Sumário

1. Introdução a Aplicações Não-Convencionais
2. Revisão de Modelagem Conceitual
3. **BD Orientado a Objetos (BDOO)**
4. BD Objeto-Relacional (BDOR)
5. BD Temporal (BDT)
6. BD Geográfico (BDG)
7. BD XML
8. Pesquisa em Gerência de Dados na Web

BD Orientado a Objetos

- BDOO: paradigma OO + SGBD
  - orientação a objetos
    - encapsulamento: objeto "encapsula" uma *estrutura* (atributos) e um *comportamento* (métodos)
      - vantagem: cada aplicação com sua interface ("visão") particular dos dados
    - reusabilidade**:** novos objetos podem aproveitar propriedades já definidas em outros objetos
      - vantagem: redefinições de dados são evitadas
  - SGBD
    - gerenciamento eficiente de dados operacionais (persistentes)
      - acesso otimizado e concorrente; segurança; integridade; ...
- SGBDOO: gerenciamento de objetos persistentes

Modelo de Dados OO

- BDR
  - modelo formalmente definido e com um conjunto fixo de conceitos
- BDOO
  - falta de consenso sobre um padrão (conjunto de conceitos)
    - SGBDOOs com modelos heterogêneos
  - carência de uma base formal
    - início das pesquisas em BDOO
      - muita atividade experimental, voltada às necessidades das aplicações
    - tentativa de padronização: ODMG

Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. Métodos
3. Classes
4. Estruturas complexas
5. Herança
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Modelo de Dados OO - Conceitos

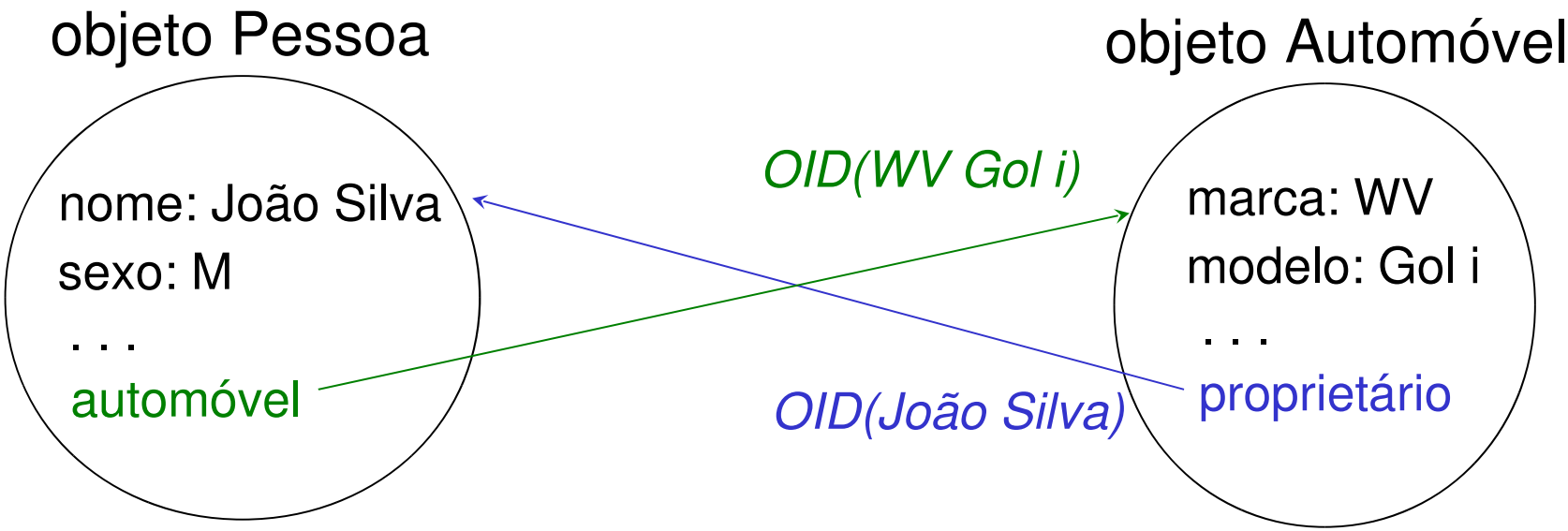
1. **Identidade de objeto (OID)**
2. Métodos
3. Classes
4. Estruturas complexas
5. Herança
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Identidade do Objeto (OID)

- Identificador único de cada objeto
  - gerado pelo SGBDOO e imutável
  - visível ou não para o usuário
- Diferenças com relação a BDR
  - chave primária é passível de alteração
    - consistência de unicidade
    - consistência de integridade referencial
  - chave primária em alguns casos é um atributo artificial e visível ao usuário
    - atributo adicional sem muita semântica

Relacionamentos entre Objetos

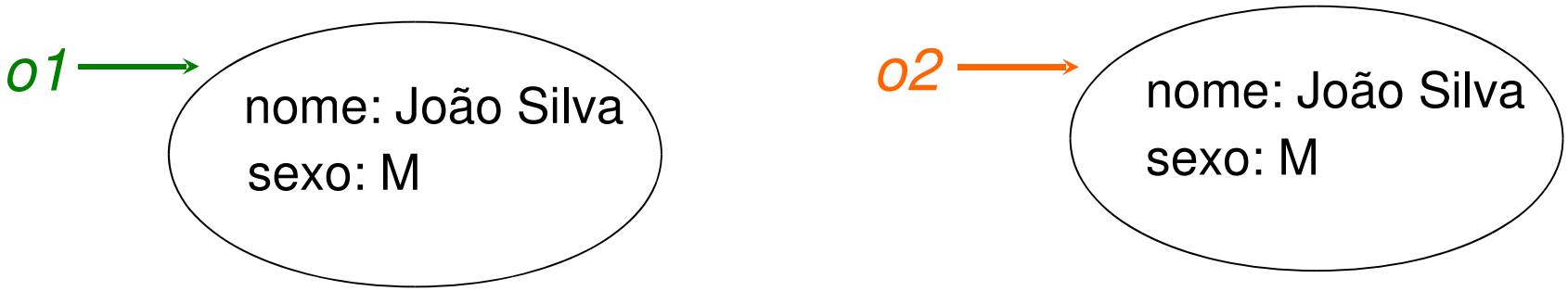
- Referências a OIDs



- Vantagem
  - tipo do dado para referências é uniforme (OID)
    - evita consistência de tipo de dado

Igualdade de Identidade

- Introduz dois tipos de comparação
  - igualdade de identidade (=) *(para OIDs)*
  - igualdade de valor (= =) *(para atributos)*



  - *o1 = = o2 (verdadeiro!)*
  - *o1 = o2 (?)*
- Observação
  - OID não dispensa (não substitui) a definição de um identificador visível para o usuário

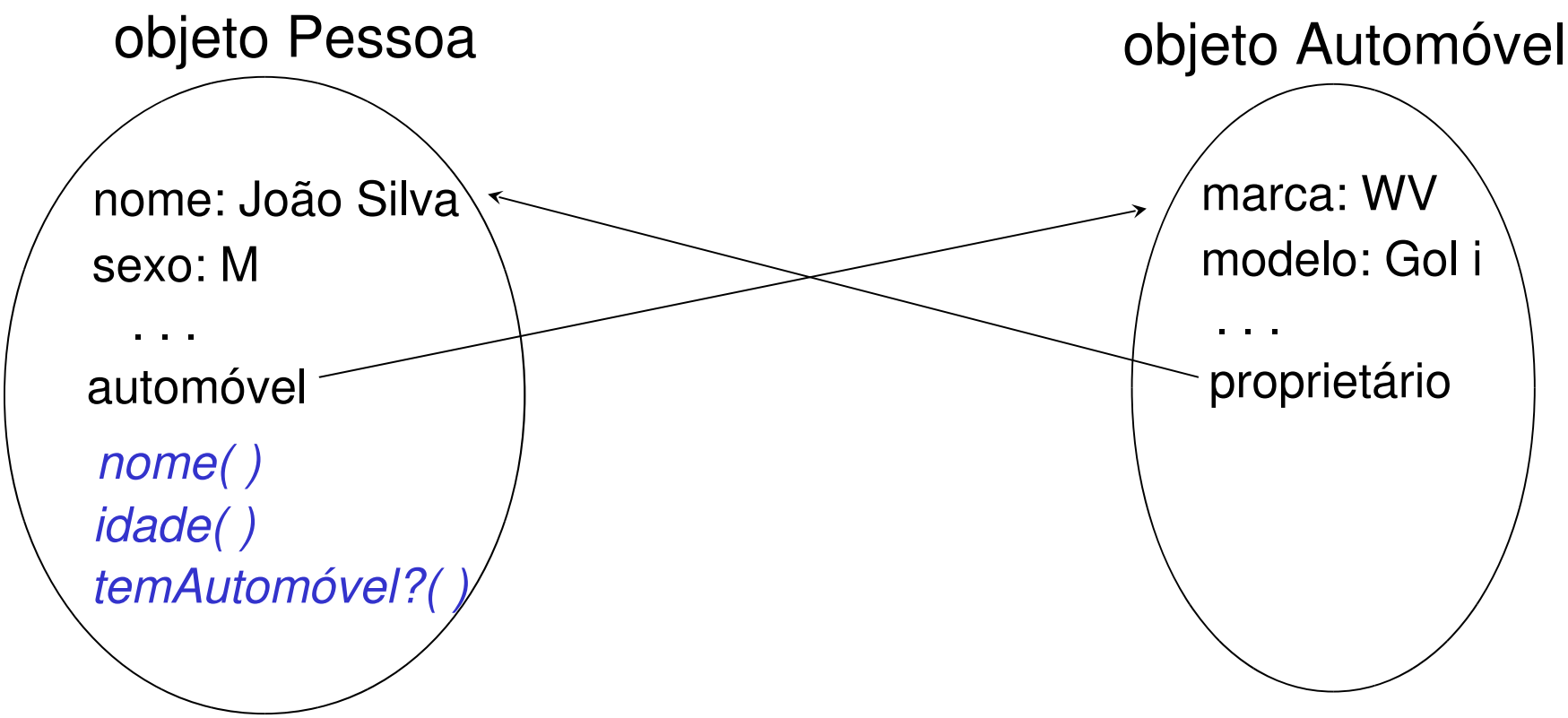
Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. **Métodos**
3. Classes
4. Estruturas complexas
5. Herança
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Métodos

- Operações associadas a um objeto
  - comportamento de um objeto é mantido no BD
  - BDR mantém apenas a estrutura dos dados
- Composição
  - assinatura *(interface pública do objeto)*
  - implementação *(LPOO utilizada pelo BDOO)*
- Vantagem: encapsulamento de comportamento
  - simplifica o código das aplicações
  - cada aplicação acessa uma interface particular
    - autorizações de acesso e/ou visões podem ser aplicadas a nível de métodos
  - métodos podem servir para programação de RIs
    - BDOOs não possuem, em geral, linguagens sofisticadas para RIs, como *checks* e *triggers*

Métodos

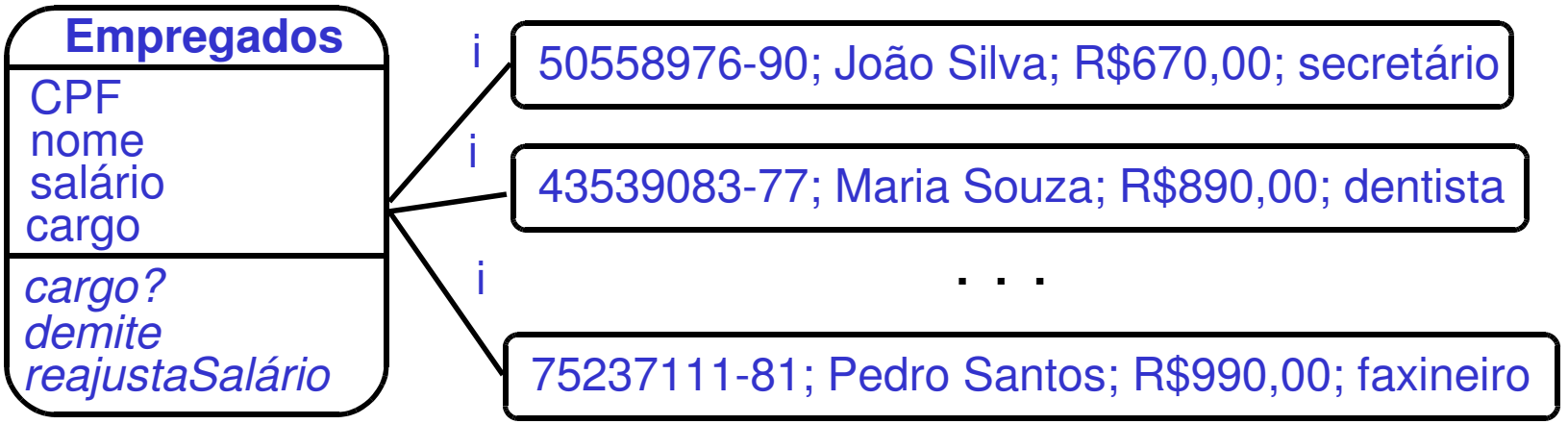

objeto Pessoa
nome: João Silva
sexo: M
. . .
automóvel
nome( )
idade( )
temAutomóvel?( )
objeto Automóvel
marca: WV
modelo: Gol i
. . .
proprietário

Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. Métodos
3. **Classes**
4. Estruturas complexas
5. Herança
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Classe

- Conjunto de objetos (instâncias) com a mesma estrutura e comportamento
- Base para a formulação de operações
  - função idêntica a de uma tabela em um BDR
- Vantagem: reusabilidade
  - instâncias de uma classe compartilham a mesma estrutura e implementação de métodos



Tipo X Classe

- Ambos os conceitos podem ocorrer em SGBDOOs
- Principal consenso
  - Tipo
    - definição de uma estrutura e/ou assinatura de métodos
    - não possui uma extensão (instâncias)
    - utilizado na definição de uma ou mais classes
  - Classe
    - definição de um conjunto de instâncias (extensão)
    - base para consultas ao BD
    - pode ou não ser definida a partir de um tipo
    - implementa os métodos do tipo, caso ela tenha sido definida a partir de um tipo

Tipo X Classe - Exemplos

```
type Pessoa (
    nome string; sexo char;
    método idade() retorna inteiro;
    ...)

classe Empregado type Pessoa (
          método idade() retorna inteiro
          begin  . . .  end;
          ...)

classe Estudante type Pessoa (. . .)

classe Automóvel ( marca: string; modelo: string; ...)
```

Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. Métodos
3. Classes
4. **Estruturas complexas**
5. Herança
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Estruturas Complexas

- Atributos com domínios não-atômicos
  - característica não suportada por BDRs
- Tipos de domínios
  - primitivos (atômicos)
    - inteiros, cadeias de caracteres, datas, ...
  - referência (OIDs)
    - nomes de classes (determinam relacionamentos)
  - construídos a partir de construtores de tipos
    - definição de domínios complexos pelo usuário
- Vantagem
  - flexibilidade na definição de objetos complexos

Construtores de Tipos

- Tupla (*tuple*)
  - domínio é um registro
- Conjunto/Coleção (*set* / *bag*)
  - domínio é um grupo de dados
- Lista (*list*)
  - domínio é um grupo ordenado de dados
- Exemplos de domínios complexos
  - conjunto de inteiros
  - tuplas de listas de *strings*
  - listas de conjuntos de tuplas
  - ...

Exemplo de Classe

Classe Empregados (

CPF: integer,

nome: string,

endereço: TUPLE (rua: string,

número: integer,

cidade: Cidades),

especializações: LIST(string), *(por ordem de experiência)*

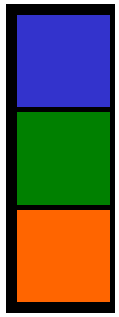
cargo: string;

departamento: Departamentos,

salário: real,

atividades: SET (TUPLE (projeto: Projetos,

tarefa: string)));



primitivos

referência

construtores de tipos

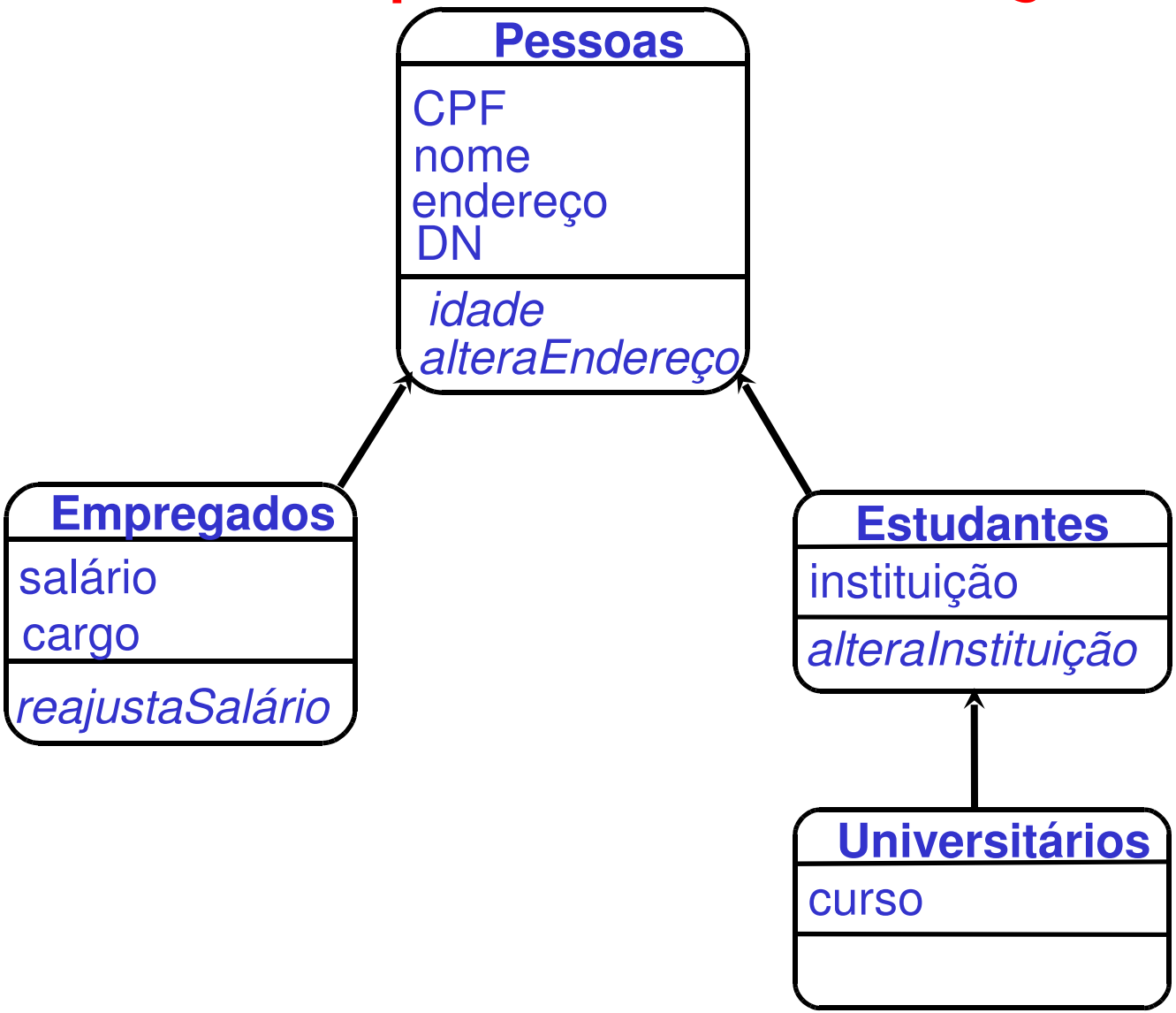
Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. Métodos
3. Classes
4. Estruturas complexas
5. **Herança**
6. *Late Binding* (ligação tardia)

Herança

- Suporte à representação de relacionamentos com semântica de generalização e especialização
  - especialização
    - classe (subclasse) herda propriedades de outra classe (superclasse) e define novas propriedades
    - subclasse: categorização da superclasse
  - generalização *(É-UM)*
    - propriedades comuns de classes (subclasses) podem ser definidas uma única vez em uma superclasse
- Vantagem: reusabilidade

Hierarquia de Herança



Questões sobre Herança

- Redefinição de propriedades (*Overriding*)
  - preocupação: consultas válidas na superclasse
  - alternativas

    (i) redefinição não é permitida *(herança estrita)*; ou

    (ii) atributos: domínios mais restritos
      - exemplo: A: real (superclasse) → A: inteiro (subclasse)

    e métodos: domínios mais restritos para os parâmetros e para o tipo do resultado
- Metaclasses
  - superclasses sem extensão *("classes abstratas")*
  - definem atributos e implementam métodos que são herdados para classes concretas

Questões sobre Herança

- Herança múltipla
  - subclasse herda propriedades de mais de uma superclasse (conflitos podem ocorrer!)
  - algumas alternativas
    (i) herança múltipla não é permitida
    (ii) herança de subclasse *default* (a primeira na lista, ...)
    (iii) herança da propriedade com domínio mais restrito (no caso de origem comum)
    (iv) herança da propriedade é definida pelo usuário

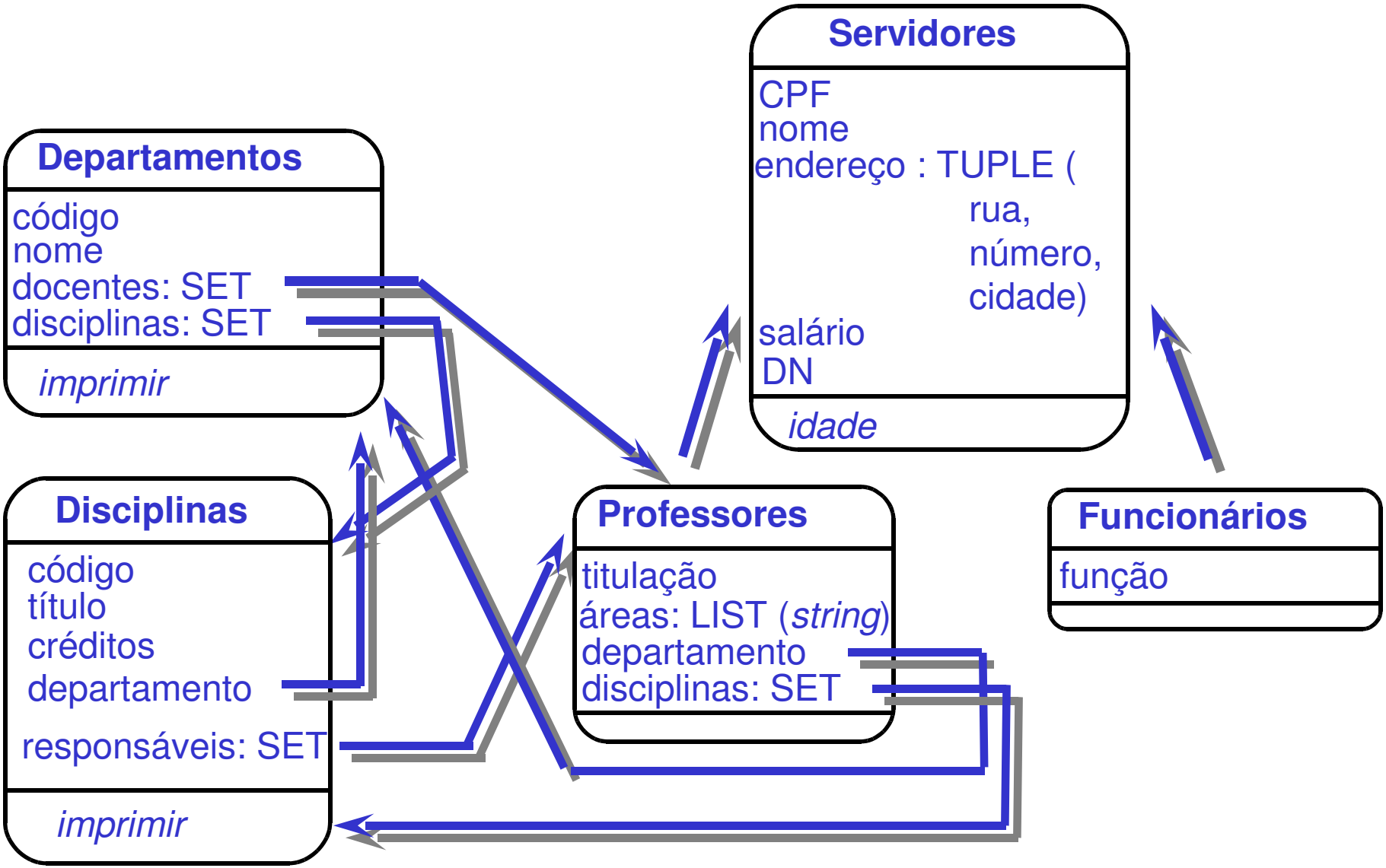
Modelo de Dados OO - Conceitos

1. Identidade de objeto (OID)
2. Métodos
3. Classes
4. Estruturas complexas
5. Herança
6. ***Late Binding* (ligação tardia)**

Late Binding

- Característica herdada de LPOO
- *Overloading* (sobrecarga)
  - uso de um mesmo nome para mais de um método
  - exemplo: *imprimir()* em Pessoas e Imagens
- *Late Binding* (vinculação tardia)
  - escolha do código do método a ser executado em tempo de execução *(depende da classe do objeto e dos parâmetros)*
- LP procedurais: *early binding*
  - vinculação entre código e nome de procedimento definido em tempo de compilação
  - não é possível um nome ligado a mais de um código

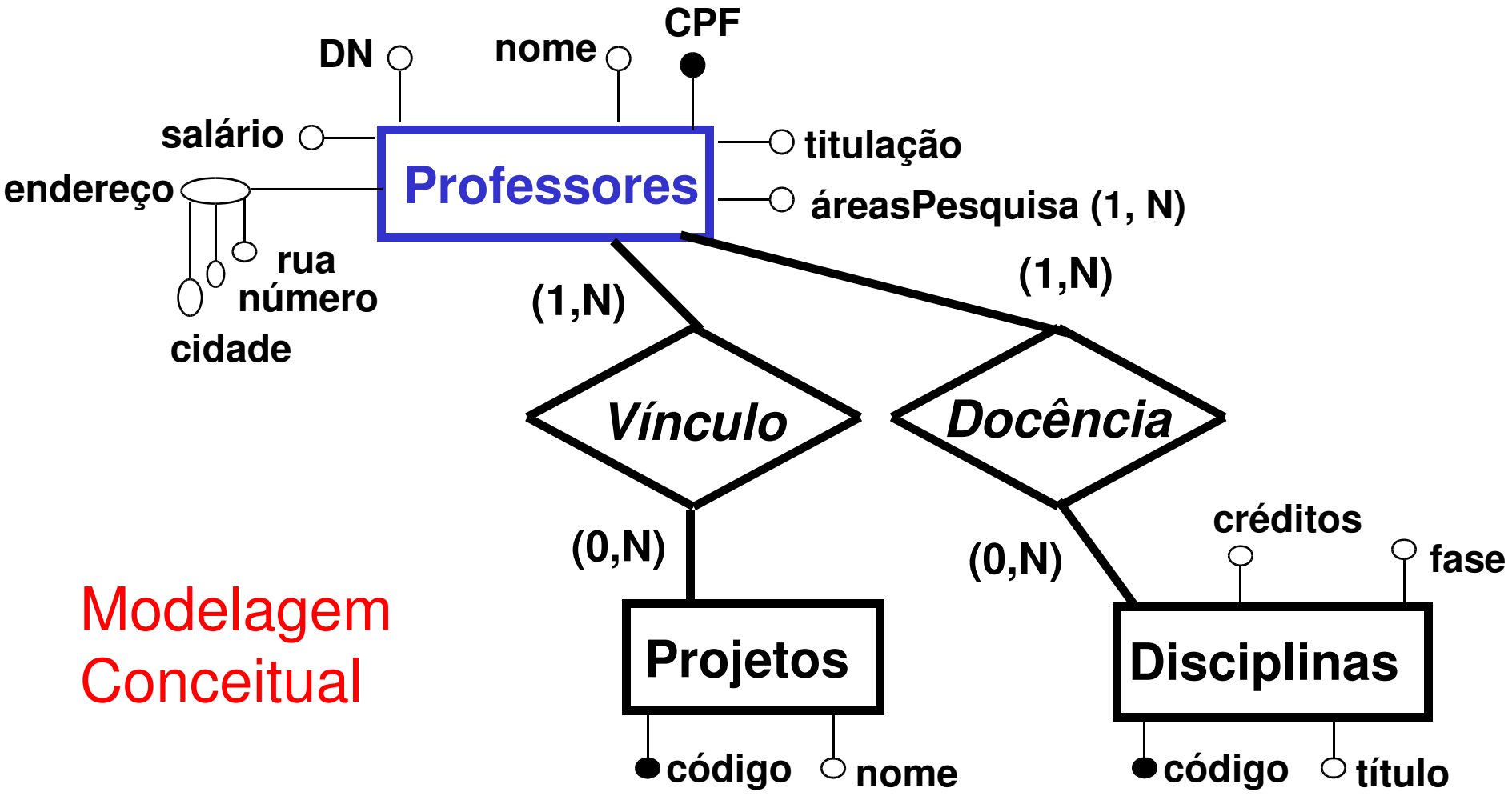
Exemplo de Esquema OO



Modelo de Dados OO

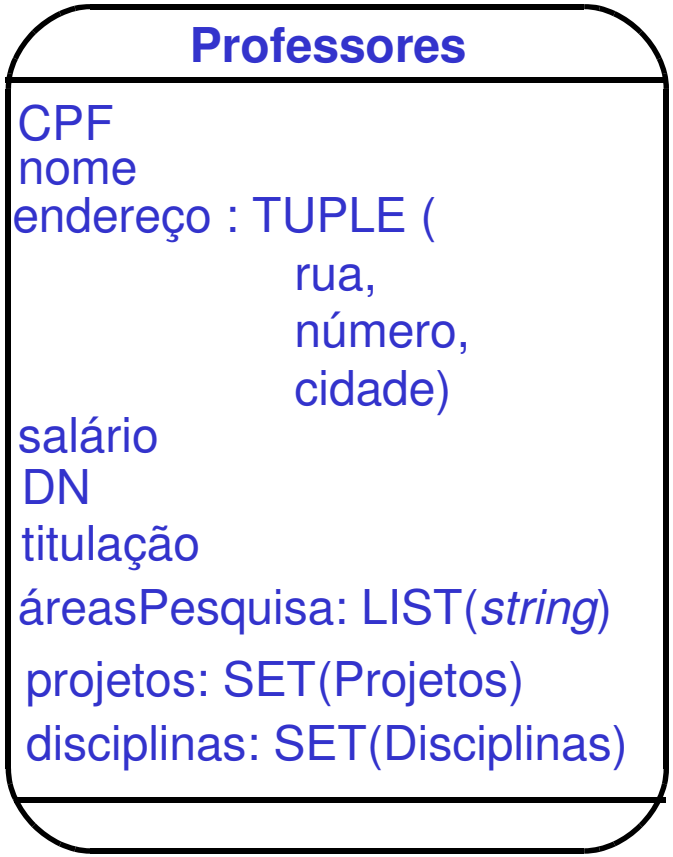
- Comparação com o modelo relacional
  - maior nível de abstração
    - modelo de objetos tem maior afinidade semântica com modelos conceituais de dados
      - representação mais natural de uma entidade do mundo real
  - mais adequado a representação de dados complexos de aplicações não-convencionais
    - aplicações CAD, sistemas de informação geográfica, ...
  - modelo mais complexo
    - maior número de conceitos

Exemplo



Modelagem Conceitual

Exemplo



Modelagem
Lógica OO

Exemplo

Professores

CPF	nome	rua	número	cidade	salário	titulação	DN

ÁreasPesquisa

CPF	Área	ordem

Docência

CPF	Codd

Pesquisa

CPF	Codp

Modelagem
Lógica Relacional