer tipo derivado

```
Circulo c1 = new Alvo(…);
Object obj = new Circulo(…);
```

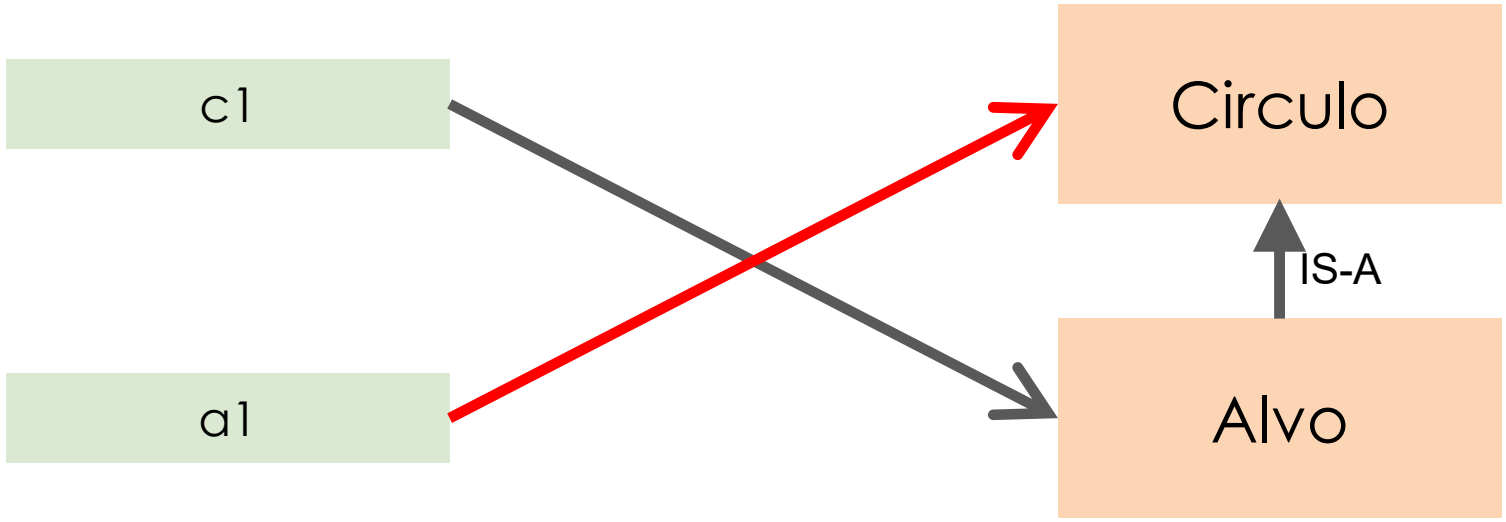
- Referência polimórfica
  - T ref1 = new S();
  - // OK desde que todo o S seja um T

Polimorfismo - exemplos

```
Circulo c1 = new Circulo(1,1,5);
Alvo a1 = new Alvo(1,1,5, 10);
```

Polimorfismo - exemplos

```
Circulo c1 = new Alvo(1,1,5, 10);
Alvo a1 = new Circulo(1,1,5); // erro
```

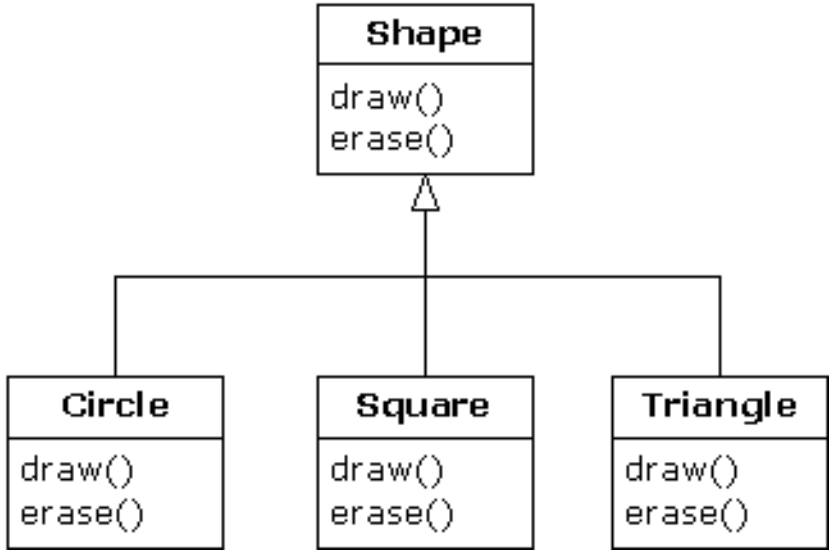


Polimorfismo

- Polimorfismo é, conjuntamente com a Herança e o Encapsulamento, uma das característica fundamentais da POO.
  - Formas diferentes com interfaces semelhantes.
- Outras designações:
  - Ligação dinâmica (Dynamic binding), late binding ou run-time binding
- Esta característica permite-nos tirar mais partido da herança.
  - Podemos, por exemplo, desenvolver um método X() com parâmetro CBase com a garantia que aceita qualquer argumento derivado de CBase.
  - O método X() só é resolvido em execução.
- Todos os métodos (à excepção dos final) são late binding.
  - O atributo final associado a uma função, impede que ela seja redefinida e simultaneamente dá uma indicação ao compilador para ligação estática (early binging) - que é o único modo de ligação em linguagens com o C.

Exemplo 1

```
Shape s = new Shape();
s.draw();

Circulo c = new Circulo();
c.draw();

Shape s2 = new Circulo();
s2.draw();
```



Exemplo 2

```
class Shape {   void draw() {} }

class Circle extends Shape {
  void draw() {  System.out.println("Circle.draw()");    }
}

class Square extends Shape {
  void draw() {  System.out.println("Square.draw()");   }
}

public class Shapes {
  public static Shape randShape() {
    switch((int)(Math.random() * 2)) {
      default:
      case 0: return new Circle();
      case 1: return new Square();
        }
  }
  public static void main(String[] args) {
    Shape[] s = new Shape[9];
    for(int i = 0; i < s.length; i++)
      s[i] = randShape(); // Fill up the array with shapes:
    for(int i = 0; i < s.length; i++)
      s[i].draw(); // Make polymorphic method calls:
  }
}
```

```
Circulo.draw()
Circulo.draw()
Circulo.draw()
Square.draw()
Circulo.draw()
Square.draw()
Square.draw()
Square.draw()
Circulo.draw()
Circulo.draw()
Square.draw()
Square.draw()
Circulo.draw()
Square.draw()
```

Generalização

- A generalização consiste em melhorar as classes de um problema de modo a torná-las mais gerais.
- Formas de generalização:
- Tornar a classe o mais abrangente possível de forma a cobrir o maior leque de entidades.

```
class ZooAnimal;
```

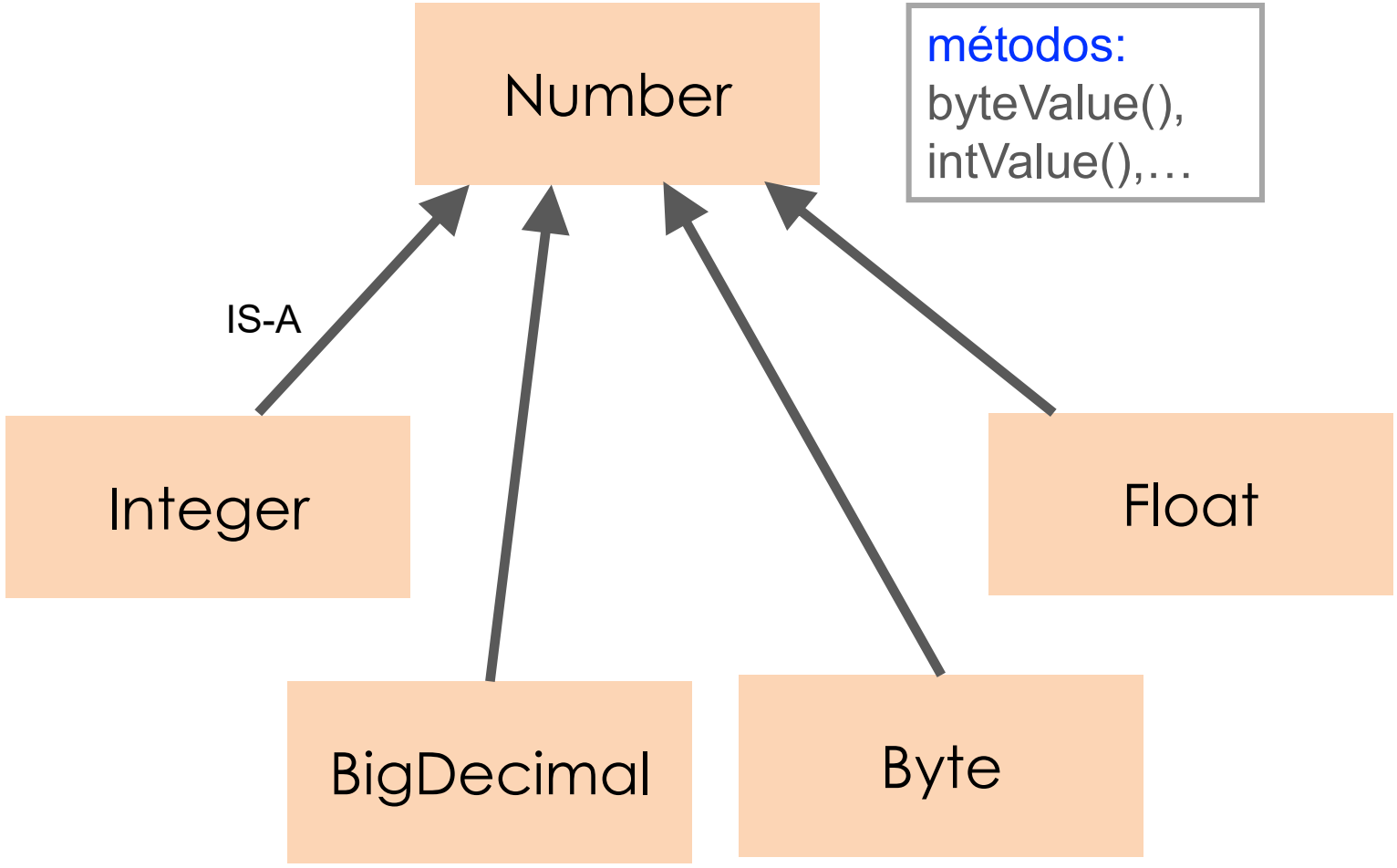
- Abstrair implementações diferentes para operações semelhantes em classes abstratas num nível superior.

```
ZooAnimal.draw();
```

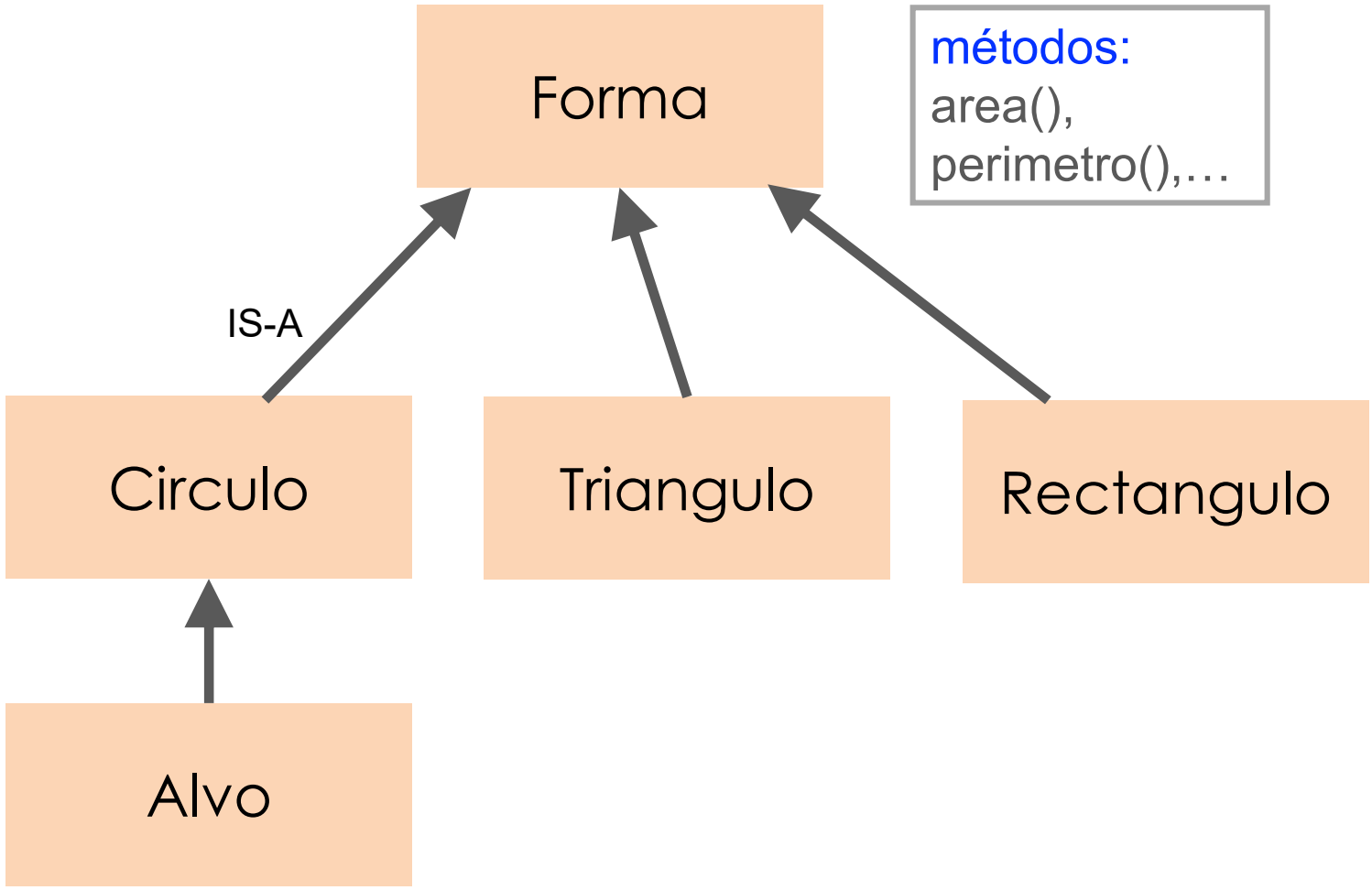
- Reunir comportamentos e características e fazê-los subir o mais possível na hierarquia de classes.

```
ZooAnimal.peso;
```

Exemplo de herança

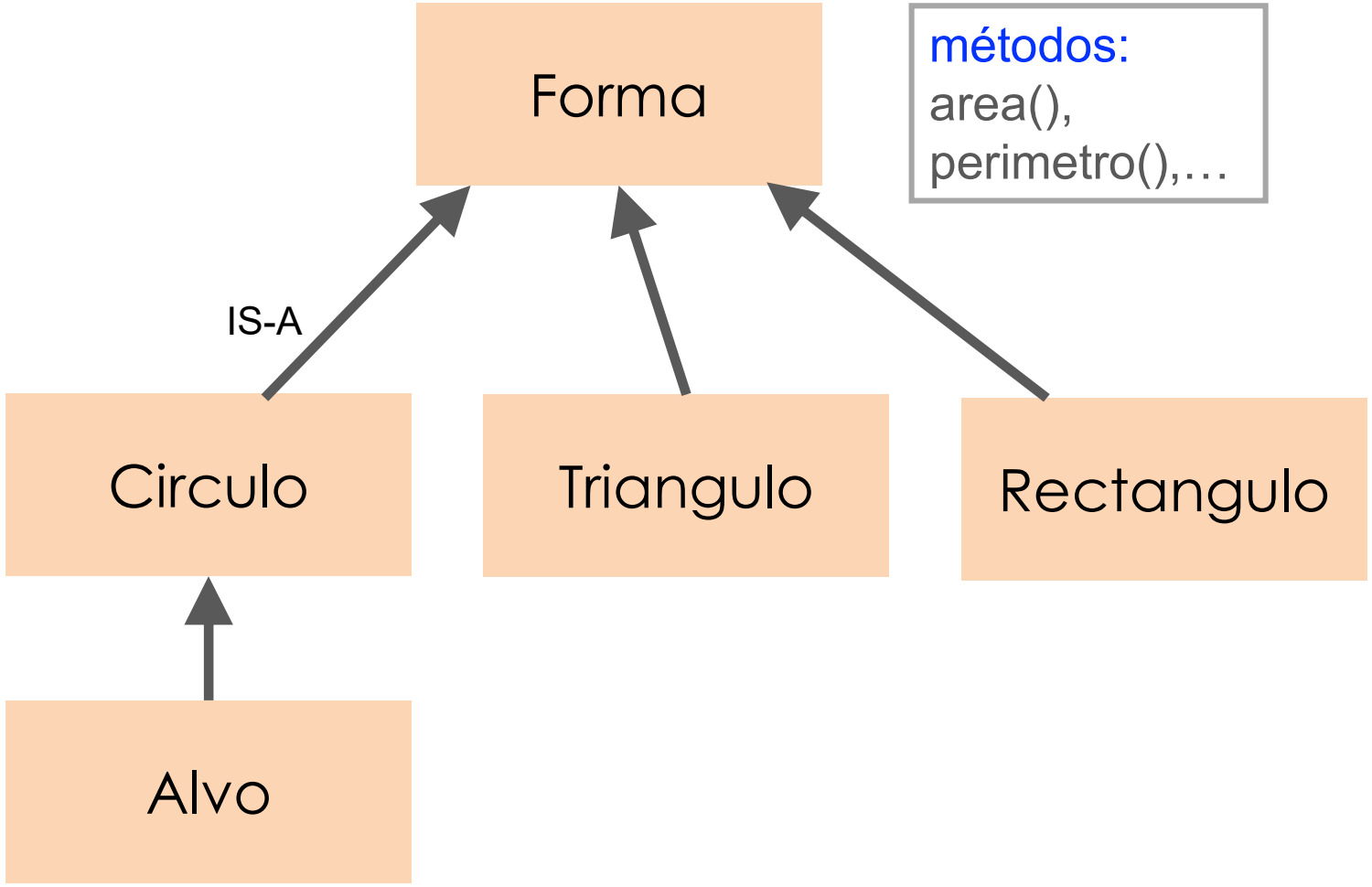


Exemplo de herança



Exemplo de herança

- Como implementamos os métodos de Forma?



Classes abstratas

- Uma classe é abstrata se contiver pelo menos um método abstrato.
  - Um método abstrato é um método cujo corpo não é definido.

```
public abstract class Forma {
        // pode definir constantes
        public static final double DOUBLE_PI = 2*Math.PI;

        // pode declarar métodos abstractos
        public abstract double area();
        public abstract double perimetro();

        // pode incluir métodos não abstractos
        public String aka() { return "euclidean"; }
}
```

- Uma classe abstrata não é instanciável.

```
Forma f;       // OK. Podemos criar uma referência para Forma
f = new Forma();   // Erro! Não podemos criar Formas
```

Classes abstratas

- Num processo de herança a classe só deixa de ser abstrata quando implementar todos os métodos abstratos.

```
public class Circulo extends Forma {

  protected double r;

  public double area() {
    return Math.PI*r*r;
  }

  public double perimetro() {
    return DOUBLE_PI*r;
  }
}


Forma f;
f = new Circulo();   // OK! Podemos criar Circulos
```

Classes abstratas e Polimorfismo

```
abstract class Figura {
  abstract void doWork();
  protected int cNum;
}

class Circulo extends Figura {
  Circulo(int i) {  cNum = i;  }
  void doWork()  {  System.out.println("Circulo");  }
}

class Alvo extends Circulo {
  Alvo(int i)    { super(i);  }
   void doWork() { System.out.println("Alvo");  }
}

class Quadrado extends Figura {
  void doWork()  { System.out.println("Quadrado");  }
}

public class ArrayOfObjects {
    public static void main(String[] args) {

        Figura[] anArray = new Figura[10];
        for (int i = 0; i < anArray.length; i++) {
            switch ((int) (Math.random() * 3)) {
               case 0  : anArray[i] = new Circulo(i); break;
               case 1  : anArray[i] = new Alvo(i); break;
               case 2  : anArray[i] = new Quadrado(); break;
            }
        }
        // invoca o método doWork sobre todas as Figura da tabela
        // -- Polimorfismo
        for (int i = 0; i < anArray.length; i++) {
            System.out.print("Figura("+i+") --> ");
            anArray[i].doWork();
        }
    }
}
```

```
Figura(0) --> Quadrado
Figura(1) --> Circulo
Figura(2) --> Quadrado
Figura(3) --> Circulo
Figura(4) --> Quadrado
Figura(5) --> Alvo
Figura(6) --> Circulo
Figura(
Figura(
Figura(
```

```
Figura(0) --> Circulo
Figura(1) --> Quadrado
Figura(2) --> Alvo
Figura(3) --> Quadrado
Figura(4) --> Alvo
Figura(5) --> Quadrado
Figura(6) --> Quadrado
Figura(7) --> Quadrado
Figura(8) --> Circulo
Figura(9) --> Quadrado
```

Java
Interfaces

Interfaces

- Uma interface funciona como uma classe que só contém assinaturas
  - A partir do Java 8 passou a incluir métodos default e static.

```
public interface Desenhavel {
  //...
}
```

- Atua como um protocolo perante as classes que as implementam.

```
public class Grafico implements Desenhavel {
  // ...
}
```

- Uma classe pode herdar de uma só classe base e implementar uma ou mais interfaces.

Interfaces - Exemplo

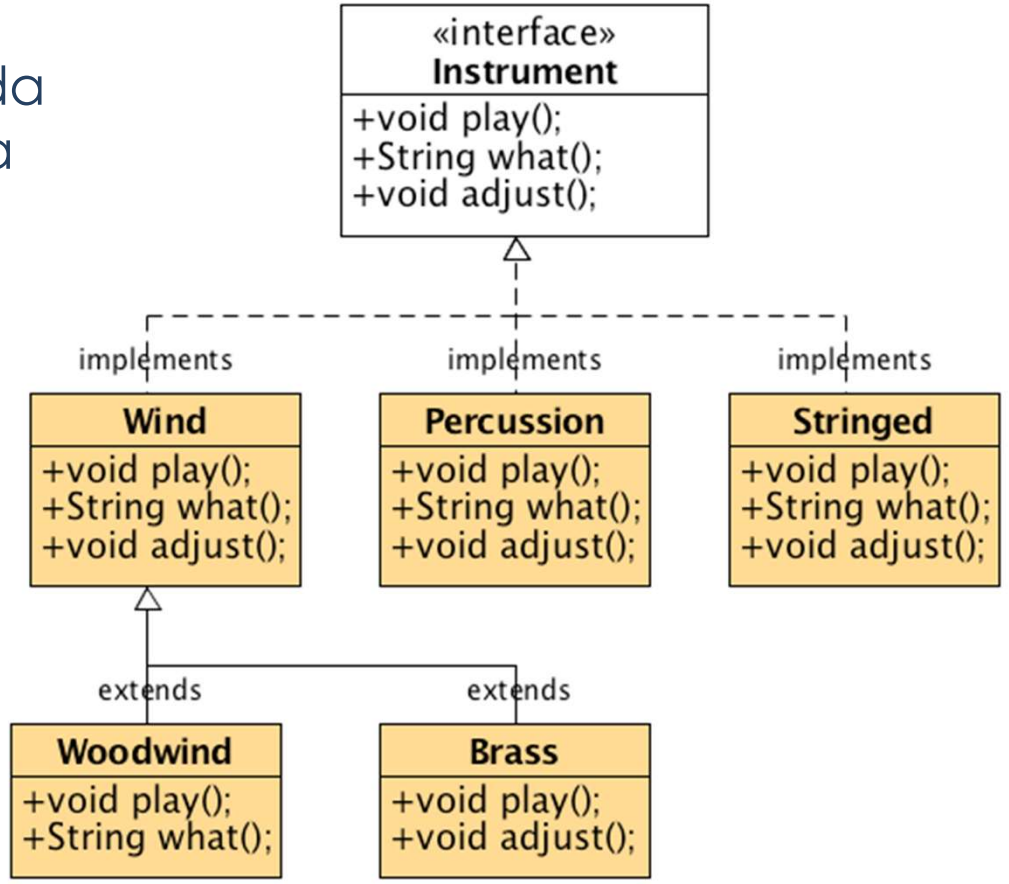
```
interface Desenhavel {
  public void cor(Color c);
  public void corDeFundo(Color cf);
  public void posicao(double x, double y);
  public void desenha(DrawWindow dw);
}

class CirculoGrafico extends Circulo implements Desenhavel {
  public void cor(Color c) {...}
  public void corDeFundo(Color cf) {...}
  public void posicao(double x, double y) {...}
  public void desenha(DrawWindow dw) {...}
}
```

Características principais

- Todos os seus métodos são, implicitamente, abstratos.
  - Os únicos modificadores permitidos são public e abstract.
- Uma interface pode herdar (extends) mais do que uma interface.
- Não são permitidos construtores.
- As variáveis são implicitamente estáticas e constantes
  - static final ..
- Uma classe (não abstrata) que implemente uma interface deve implementar todos os seus métodos.
- Uma interface pode ser vazia
  - Cloneable, Serializable
- Não se pode criar uma instância da interface
- Pode criar-se uma referência para uma interface

Interfaces - Exemplos

- Depois de implementada uma interface passam a atuar as regras sobre classes

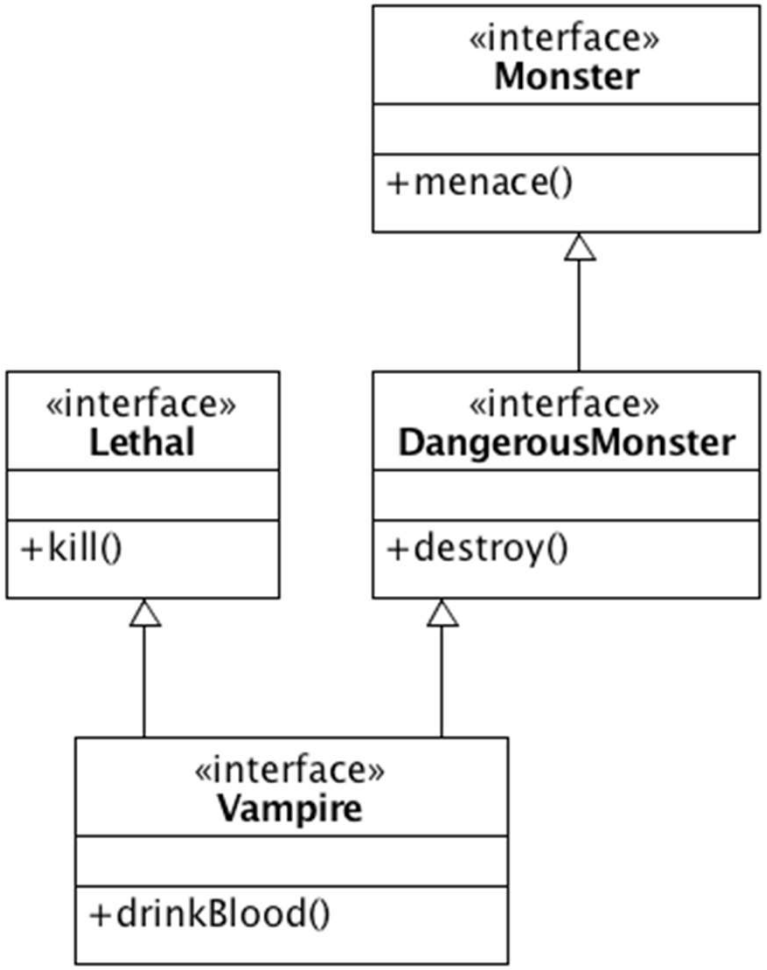


Interfaces - Exemplos

```
interface Instrument {
   // Compile-time constant:
  int i = 5; // static & final
   // Cannot have method definitions:
  void play(); // Automatically public
  String what();
  void adjust();
}

class Wind implements Instrument {
  public void play() {
    System.out.println("Wind.play()");
  }
  public String what() { return "Wind"; }
  public void adjust() { /* ..  */ }
}
```

Herança em Interfaces

```
interface Monster {
  void menace();
}

interface DangerousMonster
        extends Monster {
  void destroy();
}

interface Lethal {
  void kill();
}

interface Vampire
        extends DangerousMonster,
                Lethal {
  void drinkBlood();
}
```



Interfaces em Java 8

- Default methods
  - Podemos definir o corpo dos métodos na interface
- Static methods
  - Podemos definir o corpo de métodos estáticos na interface. Devem ser invocados sobre a interface (Métodos de Interface)
- Functional interfaces
  - *(vamos falar nisto mais tarde…)*

- **porquê** (complicar com) **estas novas funcionalidades?**

Interfaces a partir de Java 8

- Default Methods
  - Oferecem uma implementação por omissão
  - Podem ser reescritos nas classes que implementam a interface

```
public interface InterfaceOne {
        default void defMeth() { //... do something
        }
}

public class MyClass implements InterfaceOne {
        @Override
        public void defMeth() { // ... do something
        }
}
```

Default methods

```
interface X {
        default void foo() {
                System.out.println("foo");
        }
}

class Y implements X {
        // ...
}

public class Testes {
        public static void main(String[] args) {
                Y myY = new Y();
                myY.foo();
                // ...
        }
}
```

Interfaces a partir de Java 8

- Static Methods
  - Similares aos default methods
  - Não podem ser reescritos nas classes que implementam a interface

```
public interface Interface2 {
        static void stMeth() { //... do something
        }
}

public class MyClass implements Interface2 {
        @Override
        public void stMeth() { // ... do something
        }
}
```

Static methods

```
interface X {
        static void foo() {
                System.out.println("foo");
        }
}

class Y implements X {
        // ...
}

public class Testes {
        public static void main(String[] args) {
                X.foo();
                // Y.foo(); // won't compile
        }
}
```

Classes Abstratas versus Interfaces

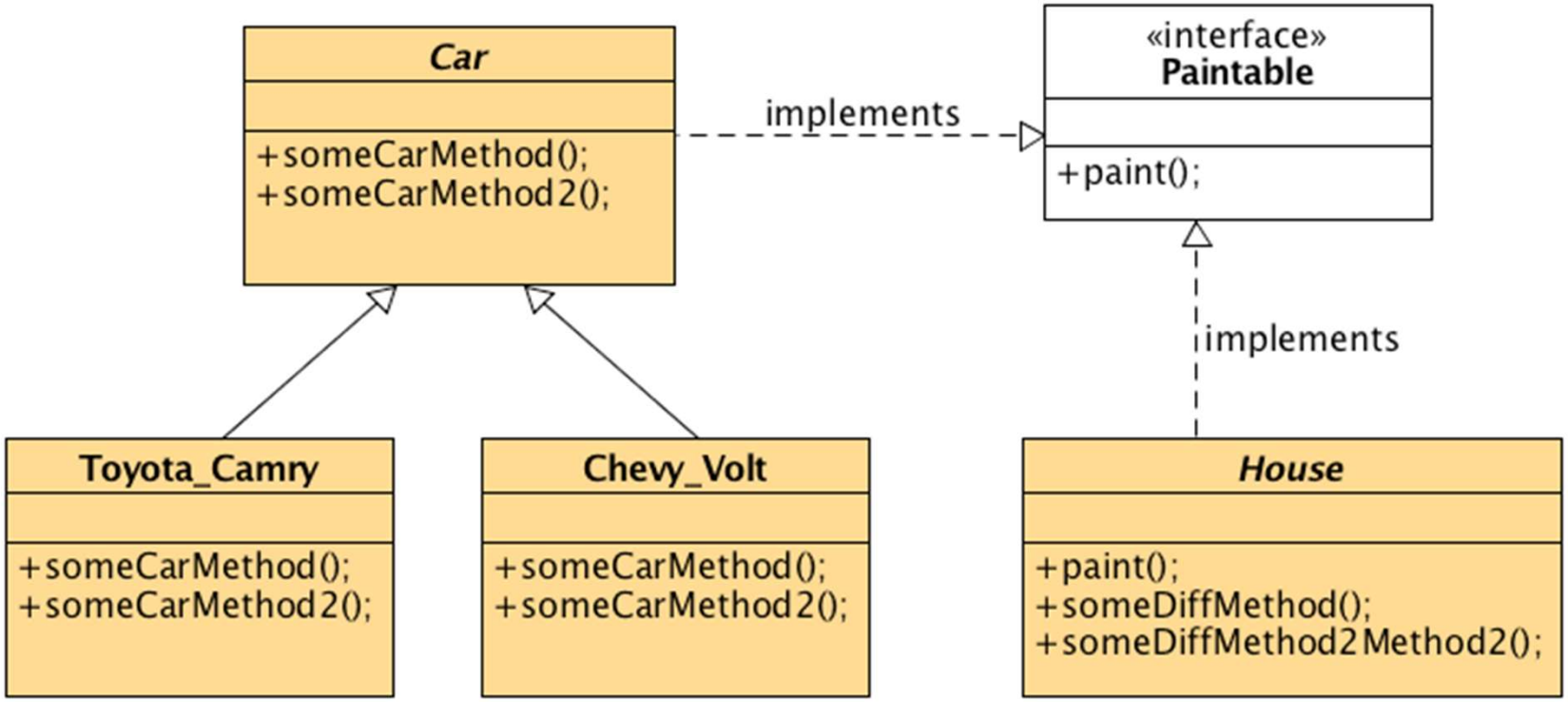
Classes Abstratas

- Objetivo: descrever entidades e propriedades
- Podem implementar interfaces
- Permitem herança simples
- Relacionamento na hierarquia simples de classes

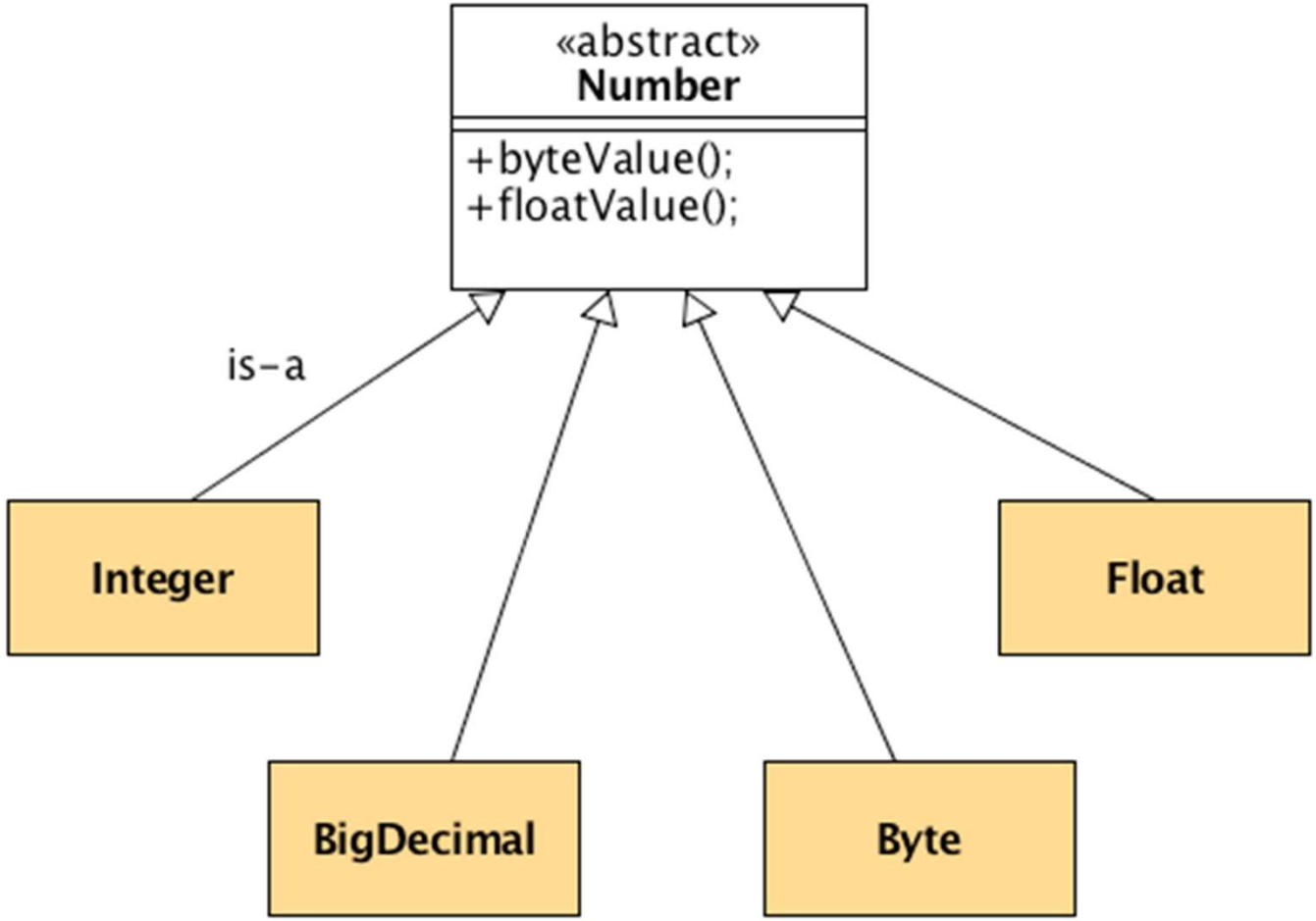
Interfaces

- Objetivo: descrever comportamentos funcionais
- Não podem implementar classes
- Permitem herança múltipla
- Implementação horizontal na hierarquia

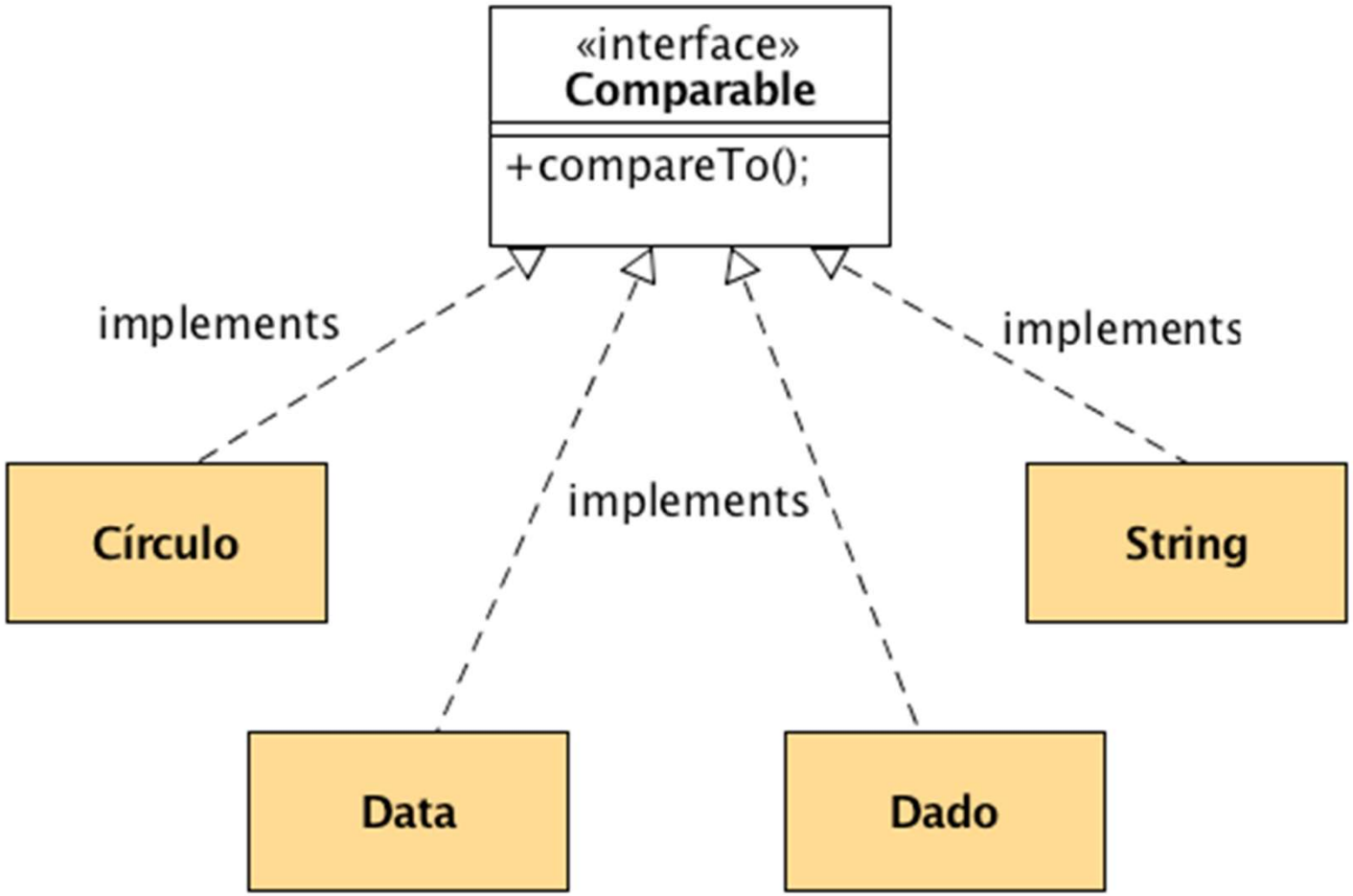
Classes Abstratas versus Interfaces



Classes Abstratas versus Interfaces

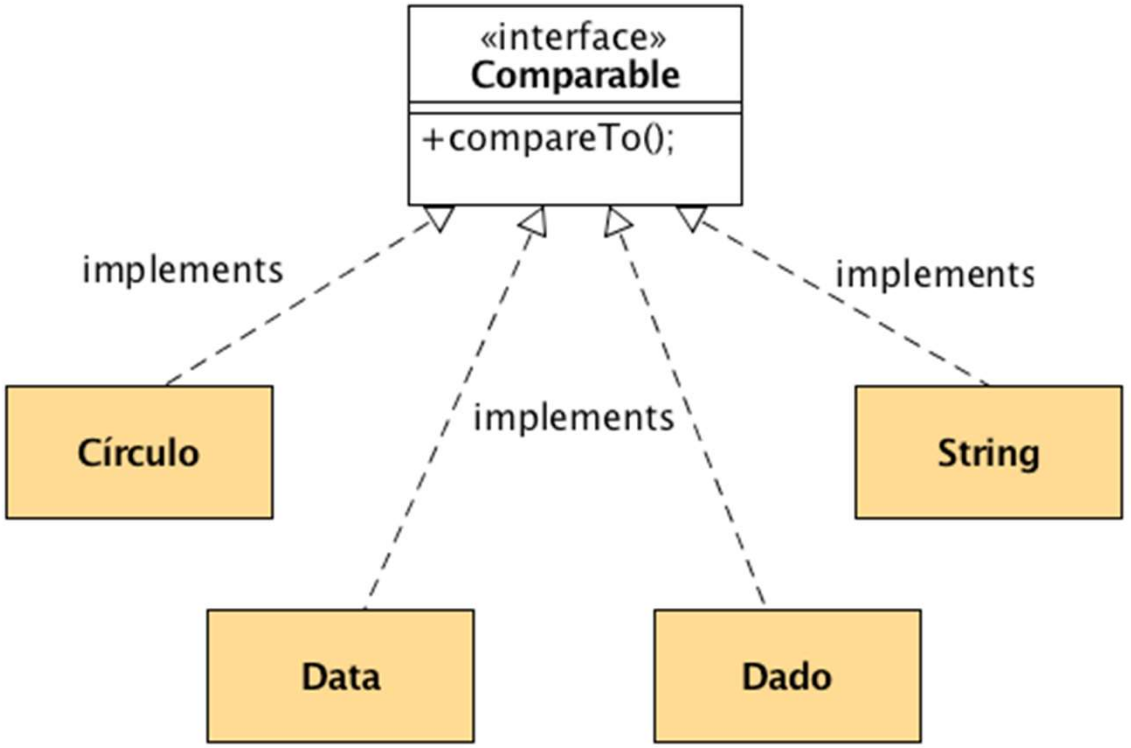


Classes Abstratas versus Interfaces



Questões?

- Qual o interesse de usar uma interface neste caso?
- Note que o método **int compareTo(T c)** retorna:
  - <0 se this<c
  - 0 se this==c
  - >0 se this>c



Interface Comparable

```
public interface Comparable<T> { // package java.lang;
        int compareTo(T other);
}

public abstract class Shape implements Comparable<Shape> {
   public abstract double area( );
   public abstract double perimeter( );

   public int compareTo( Shape irhs )  {
                double res = area() - irhs.area();
                if (res > 0) return 1;
                else if (res < 0) return -1;
                        else return 0;
        }
}
```

Interface Comparable

```
public class UtilCompare {

    // vamos discutir "<T extends Comparable<T>>" mais tarde
    public static <T extends Comparable<T>> findMax(T[] a) {
        int maxIndex = 0;
        for (int i = 1; i < a.length; i++)
            if (a[i] != null && a[i].compareTo(a[maxIndex]) > 0)
                maxIndex = i;
        return a[maxIndex];
    }

    public static <T extends Comparable<T>> void sortArray(T[] a) {
        // ...
    }
}
```

Interface Comparable

```
class FindMaxDemo {
      public static void main( String [ ] args )  {
            Figura[] sh1 = {
                  new Circulo(1, 3, 1),              // x, y, raio
                  new Quadrado(3, 4, 2),             // x, y, lado
                  new Rectangulo(1, 1, 5, 6)         // x, y, lado1, lado2
            };
            String[] st1 = { "Joe", "Bob", "Bill", "Zeke" };

            System.out.println(UtilCompare.findMax(sh1));
            System.out.println(UtilCompare.findMax(st1));
   }
}
```

```
Rectangulo de Centro (1.0,1.0), altura 6.0, comprimento 5.0
Zeke
```

instanceof

- Instrução que indica se uma referência é membro de uma classe ou interface
- Exemplo, considerando

```
class Dog extends Animal implements Pet {...}
Animal fido = new Dog();
```

- as instruções seguintes são true:

```
if (fido instanceof Dog) ..
if (fido instanceof Animal) ..
if (fido instanceof Pet) ..
```

Sumário

- Herança
- Polimorfismo
- Generalização
- Classes abstratas
- Interfaces