

---

# GBC043 – Sistemas de Banco de Dados

## Modelo de Entidade-Relacionamento (ER)

Ilmério Reis da Silva

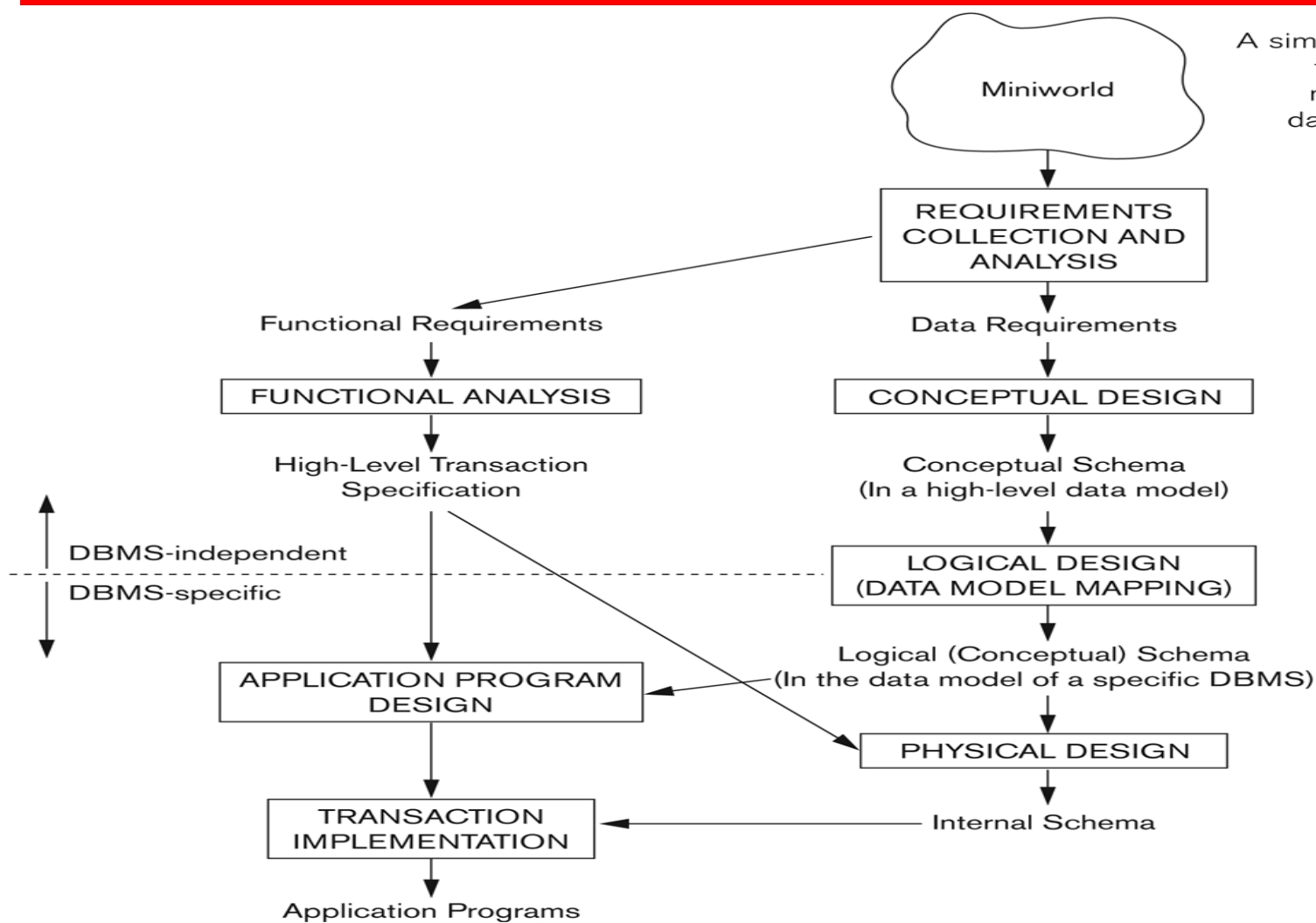
[ilmerio@facom.ufu.br](mailto:ilmerio@facom.ufu.br)

[www.facom.ufu.br/~ilmerio/sbd](http://www.facom.ufu.br/~ilmerio/sbd)

UFU/FACOM

---

# Projeto de BD – Uma Visão Panorâmica



**Figure 3.1**

A simplified diagram to illustrate the main phases of database design.

# Projeto Conceitual

---

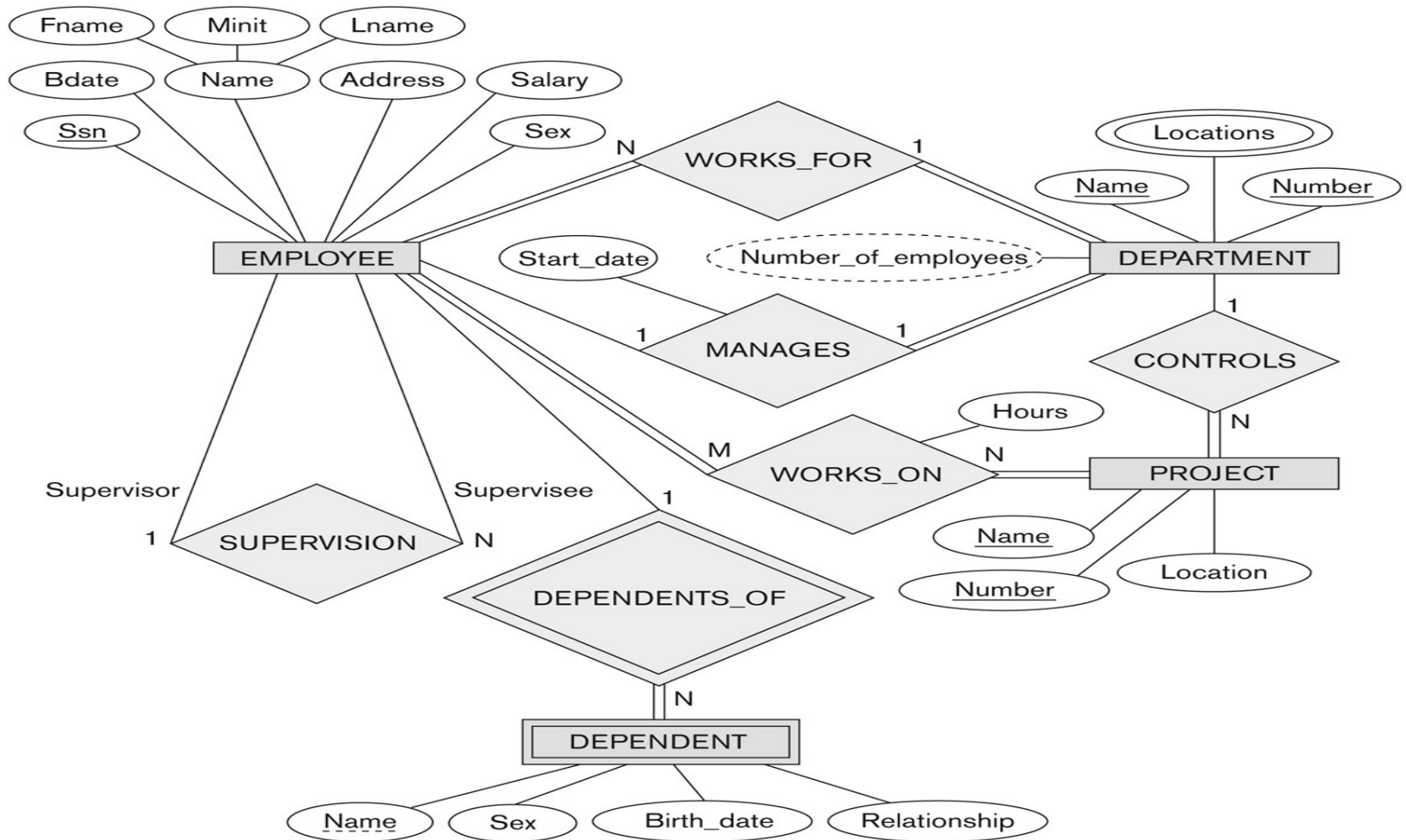
- Modelagem de dados em alto nível
- Foco no domínio do problema e não na solução
- Elementos básicos
  - Modelar os conceitos do mundo real
  - Modelar as características dos conceitos
  - Modelar os relacionamentos entre conceitos

# Modelo de Entidade-Relacionamento (MER)

---

- O MER, ou simplesmente ER, foi desenvolvido com o objetivo de facilitar o projeto de banco de dados por meio de um modelo independente de implementação e de fácil compreensão por parte do usuário
- Conceitos básicos:
  - Entidade, Tipo Entidade e Conjunto de Entidades
  - Relacionamento e Conjunto de Relacionamentos
  - Atributos
- Def. O **Diagrama ER-DER** é uma representação gráfica de Entidades, Atributos e Relacionamentos que modelam um Esquema de Banco de Dados

# DER – Um exemplo – Company Database



# ER - Entidade

---

Def **ENTIDADE** é um conceito do mundo real com existência independente.

Exemplo: *empregado, projeto, curso*

*Obs: empregado é um conceito físico;  
curso é um conceito abstrato*



Empregado

(representação gráfica)



(interpretação)

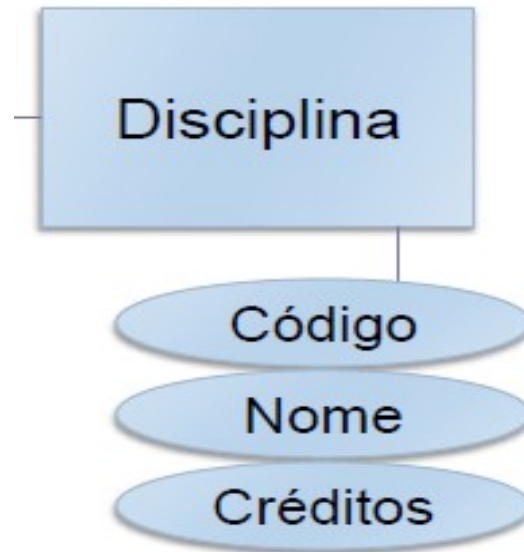
- o retângulo representa Tipo Entidade
- O tipo Empregado representa um Conjunto de Entidades, ou seja, todas as instâncias no BD

# ER - Atributo

---

Def. **ATRIBUTO** é uma propriedade da entidade

- Exemplo: *código, nome, créditos*



Um atributo no DER é representado por uma elipse ligada ao Tipo Entidade.

Existem vários tipos de atributos...

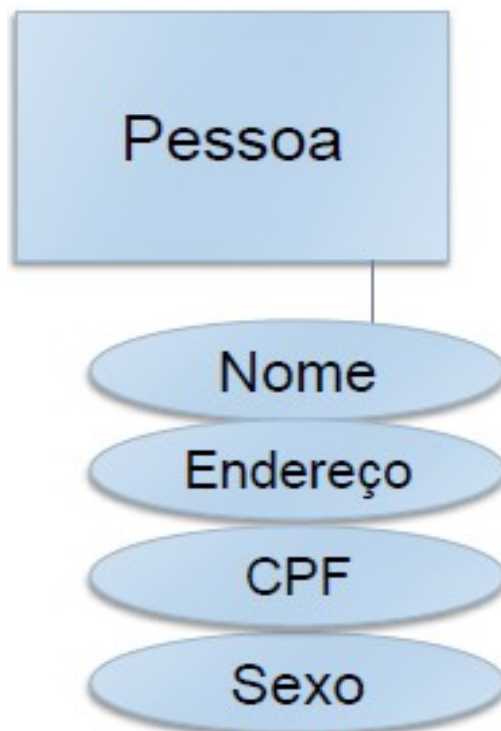
---

## ER – Atributo Simples

---

Def. **ATRIBUTO SIMPLES** ou **ATÔMICO** é um atributo básico e indivisível.

- Exemplos: *sexo*, *cpf*



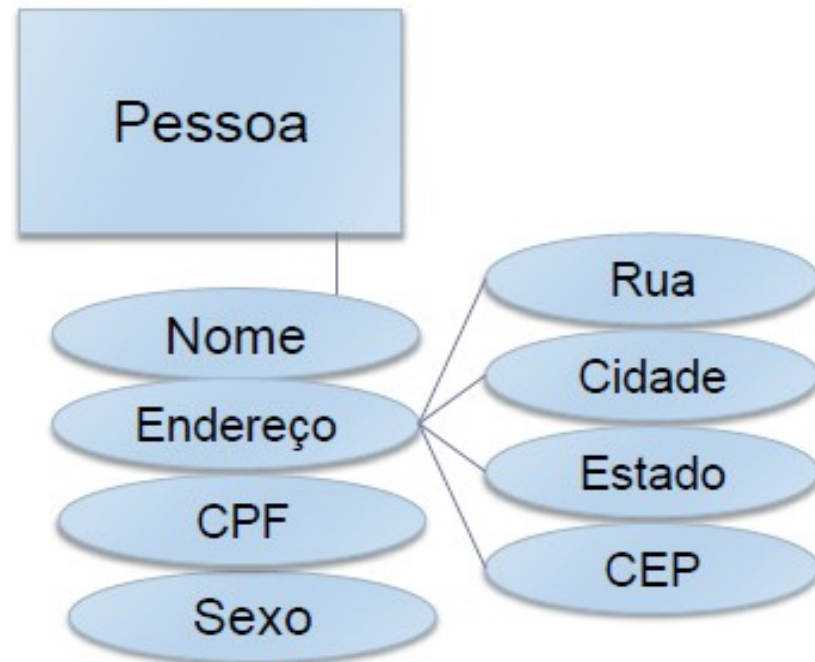
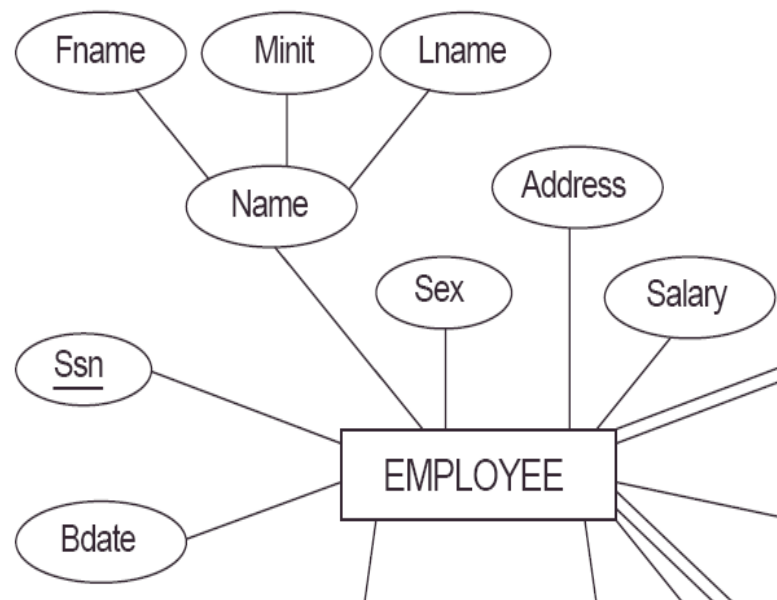


# ER – Atributo Composto

---

Def. **ATRIBUTO COMPOSTO** é um atributo que pode ser dividido em partes com significados diferentes

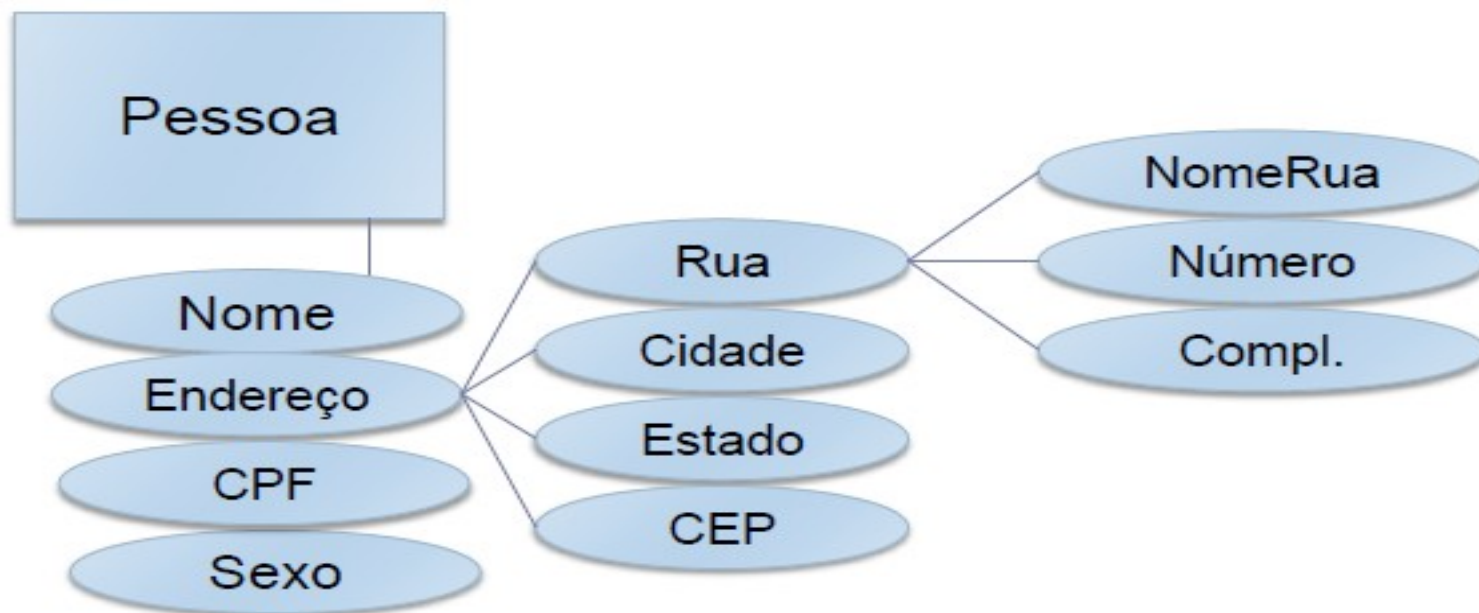
Exemplo: *employee.name*, *pessoa.endereço*



# ER – Hierarquia de Atributos

---

Um **Atributo Composto** pode formar uma hierarquia



## ER – Atributo Multivalorado e Monovalorado

---

Def. **ATRIBUTO MULTIVALORADO** é um atributo que possui um conjunto de valores para uma mesma entidade

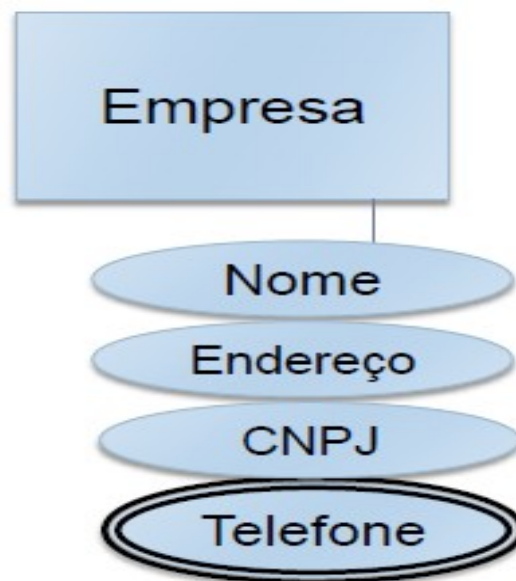
Exemplo: *telefone*

Def.

**ATRIBUTO MONOVALORADO**

é um atributo que possui um único valor para uma mesma entidade

Exemplo: *nome*



OBS: no DER um **Atributo Multivalorado** é representado por uma elipse com contorno em linha dupla

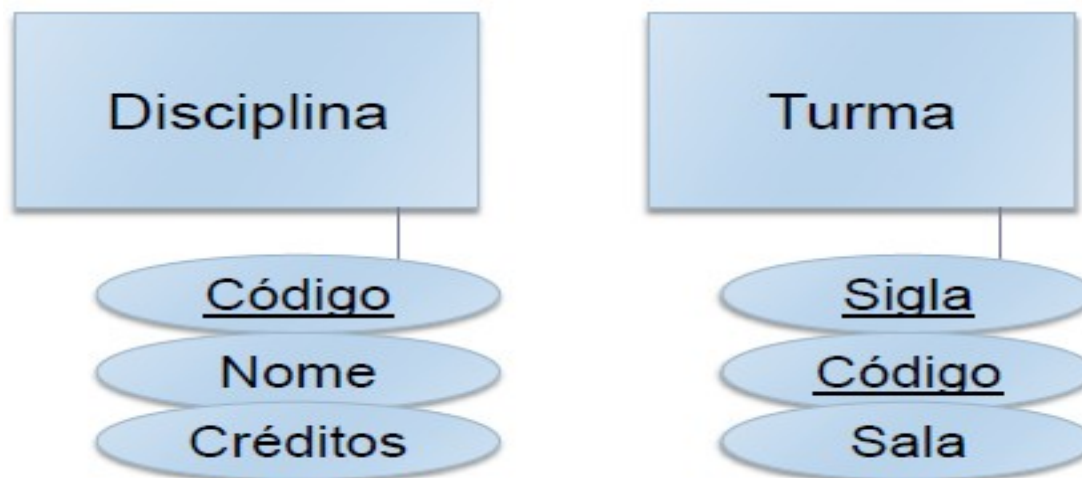
---

## ER – Atributo Chave

---

Def. **ATRIBUTO CHAVE** é um atributo cujos valores são distintos p/ instâncias distintas de um Conjunto Entidades

Exemplos: *disciplina.código*, *turma.sigla*, *turma.codigo*



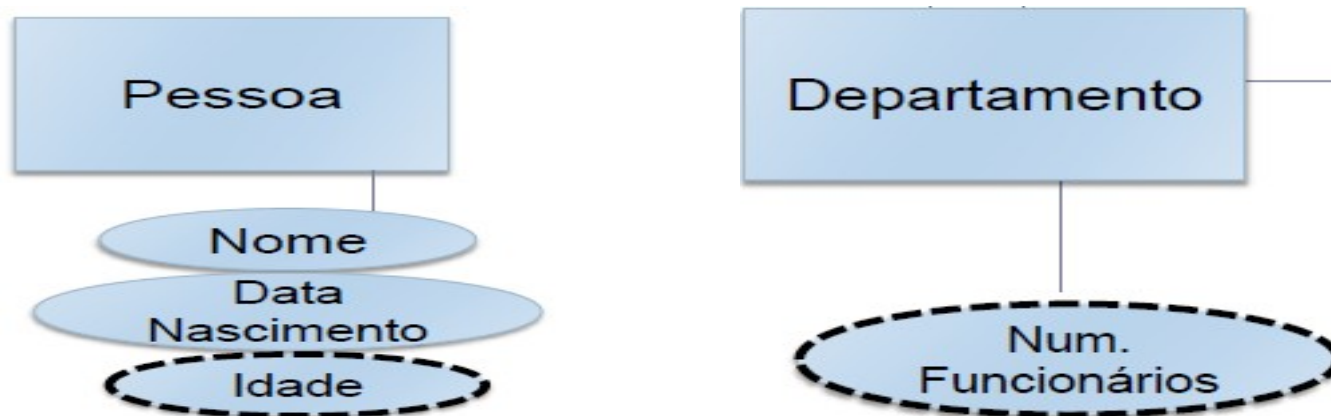
OBS: no DER um **Atributo Chave** é representado por um sublinhado em seu nome. Observe que uma entidade pode ter mais de um atributo chave.

## ER – Atributo Derivado e Armazenado

---

Def. **ATRIBUTO DERIVADO** é um tipo de atributo cujo valor pode ser obtido de outros atributos ou relacionamentos. Diante disso não precisa ser armazenado.

Ex: *pessoa.idade*, *departamento.numerodeempregados*



OBS: no DER um **Atributo Derivado** é representado por uma elipse com contorno em linha tracejada. O **ATRIBUTO ARMAZENADO** é aquele cujo valor será fisicamente no BD.

---

## Exercício—Entidades/Atributos de EMPRESA

---

Elabore uma representação para entidades e atributos do BD EMPRESA que deve armazenar dados de funcionários, departamentos e projetos de uma empresa. Cada departamento tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um funcionário que o gerencia a partir de uma data. Um departamento pode estar em vários locais e controla uma série de projetos. Cada projeto tem um nome exclusivo, um número exclusivo e um local exclusivo. O funcionário tem um nome, CPF, endereço, salário, sexo, data de nascimento, está lotado em um departamento, mas pode trabalhar em vários projetos. Registraremos o número de horas que o funcionário trabalha em um determinado projeto. Registraremos também o supervisor do funcionário, que é outro funcionário. Os dependentes dos funcionários serão registrados com nome, sexo, data de nascimento e parentesco com o funcionário.

# ER – Relacionamento

---

Def. **RELACIONAMENTO** é uma associação entre entidades que deve ser definido quando um tipo entidade se refere a outro tipo entidade.



(representação gráfica)

Um **relacionamento** no DER é representado por um losango ligado às entidades.

Existem vários tipos de relacionamentos

# ER – Papéis em relacionamentos

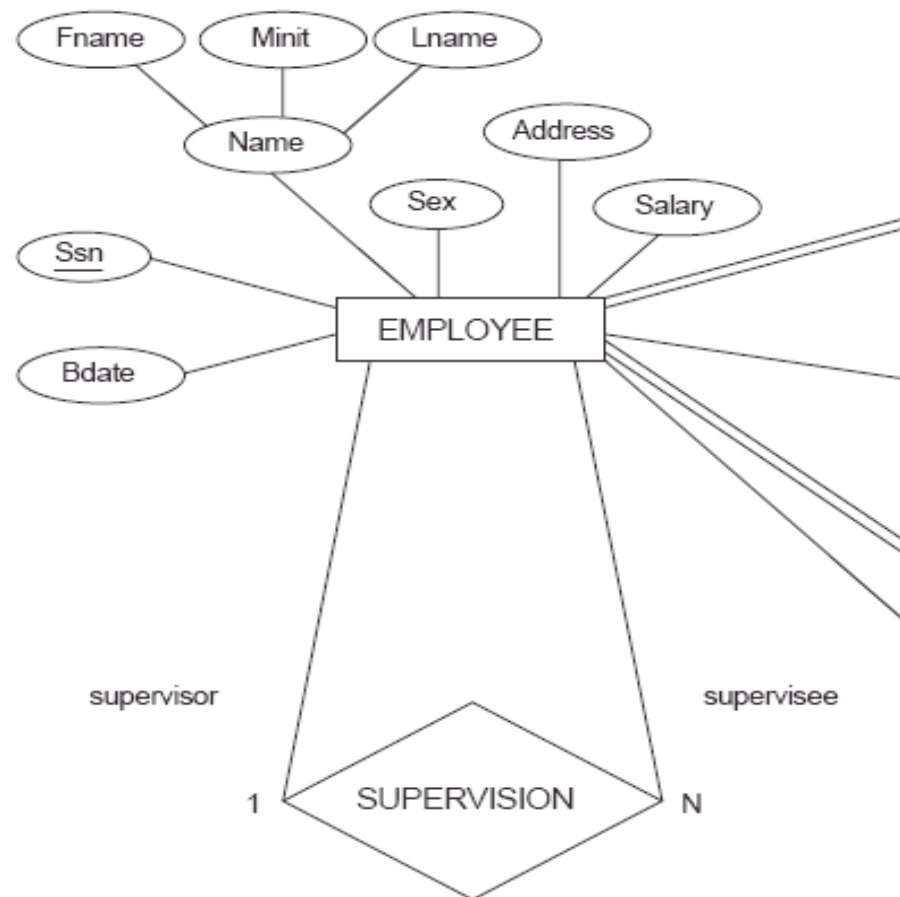
---

Def. **PAPEL** em um relacionamento define como a entidade participa do mesmo

Exemplo:

- ✓ Supervisor
- ✓ Supervisionado

Muitas vezes o papel está implícito, mas é necessária sua indicação em auto-relacionamentos





## ER – Cardinalidade em Relacionamentos

---

Def. **CARDINALIDADE** de relacionamento é a quantidade máxima de ocorrência de entidades que podem estar associadas a uma ocorrência de outra entidade

Ex:



No DER definimos a cardinalidade como 1 ou N, este último indicando várias entidades associadas a uma outra entidade.

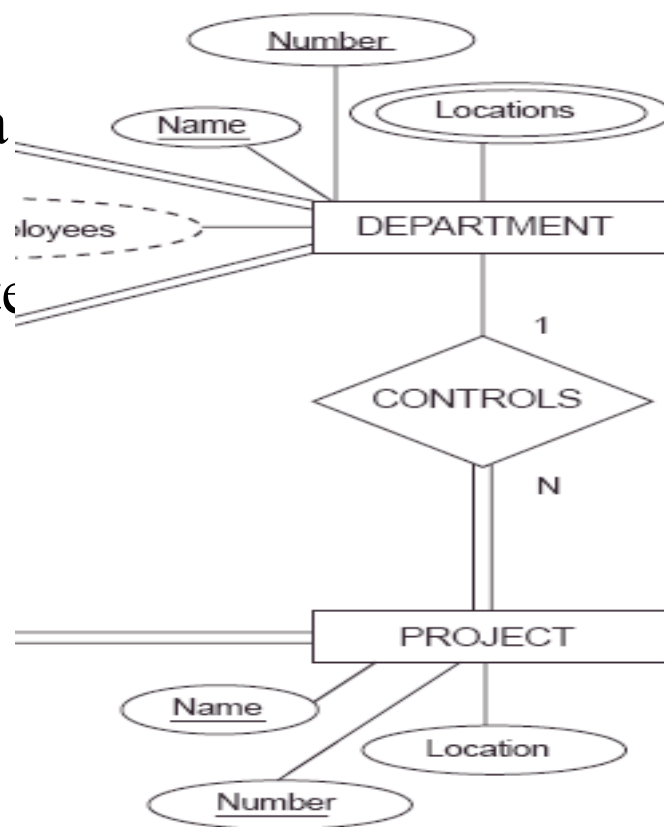
# ER – Partitipação em Relacionamentos

---

Def. **PARTICIPAÇÃO TOTAL** de uma entidade em um relacionamento indica que qualquer instância da entidade necessariamente participa de um relacionamento

Exemplo: PROJECT necessariamente participa do relacionamento CONTROLS

No DER um relacionamento com participação total é indicado por meio de uma linha dupla. Quando não é total, chamamos de **Participação Parcial**

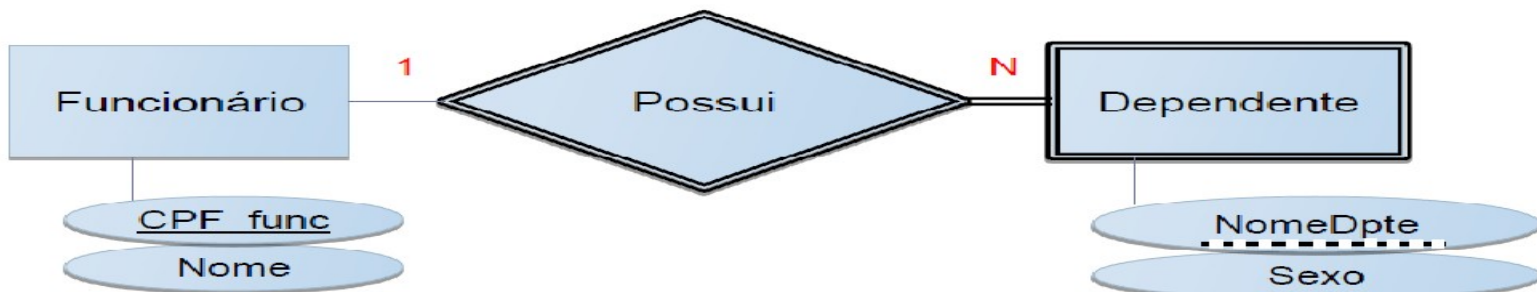


# ER – Entidade Fraca

---

Def. **ENTIDADE FRACA** é aquela que não possui atributo chave e é identificada por meio de um relacionamento total com pelo menos um tipo **Entidade Forte**.

Ex: Dependente/Entidade Fraca; Funcionário/Entidade Forte



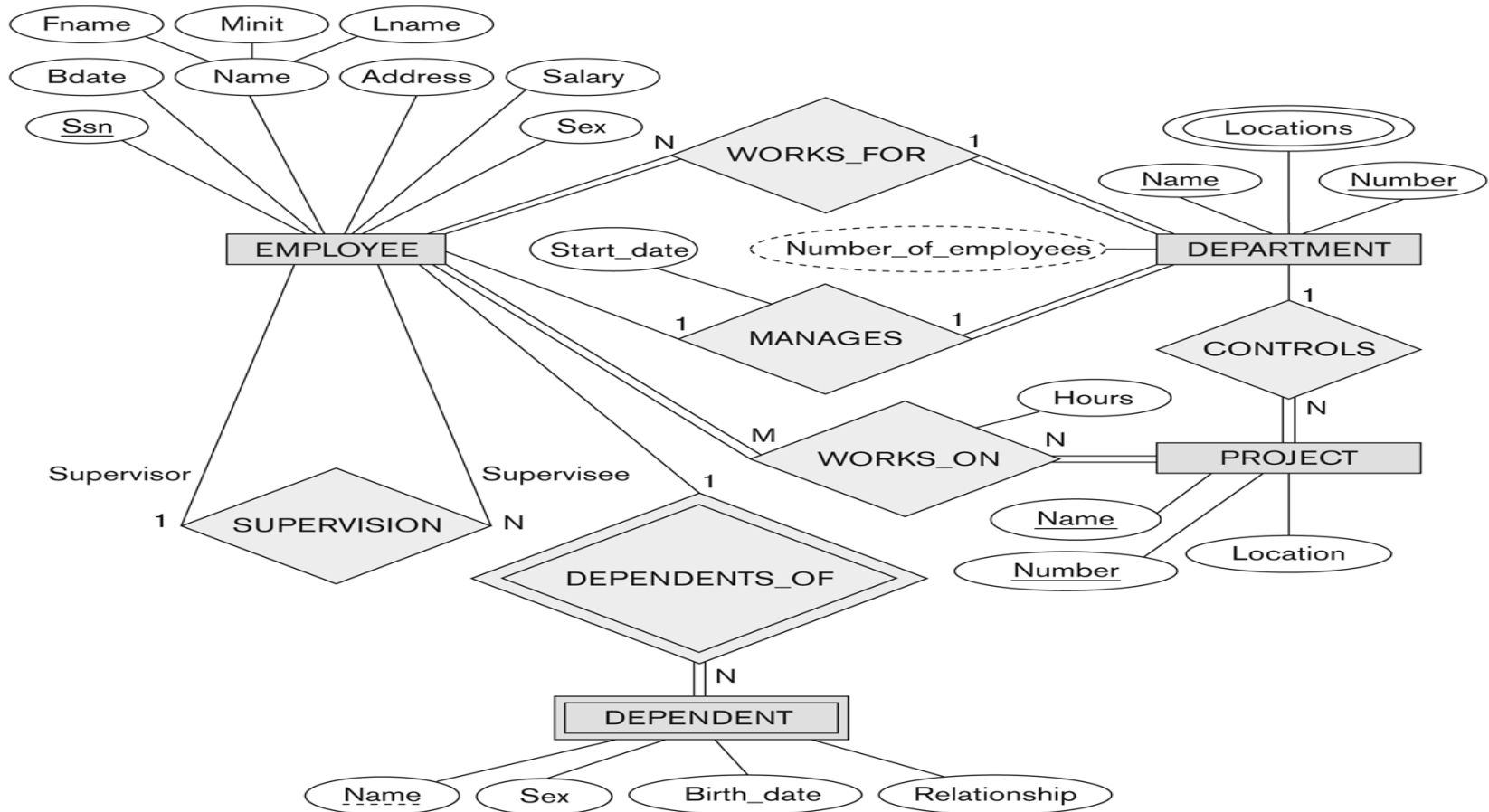
No DER, um Tipo Entidade Fraca é representado por meio de retângulo com contorno em linha dupla. O relacionamento total com pelo menos uma entidade forte é denotado por um losângulo com contorno em linha dupla. A “chave local” é denotada por sublinhado pontilhado. A chave de uma instância de uma entidade fraca é um atributo composto pela chave da entidade forte mais a sua “chave local”

# Exercícios ER

---

- Inclua os relacionamentos no BD EMPRESA, redefina as entidades, atributos e desenhe o ER completo.
- [EN] Exercícios do Capítulo 7
- [RG] Exercícios do Capítulo 2
- [SK] Exercícios do Capítulo 7



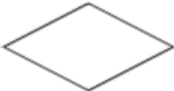
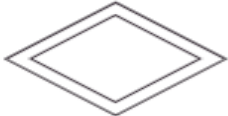




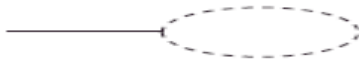

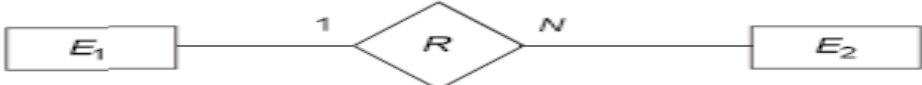
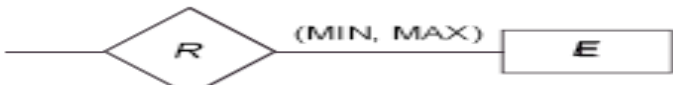
# ER - Exemplo



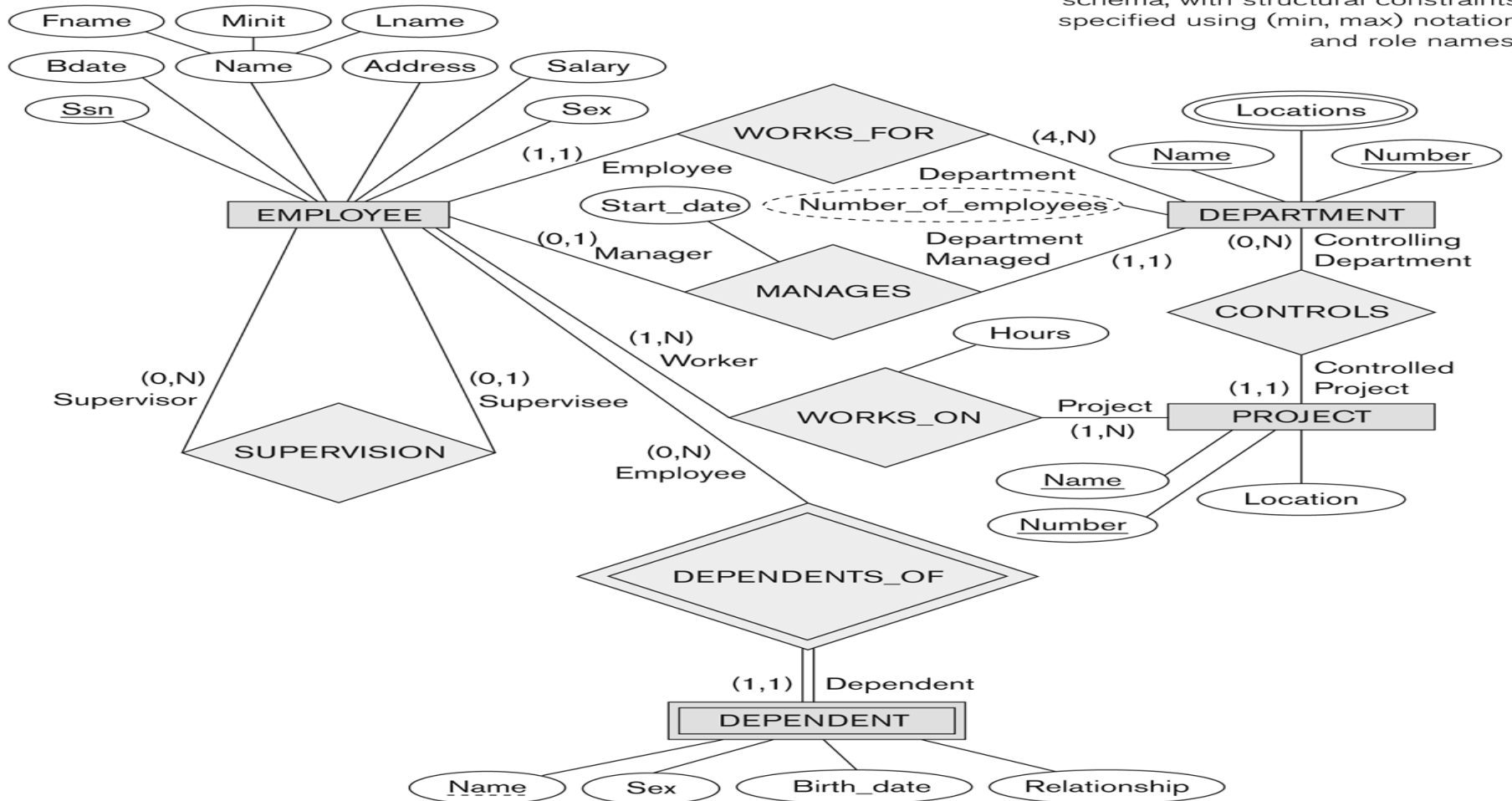
**Figure 3.2**

An ER schema diagram for the COMPANY database. The diagrammatic notation is introduced gradually throughout this chapter.

# ER: RESUMO DA NOTAÇÃO

Symbol	Meaning
	ENTITY TYPE
	WEAK ENTITY TYPE
	RELATIONSHIP TYPE
	IDENTIFYING RELATIONSHIP TYPE
	ATTRIBUTE
	KEY ATTRIBUTE
	MULTIVALUED ATTRIBUTE
	COMPOSITE ATTRIBUTE
	DERIVED ATTRIBUTE
	TOTAL PARTICIPATION OF $E_2$ IN $R$
	CARDINALITY RATIO 1: $N$ FOR $E_1:E_2$ IN $R$
	STRUCTURAL CONSTRAINT (min, max) ON PARTICIPATION OF $E$ IN $R$

# ER – Notação alternativa (min, max)



**Figure 3.15**  
ER diagrams for the company schema, with structural constraints specified using (min, max) notation and role names.

## ER – Grau de Tipo-Relacionamentos

---

Def. **GRAU DE UM TIPO-RELACIONAMENTO** é o número de tipos de entidade que participam.

Ex: relacionamentos de grau 2 (binário) e 3 (ternário)



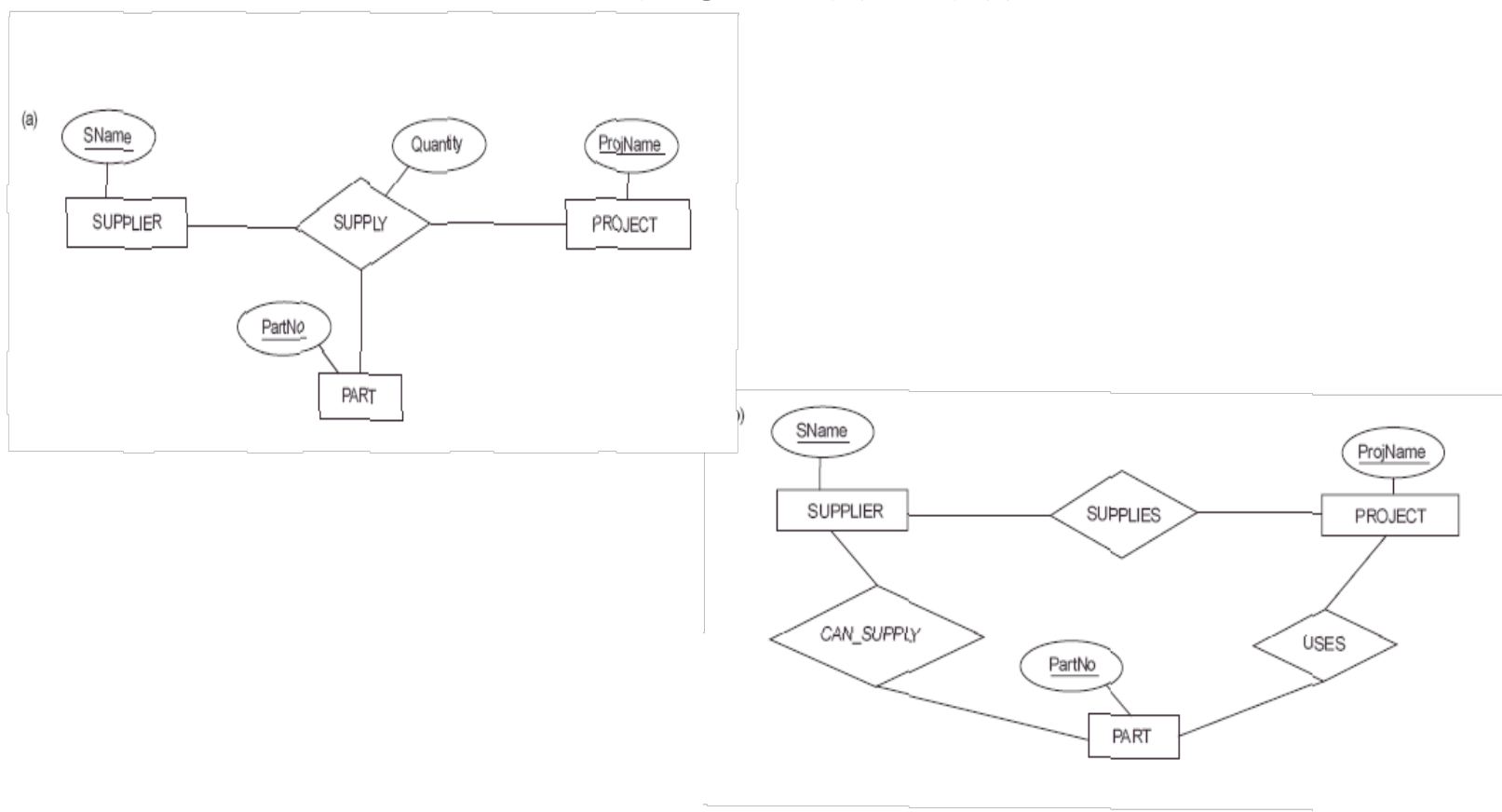
OBS: No DER um tipo-relacionamento de grau n tem n arcos no diagrama

---



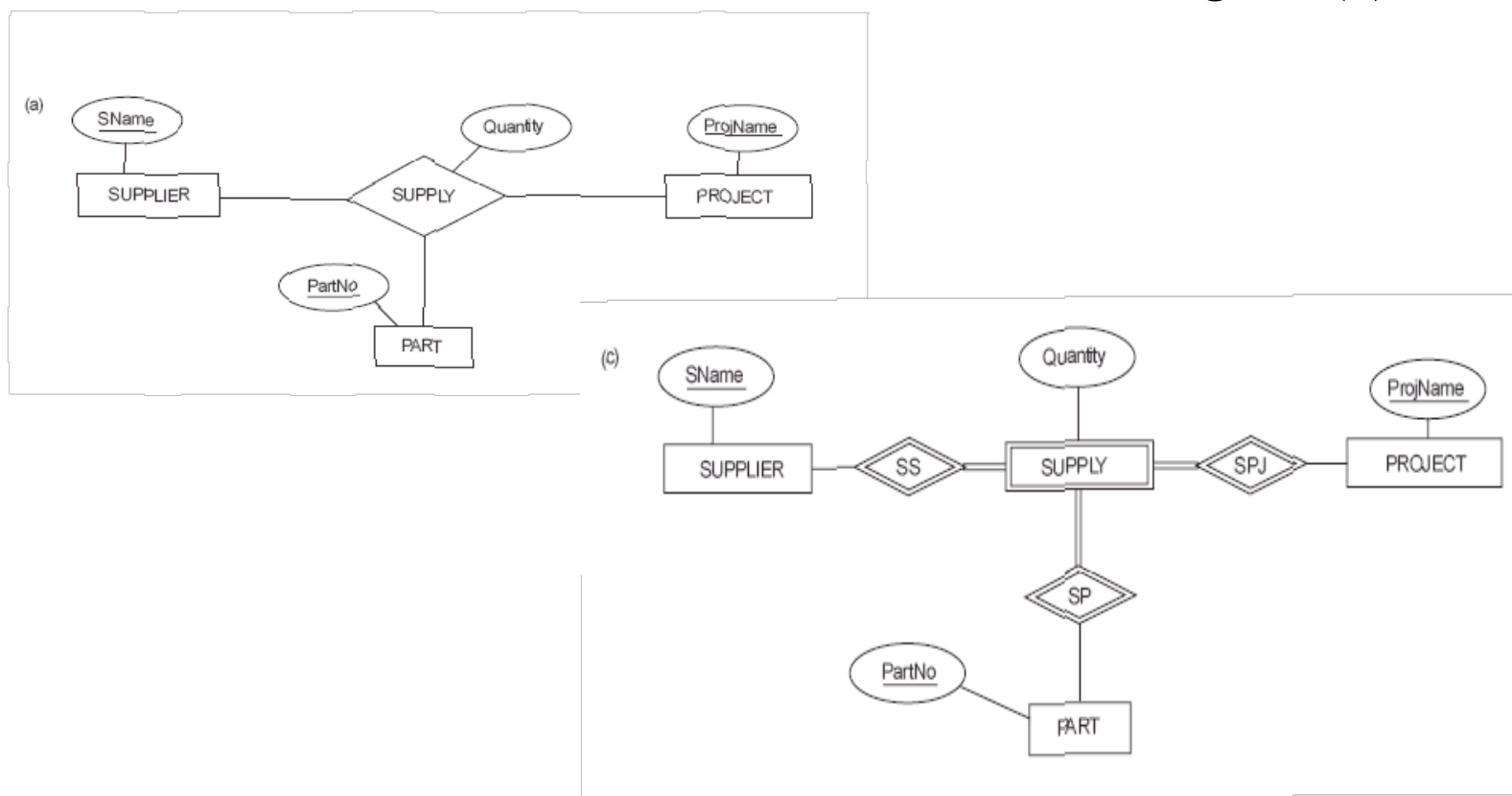
# ER – Relacionamentos binário/ternário

Um relacionamento ternário é diferente de três relacionamentos binários (Figura (a) e (b))....



# ER – Alternativa para relacionamento ternário

... , mas uma alternativa à representação ternária é usar uma entidade fraca e três relacionamentos binários Figura (c)



# ER Estendido – EER

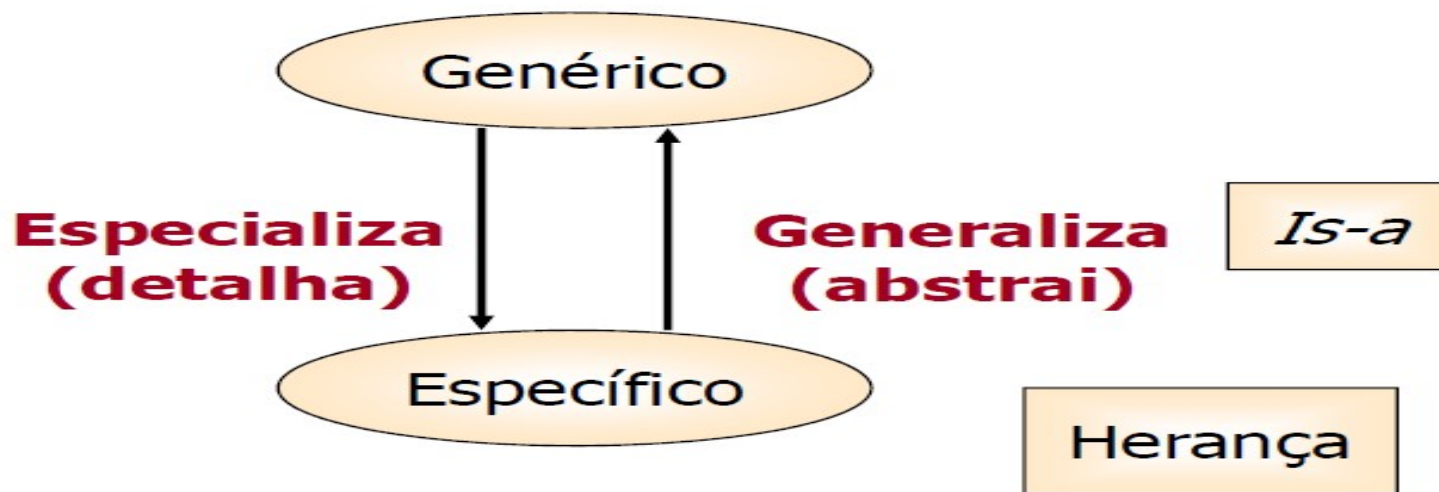
---

- Introduz semântica adicional ao ER
- Entidades do ER podem representar:
  - CLASSE
  - SUBCLASSE
  - SUPERCLASSE
- HERANÇA:
  - subclasses herdam atributos da superclasse

# EER – Especialização/ Generalização

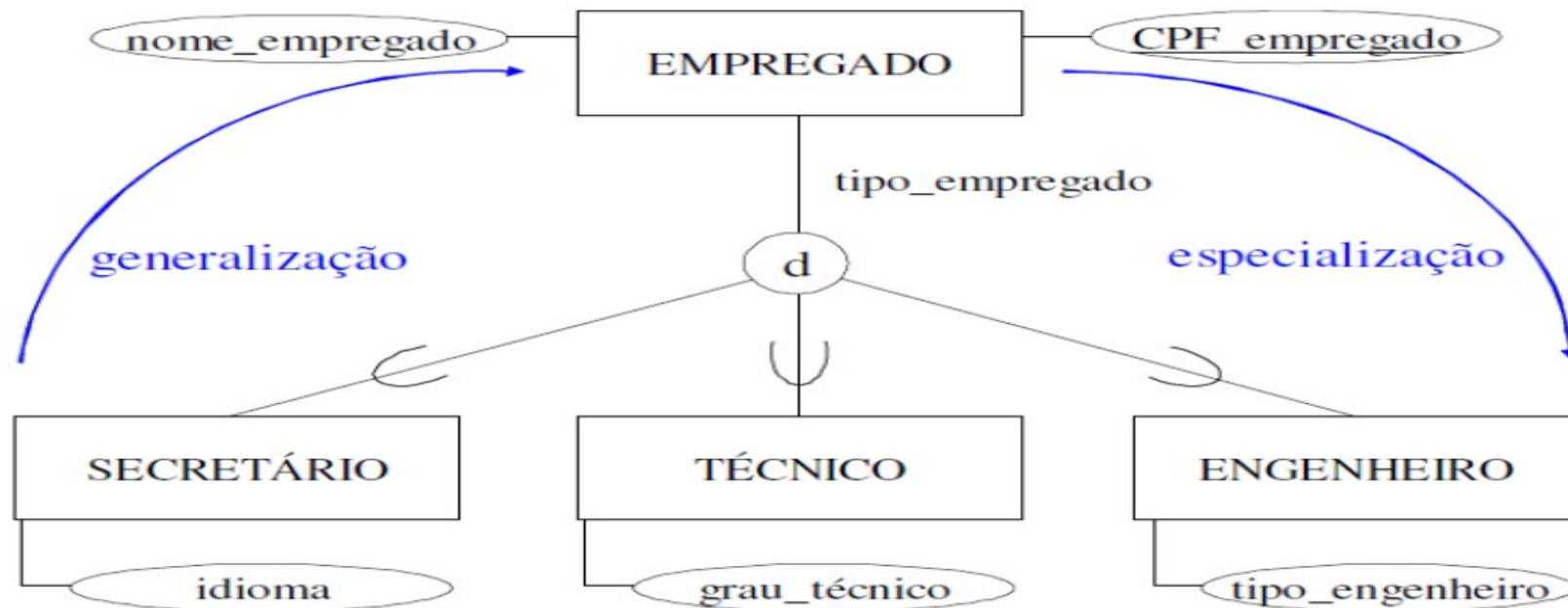
---

- ESPECIALIZAÇÃO:
  - definir sub-classes à partir da super-classe
- GENERALIZAÇÃO:
  - definir super-classe à partir de sub-classes



# EER – Ex. Especialização/ Generalização

---



- Cada entidade do Conjunto de Entidades das subclasses também é um Empregado
- OBS: a notação será discutida em seguida

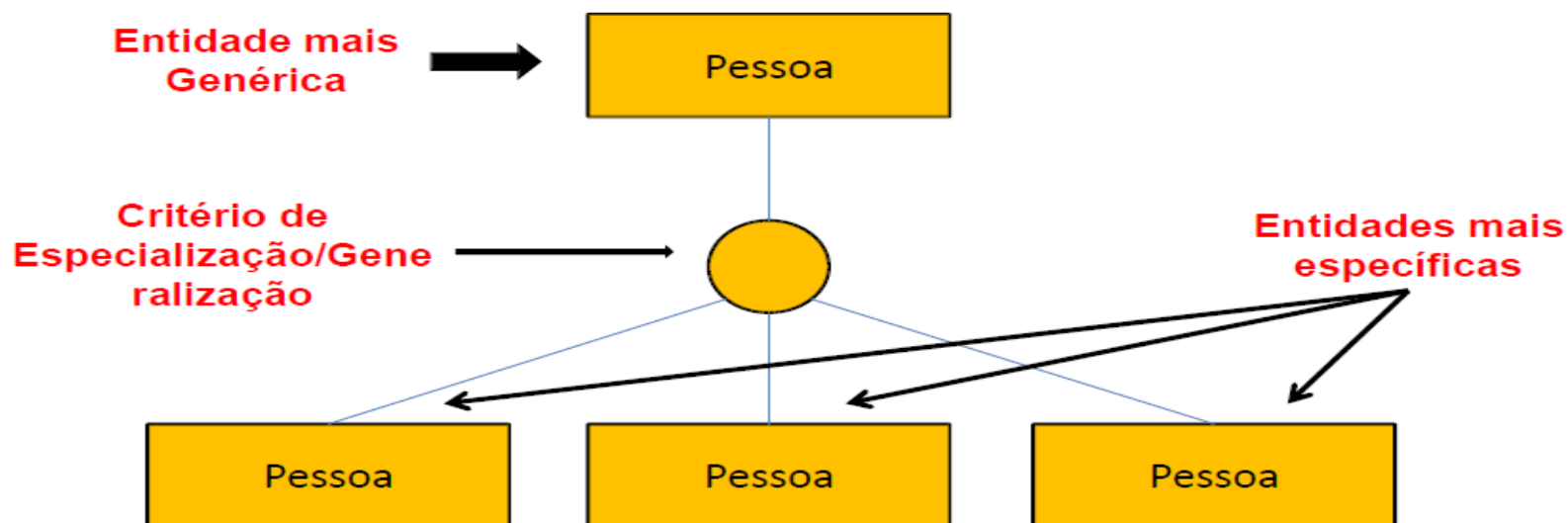
# EER – Herança de Relacionamentos

---

- Além dos atributos, as subclasses herdam os relacionamentos das superclasses
- Uma instância da superclasse pode ser instância de zero, uma ou mais subclasses, dependendo do **critério de especialização/generalização**

# EER – Ex. Especialização/Generalização

---



Os conceitos superclasse (supertipo), subclasse (subtipo), herança, generalização, especialização estão intimamente relacionados.

## EER – Subclasses mutuamente exclusivas

---

### Critério de Especialização/Generalização

- **Disjunto:** subclasses mutuamente exclusivas, ou seja, instância da superclasse pode ser, no máximo, instância de uma das subclasses



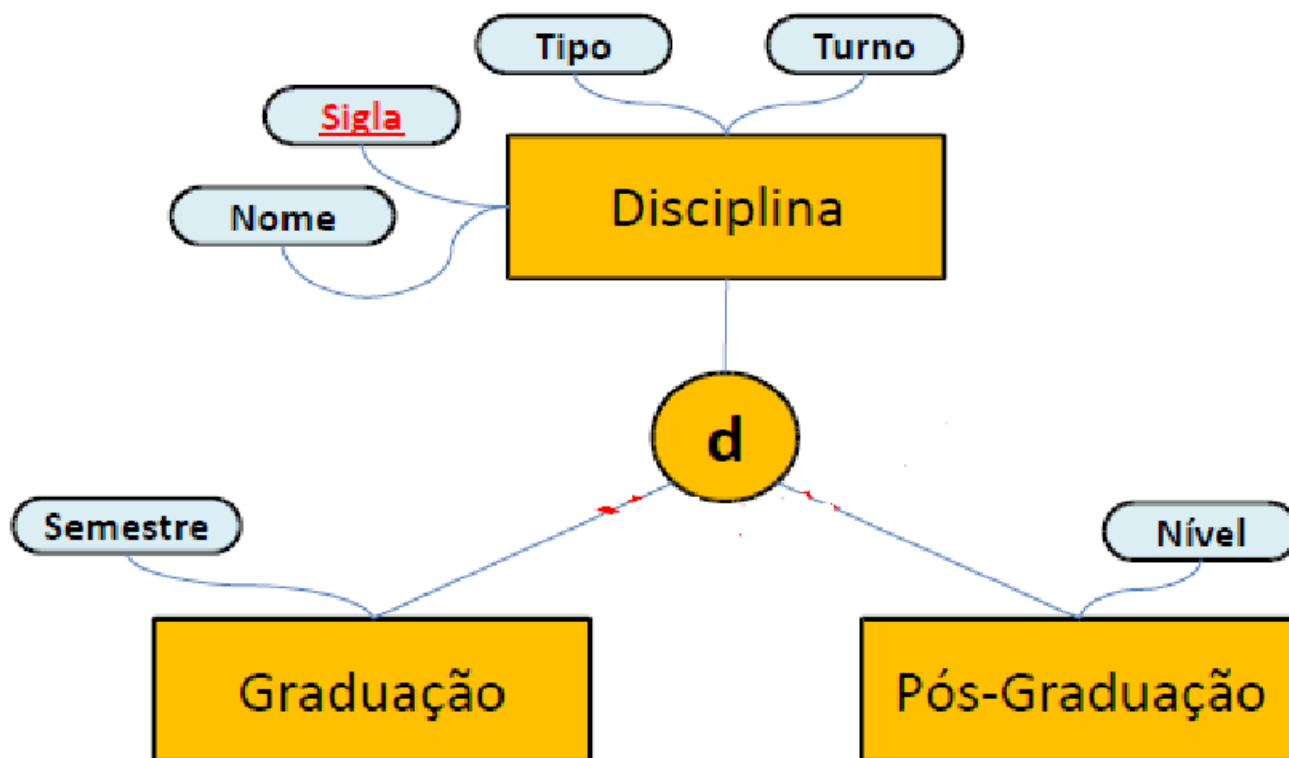
OBS: no DER o critério disjunto é indicado pela letra “d” no relacionamento superclasse/subclasse;



## EER – Exemplo subclasses disjuntas

---

Uma instância de disciplina não pode ser de graduação e pós graduação

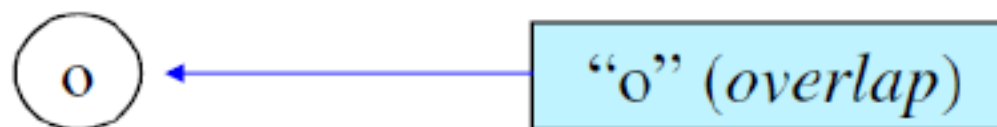


## EER – Subclasses sobrepostas

---

Critérios de Especialização/Generalização

**Sobreposto:** subclasses se sobrepõem, ou seja, instância da superclasse pode ser instância de mais de uma subclasse

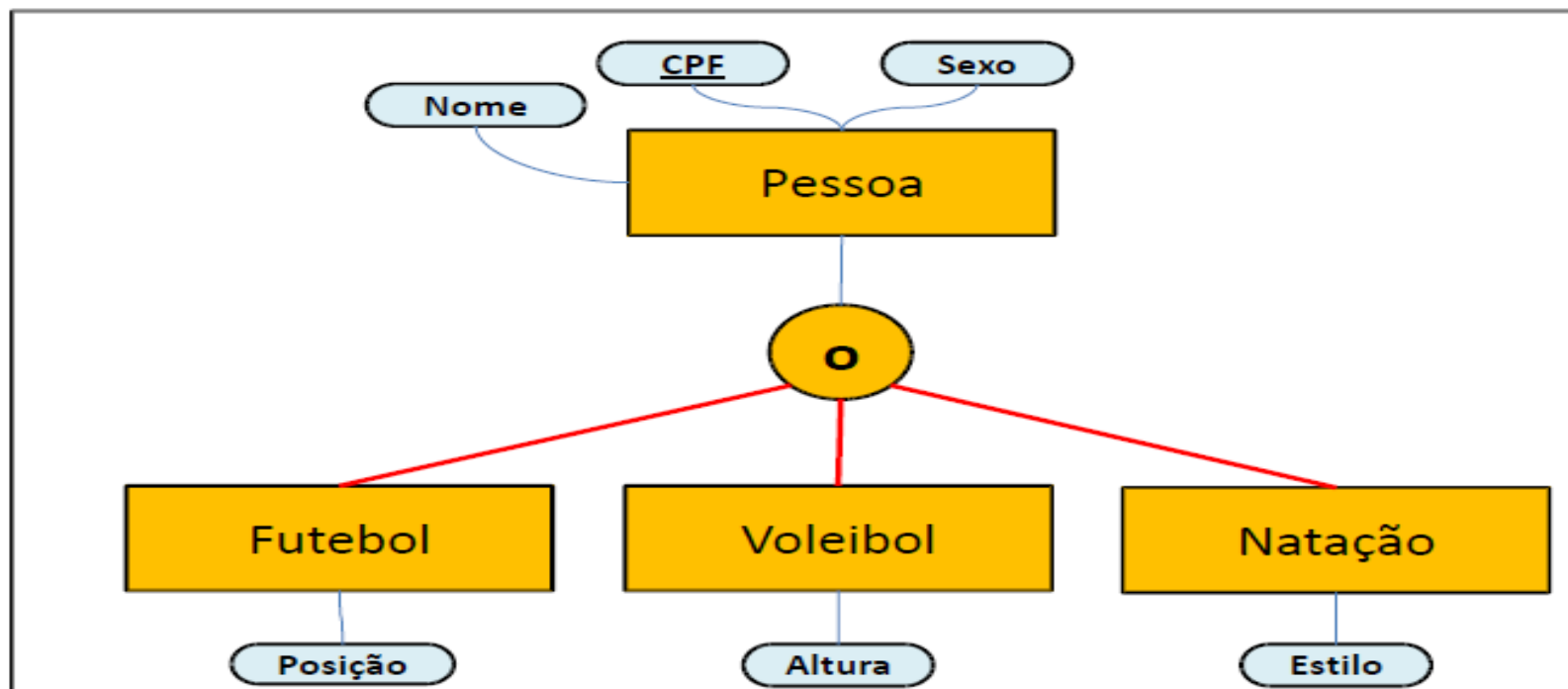


OBS: no DER o critério sobreposto é o *default* ou pode ser explicitado pela letra “o”

## EER – Exemplo de subclasses sobrepostas

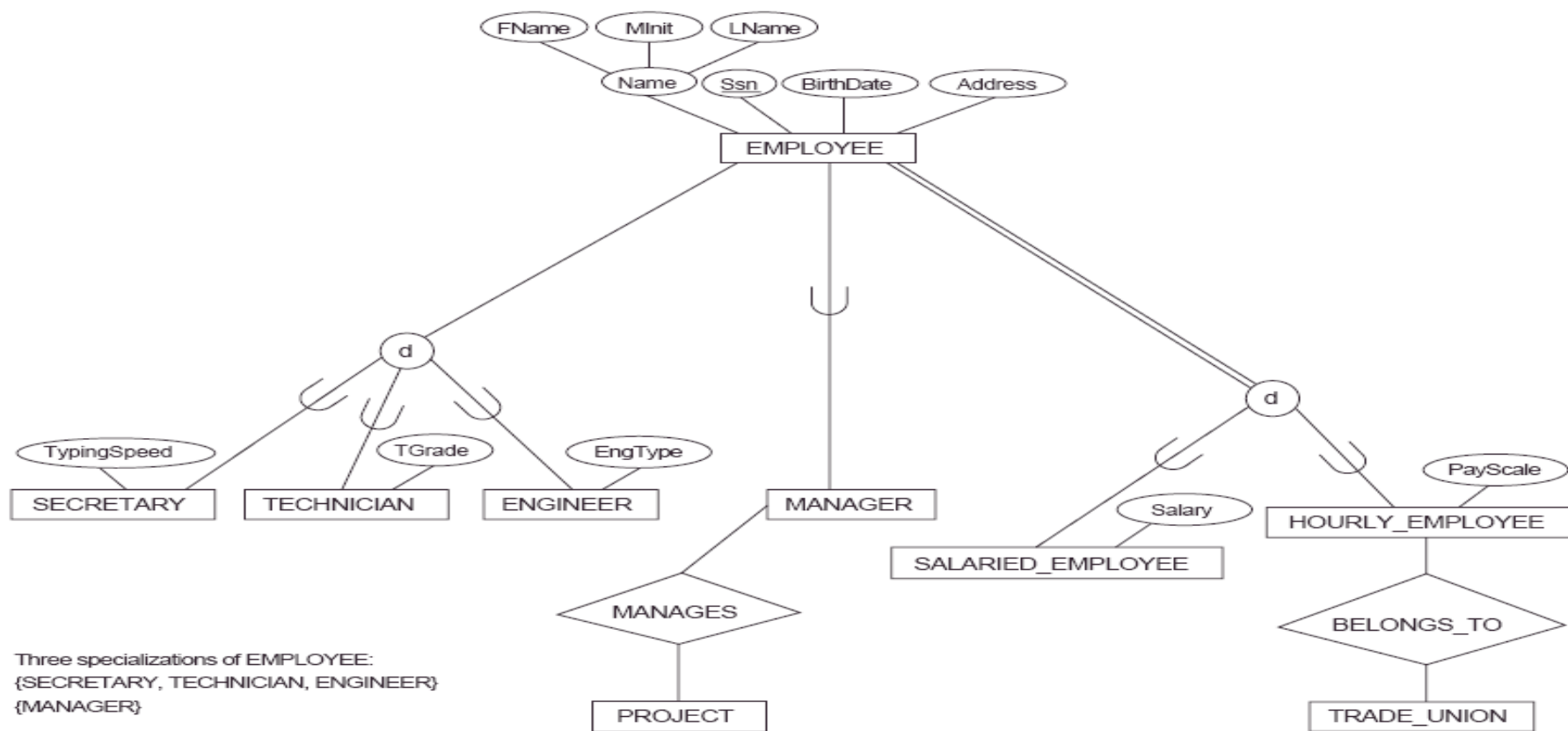
---

Uma instância de pessoa pode praticar mais de um tipo de esporte



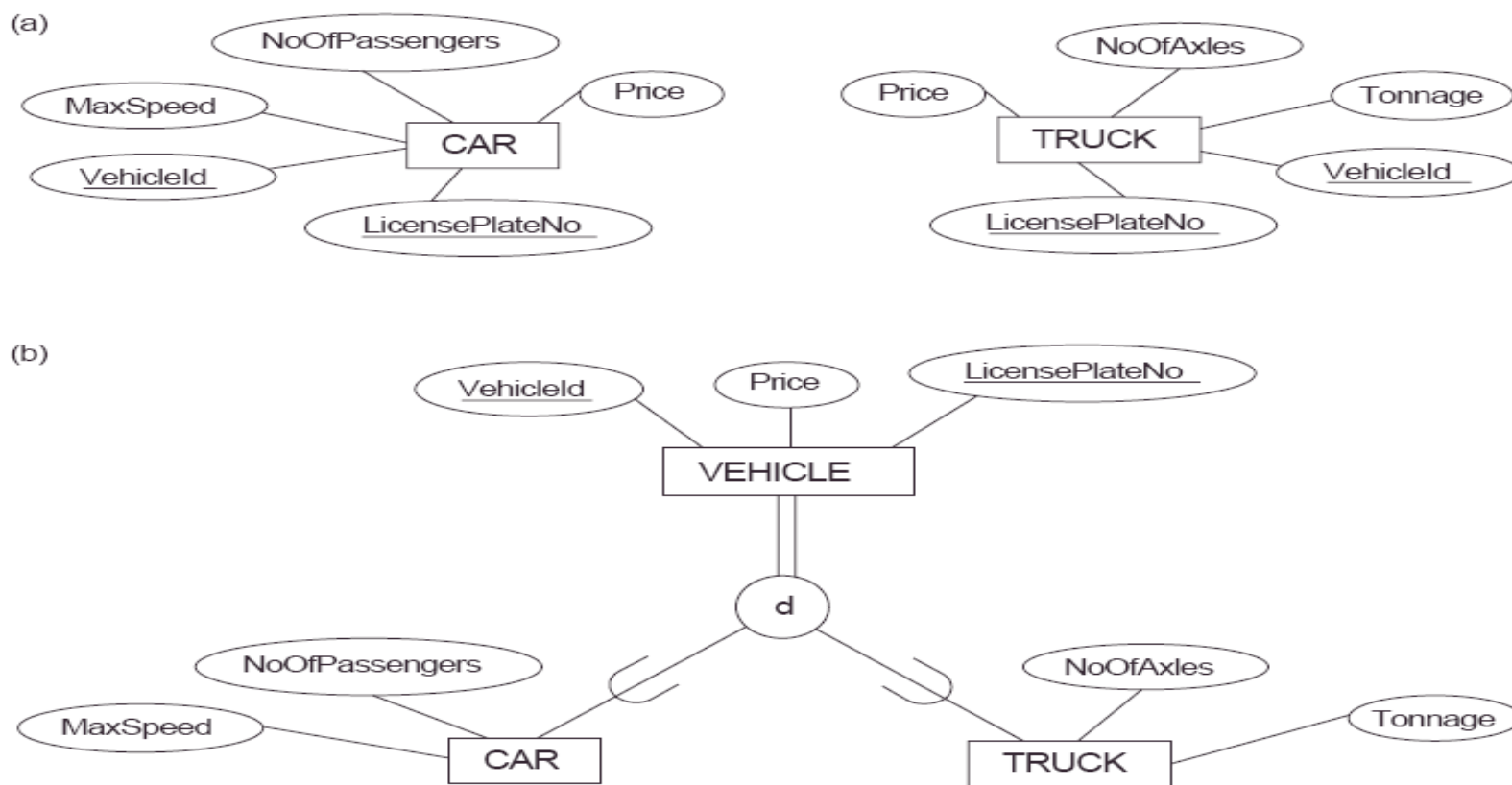
# EER – Exemplo de Especialização

**Figure 4.1** EER diagram notation for representing specialization and subclasses.



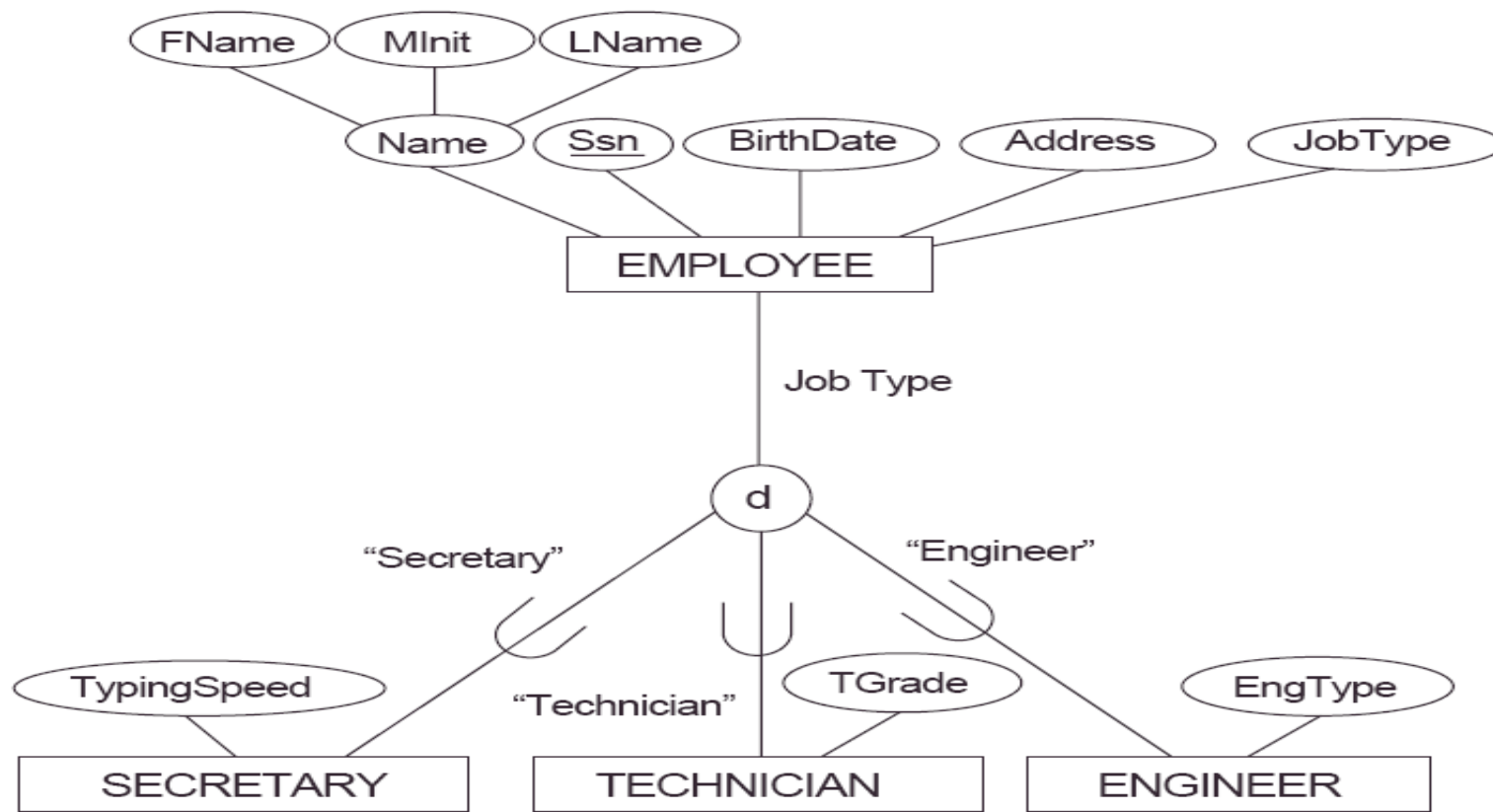
# EER – Exemplo de Generalização

**Figure 4.3** Examples of generalization. (a) Two entity types CAR and TRUCK. (b) Generalizing car and TRUCK into VEHICLE.



# EER – Especialização definida com atributo

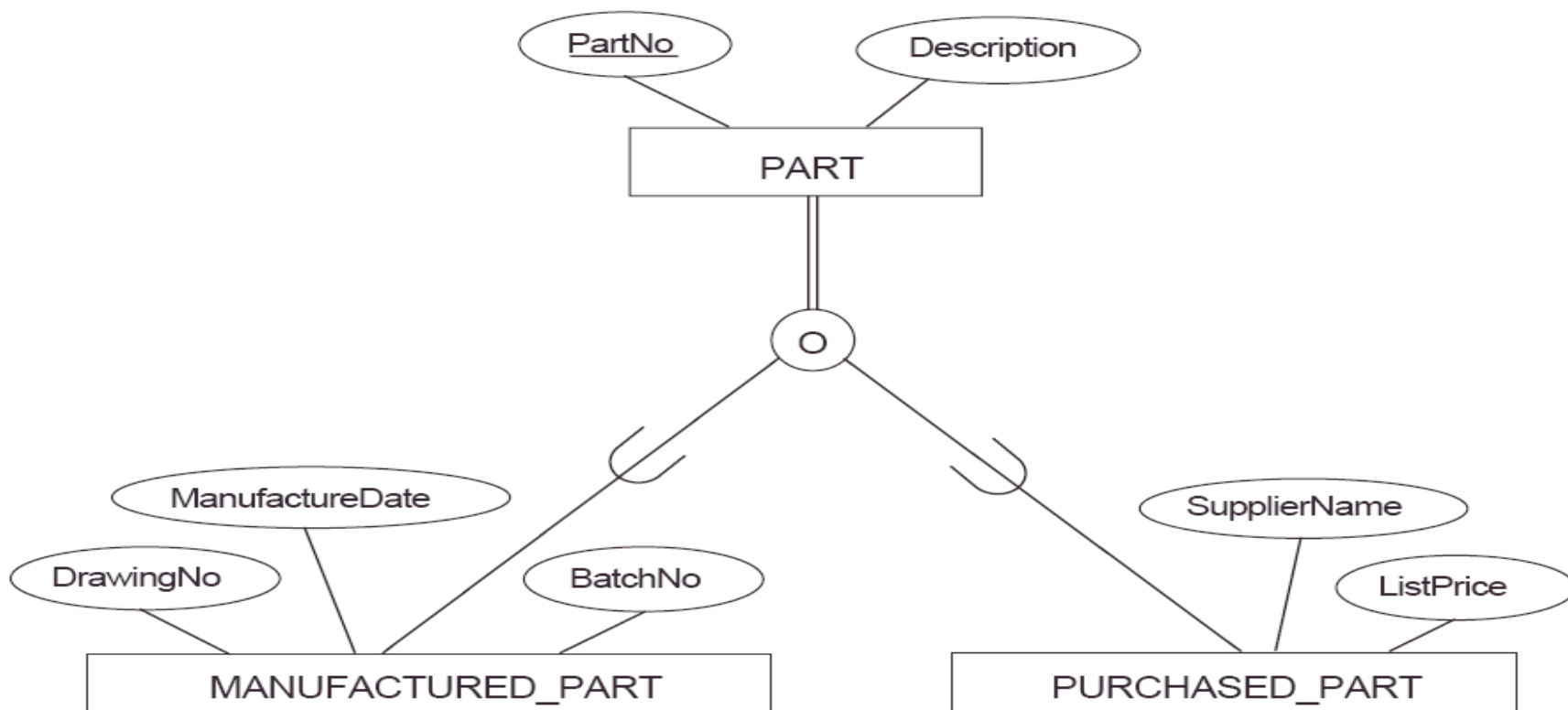
**Figure 4.4** An attribute-defined specialization on the JobType attribute of EMPLOYEE.



# EER – Especialização com sobreposição

---

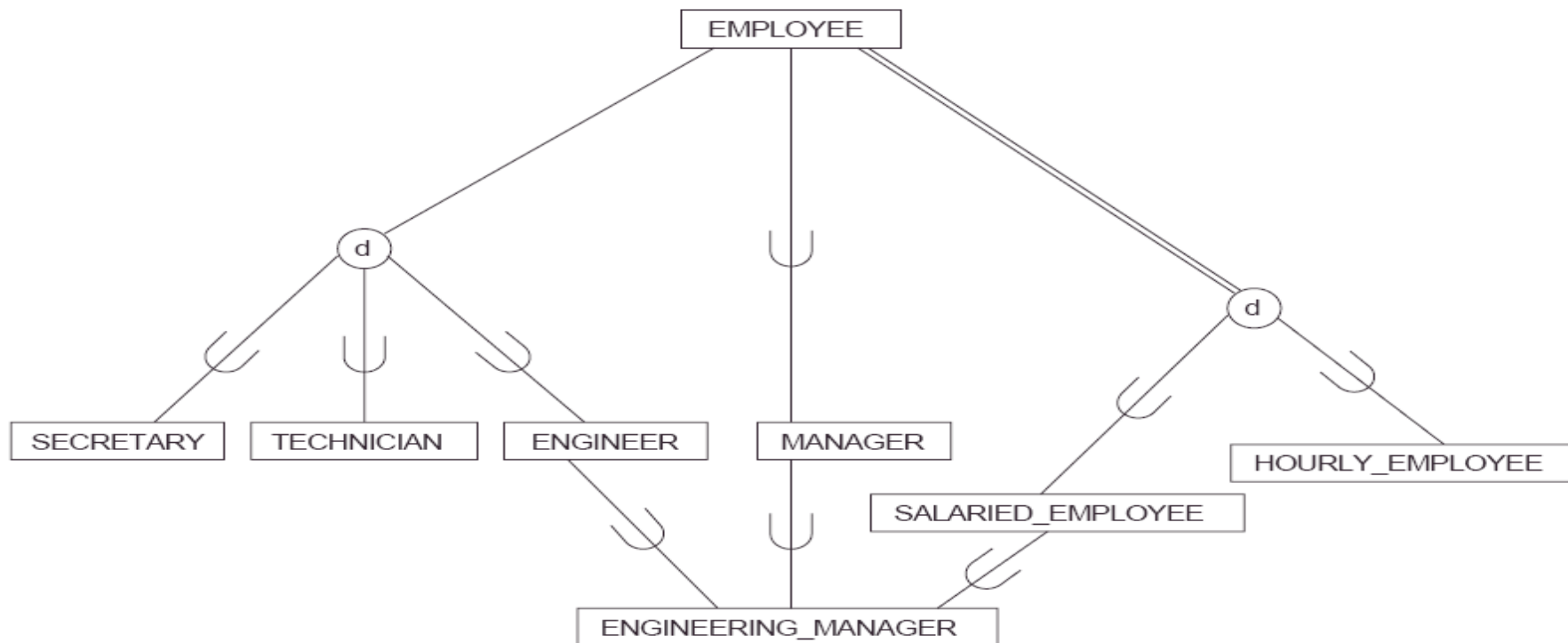
**Figure 4.5** Notation for specialization with overlapping (nondisjoint) subclasses.



# EER – Herança múltipla em subclasses

---

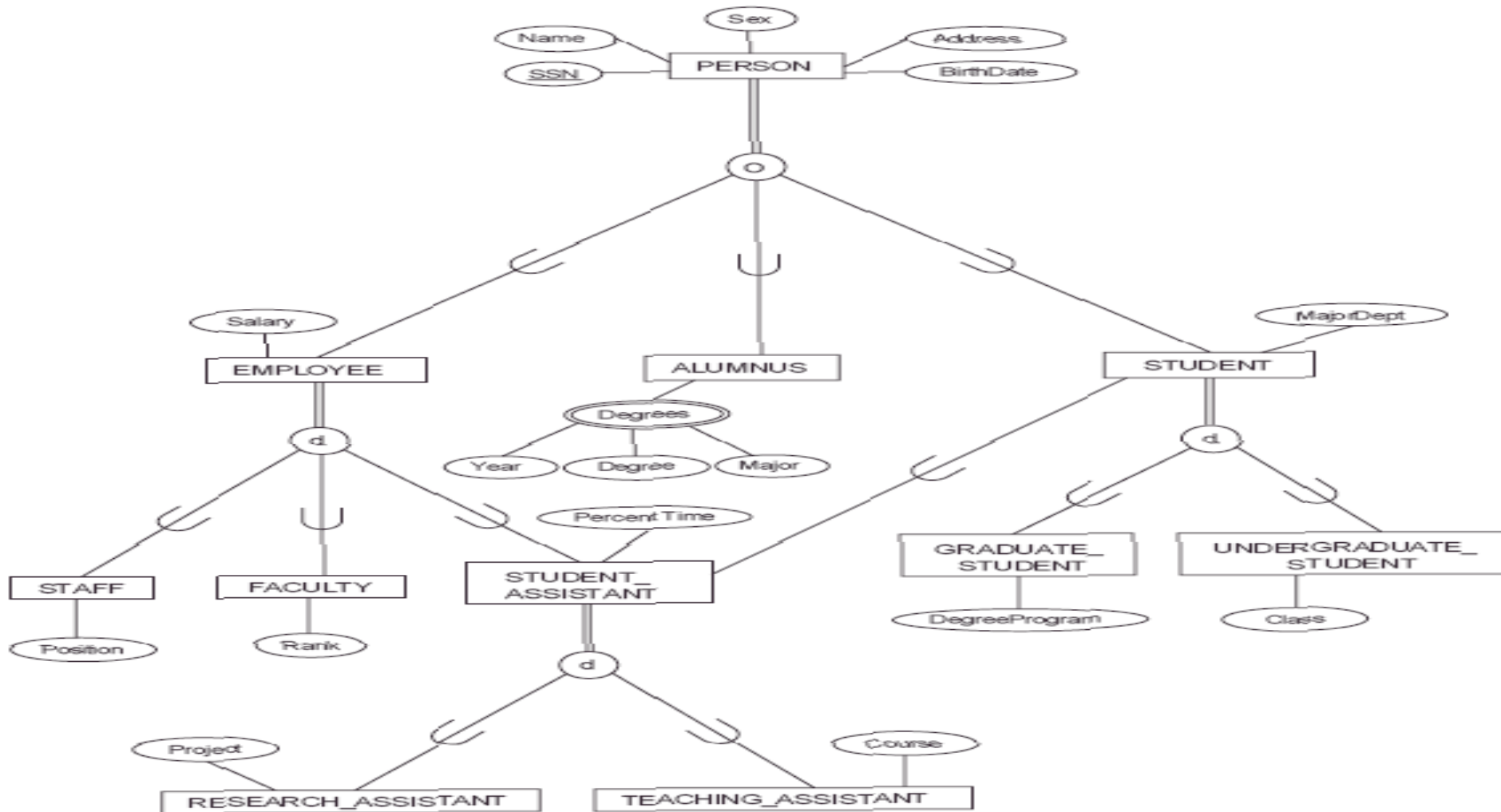
**Figure 4.6** A specialization lattice with the shared subclass ENGINEERING\_MANAGER.





# EER – Herança Múltipla

Figure 4.7 A specialization lattice (with multiple inheritance) for a UNIVERSITY database.



# EER - Categoria

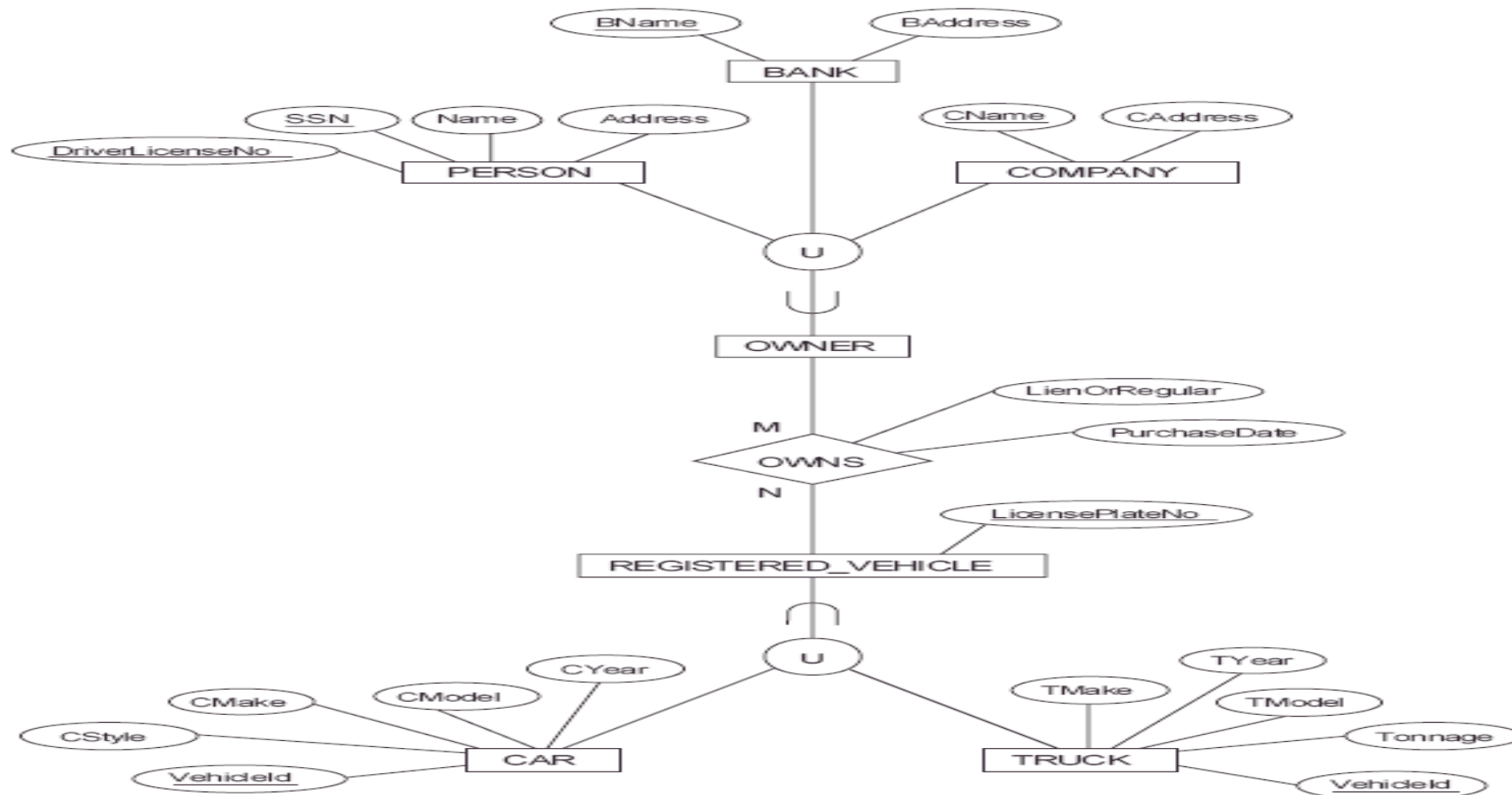
---

## *“UNION TYPE” ou CATEGORIA*

- União de entidades formando categorias ou clusters
- Em subclasses compartilhadas existem vários relacionamentos, mas cada um com uma superclasse
- Em união há apenas um relacionamento com mais de uma superclasse e a subclasse representa um subconjunto da união de todas as superclasses

No DER denotamos a união com a letra “U” no relacionamento das superclasses com a subclasse

**Figure 4.8** An illustration of how to represent the UNION of two or more entity types/classes using the category notation. Two categories are shown: OWNER and REGISTERED\_VEHICLE.



# EER - Agregação

---

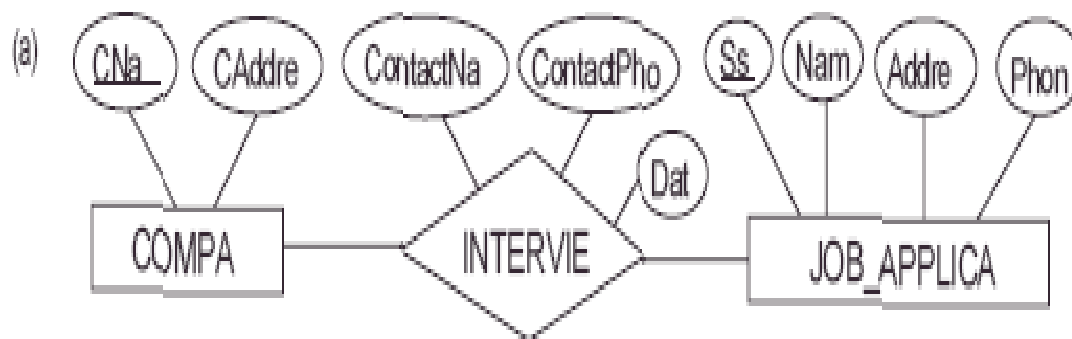
Def. **AGREGAÇÃO** é um conceito de abstração para a criação de objetos compostos com base em componentes

- No ER podemos agregar atributos de objetos para formar um objeto mais complexo
- Podemos representar um relacionamento de agregação como um relacionamento comum

# EER – Agregação – o problema

---

**Figure 4.16** An illustration of aggregation. (a) The INTERVIEW relationship type. (b) Including JOB\_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Including JOB\_OFFER by having a relationship in which another relationship participates (generally not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER). (e) Correct representation in ER.

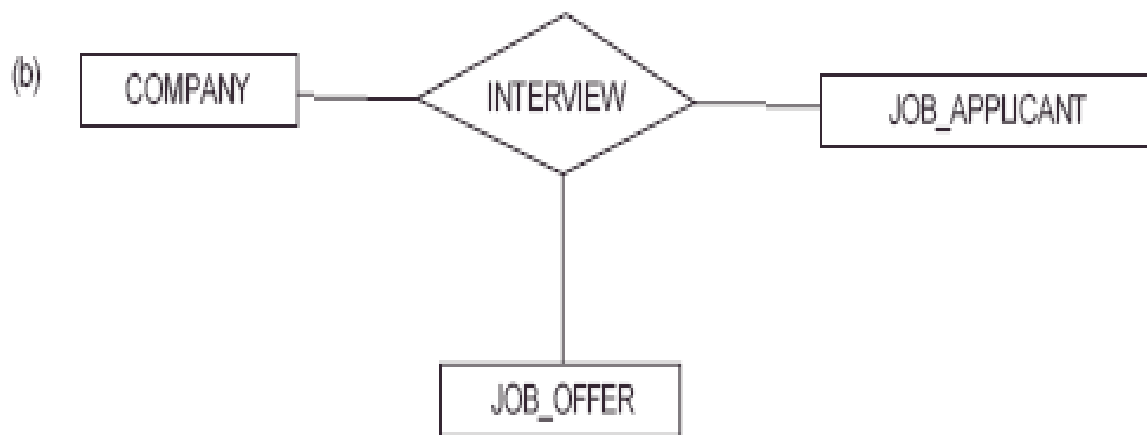


Como relacionar Entrevista a outra entidade chamada Oferta\_de\_Emprego?

# EER – Agregação – 1ª abordagem equivocada

---

**Figure 4.16** An illustration of aggregation. (a) The INTERVIEW relationship type. (b) Including JOB\_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Including JOB\_OFFER by having a relationship in which another relationship participates (generally not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER). (e) Correct representation in ER.



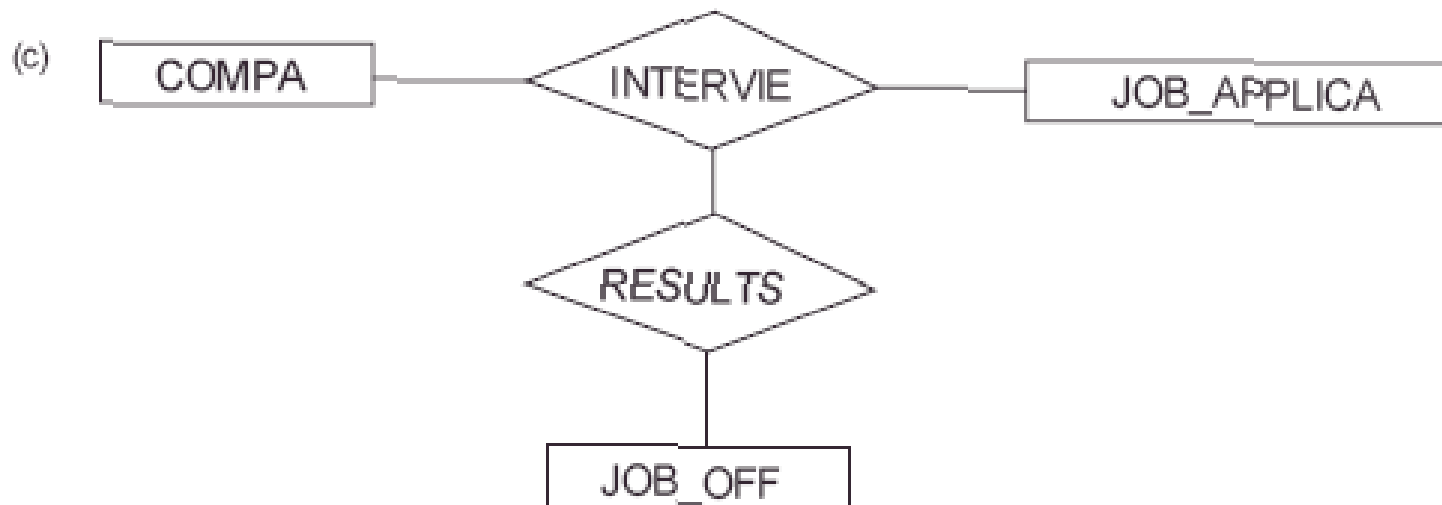
Nem toda Entrevista gera uma Oferta\_de\_Emprego. Logo não é correto modelar entrevista como um relacionamento.

---

# EER– Agregação – 2a abordagem equivocada

---

**Figure 4.16** An illustration of aggregation. (a) The INTERVIEW relationship type. (b) Including JOB\_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Including JOB\_OFFER by having a relationship in which another relationship participates (generally not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER). (e) Correct representation in ER.



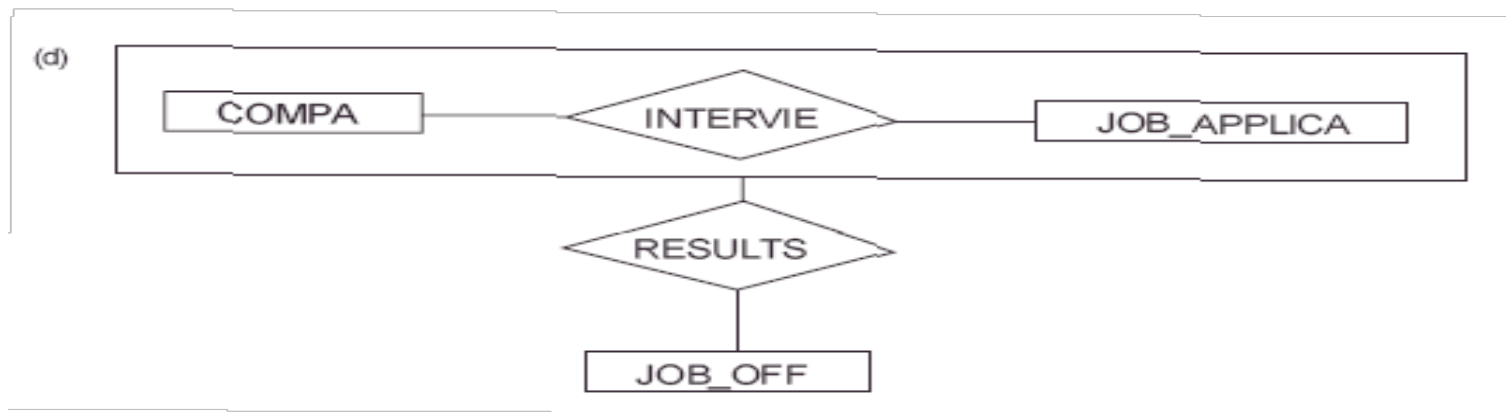
O ER não permite relacionamento entre relacionamentos (alguns autores definem diagramas ER que permitem)

---

# EER – Abordagem baseada em Agregação

---

**Figure 4.16** An illustration of aggregation. (a) The INTERVIEW relationship type. (b) Including JOB\_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Including JOB\_OFFER by having a relationship in which another relationship participates (generally not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER). (e) Correct representation in ER.

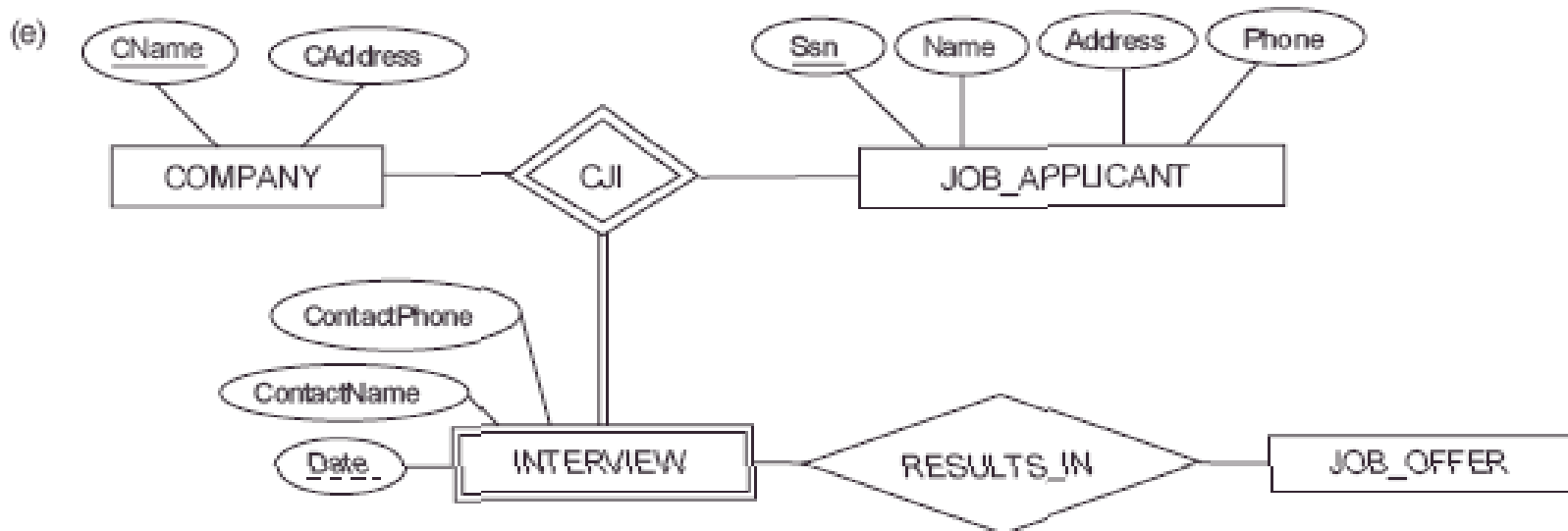


Define-se então um objeto composto, ou Entidade Agregada, mas esta última também não é usual em ER



# EER – Abordagem com Entidade\_Fraca

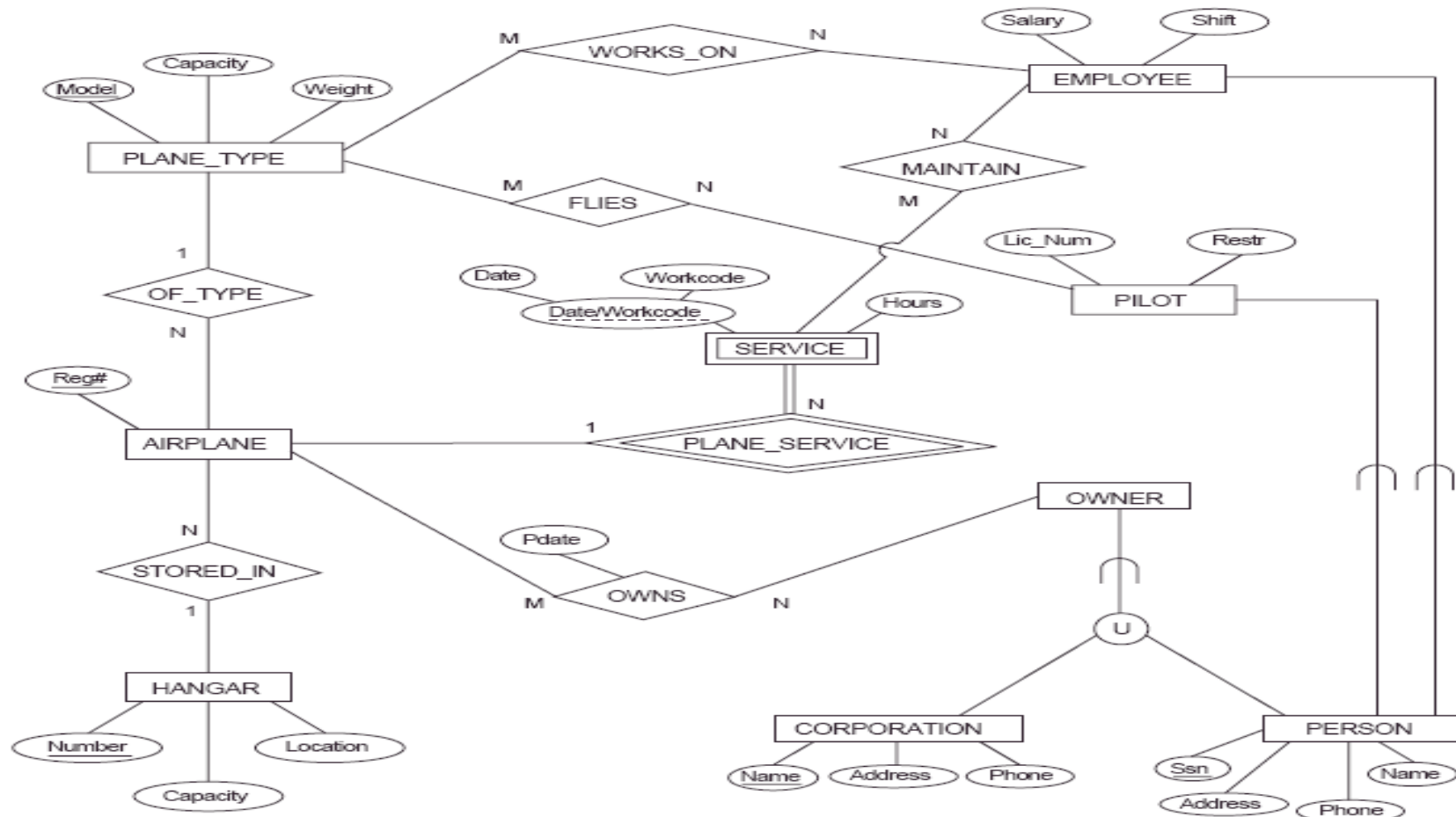
**Figure 4.16** An illustration of aggregation. (a) The INTERVIEW relationship type. (b) Including JOB\_OFFER in a ternary relationship type (incorrect). (c) Including JOB\_OFFER by having a relationship in which another relationship participates (generally not allowed in ER). (d) Using aggregation and a composite (molecular) object (generally not allowed in ER). (e) Correct representation in ER.



Esta é abordagem recomendada por [EN]

# Um Exemplo de EER

**Figure 4.17** EER schema for a SMALL AIRPORT database.



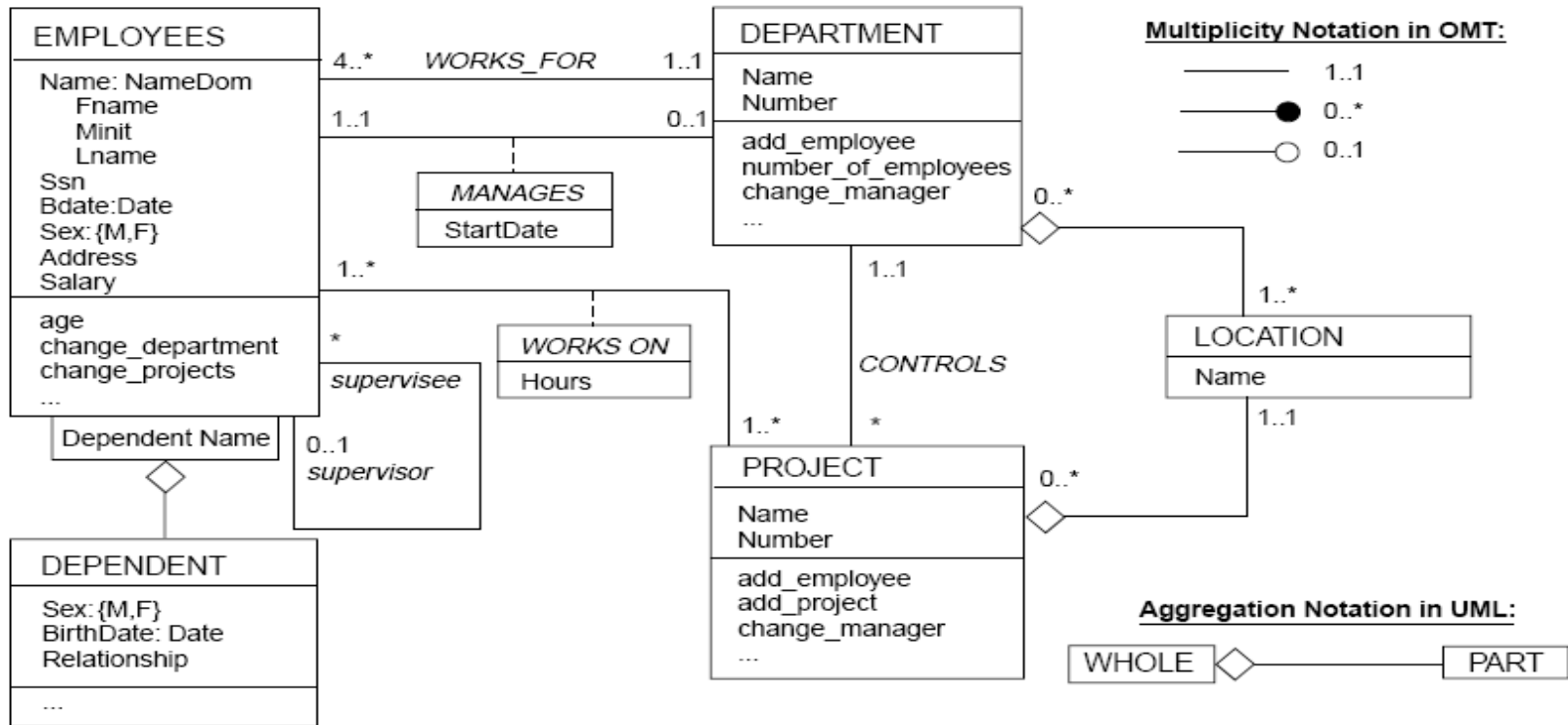
# Projeto Conceitual - UML

---

Diagrama de classes da UML como alternativa de modelagem conceitual

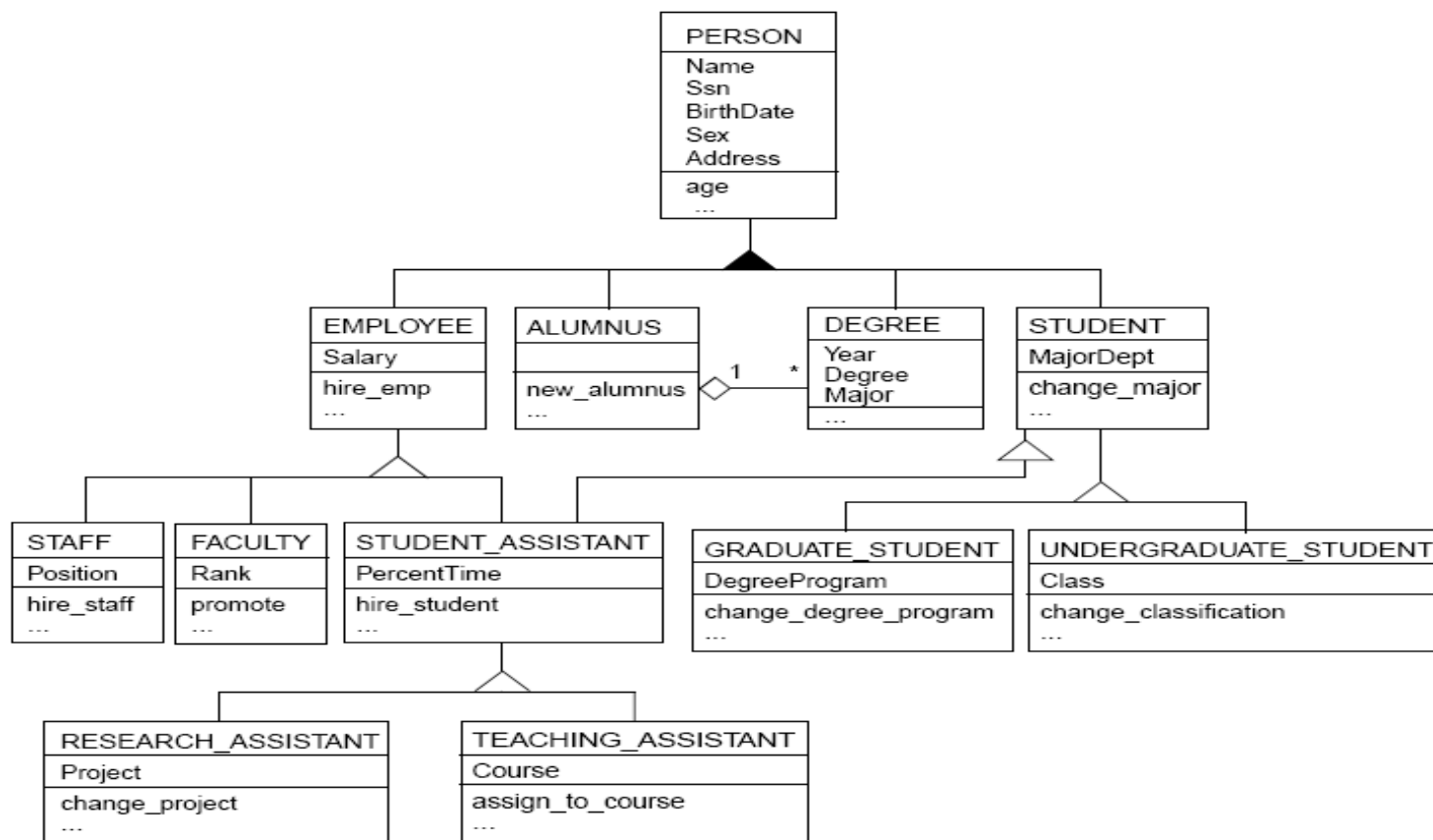
# UML – Um Exemplo

**Figure 4.11** The UML conceptual schema for the COMPANY database in Figure 3.15.



# UML - Especialização/Generalização

**Figure 4.12** Specialization/generalization notation in UML shown by a class diagram corresponding to the EER diagram in Figure 4.7.

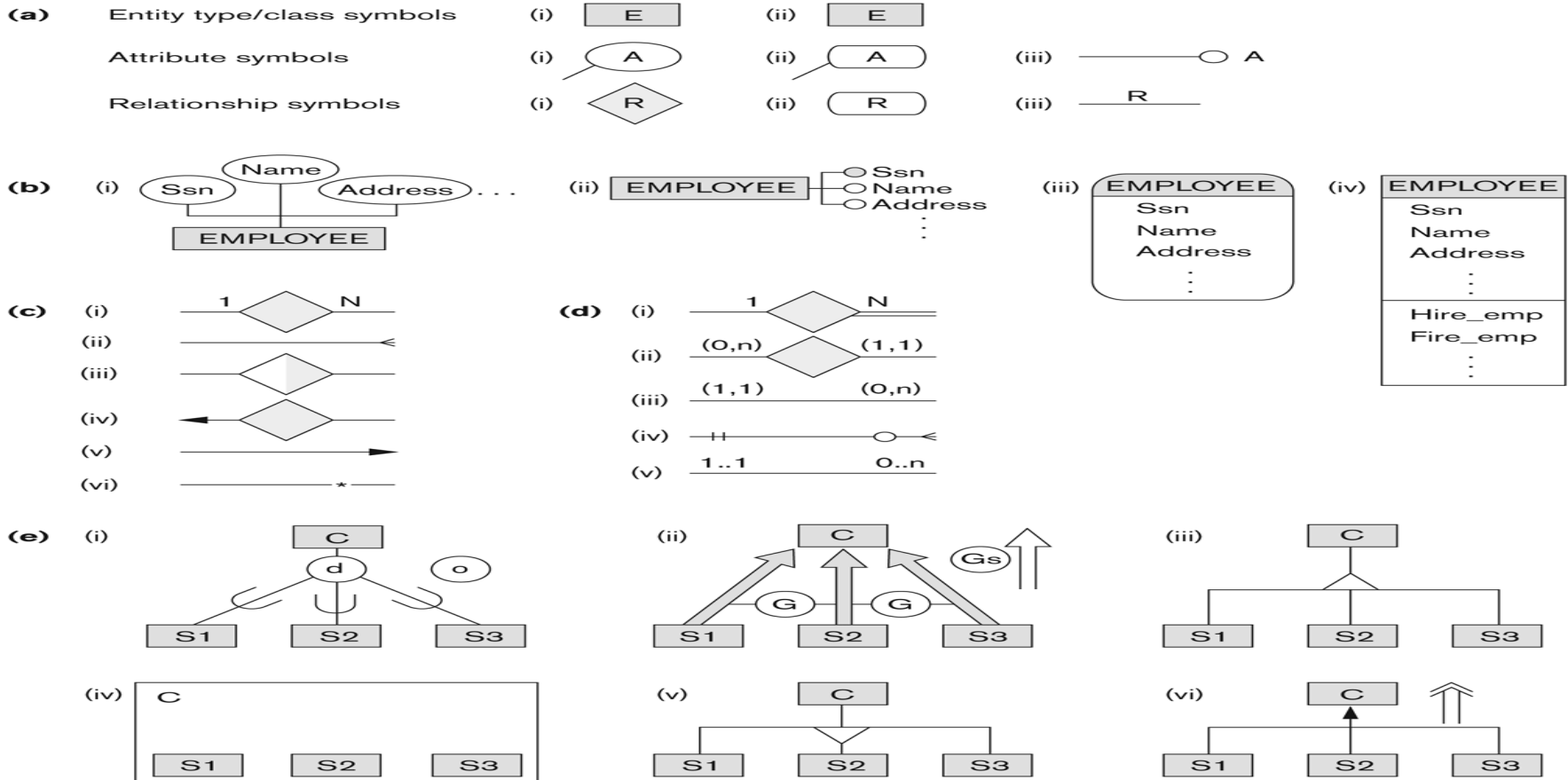


# Resumo de Projeto Conceitual com ER e EER

---

- *Entidades (fraca)*
- *Atributos (atômico, composto, multivalorado, derivado, chave) e domínios*
- *Relacionamentos*
  - *participação total e parcial*
  - *Cardinalidades (1:1, 1:N, N:M) ou (min, max)*
- *Especialização e Generalização*
  - *Total e parcial*
  - *Disjunta e sobreposta*
  - *União ou Categoria*

# Projeto Conceitual – Alternativas de Notação



**Figure A.1** Alternative notations. (a) Symbols for entity type/class, attribute, and relationship. (b) Displaying attributes. (c) Displaying cardinality ratios. (d) Various (min, max) notations. (e) Notations for displaying specialization/generalization.

# EER – Exercício em sala

---

*Desenhe um Diagrama EER para o Sistema de Eventos Esportivos-SEE descrito abaixo*

*O SEE tem como objetivo armazenar dados de modalidades esportivas (ex: natação), categorias (ex: 100m costas), competições, locais, pessoas e equipes participantes. Além disso, armazenar dados de empresas patrocinadoras e resultados das competições.*

*Uma categoria deve ter nome, tipo (individual ou coletiva) e gênero. Cada competição tem uma data, horário, local e refere-se a uma fase da categoria, sendo que deve existir pelo menos uma fase final por categoria. Os atletas ou equipes se inscrevem em categorias e participam de competições. Cada atleta(ou equipe) terá um resultado na competição, incluindo um score e uma indicação de colocação na competição e na categoria. O vencedor da competição final será o vencedor da categoria. Cada local terá um endereço, capacidade de público e lista de modalidades esportivas. As pessoas terão cpf, nome, idade e serão do tipo funcionário ou atleta. Dos atletas deve-se registrar as categorias inscritas. Os funcionários podem ser responsáveis por locais. Cada local deve ter um responsável. O árbitro é um tipo especial de funcionário para o qual deve-se registrar as modalidades. Cada equipe terá um nome e uma lista de atletas participantes. Cada empresa patrocinadora terá um cnpj, nome, endereço e tipo de patrocínio (atleta, equipe e/ou evento). Nos dois primeiros casos deve-se registrar quem são os patrocinados, no último caso deve-se registrar o valor do patrocínio.*



# Bibliografia/Exercícios de EER

---

- [EN] Capítulo 8
- [RG] Capítulo 2
- [SK] Capítulo 7

# FIM – ER e EER

---

FIM – ER e EER