Interfaces e polimorfismo

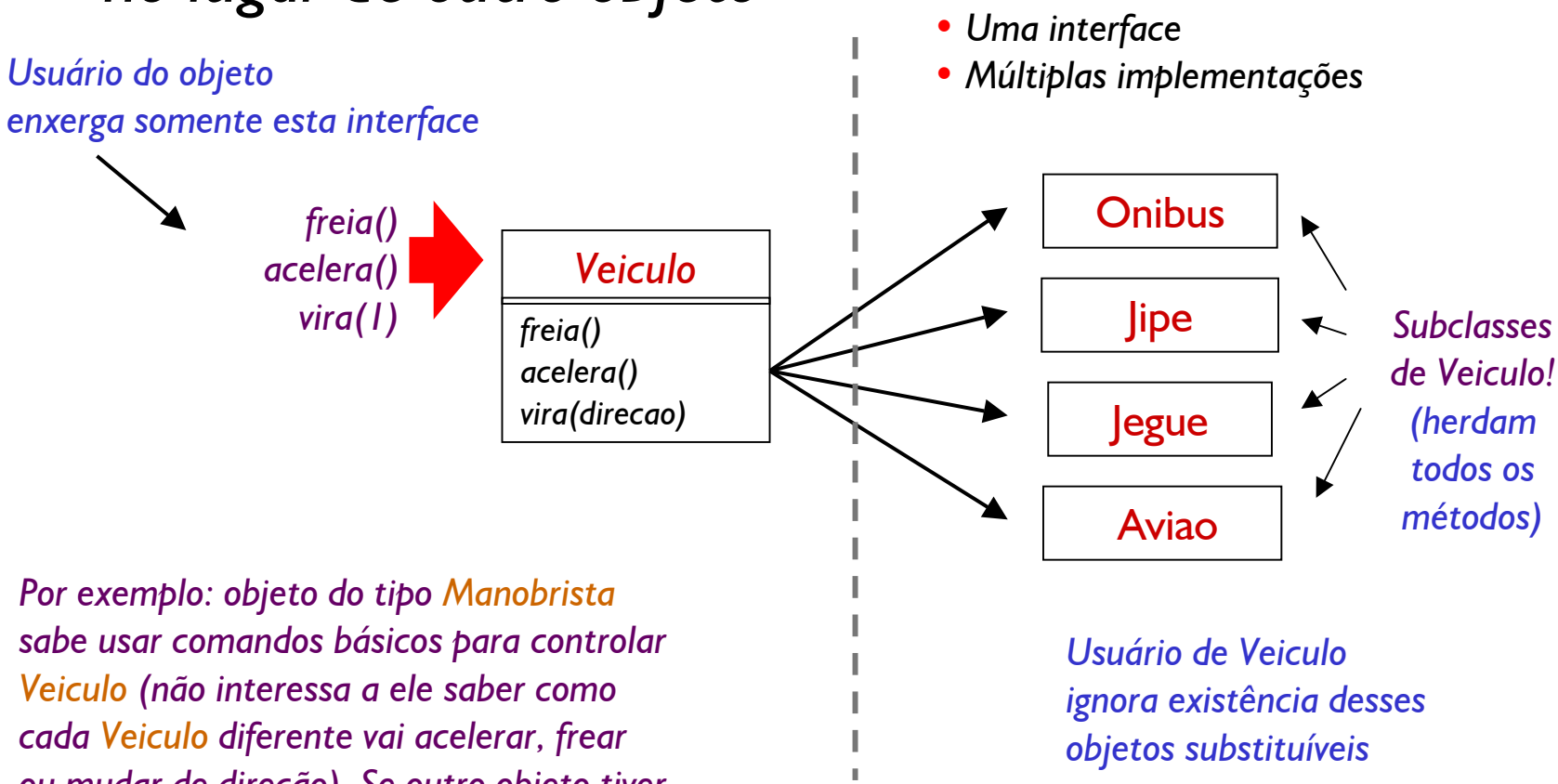
Helder da Rocha (helder@acm.org)

O que é polimorfismo

- **Polimorfismo** (poli=muitos, morfo=forma) é uma característica essencial de linguagens orientadas a objeto
- Como funciona?
  - Um objeto que faz papel de interface serve de **intermediário** fixo entre o programa-cliente e os objetos que irão executar as mensagens recebidas
  - O programa-cliente não precisa saber da existência dos outros objetos
  - Objetos podem ser substituídos sem que os programas que usam a interface sejam afetados

Objetos substituíveis

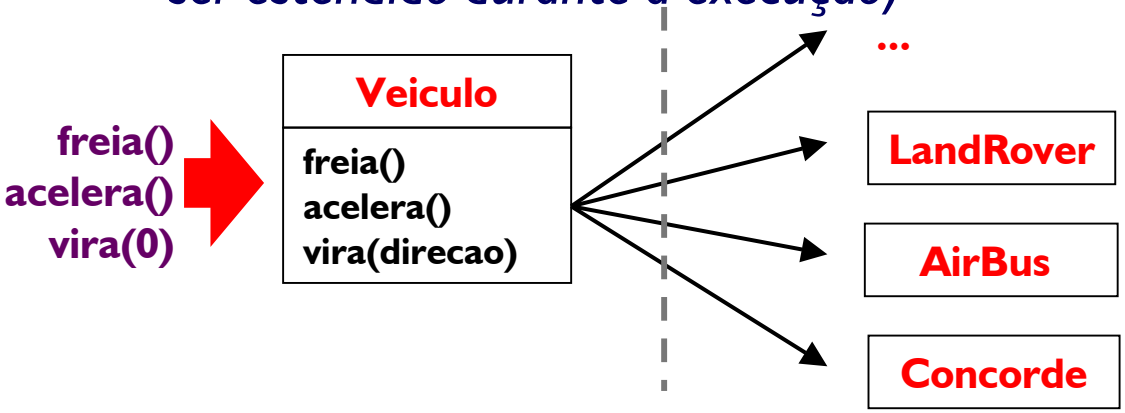
- *Polimorfismo significa que um objeto pode ser usado no lugar de outro objeto*

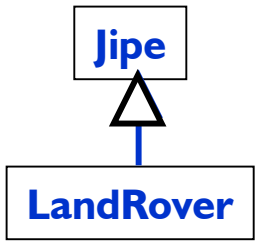


Por exemplo: objeto do tipo Manobrista sabe usar comandos básicos para controlar Veiculo (não interessa a ele saber como cada Veiculo diferente vai acelerar, frear ou mudar de direção). Se outro objeto tiver a mesma interface, Manobrista saberá usá-lo

Programas extensíveis

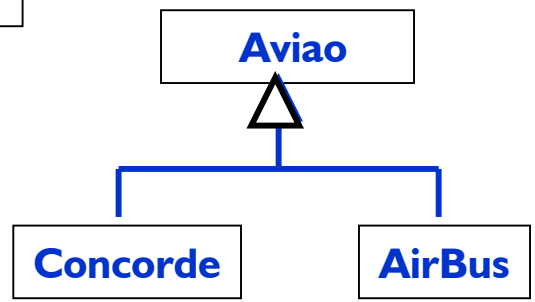
- *Novos objetos podem ser usados em programas que não previam a sua existência*
  - *Garantia que métodos da interface existem nas classes novas*
  - *Objetos de novas classes podem ser criados e usados (programa pode ser estendido durante a execução)*





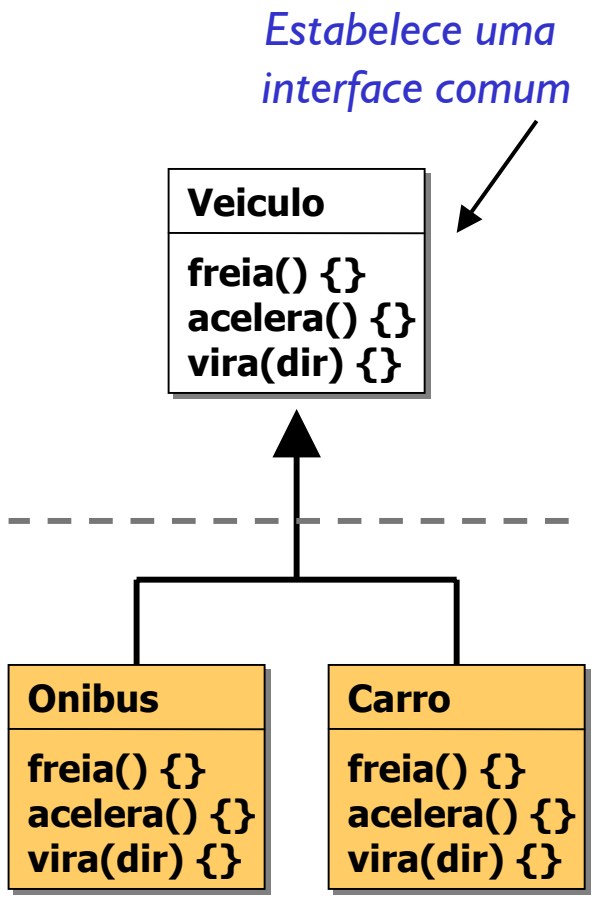
Mesmo nome. Implementações diferentes.

```
Veiculo v1 = new Veiculo();
Veiculo v2 = new Aviao();
Veiculo v3 = new Airbus();
v1.acelera(); // acelera Veiculo
v2.acelera(); // acelera Aviao
v3.acelera(); // acelera AirBus
```



Interface vs. implementação

- *Polimorfismo permite separar a interface da implementação*
- *A classe base define a interface comum*
  - *Não precisa dizer **como** isto vai ser feito*
    Não diz: eu sei como frear um Carro ou um Ônibus
  - *Diz apenas que os métodos existem, que eles retornam determinados tipos de dados e que requerem certos parâmetros*
    Diz: Veiculo pode acelerar, frear e virar para uma direção, mas a direção deve ser fornecida

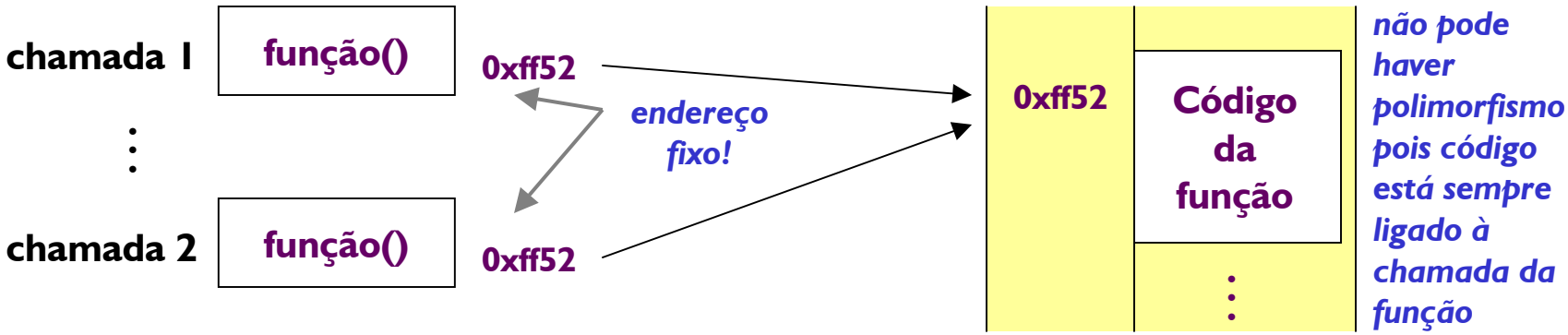


Como funciona

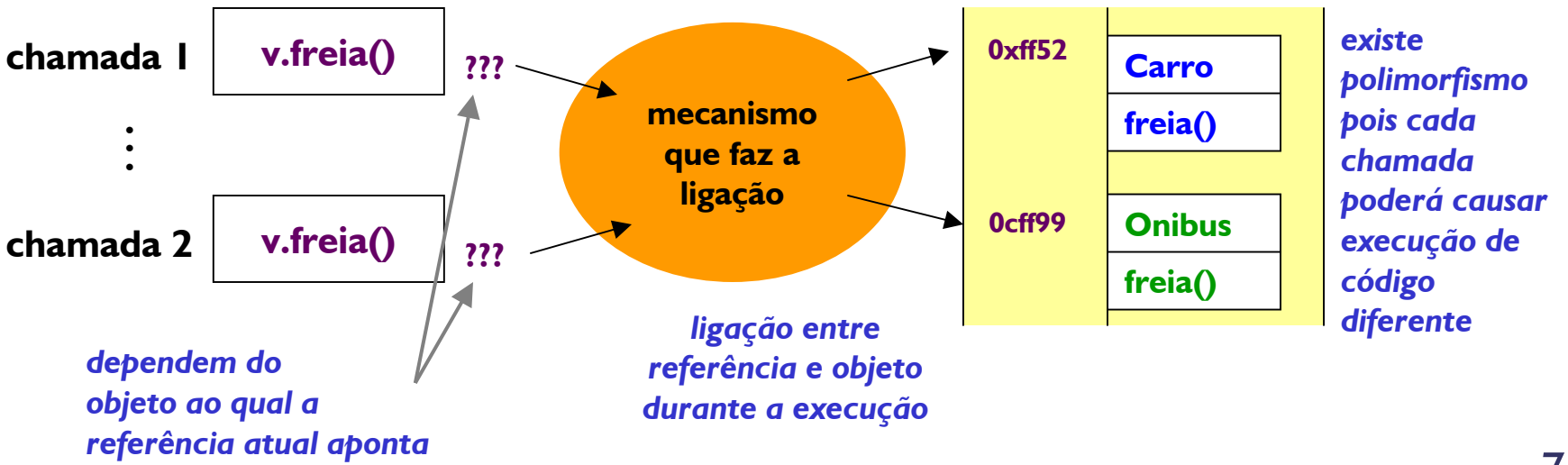
- Suporte a polimorfismo depende do suporte à ligação tardia (late binding) de chamadas de função
  - A referência (interface) é conhecida em **tempo de compilação** mas o objeto a que ela aponta (implementação) não é
  - O objeto pode ser da mesma classe ou de uma subclasse da referência (garante que a TODA a interface está implementada no objeto)
  - Uma única referência, pode ser ligada, **durante a execução**, a vários objetos diferentes (a referência é polimorfa: pode assumir muitas formas)

Ligação de chamadas de função

- *Em tempo de compilação (early binding) - C!*

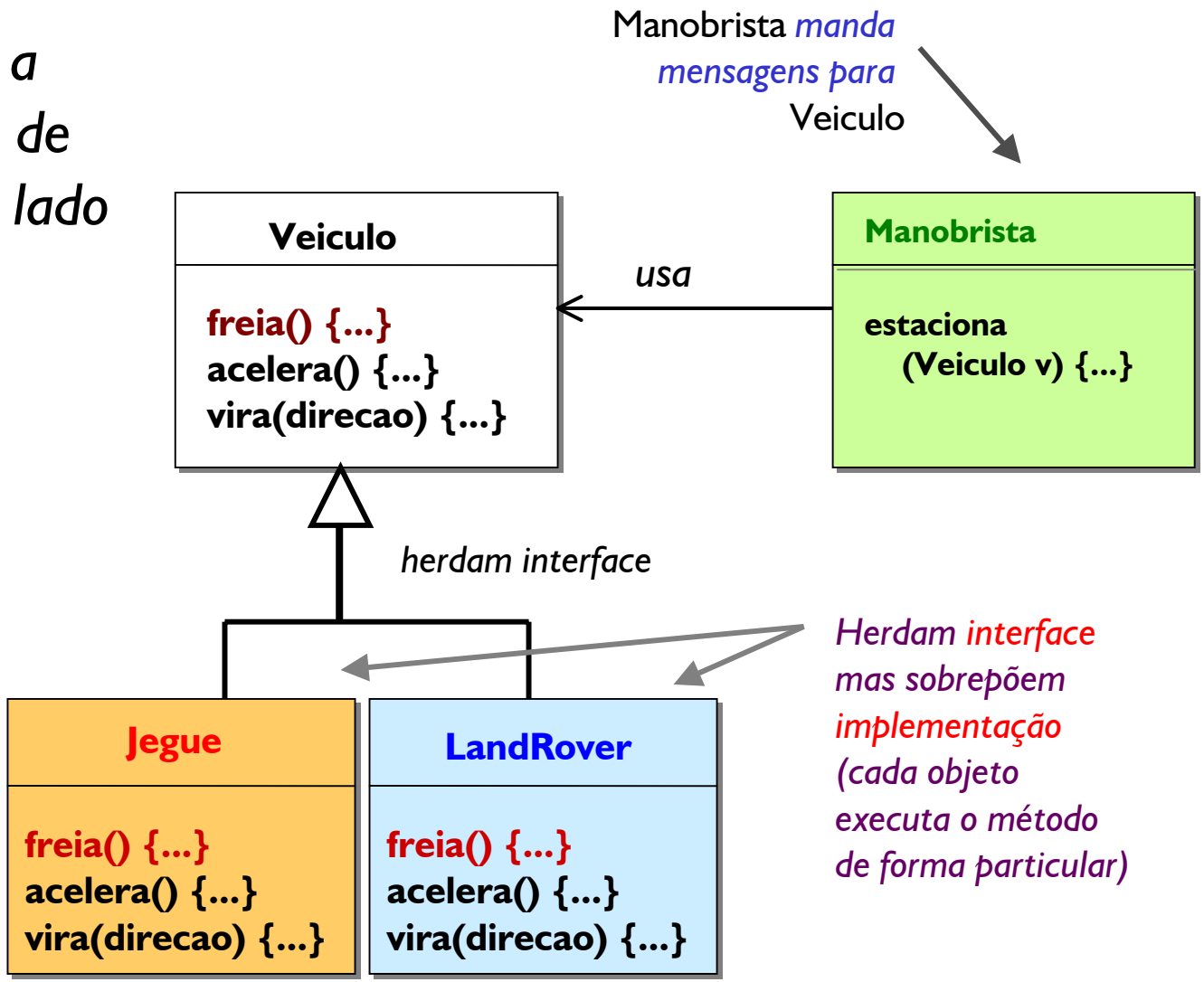


- *Em tempo de execução (late binding) - Java!*



Exemplo (1)

- *Considere a hierarquia de classes ao lado*



Exemplo (2)

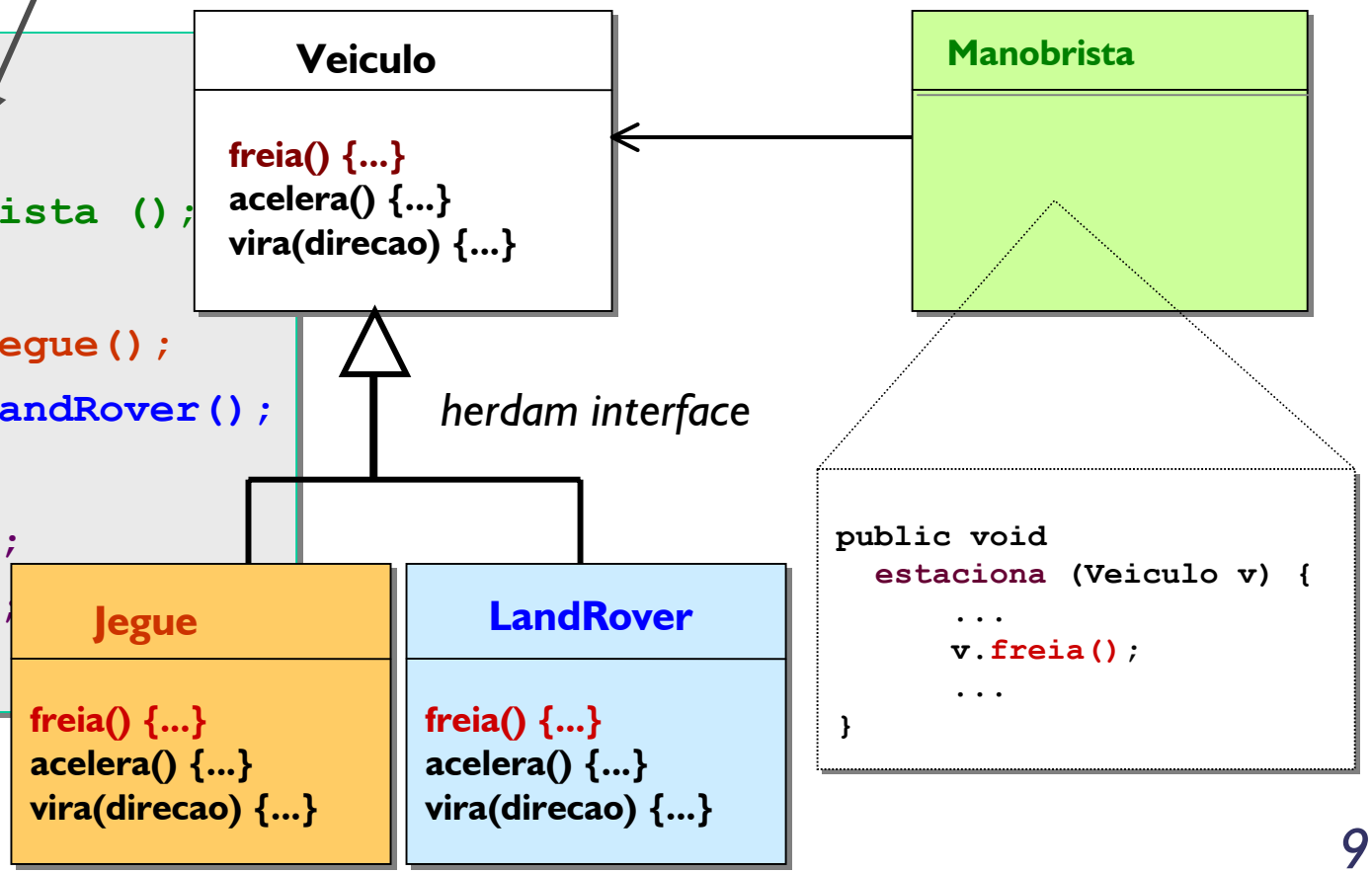
Trecho de programa que usa Manobrista:
Em tempo de execução passa implementação de Jegue e LandRover no lugar da implementação original de Veiculo
(aproveita apenas a interface de Veiculo)

Manobrista usa a classe Veiculo (e ignora a existência de tipos específicos de Veiculo como Jegue e LandRover

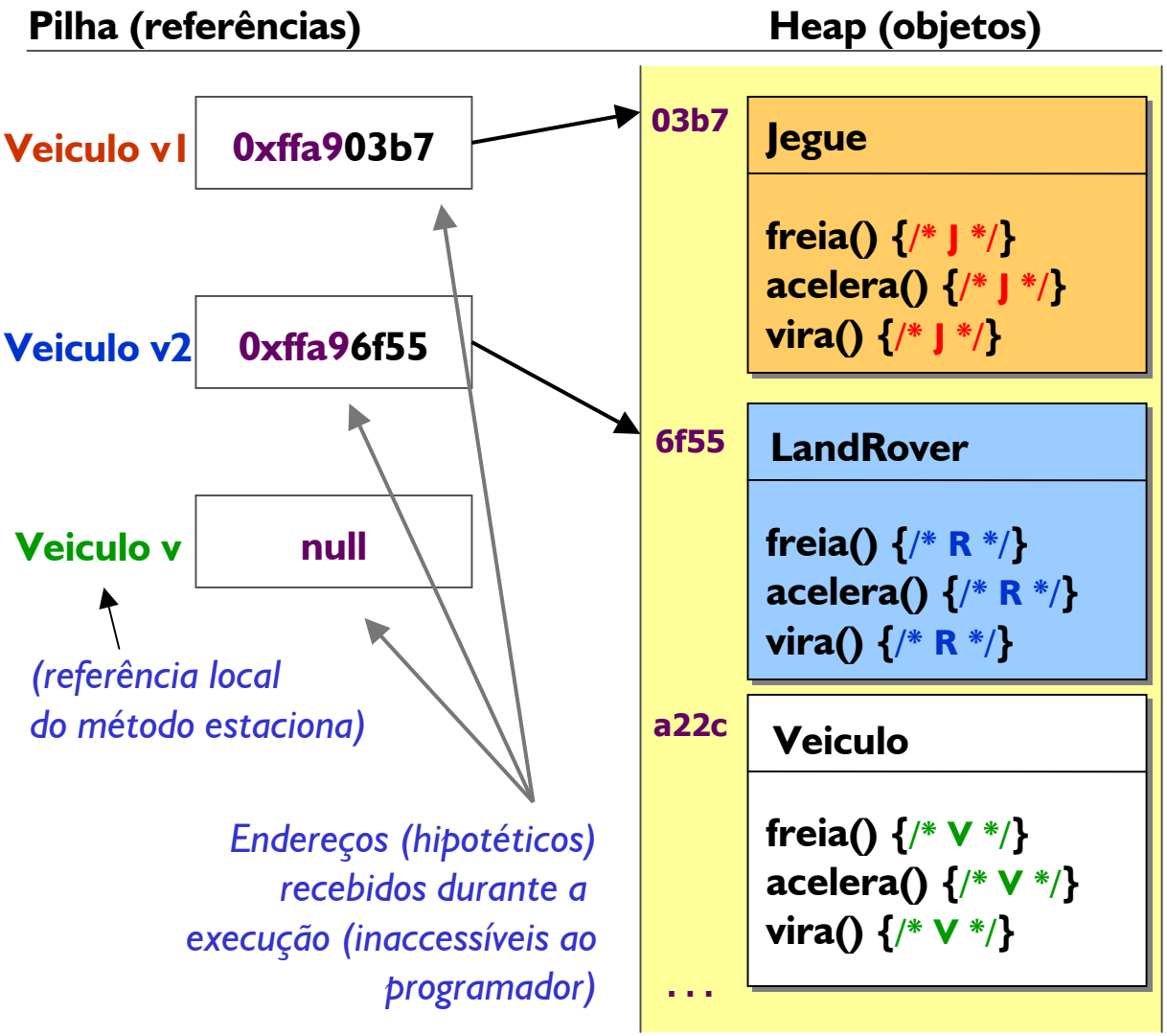
```
(...)
Manobrista mano
      = new Manobrista ();

Veiculo v1 = new Jegue();
Veiculo v2 = new LandRover();

mano.estaciona(v1);
mano.estaciona(v2);
(...)
```



Detalhes (I)



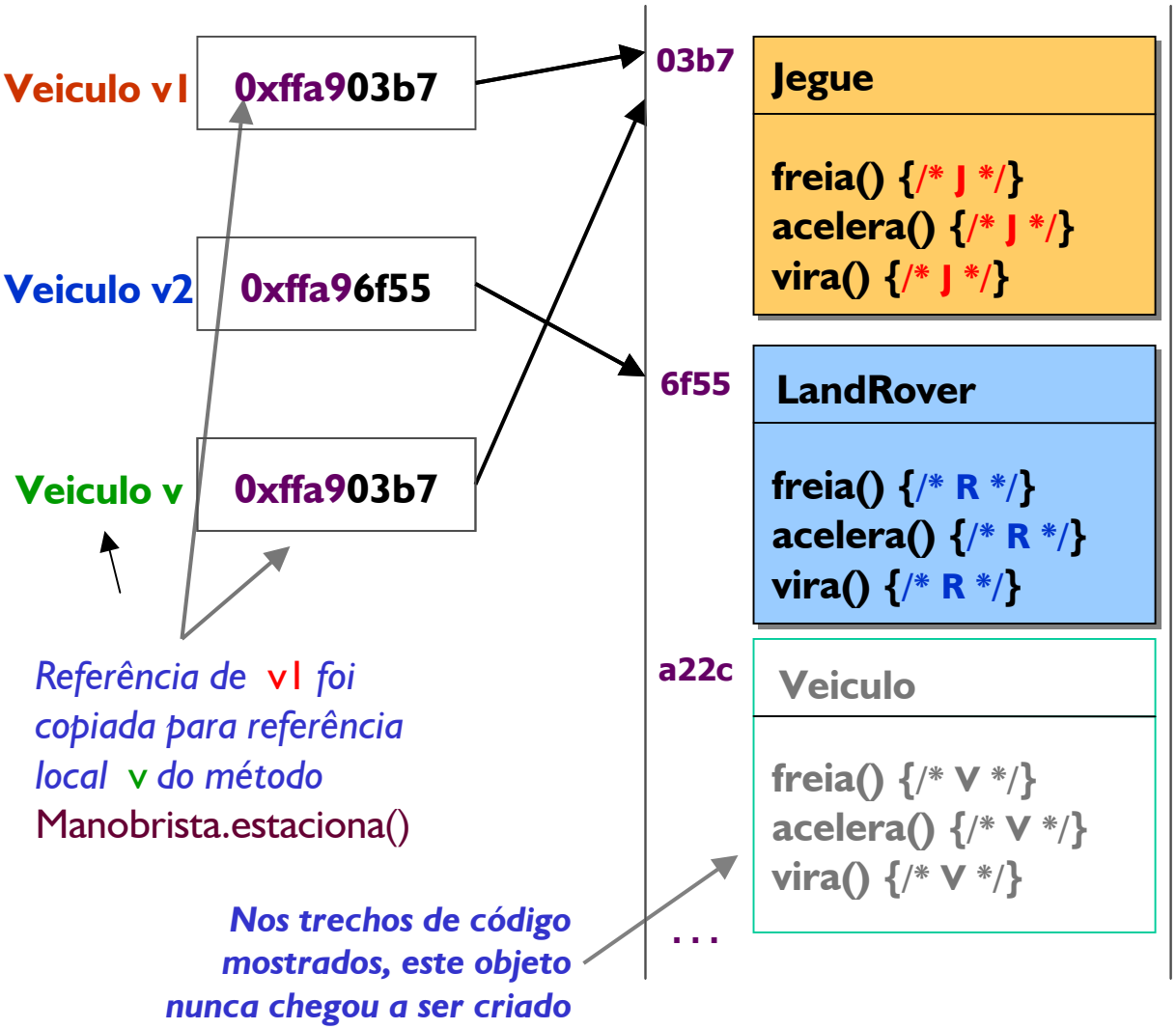

```
Manobrista
public void
  estaciona (Veiculo v) {
     ...
     v.freia();
     ...
}
```

Qual freia() *será executado quando o trecho abaixo for executado?*

```
(...)
Veiculo v1 =
      new Jegue();
mano.estaciona(v1);
(...)
```

(**mano** ***é do tipo Manobrista***)

Como funciona (3)




```
Manobrista
public void
  estaciona (Veiculo v) {
     ...
     v.freia();
     ...
}
```

Na chamada abaixo, Veiculo *foi "substituído" com* Jegue. *A implementação usada foi* Jegue.freia()

```
(...)
Veiculo v1 =
      new Jegue();
mano.estaciona(v1);
(...)
```

```
Veiculo v = v1
```

Argumento do método estaciona()

Conceitos abstratos

- *Como deve ser implementado freia() na classe Veiculo?*
  - *Faz sentido dizer como um veículo genérico deve frear?*
  - *Como garantir que cada tipo específico de veículo redefina a implementação de freia()?*
- *O método freia() é um procedimento abstrato em Veiculo*
  - *Deve ser usada apenas a implementação das subclasses*
- *E se não houver subclasses?*
  - *Como freia um Veiculo genérico?*
  - *Com que se parece um Veiculo generico?*
- *Conclusão: não há como construir objetos do tipo Veiculo*
  - *É um conceito genérico demais*
  - *Mas é ótimo como interface! Eu posso saber dirigir um Veiculo sem precisar saber dos detalhes de sua implementação*

Métodos e classes abstratos

- Procedimentos genéricos que têm a finalidade de servir apenas de interface são métodos abstratos
  - declarados com o modificador abstract
  - não têm corpo {}. Declaração termina em ";"

```
public abstract void freia();

public abstract float velocidade();
```

- Métodos abstratos não podem ser usados, apenas declarados
  - São usados através de uma subclasse que os implemente!

Classes abstratas

- *Uma classe pode ter métodos concretos e abstratos*
  - *Se tiver um ou mais método abstrato, classe não pode ser usada para criar objetos e precisa ter declaração* ***abstract***

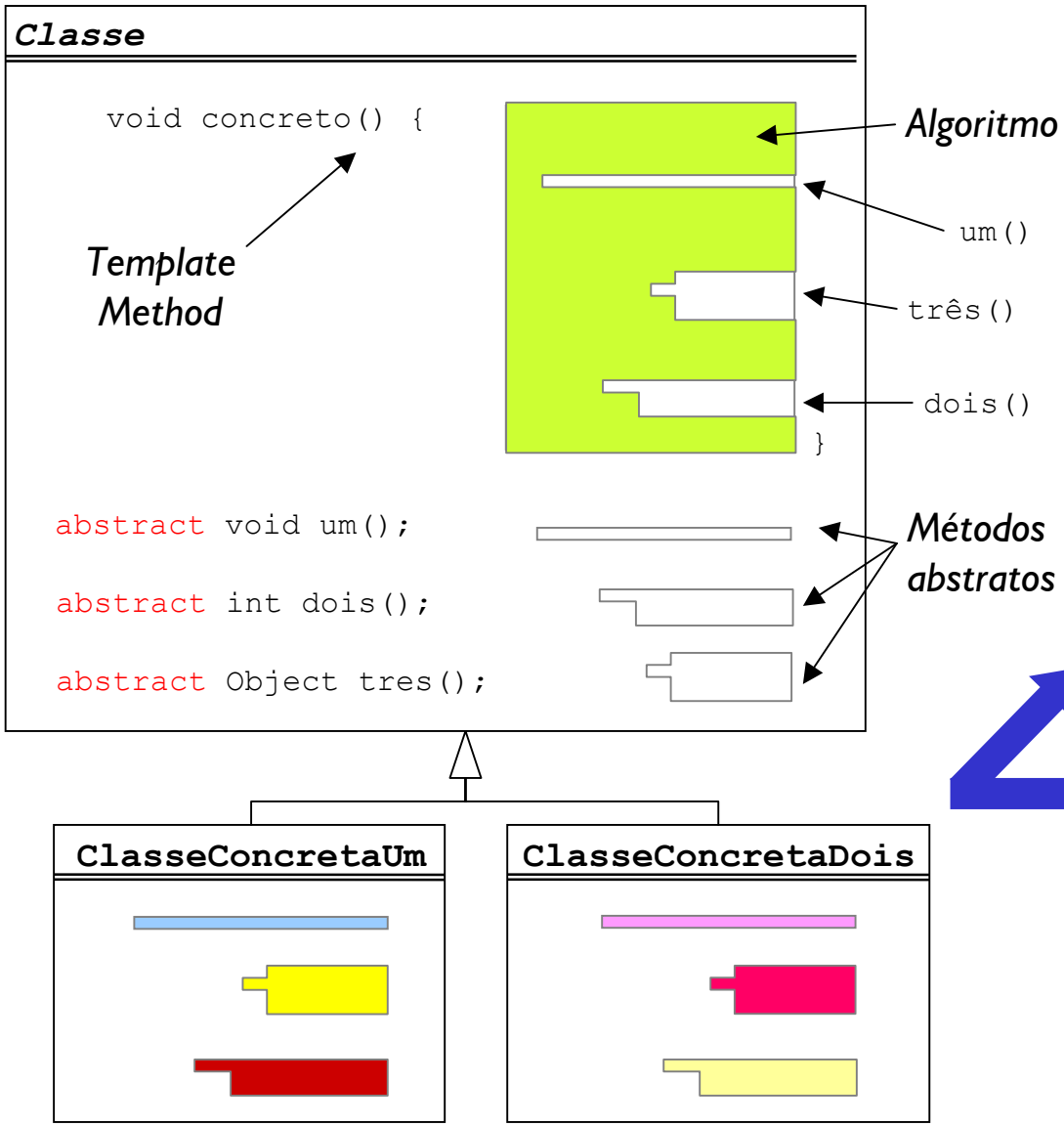
```
public abstract class Veiculo { ... }
```

  - *Objetos do tipo Veiculo não podem ser criados*
  - *Subclasses de Veiculo podem ser criados desde que implementem TODOS os métodos abstratos herdados*
  - *Se a implementação for parcial, a subclasse também terá que ser declarada abstract*

Classes abstratas (2)

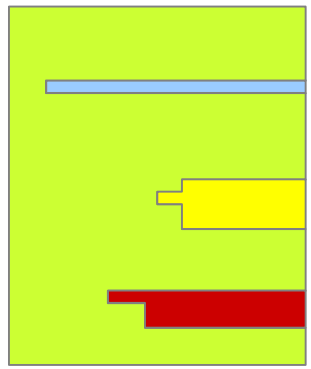
- Classes abstratas são criadas para serem estendidas
- Podem ter
  - métodos concretos (usados através das subclasses)
  - campos de dados (memória é alocada na criação de objetos pelas suas subclasses)
  - construtores (chamados via super() pelas subclasses)
- Classes abstratas "puras"
  - não têm procedimentos no construtor (construtor vazio)
  - não têm campos de dados (a não ser constantes estáticas)
  - todos os métodos são abstratos
- Classes abstratas "puras" podem ser definidas como "interfaces" para maior flexibilidade de uso

Template Method design pattern

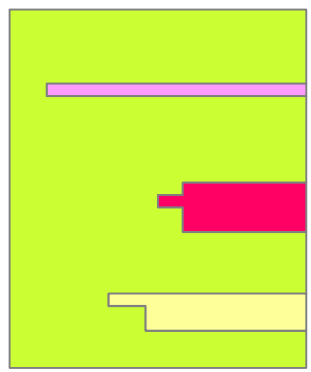


Algoritmos resultantes

```
Classe x =
  new ClasseConcretaUm()
x.concreto()
```



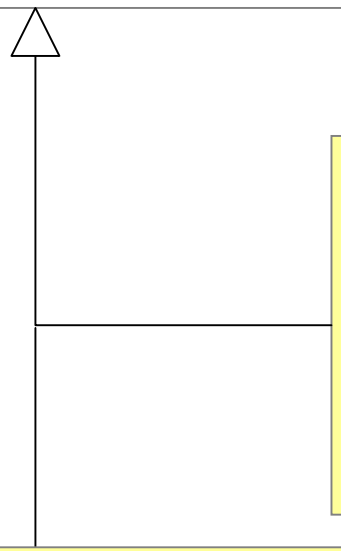
```
Classe x =
  new ClasseConcretaDois()
x.concreto()
```



Template method: implementação

```
public abstract class Template {
   public abstract String link(String texto, String url);
   public String transform(String texto) { return texto; }

   public String templateMethod() {
      String msg = "Endereço: " + link("Empresa", "http://www.empresa.com");
      return transform(msg);
   }
```



```
public class HTMLData extends Template {
   public String link(String texto, String url) {
      return "<a href='"+url+"'>"+texto+"</a>";
   }
   public String transform(String texto) {
      return texto.toLowerCase();
   }
}
```

```
public class XMLData extends Template {
   public String link(String texto, String url) {
      return "<endereco xlink:href='"+url+"'>"+texto+"</endereco>";
   }
}
```

Exercício

- 1. Crie um novo projeto
  - Copie um build.xml genérico
- 2. Implemente os exemplos da aula:
  - Manobrista, Veiculo, Jegue e LandRover
  - a) Implemente os métodos com instruções de impressão, por exemplo:

```
public void freia() {
    System.out.println("Chamou Jegue.freia()");
}
```

  - b) Faça com que os métodos de Veiculo sejam abstratos e refaça o exercício

Upcasting

- *Tipos genéricos (acima, na hierarquia) sempre podem receber objetos de suas subclasses:* ***upcasting***

```
Veiculo v = new Carro();
```

  - *Há garantia que subclasses possuem pelo menos os mesmos métodos que a classe*
  - *v só tem acesso à "parte Veiculo" de Carro. Qualquer extensão (métodos definidos em Carro) não faz parte da extensão e não pode ser usada pela referência v.*

Downcasting

- *Tipos específicos (abaixo, na hierarquia) não podem receber explicitamente seus objetos que foram declarados como referências de suas superclasses:* ***downcasting***

```
Carro c = v; // não compila!
```

  - *O código acima não compila, apesar de v apontar para um Carro! É preciso converter a referência:*

```
Carro c = (Carro) v;
```

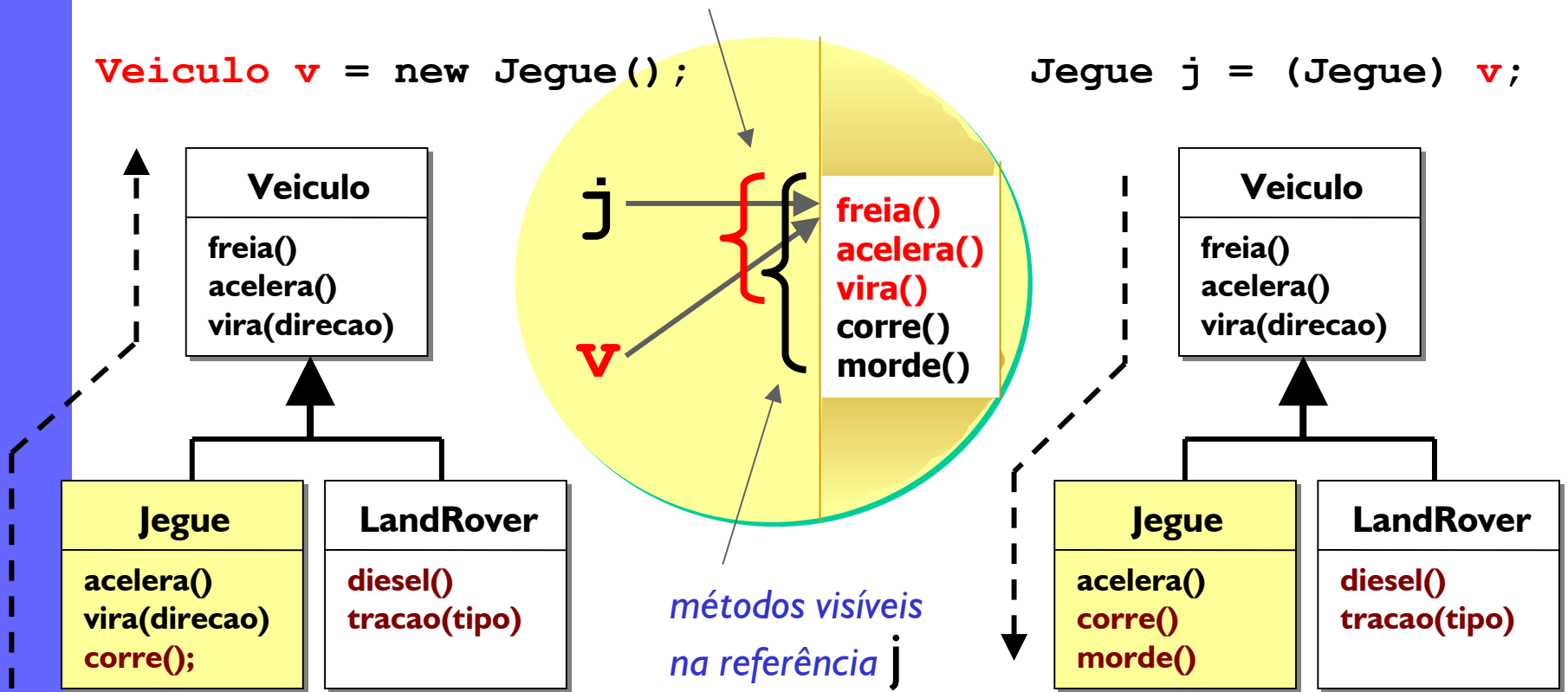
  - *E se v for Onibus e não Carro?*

Upcasting e downcasting

- *Upcasting*
  - *sobe a hierarquia*
  - *não requer cast*
- *Downcasting*
  - *desce a hierarquia*
  - *requer operador de cast*

```
Veiculo v = new Jegue();
```

```
Jegue j = (Jegue) v;
```



ClassCastException

- *O downcasting explícito sempre é aceito pelo compilador se o tipo da direita for superclasse do tipo da esquerda*

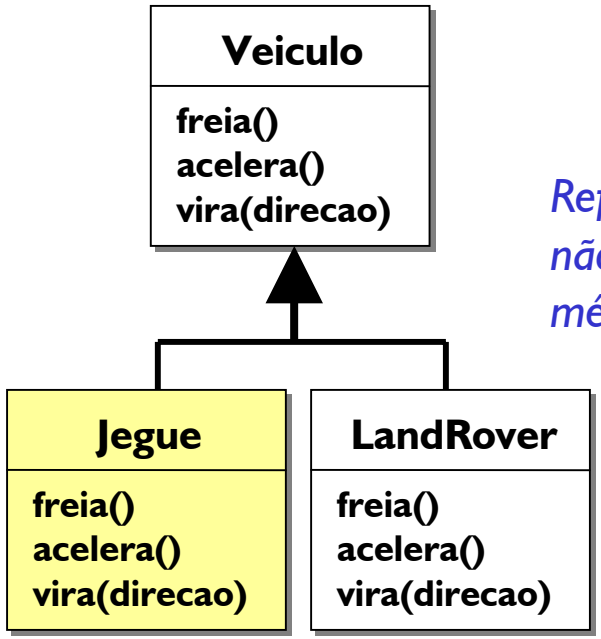
```
Veiculo v = new Onibus();
Carro c = (Carro) v; // passa na compilação
```

  - *Object, portanto, pode ser atribuída a qualquer tipo de referência*
- *Em tempo de execução, a referência terá que ser ligada ao objeto*
  - *Incompatibilidade provocará ClassCastException*
- *Para evitar a exceção, use instanceof*

```
if (v instanceof Carro)
        c = (Carro) v;
```

Herança Pura vs. Extensão

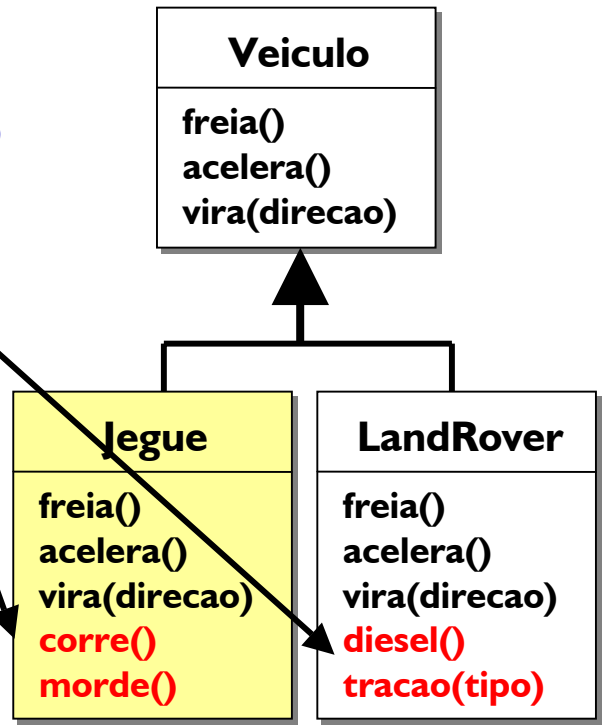
- *Herança pura: referência têm acesso a todo o objeto*




```
Veiculo v = new Jegue();
v.freia() // freia o Jegue
v.acelera(); // acelera o Jegue
```

- *Extensão: referência apenas tem acesso à parte definida na interface da classe base*

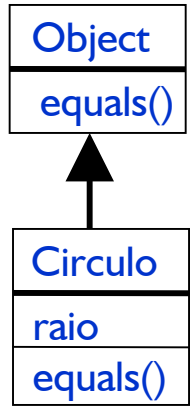
Referência Veiculo não enxerga estes métodos




```
Veiculo v = new Jegue();
v.corre() // ERRADO!
v.acelera(); //OK
```

Ampliação da referência

- *Uma referência pode apontar para uma classe estendida, mas só pode usar métodos e campos de sua interface*
  - *Para ter acesso total ao objeto que estende a interface original, é preciso usar referência que conheça toda sua interface pública*
- *Exemplo*



ERRADO: ***raio*** *não faz parte da interface de* ***Object***

```
class Circulo extends Object {
  public int raio;
  public boolean equals(Object obj) {
    if (this.raio == obj.raio)
      return true;
    return false;
  }
} // CÓDIGO ERRADO!
```

verifica se ***obj*** *realmente é um* ***Circulo***

cria nova referência que tem acesso a toda a interface de **Circulo**

```
class Circulo extends Object {
  public int raio;
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Circulo) {
      Circulo k = (Circulo) obj;
      if (this.raio == k.raio)
        return true;
    }
    return false;
  }
}
```

Como **k** *é* **Circulo** *possui raio*

Interfaces Java

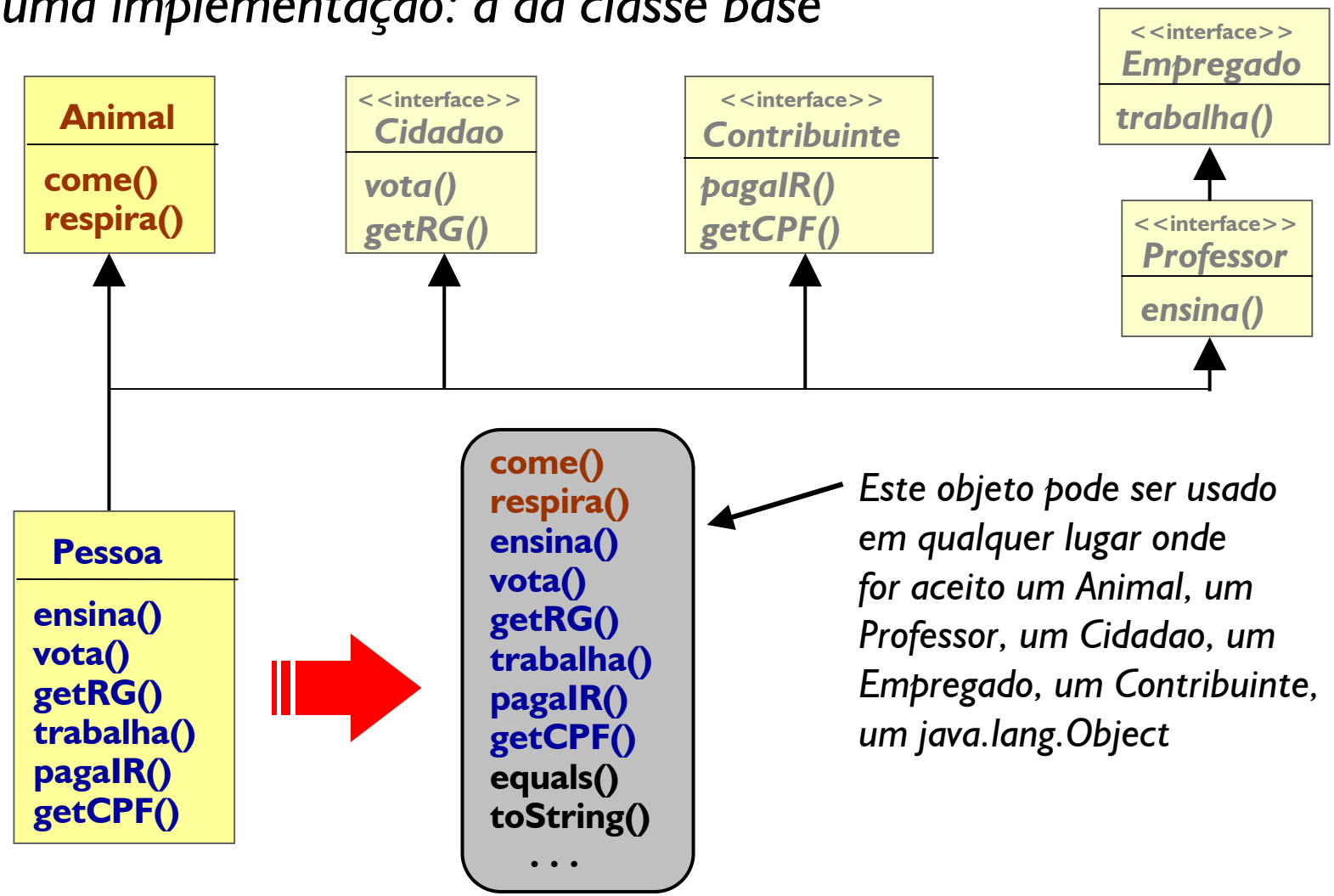
- Interface é uma estrutura que representa uma classe abstrata "pura" em Java
  - Não têm atributos de dados (só pode ter constantes estáticas)
  - Não tem construtor
  - Todos os métodos são abstratos
  - Não é declarada como class, mas como interface
- Interfaces Java servem para fornecer polimorfismo sem herança
  - Uma classe pode "herdar" a interface (assinaturas dos métodos) de várias interfaces Java, mas apenas de uma classe
  - Interfaces, portanto, oferecem um tipo de herança múltipla

Herança múltipla em C++

- Em linguagens como C++, uma classe pode herdar métodos de duas ou mais classes
  - A classe resultante pode ser usada no lugar das suas duas superclasses via upcasting
  - Vantagem de herança múltipla: mais flexibilidade
- Problema
  - Se duas classes A e B estenderem uma mesma classe Z e herdarem um método x() e, uma classe C herdar de A e de B, qual será a implementação de x() que C deve usar? A de A ou de B?
  - Desvantagem de herança múltipla: ambigüidade. Requer código mais complexo para evitar problemas desse tipo

Herança múltipla em Java

- *Classe resultante combina todas as interfaces, mas só possui uma implementação: a da classe base*



Exemplo

```
interface Empregado {
        void trabalha();
}

interface Cidadao {
        void vota();
        int getRG();
}

interface Professor
   extends Empregado {
        void ensina();
}

interface Contribuinte {
        boolean pagaIR();
        long getCPF();
}
```

- *Todos os métodos são implicitamente*
  - *public*
  - *abstract*
- *Quaisquer campos de dados têm que ser inicializadas e são implicitamente*
  - *static*
  - *final (constantes)*
- *Indicar public, static, abstract e final é opcional*
- *Interface pode ser declarada public (default: package-private)*

Exemplo (2)

```
public class Pessoa
        extends Animal
        implements Professor, Cidadao, Contribuinte {

      public void ensina() { /* votar */ }
      public void vota() { /* votar */ }
      public int getRG(){ return 12345; }
      public void trabalha() {}
      public boolean pagaIR() { return false; }
      public long getCPF() { return 1234567890; }
}
```

- *Palavra implements declara interfaces implementadas*
  - *Exige que **cada um dos métodos** de cada interface sejam de fato implementados (na classe atual ou em alguma superclasse)*
  - *Se alguma implementação estiver faltando, classe só compila se for declarada abstract*

Uso de interfaces

```
public class Cidade {
    public void contrata(Professor p) {
        p.ensina();
        p.trabalha();
    }
    public void contrata(Empregado e) { e.trabalha();}
    public void cobraDe(Contribuinte c) { c.pagaIR();}
    public void registra(Cidadao c)     { c.getRG();}
    public void alimenta(Animal a)      { a.come();}

    public static void main (String[] args) {
        Pessoa joao = new Pessoa();
        Cidade sp = new Cidade();
        sp.contrata(joao); // considera Professor
        sp.contrata((Empregado)joao); // Empregado
        sp.cobraDe(joao);  // considera Contribuinte
        sp.registra(joao); // considera Cidadao
        sp.alimenta(joao); // considera Animal
    }
}
```

Conclusão

- *Use interfaces sempre que possível*
  - *Seu código será mais reutilizável!*
  - *Classes que já herdam de outra classe podem ser facilmente redesenhadas para implementar uma interface sem quebrar código existente que a utilize*
- *Planeje suas interfaces com muito cuidado*
  - *É mais fácil evoluir classes concretas que interfaces*
  - *Não é possível acrescentar métodos a uma interface depois que ela já estiver em uso (as classes que a implementam não compilarão mais!)*
  - *Quando a evolução for mais importante que a flexibilidade oferecido pelas interfaces, deve-se usar classes abstratas.*

Exercícios

1. Implemente e execute o exemplo mostrado
   - Coloque texto em cada método (um println() para mostrar que o método foi chamado e descrever o que aconteceu)
   - Faça experimentos deixando de implementar certos métodos para ver as mensagens de erro obtidas
2. Implemente o exercício do capítulo 9 com interfaces
   - Mude o nome de RepositorioDados para RepositorioDadosMemoria
   - Crie uma interface RepositorioDados implementada por RepositorioDadosMemoria
   - Altere a linha em que o RepositorioDados é construido na classe Biblioteca e teste a aplicação.

Curso J100: Java 2 Standard Edition

Revisão 17.0

(helder@acm.org)

argonavis.com.br