Centro Tecnológico
Departamento de Informática

Prof. Vítor E. Silva Souza
http://www.inf.ufes.br/~vitorsouza

[Desenvolvimento OO com Java]

Herança, reescrita e polimorfismo

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Conteúdo do curso

- O que é Java;
- Variáveis primitivas e controle de fluxo;
- Orientação a objetos básica;
- Um pouco de vetores;
- Modificadores de acesso e atributos de classe;

- Herança, reescrita e polimorfismo;
- Classes abstratas e interfaces;
- Exceções e controle de erros;
- Organizando suas classes;
- Utilitários da API Java.

Estes slides foram baseados na apostila do curso FJ-11: Java e Orientação a Objetos da Caelum e na apostila Programação Orientada a Objetos em Java do prof. Flávio Miguel Varejão.

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Reuso / reutilização

- Para entregar software de qualidade em menos tempo, é preciso reutilizar;
  - *"Copiar & colar" não é reuso!*
- Reuso é uma das principais vantagens anunciadas pela Orientação a Objetos;
- Mecanismo baseado no conceito de classes:
  - *Composição ("tem um");*
  - *Herança ou derivação ("é um").*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Composição

- Criação de uma nova classe usando classes existentes como atributos;
- Relacionamento "tem um": uma conta tem um titular (cliente), um cliente tem um nome (*string*);
- Vimos como fazer isso anteriormente:
  - *Atributos primitivos e referências a objetos;*
  - *Operadores de seleção;*
  - *Inicialização (zerar e atribuir valor inicial);*
  - *O valor null;*
  - *Atributos estáticos.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Herança

- Criação de novas classes derivando classes existentes;
- Relacionamento "é um [subtipo de]": um livro é um produto, um administrador é um usuário;
- Uso da palavra-chave `extends`;
- A palavra-chave é sugestiva – a classe que está sendo criada "estende" outra classe:
  - *Partindo do que já existe naquela classe...*
  - *Pode adicionar novos recursos;*
  - *Pode redefinir recursos existentes.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Motivação

- Classes com elementos (atributos, métodos) repetidos:

```
class Produto {
  String nome;
  double preco;

  Produto() { } // Precisa?

  public Produto(String nome, double preco) {
     this.nome = nome; this.preco = preco;
  }

  public boolean ehCaro() {
     return (preco > 100);
  }

  // Eventuais outros métodos...
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Motivação

- Classes com elementos (atributos, métodos) repetidos:

```
class Livro {
  String nome;
  double preco;
  String autor;
  int paginas;

  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }

  public boolean ehCaro() { return (preco > 100); }

  public boolean ehGrande() { return (paginas > 200); }

  // Eventuais outros métodos...
}
```

Não escreva assim, é só pra caber no slide!

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Motivação

- Código repetido = problema de manutenção;
  - *Se surge um novo tipo de produto?*
  - *Se muda alguma coisa em todos os produtos?*
- Colocar os atributos extras em Produto, porém só utilizá-los em objetos que representem livros?
  - *Solução confusa, desperdiça memória, ainda mais se a hierarquia crescer (discos, eletrônicos, cosméticos, etc.);*
- Usar composição?
  - *Também causa confusão. Um livro tem um produto ou um livro é um produto?*
- Solução OO: herança!

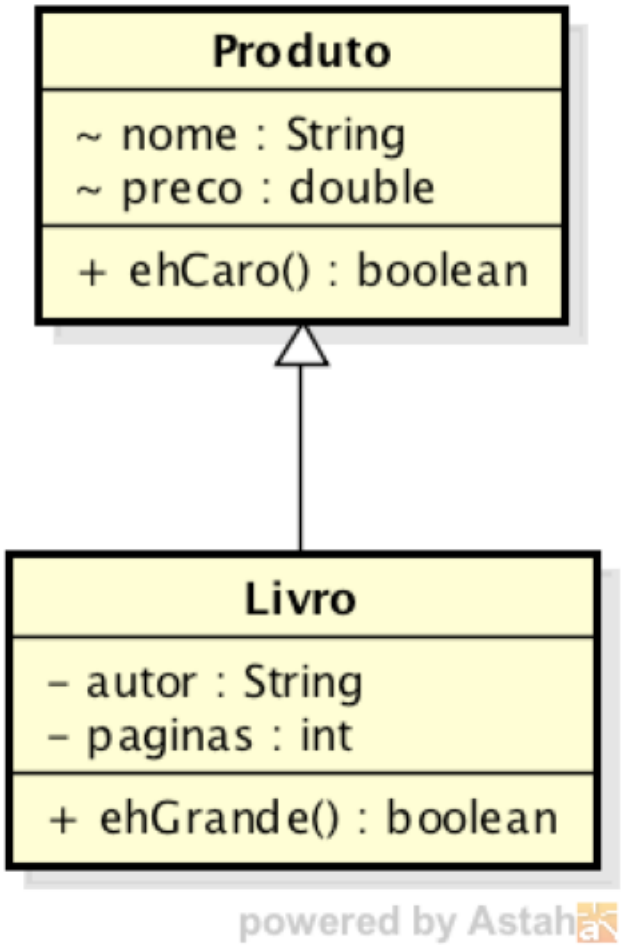
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Solução com herança

- Livro estende produto (adiciona novos membros):

```
class Livro extends Produto {
  //private String nome;       // Não preciso repetir.
  //private double preco;      // Herdo de Produto.
  private String autor;
  private int paginas;

  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }

  // Também não preciso repetir:
  // public boolean ehCaro() { return (preco > 100); }

  public boolean ehGrande() { return (paginas > 200); }

  // Eventuais outros métodos...
}
```

Herança em UML



Um livro é um (tipo de) produto.

Solução com herança

- Podemos chamar métodos do Produto no Livro:

```
public class Loja {
  public static void main(String[] args) {
    Livro l = new Livro("Linguagens de Programação",
        74.90, "Flávio Varejão", 334);

    System.out.println(l.ehCaro());
    System.out.println(l.ehGrande());
  }
}
```

Produto:

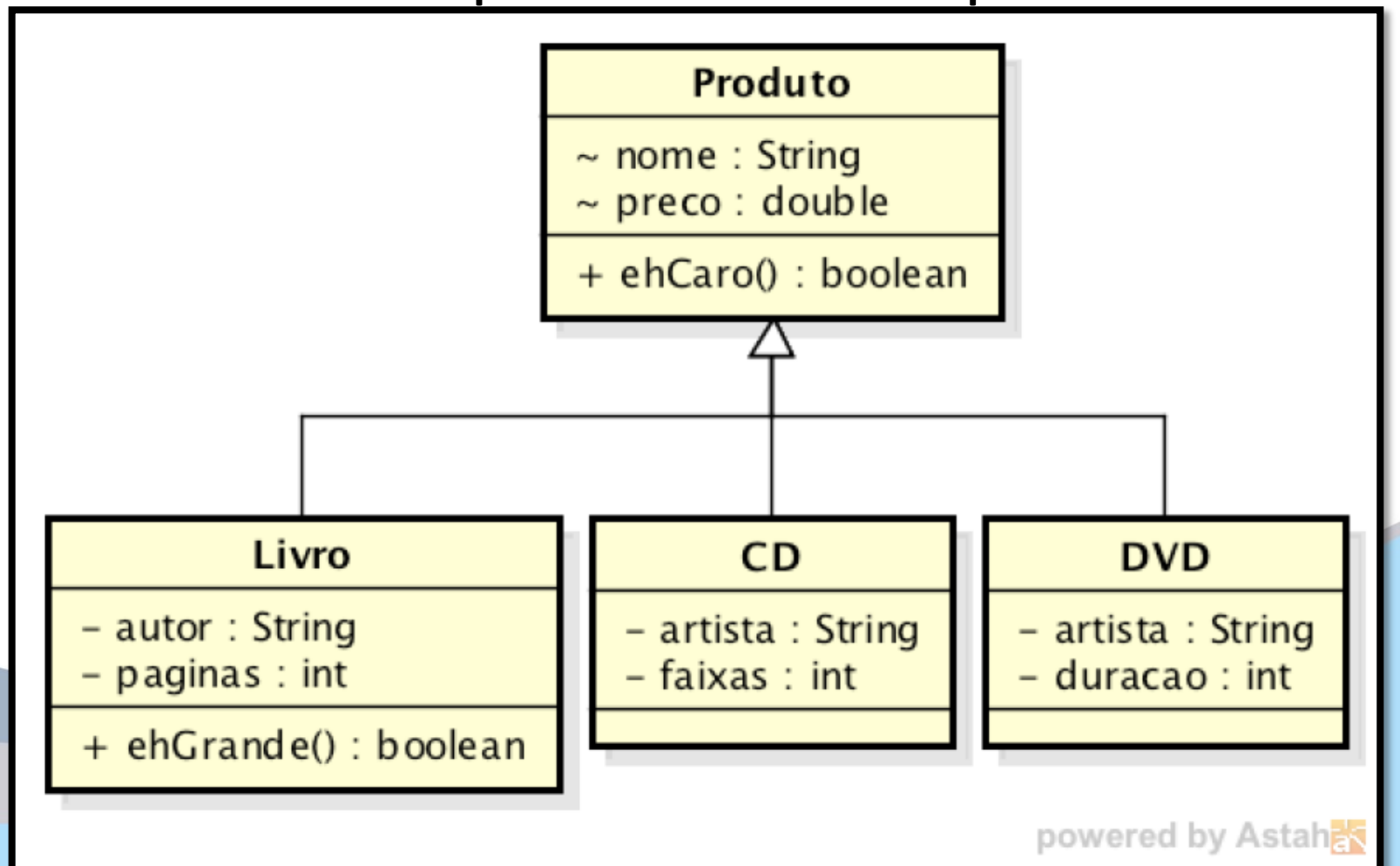
- Superclasse;
- Classe base;
- Classe pai/mãe/ancestral, etc.

Livro:

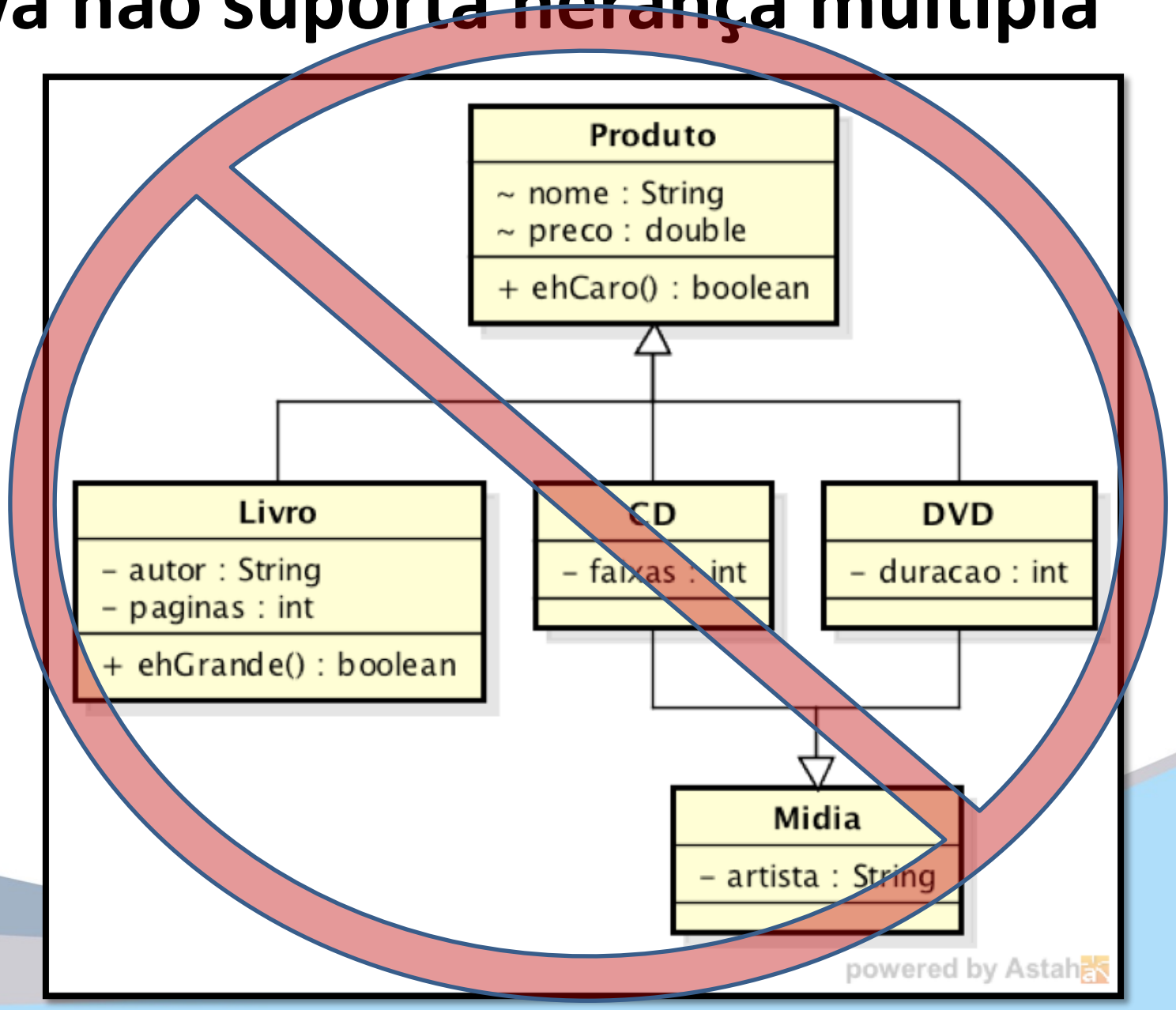
- Subclasse;
- Classe derivada;
- Classe filha/descendente, etc.

Java suporta herança simples

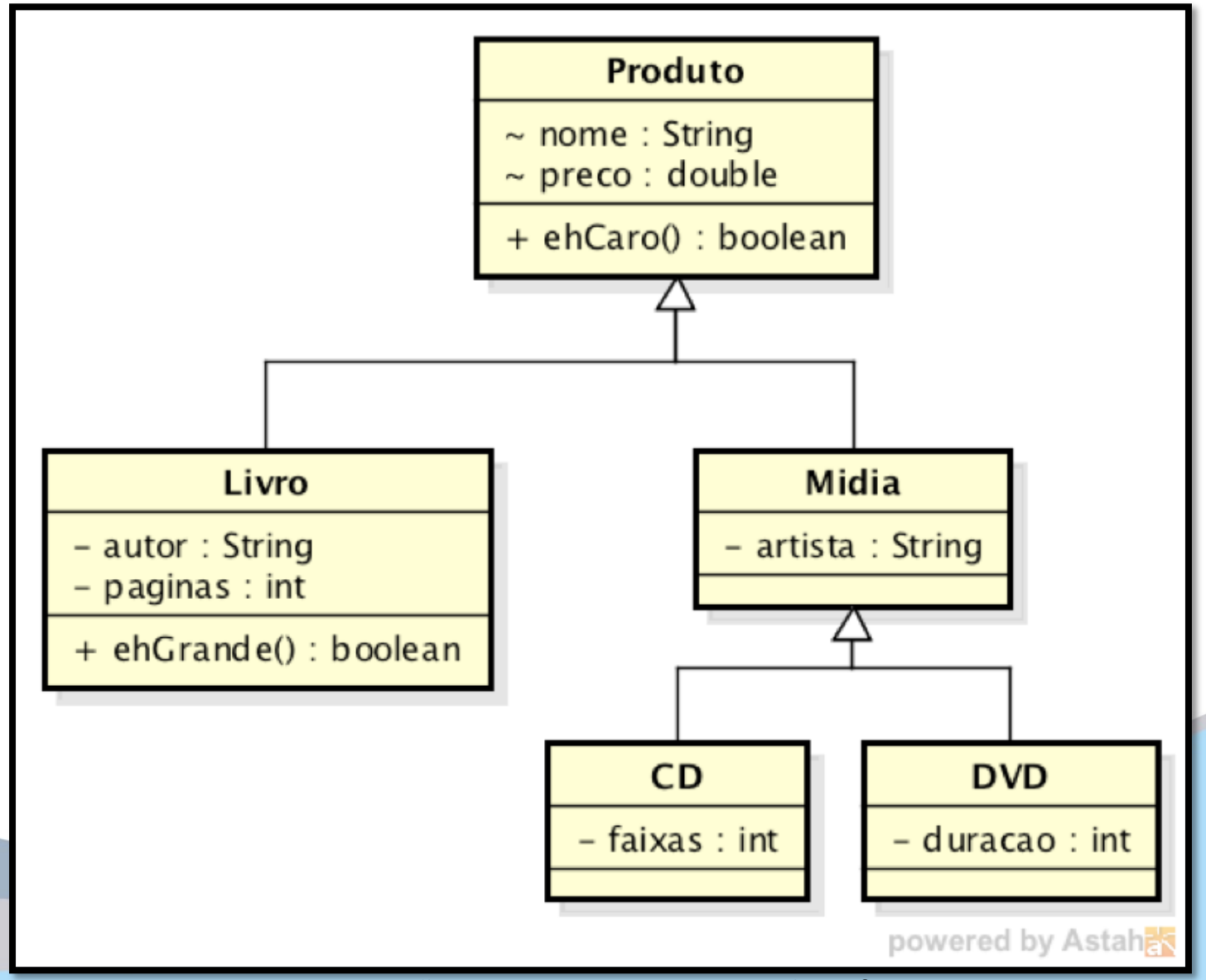
- Uma classe pode ter muitas subclases;
- Uma classe só pode ter uma superclasse.



Java não suporta herança múltipla



Hierarquias de qualquer tamanho



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Sintaxe

```
class Subclasse extends Superclasse {
   /* ... */
}
```

- Semântica:
  - *A subclasse herda todos os atributos e métodos que a superclasse possuir;*
  - *Subclasse é uma derivação, um subtipo, uma extensão da superclasse.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Subclasses herdam membros

- Livro possui `autor` e `paginas` (definidos na própria classe);
- Livro possui `nome` e `preco` (definidos na superclasse);
- Livro pode receber mensagens `ehGrande()` (definida na própria classe);
- Livro pode receber mensagens `ehCaro()` (definida na superclasse).

E se `nome` e `preco` fossem definidos como privativos?

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Visibilidade dos atributos herdados

- Acesso privativo é só para a própria classe:

```
class Produto {
  private String nome;
  private double preco;

  // Restante da classe...
}

class Livro extends Produto {
  private String autor;
  private int paginas;

  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }

  // Resta
}
```

```
error: nome has private access in Produto
       nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
       ^
```

Visibilidade dos atributos herdados

- Utilizamos o acesso protegido:

```
class Produto {
  protected String nome;
  protected double preco;

  // Restante da classe...
}

class Livro extends Produto {
  private String autor;
  private int paginas;

  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }

  // Restante da classe...
}
```

Atenção! O acesso protegido não deveria ser usado automaticamente junto com a herança. Faz sentido a filha acessar atributos da mãe?

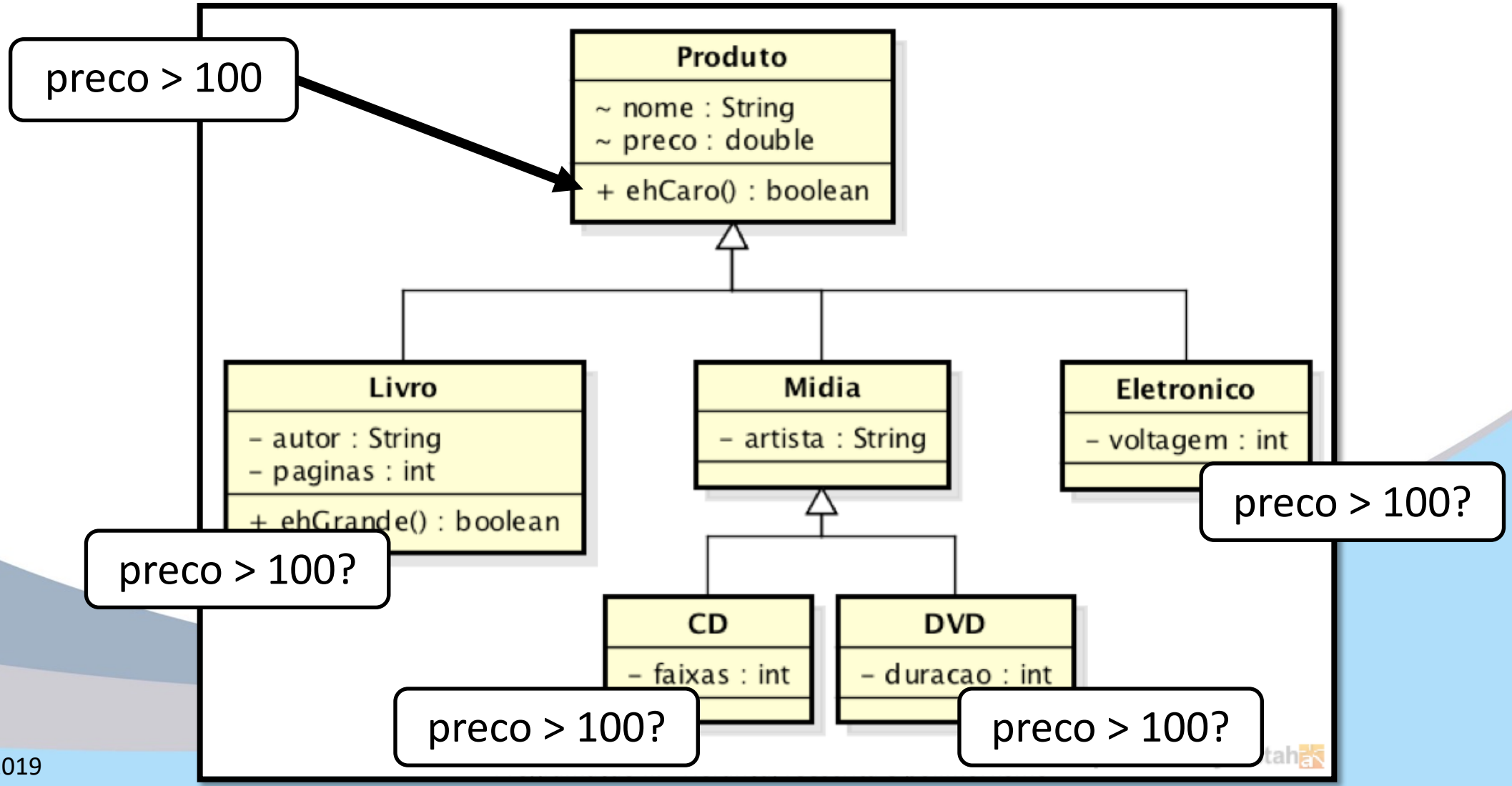
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Relembrando modificadores de acesso

Acesso	Público	Protegido	Pacote	Privado
A própria classe	Sim	Sim	Sim	Sim
Classe no mesmo pacote	Sim	Sim	Sim	Não
Subclasse em pacote diferente	Sim	Sim	Não	Não
Não-subclasse em pacote diferente	Sim	Não	Não	Não

Reescrita/sobrescrita de método

- Um método herdado pode não fazer total sentido:



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Reescrita/sobrescrita de método

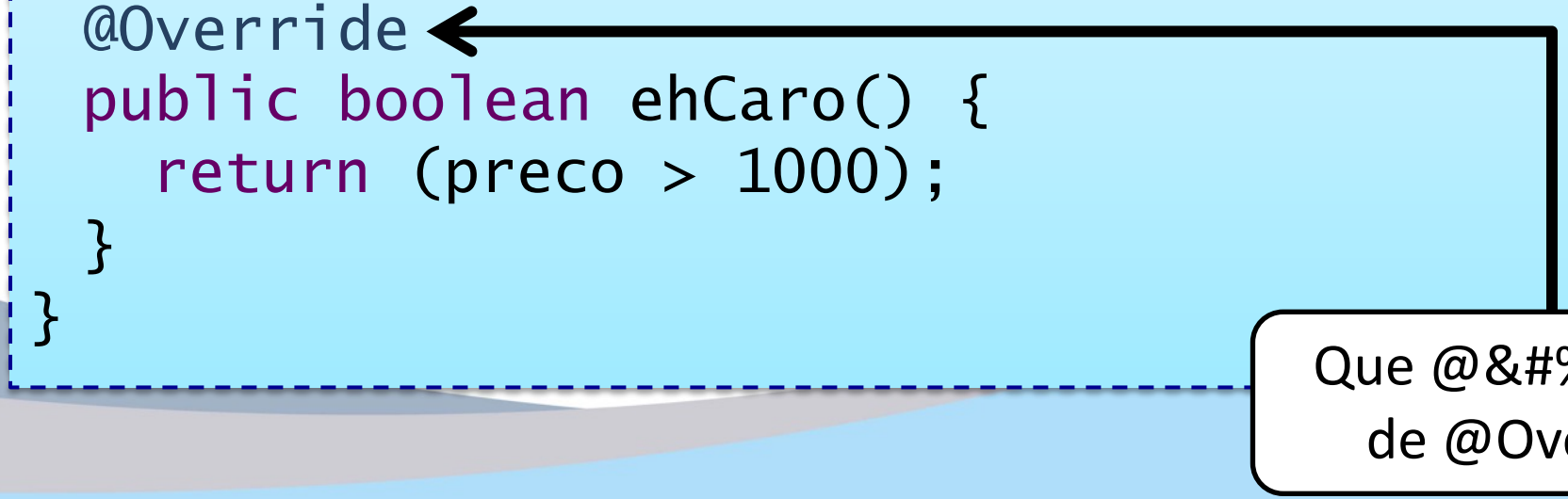
- Um método herdado pode não fazer total sentido:

```
public class Loja {
  public static void main(String[] args) {
    Eletronico tv = new Eletronico("TV 40\"", 200.0);

    // TV 40 polegadas por R$ 200? Uma pechincha!
    System.out.println(tv.ehCaro()); // true (??)
  }
}
```

Reescrita/sobrescrita de método

- Se um método herdado não satisfaz, podemos redefini-lo (reescrevê-lo / sobrescrevê-lo):

```
class Eletronico extends Produto {

  /* Definições anteriores... */

  // Eletronicos acima de R$ 1.000,00 são caros!
  @Override
  public boolean ehCaro() {
    return (preco > 1000);
  }
}
```



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Anotação @Override

- Palavras precedidas de "@" são anotações:
  - *Meta-dados úteis para o compilador ou algum outro componente da plataforma Java;*
- `@Override` indica que o método deve sobrescrever um método herdado;
- Caso contrário (ex.: escrevemos o nome do método errado ou esquecemos um parâmetro), gera erro de compilação.

Quanto mais cedo detectamos erros, melhor!

Sobrescrita vs. sobrecarga

- Cuidado para não confundir:

```
class Produto {
  /* ... */
  public void darDesconto(double valor) {
    // ...
  }
}

class Livro extends Produto {
  public void darDesconto(int valor) { // Foi feita
    // ...                             // sobregarga,
  }                                    // não sobrescrita!
}
```


@Override aqui cairia bem...

Sobrescrita vs. sobrecarga

- Cuidado para não confundir:

```
class Produto {
  /* ... */
  public void darDesconto(double valor) {
    // ...
  }
}

class Livro extends Produto {
  @Override
  public void darD
    // ...
  }
}
```

```
error: method does not override or
implement a method from a supertype
      @Override
      ^
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Entendendo a sobrecarga

- Quando temos vários métodos com mesmo nome, dizemos que estamos sobrecarregando aquele nome;
- É útil para evitar redundâncias:
  - *“lave o carro”, “lave a camisa”, “lave o cachorro”;*
  - *“laveCarro o carro”, “laveCamisa a camisa”, “laveCachorro o cachorro”.*
- Fizemos isso quando definimos mais de um construtor para nossa classe!
- Podemos usar este conceito para qualquer método.

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Distinção entre métodos sobrecarregados

- Como Java distingue entre dois métodos com o mesmo nome?
  - *Pelos tipos dos parâmetros!*
  - *Já vimos que não podemos ter dois métodos com mesma assinatura, ou seja, mesmo nome e mesmos tipos de parâmetros;*
  - *A ordem dos tipos de parâmetro influi:*

```
/* OK! */
long multiplicar(long x, int y) { /* ... */ }
long multiplicar(int x, long y) { /* ... */ }
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Perigos da sobrecarga

- Devemos ter cuidado ao usar sobrecarga em duas situações:
  - *Tipos primitivos numéricos, que podem ser convertidos;*
  - *Classes que participam de uma hierarquia com polimorfismo.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Sobrecarga de valor de retorno?

- O valor de retorno de um método não é incluído em sua assinatura. Por que?

```
public class SobreRetorno {
  static int retorna10() { return 10; }
  static double retorna10() { return 10.0; }

  public static void main(String[] args) {
    int x = retorna10();      // OK!
    double d = retorna10();   // OK!

    // Qual método chamar?
    System.out.println(retorna10());
  }
}
```

Chamando o método original

- Métodos sobrescritos podem chamar sua versão original na superclasse usando a palavra super:

```
class Produto {
  /* ... */
  public void imprimir() {
     System.out.println(nome + "," + preco);
  }
}

class Livro extends Produto {
  /* ... */
  @Override
  public void imprimir() {
     super.imprimir();
     System.out.println(autor + "," + paginas);
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Chamando o construtor da superclasse

- Posso fazer o mesmo com construtores:

```
public class Livro extends Produto {
  /* ... */
  public Livro(String nome, double preco,
                  String autor, int paginas) {
     super(nome, preco);
     this.autor = autor;
     this.paginas = paginas;
  }
}

public class Produto {
  /* ... */
  public Produto(String nome, double preco) {
     this.nome = nome;
     this.preco = preco;
  }
}
```

É tipo o `this()`, só que na `super()`...

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Herança & construção de objetos

- Se um `Livro` é um `Produto`, para criarmos um livro precisamos antes criar um produto.

```
class Produto {
  String nome;
  double preco;

  Produto() {
     System.out.println("Criando produto sem nome");
  } // Precisa?

  public Produto(String nome, double preco) {
     System.out.println("Criando produto: " + nome);
     this.nome = nome; this.preco = preco;
  }

  // Restante da classe...
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Herança & construção de objetos

- Se um `Livro` é um `Produto`, para criarmos um livro precisamos antes criar um produto.

```
class Livro extends Produto {
  private String autor;
  private int paginas;

  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     System.out.println("Criando livro: " + n);
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }

  // Restante da classe...
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Herança & construção de objetos

- Se um `Livro` é um `Produto`, para criarmos um livro precisamos antes criar um produto.

```
public class Loja {
  public static void main(String[] args) {
    Livro l = new Livro("Linguagens de Programação",
        74.90, "Flávio Varejão", 334);

    // O que vai imprimir?
  }
}
```

```
Criando produto sem nome
Criando livro: Linguagens de Programação
```

Herança & construção de objetos

- O construtor sem argumentos da classe base é chamado implicitamente:

```
Livro l = new Livro("Linguagens de Programação",
        74.90, "Flávio Varejão", 334);
```

```
public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
   // Chamada implícita: super();
   System.out.println("Criando livro: " + n);
   nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
}
```

```
Produto() {
   System.out.println("Criando produto sem nome");
} // Precisa!!!
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Herança & construção de objetos

- E se o construtor sem argumentos não existir?

```
class Produto { /* ... */
  public Produto(String nome, double preco) {
     this.nome = nome; this.preco = preco;
  }
}

class Livro extends Produto { /* ... */
  public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
     nome = n; preco = p; autor = a; paginas = pg;
  }
```

```
error: constructor Produto in class Produto cannot be applied to given types;
      public Livro(String n, double p, String a, int pg) {
                                                         ^
  required: String,double
  found: no arguments
  reason: actual and formal argument lists differ in length
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Lembre-se da regra do construtor default

```
class Pessoa {
  private String nome;
  public Pessoa(String nome) {
    this.nome = nome;
  }
}

class Aluno extends Pessoa { }

// cannot find symbol
// symbol  : constructor Pessoa()
// location: class Pessoa
// class Aluno extends Pessoa {
// ^
// 1 error
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Lembre-se da regra do construtor default

- `Pessoa` define um construtor com parâmetro: não ganha construtor default;
- `Aluno` não define construtor: ganha um *default*;
- Construtor default tenta chamar construtor sem parâmetro na superclasse (`Pessoa`);
- `Pessoa` não possui construtor sem parâmetro!

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Composição vs. herança

- Use herança quando:
  - *Uma classe representa um subtipo de outra classe;*
  - *Construção de famílias de tipos;*
  - *Use com cuidado!*
- Use composição quando:
  - *Uma classe representa algo que faz parte de outra;*
  - *Prefira composição à herança.*
- Os dois conceitos são utilizados em conjunto a todo momento!

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Composição vs. herança

```
class Lista {
  public void adic(int pos, Object obj) { }
  public Object obter(int pos) { }
  public void remover(int pos) { }
}

// Uma pilha é uma lista?
class Pilha1 extends Lista { }

// Ou uma pilha tem uma lista?
class Pilha2 {
  private Lista elementos;
  public void empilha(Object obj) { }
  public Object desempilha() { }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Regra de bolso do ocultamento

- De maneira geral:
  - *Atributos de uma classe devem ser privados;*
  - *Se a classe possui filhas, atributos podem ser protegidos ou possuir métodos de acesso protegidos;*
  - *Métodos que pertencem à interface devem ser públicos;*
  - *Alguns métodos podem ser utilizados internamente e, portanto, serem privados ou protegidos.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Vantagens da herança

- Suportar do desenvolvimento incremental;
  - *Classes já testadas podem ser reutilizadas;*
  - *Economia de tempo.*
- Relacionamento "é um":
  - *Permite substituir a classe base por uma subclasse quando a primeira é esperada;*
  - *Propriedade que chamamos de polimorfismo.*

A palavra-chave `final`

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

A palavra reservada `final`

- Significa “Isto não pode ser mudado”;
- Dependendo do contexto, o efeito é levemente diferente;
- Pode ser usada em:
  - *Dados (atributos / variáveis locais);*
  - *Métodos;*
  - *Classes.*
- Objetivos:
  - *Eficiência;*
  - *Garantir propriedades de projeto.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Dados finais

- Constantes são comuns em LPs;
  - *Constantes conhecidas em tempo de compilação podem adiantar cálculos;*
  - *Constantes inicializadas em tempo de execução garantem que o valor não irá mudar.*
- Em Java, utiliza-se a palavra `final`:

```
public static final int MAX = 1000;
private final String NOME = "Java";
final double RAD = Math.PI / 180;
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Referência constante

- Um primitivo constante nunca muda de valor;
- Uma referência constante nunca muda, mas o objeto pode mudar internamente:

```
public class Teste {
  public static final int MAX = 1000;
  private final Coordenada C = new Coordenada();
  public static void main(String[] args) {
    // Erro: MAX = 2000;
    // Erro: C = new Coordenada();
    C.x = 100;  // OK, se x for público!
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Dados finais não inicializados

```
class Viagem { }
class DadoFinalLivre {
  final int i = 0; // Final inicializado
  final int j;     // Final não inicializado
  final Viagem p;  // Referência final não inicializada

  // Finais DEVEM ser inicializados em
  // todos os construtores e somente neles
  DadoFinalLivre () {
     j = 1;
     p = new Viagem();
  }
  DadoFinalLivre (int x) {
     j = x;
     p = new Viagem();
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Argumentos finais

- Um parâmetro de um método pode ser `final`:
  - *Dentro do método, funciona como constante.*

```
public class Teste {
  public void soImprimir(final int i) {
    // Erro: i++;
    System.out.println(i);
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Métodos finais

- Métodos finais não podem ser sobrescritos por uma subclasse;
- Chamada do método *inline* (maior eficiência).

```
class Telefone {
  public final void discar() { }
}

// Não compila: discar() é final!
class TelefoneCelular extends Telefone {
  public void discar() { }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Métodos privativos são finais

- Métodos privativos não podem ser acessados;
- Portanto, são finais por natureza (as subclasses não têm acesso a eles).

```
class Telefone {
  private final void checarRede() { }
}

// OK. São dois métodos diferentes!
class TelefoneCelular extends Telefone {
  private final void checarRede() { }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Classes finais

- Classes finais não podem ter subclasses;
- Por consequência, todos os métodos de uma classe final são automaticamente finais.

```
class Telefone { }

final class TelefoneCelular extends Telefone { }

// Erro: TelefoneCelular é final!
class TelefoneQuantico extends TelefoneCelular { }
```

Polimorfismo

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

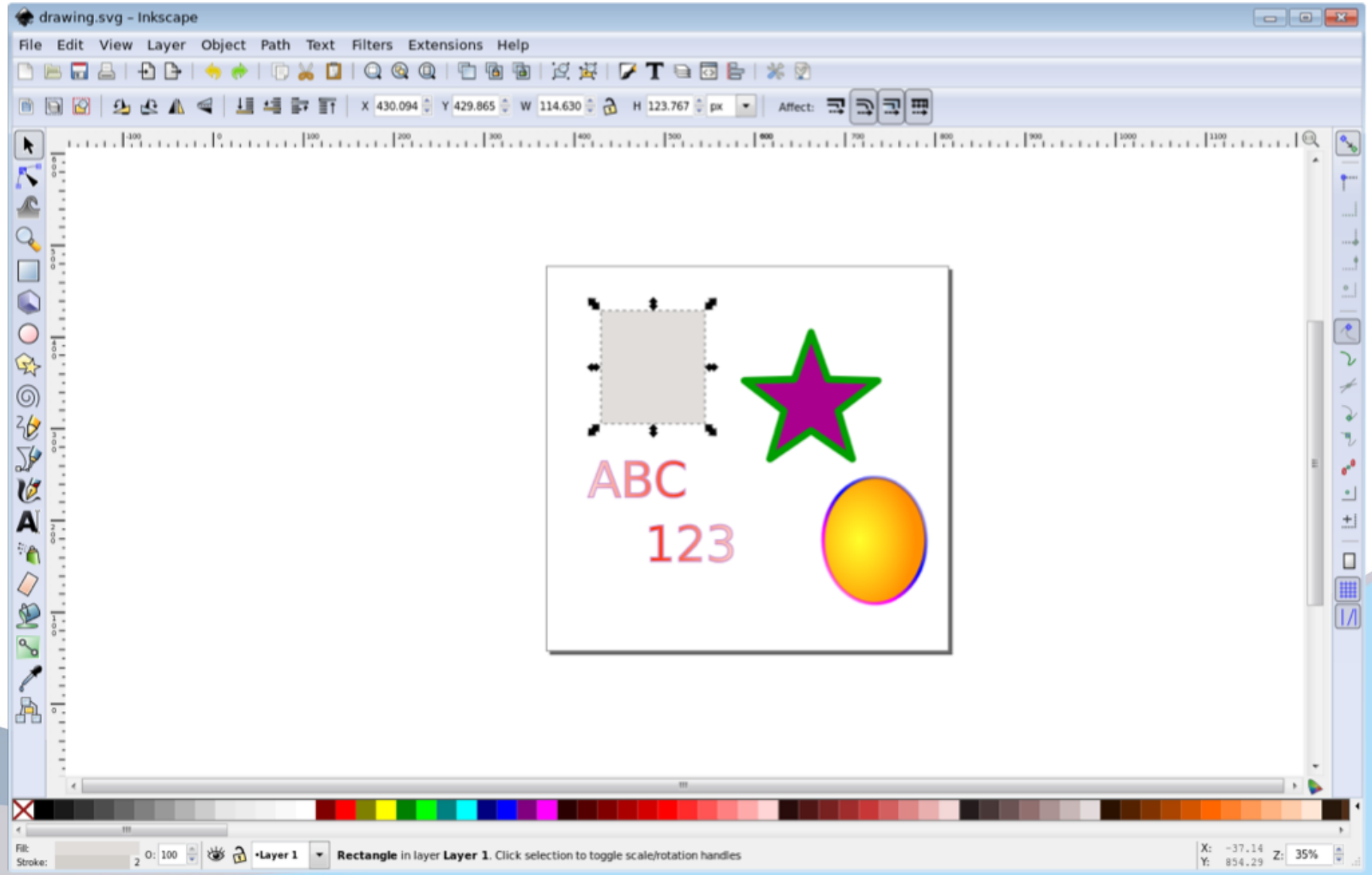
Polimorfismo

- Do grego poli + morphos = múltiplas formas;
- Característica OO na qual se admite tratamento idêntico para objetos diferentes baseado em relações de semelhança;
- Em outras palavras, onde uma classe base é esperada, aceita-se qualquer uma de suas subclasses.

"Enviamos nossos produtos para todo o Brasil"

Será que envia DVDs também?

Exemplo: um aplicativo de desenho



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Exemplo: um aplicativo de desenho

```
class Forma {
  public void desenhar() {
    // A substituir pela implementação oficial...
    System.out.println("Forma");
  }
}
class Circulo extends Forma {
  @Override
  public void desenhar() {
    System.out.println("Círculo");
  }
}
class Quadrado extends Forma { /* ... */ }
class Triangulo extends Forma { /* ... */ }
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Exemplo: um aplicativo de desenho

- Duas questões sobre o método `desenhar()`:
  - *Ele tem que existir pra todos;*
  - *Ele tem que fazer algo diferente para cada forma!*

```
public class AplicativoDesenho {
  private static void desenhar(Forma[] fs) {
     for (int i = 0; i < fs.length; i++)
        fs[i].desenhar();
  }
  public static void main(String[] args) {
     Forma[] formas = new Forma[] {
        new Circulo(), new Forma(),
        new Quadrado(), new Triangulo()
     };
     desenhar(formas);
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Ampliação

- Ampliação (*upcasting*) é a conversão implícita de uma subclasse para uma superclasse:

```
public class AplicativoDesenhoSimples {
  public static void desenhar(Forma f) {
    f.desenhar();
  }

  public static void main(String[] args) {
    Circulo c = new Circulo();
    desenhar(c);                  // Upcasting!
    Forma f = new Quadrado();   // Upcasting!
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Incrementando o exemplo

- O compilador realmente não sabe qual é o tipo. Veja um exemplo com geração aleatória:

```
public class AplicativoDesenhoAleatorio {
  public static void main(String[] args) {
    Forma f = null;
    switch((int)(Math.random() * 3)) {
      case 0: f = new Circulo(); break;
      case 1: f = new Quadrado(); break;
      case 2: f = new Triangulo(); break;
      default: f = new Forma();
    }
    f.desenhar();
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Esquecendo o tipo do objeto

- Quando realizamos ampliação, "esquecemos" o tipo de um objeto:

```
Forma f = new Quadrado();
```

- Não sabemos mais qual é a classe específica de `f`. Sabemos apenas que ele é uma forma;
- Por que fazer isso?

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Métodos mais gerais

- Fazemos ampliação para escrevermos métodos mais gerais, para poupar tempo e esforço:

```
class AplicativoDesenhoTosco {
  public static void desenhar(Circulo c) {
    c.desenhar();
  }

  public static void desenhar(Quadrado q) {
    q.desenhar();
  }

  public static void desenhar(Triangulo t) {
    t.desenhar();
  }
}
```

Amarração

- No entanto, se trabalhamos com Forma, como saber qual implementação executar quando chamamos um método?

```
public class AplicativoDesenho {
  private static void desenhar(Forma[] fs) {
    for (int i = 0; i < fs.length; i++)
      fs[i].desenhar();
  }
}
```

fs[i] é do tipo Forma.
Chamar sempre Forma.desenhar()?

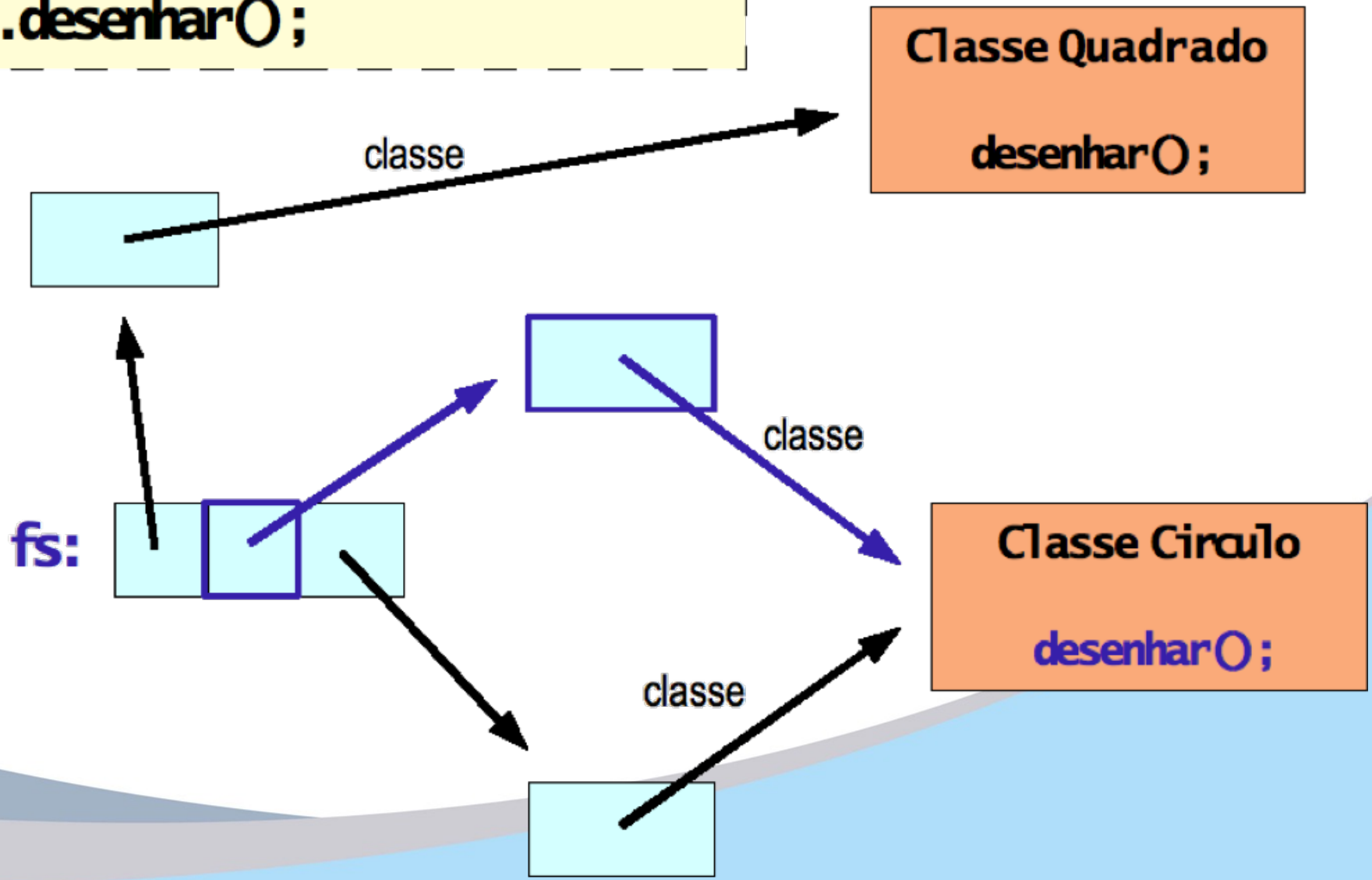
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Amarração tardia

- Em linguagens estruturadas, os compiladores realizam amarração em tempo de compilação;
- Em linguagens OO com polimorfismo, não temos como saber o tipo real do objeto em tempo de compilação;
- A amarração é feita em tempo de execução, também conhecida como:
  - *Amarração tardia;*
  - *Amarração dinâmica; ou*
  - *Late binding.*

Amarração tardia

```
fs[1].desenhar();
```



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Quando usar

- Amarração dinâmica é menos eficiente;
- No entanto, ela que permite o polimorfismo;
- Java usa sempre amarração dinâmica;
- A exceção: se um método é final, Java usa amarração estática (pois ele não pode ser sobrescrito);
- Você não pode escolher quando usar um ou outro. É importante apenas entender o que acontece.

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Benefícios do polimorfismo

- Extensibilidade:
  - *Podemos adicionar novas classes sem alterar o método polimórfico.*

```
class Retangulo extends Forma {
  @Override
  public void desenhar() {
     System.out.println("Retangulo");
  }
}
class Quadrado extends Retangulo {
  @Override
  public void desenhar() {
     System.out.println("Quadrado");
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Benefícios do polimorfismo

```
class Reta extends Forma {
  @Override
  public void desenhar() {
    System.out.println("Reta");
  }
}
public class AplicativoDesenhoSimples {
  public static void desenhar(Forma f) {
    f.desenhar();
  }
  public static void main(String[] args) {
    Forma f = new Reta();
    desenhar(f);
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Benefícios do polimorfismo

- A interface de todos é definida pela classe base;
- Novas classes possuem a mesma interface, portanto o sistema já sabe lidar com elas;
- Mesmo que todas as classes já existam de princípio, poupa-se tempo e esforço, codificando um método único para todas.

A classe `Object`

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

A classe `Object`

- Em Java, todos os objetos participam de uma mesma hierarquia, com uma raiz única;
- Esta raiz é a classe `java.lang.Object`.

```
class Produto { }

/* É equivalente a: */

class Produto extends Object { }
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

A classe `Object`

- Possui alguns métodos úteis:
  - *`clone()`: cria uma cópia do objeto (uso avançado);*
  - *`equals(Object o)`: verifica se objetos são iguais;*
  - *`finalize()`: chamado pelo GC (não é garantia);*
  - *`getClass()`: retorna a classe do objeto;*
  - *`hashCode()`: função hash;*
  - *`notify()`, `notifyAll()` e `wait()`: para uso com threads;*
  - *`toString()`: converte o objeto para uma representação como `String`.*

O método `toString()`

- `toString()` é chamado sempre que:
  - *Tentamos imprimir um objeto;*
  - *Tentamos concatená-lo com uma string.*

```
public class Loja {
  public static void main(String[] args) {
    Produto p = new Produto("CD", 30.0);
    System.out.println(p);
  }
}

// Resultado (toString() herdado de Object):
// Produto@10b62c9
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

O método toString()

```
class Produto {
  /* ... */
  @Override
  public String toString() {
    return nome + " (R$ " + preco + ")";
  }
}
public class Loja {
  public static void main(String[] args) {
    Produto p = new Produto("CD", 30.0);
    System.out.println(p);
  }
}
// Resultado (toString() sobrescrito):
// CD (R$ 30.0)
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

O método `toString()`

- Retorna uma representação em `String` do objeto em questão;
- Permite polimorfismo em grande escala:
  - *Se quisermos imprimir um objeto de qualquer classe, ele será chamado;*
  - *Se quisermos concatenar um objeto de qualquer classe com uma `String`, ele será chamado.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

O método equals()

```
class Valor {
  int i;
  public Valor(int i) { this.i = i; }
}
public class Teste {
  public static void main(String[] args) {
    int m = 100;
    int n = 100;
    System.out.println(m == n);          // true

    Valor v = new Valor(100);
    Valor u = new Valor(100);
    System.out.println(v == u);          // false
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

O método equals()

```
class Valor {
  int i;
  public Valor(int i) { this.i = i; }
  @Override
  public boolean equals(Object o) {
    return (o instanceof Valor)
            && (((Valor)o).i == i);
  }
}
public class Teste {
  public static void main(String[] args) {
    Valor v = new Valor(100);
    Valor u = new Valor(100);
    System.out.println(v.equals(u)); // true
  }
}
```

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

O método equals()

- Compara dois objetos. Retorna `true` se forem iguais/equivalentes, `false` se não forem;
- Permitem polimorfismo em grande escala:
  - *Podemos criar uma classe conjunto que armazena objetos de qualquer classe, desde que sejam objetos diferentes;*
  - *Podemos implementar um método que permite dizer se um objeto está no conjunto, se um conjunto está contido em outro, etc.*

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO

Exercitar é fundamental

- Apostila FJ-11 da Caelum:
  - *Seção 7.6, página 94 (discussão sobre herança);*
  - *Seção 7.7, página 95 (conta corrente).*

- Leia e exercite também:
  - *Capítulo 8 – Eclipse IDE (página 100);*
  - *Seção 8.8, página 112 (exercícios Eclipse).*