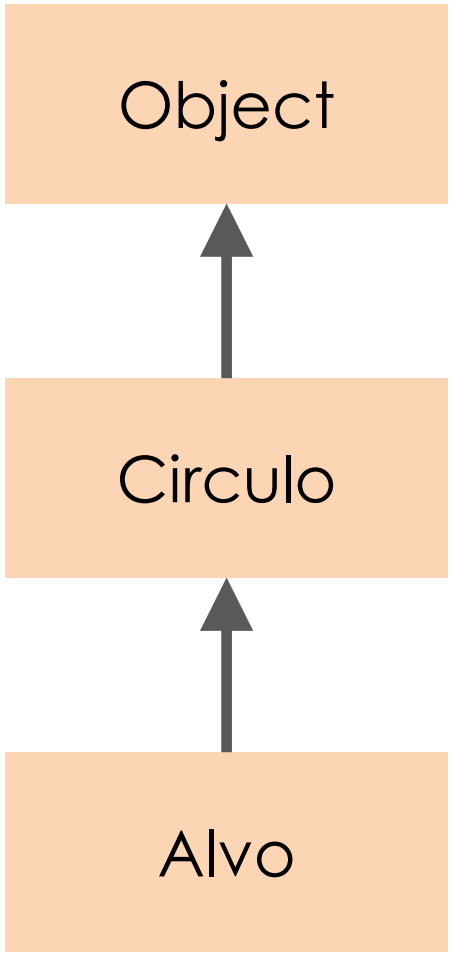
Polimorfismo

Exemplo de herança



métodos: toString(), equals(), getClass(), …

métodos: construtores, get/setCenter(), get/setRadius(), computeArea()
toString()

métodos: construtores, get/setColor()
toString()

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(…);
```

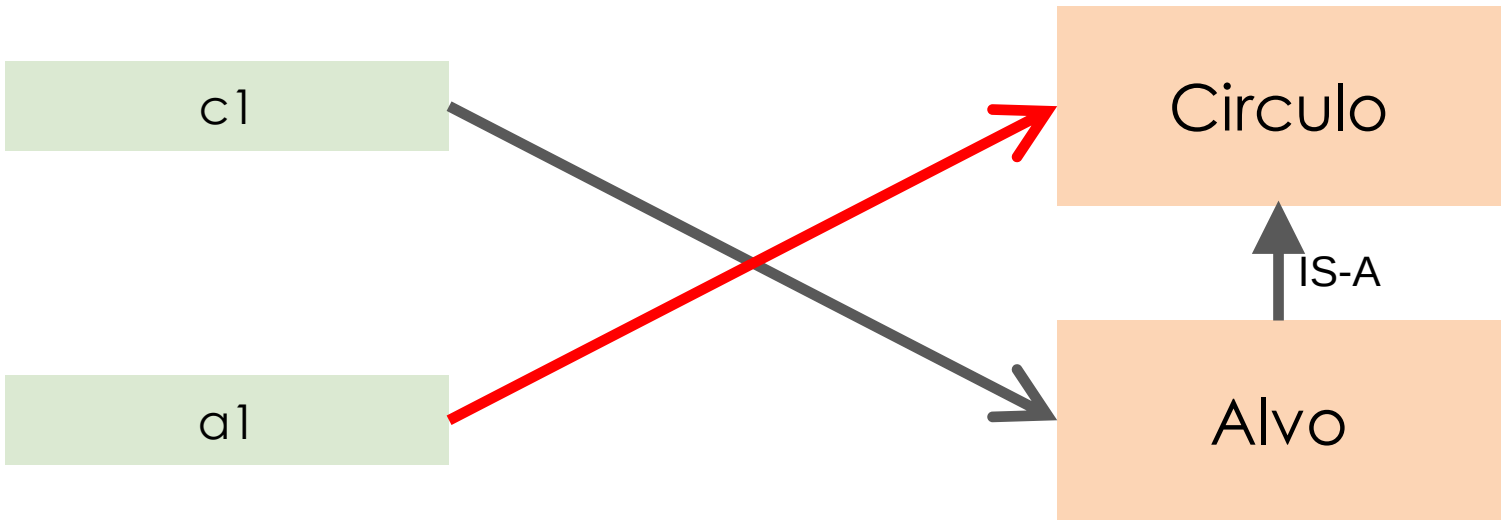
- Referência polimórfica
  - T ref1 = new S();
    // OK desde que todo o S seja um T

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
```

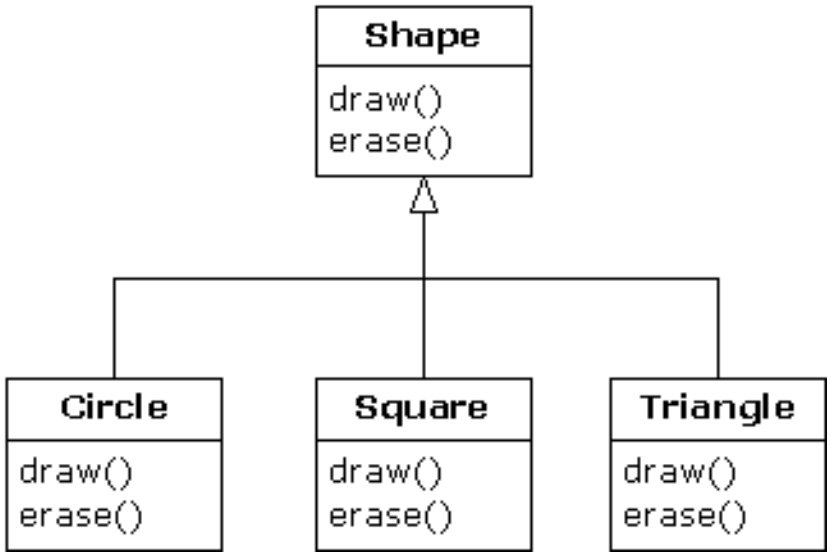


Polimorfismo

- Polimorfismo é, conjuntamente com a Herança e o Encapsulamento, uma das característica fundamentais da POO.
  - Formas diferentes com interfaces semelhantes.
- Diretamente associado ao mecanismo de ligação dinâmica (*Dynamic binding*)
  - Também referido como *late binding* ou *run-time binding*
- Esta característica permite-nos tirar mais partido da herança.
  - Podemos, por exemplo, desenvolver um método X(...) com um parâmetro de tipo CBase com a garantia que aceita qualquer argumento derivado de CBase.
  - O método X(...) só é resolvido em execução.
- Todos os métodos (à exceção 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 binding*) - que é o único modo de ligação em linguagens como C.

Exemplo 1

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

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

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



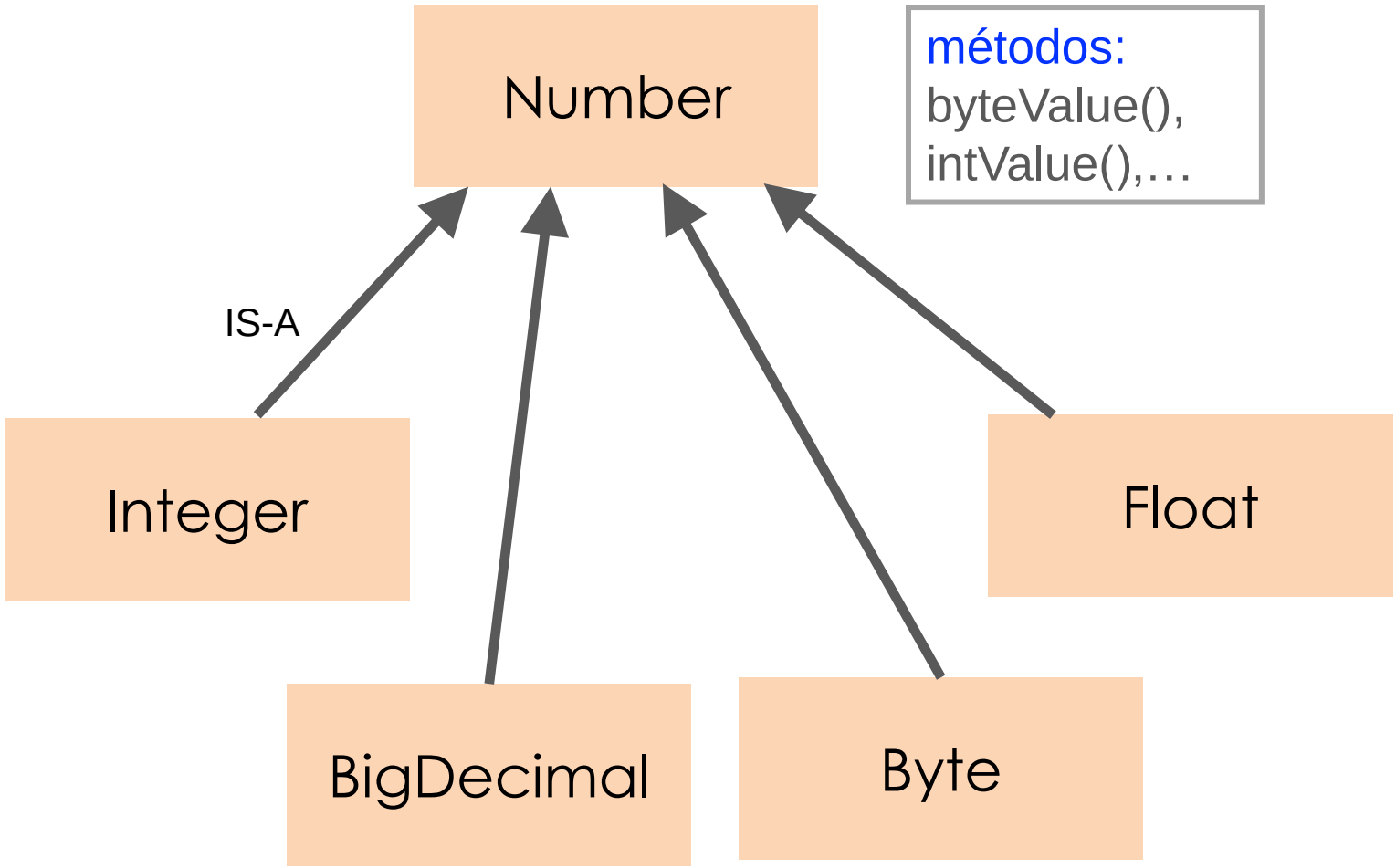
Exemplo 2

```
class Shape {
    void draw() { System.out.println("I am a Shape"); }
}

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

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

public class ShapeSet {

    private static Shape randomShape() {
        if (Math.random() < 0.5) return new Circle();
        return new Square();
    }

    Run | Debug
    public static void main(String[] args) { args = String[0]@7
        Shape[] shapes = new Shape[8]; shapes = Shape[8]@8
        for (int i=0; i<shapes.length; i++)
            shapes[i] = randomShape();

        for (Shape s: shapes) s = Circle@17, shapes = Shape[8]@8
            s.draw(); s = Circle@17
    }
}
```

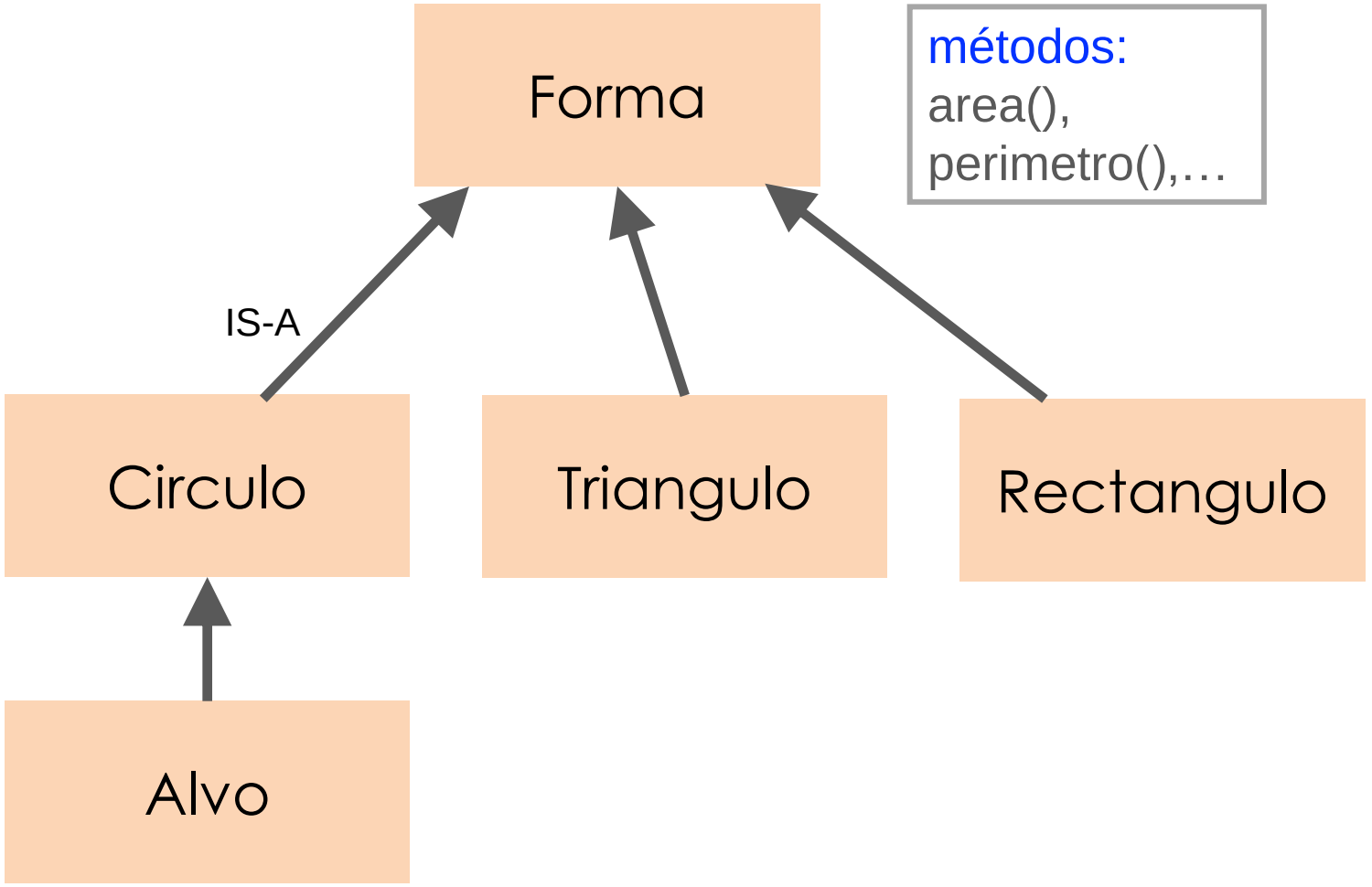
```
I am a Circle
I am a Square
I am a Circle
I am a Square
I am a Circle
I am a Square
I am a Square
I am a Square
```

https://tinyurl.com/hz42ye5s

Exemplo de herança

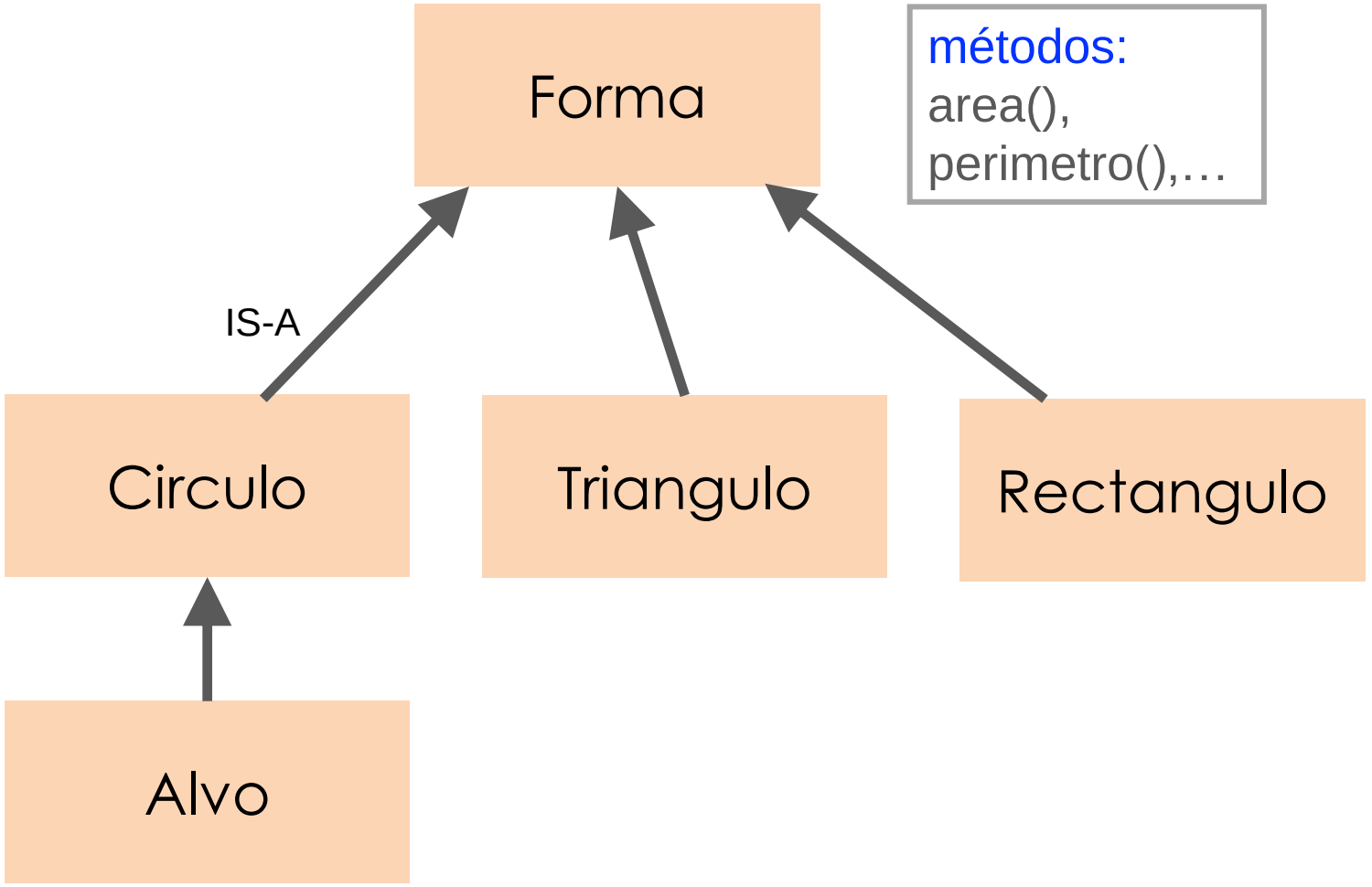


Exemplo de herança



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 variável do tipo 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(7) --> Circulo
Figura(8) --> Circulo
Figura(9) --> Quadrado
```

```
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
```

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;

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

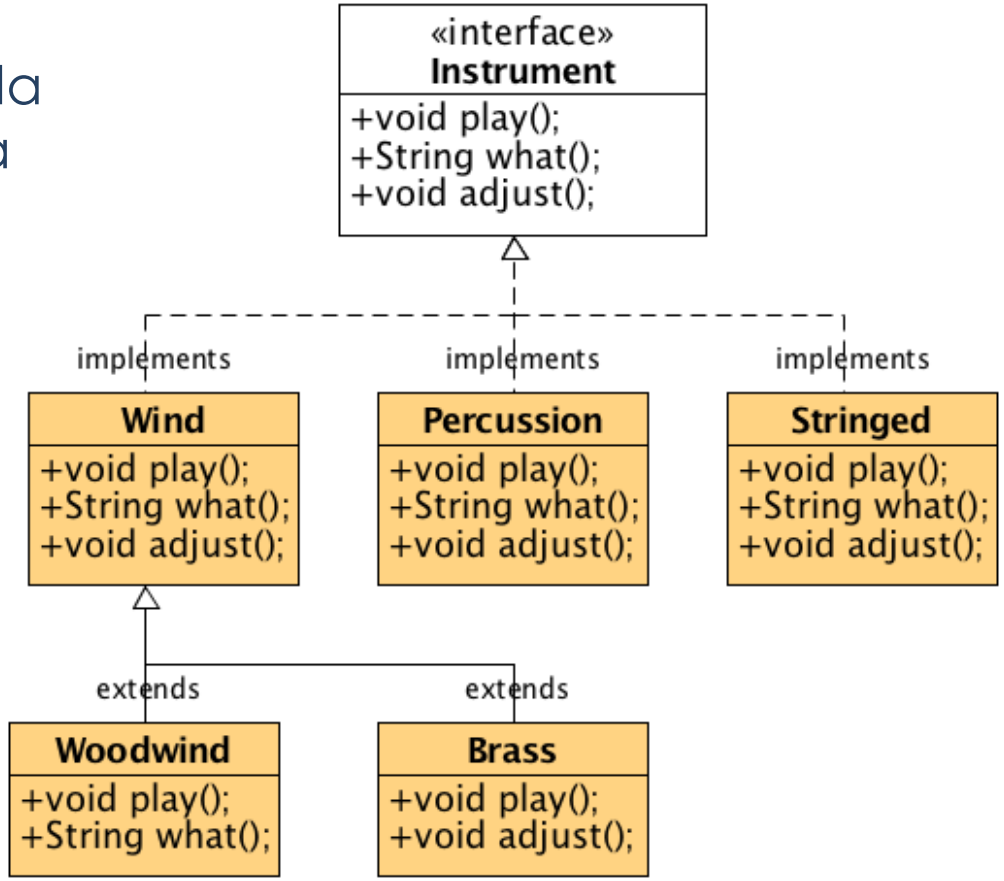
```
interface Desenhavel {
  public void cor(Color c);
  public void corDeFundo(Color cf);
  public void posicao(double x, double y);
  public void desenha(DrawWindow dw);
}

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

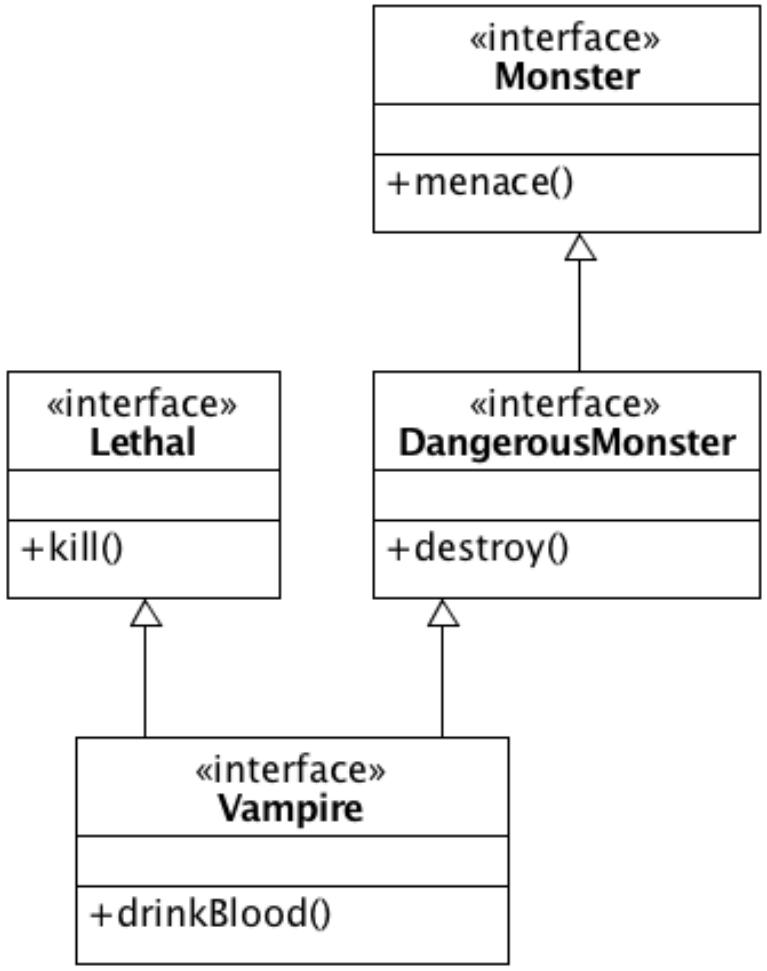


Interfaces - Exemplos

```
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 a partir de 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
  - Só podem ser invocados através da interface onde estão definidos
    (não através das 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

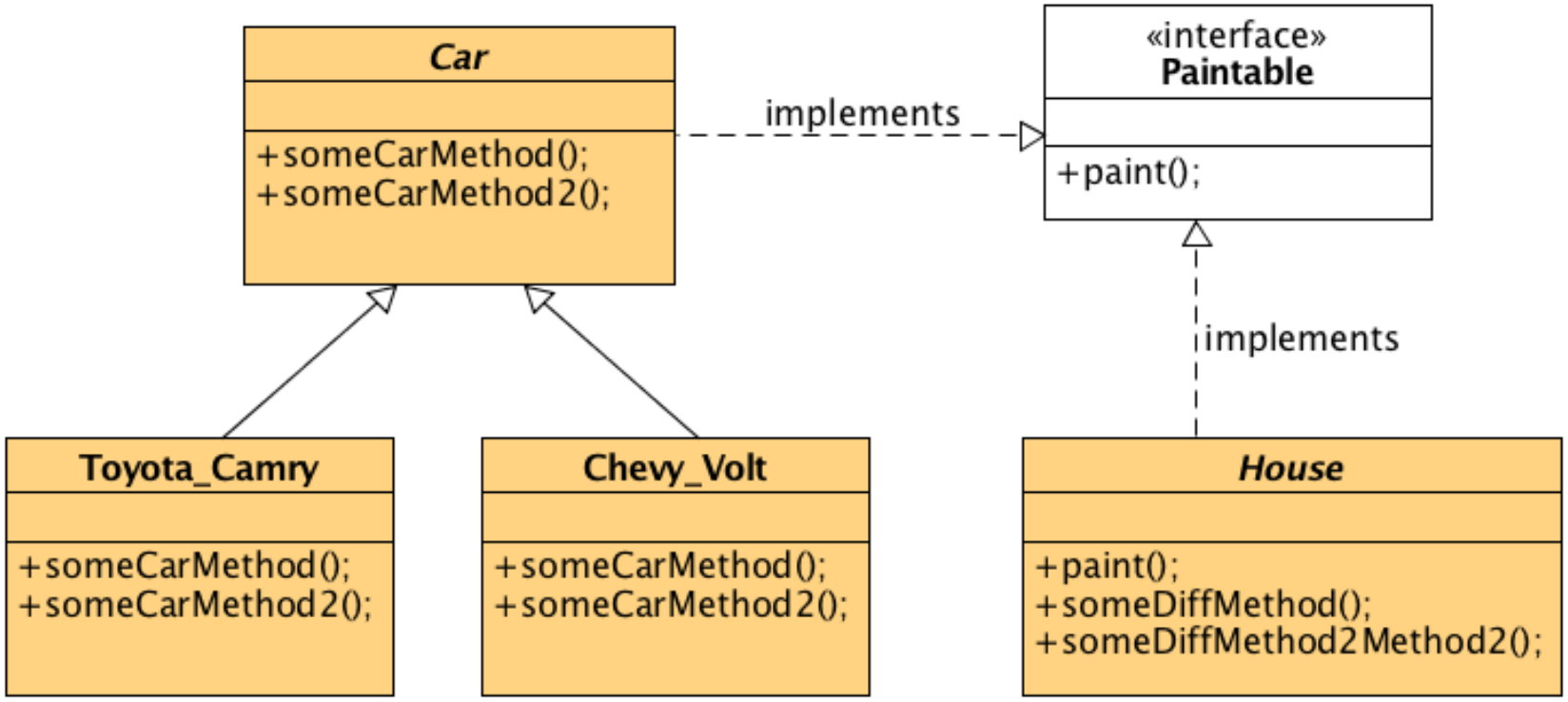
Classes Abstratas

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

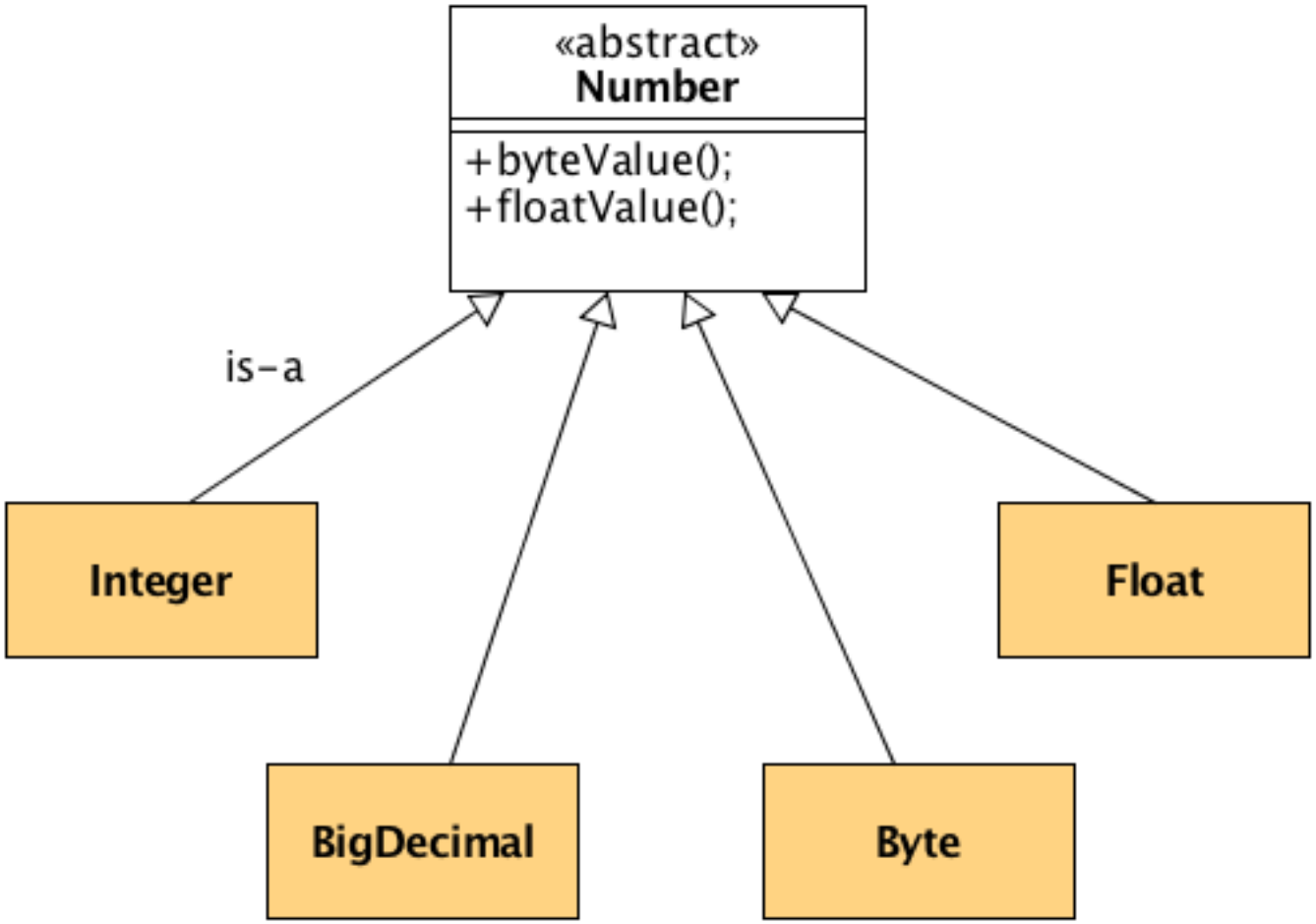
Interfaces

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

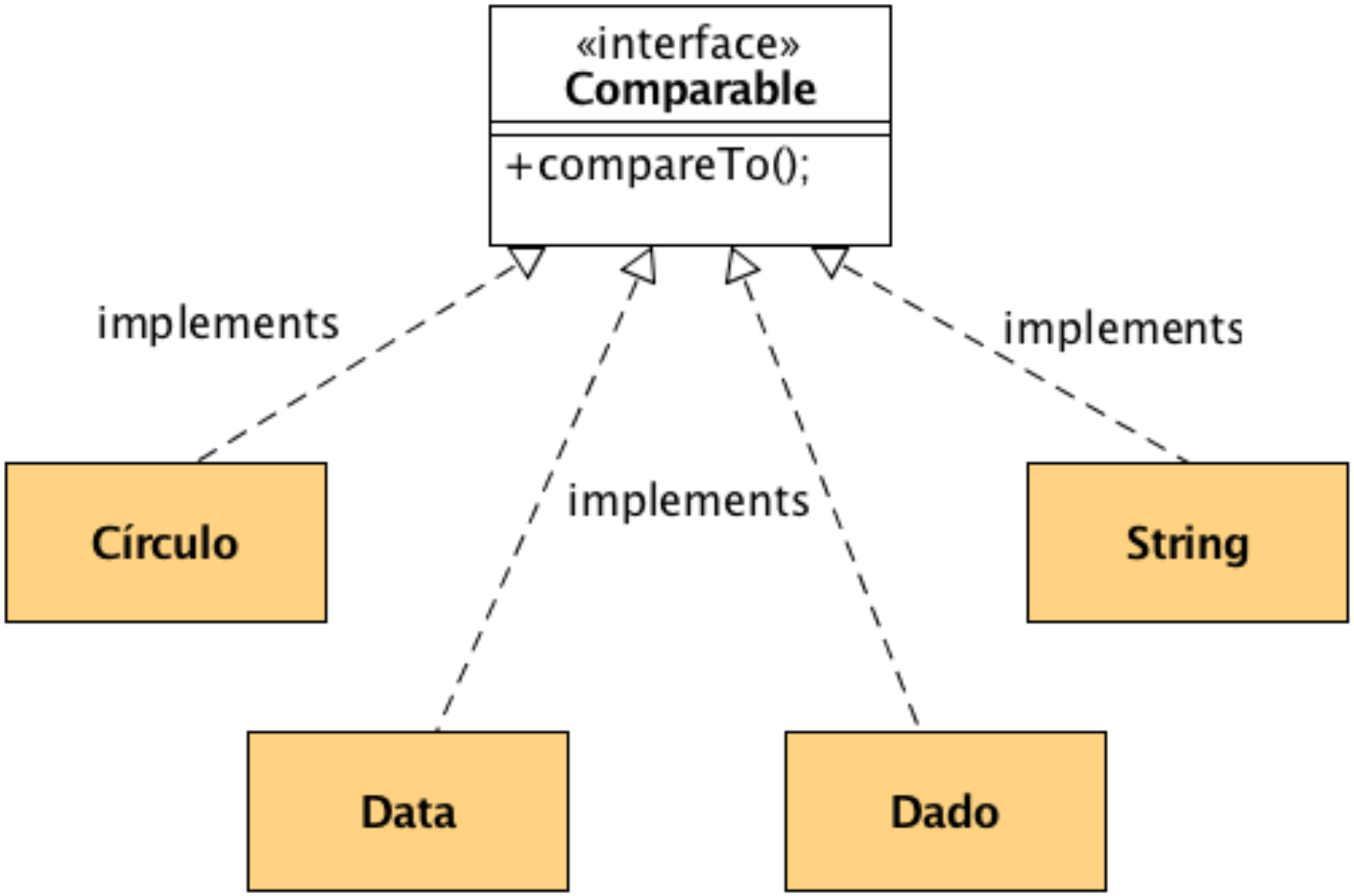
Classes Abstratas versus Interfaces



Classes Abstratas versus Interfaces

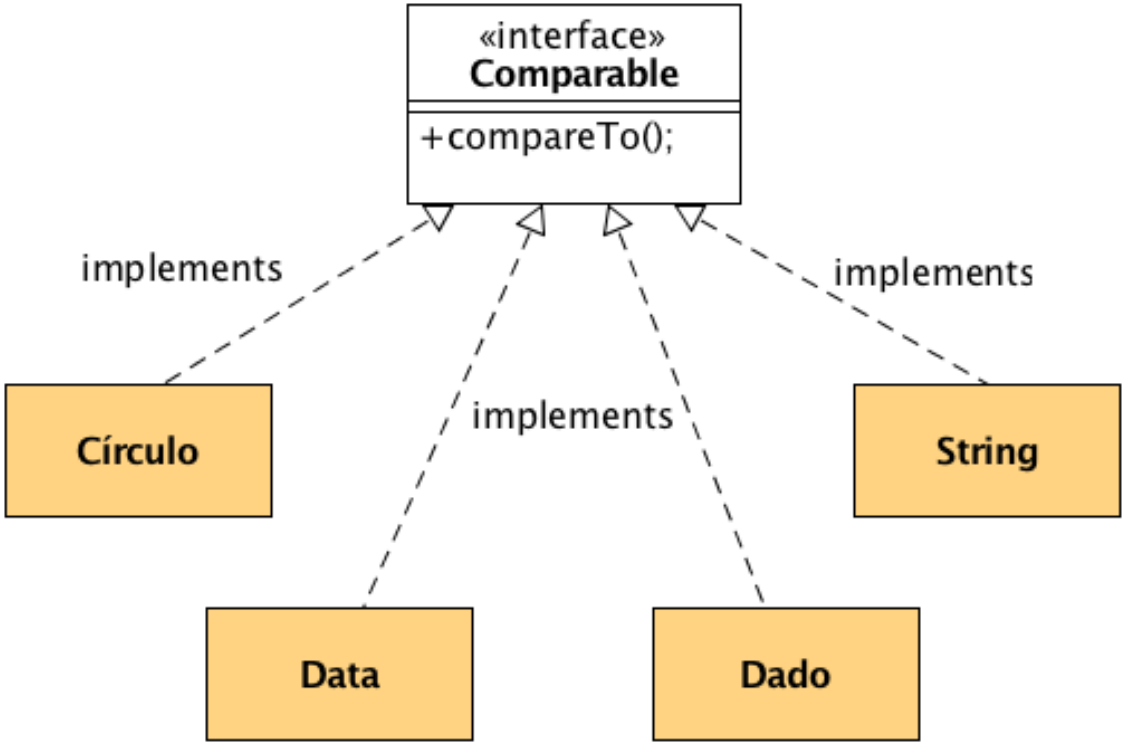


Classes Abstratas versus Interfaces



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

- Operador 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