
Modelo Entidade-Associação (EA)

Sistemas de Informação I

Modelo EA - Objectivo

- O objectivo fundamental do Modelo EA é a **análise de um sistema procurando modelar o mundo real num conjunto de padrões pré-definidos**
- Não existe, durante a sua construção, uma preocupação de como irá ser implementado o sistema
- Após a modelação (e durante ela) obtêm-se um conjunto de “padrões” modelados de um modo conceptual
- É um bom mecanismo de comunicação entre vários intervenientes, que falam dialectos diferentes : Analistas, Programadores, Clientes...
- Este tipo de modelação foi proposta por Peter Pin-Shan Chen (abreviadamente Chen) em 1976
- Desde então, muitas extensões e abordagens derivadas da mesma vêm sendo propostas

Modelo EA - Conceitos

- O Modelo EA é modelado tendo em conta um conjunto de conceitos básicos
 - Entidades
 - Entidade Associativa
 - Entidade Fraca
 - Associações entre Entidades
 - Atributos
- Alguns conceitos foram acrescentados
 - Associação Exclusiva
 - Generalização

Conjunto de Entidades

- Uma Entidade é a concretização de uma abstracção de um objecto ou conceito existente, que têm um conjunto de características que o distingue de outros
 - Uma Encomenda específica – É um conceito que é modelado numa Entidade
 - Um determinado Cliente – É um objecto que é modelado numa Entidade
- Ao conjunto das concretizações designa-se de Conjunto de Entidades, cuja representação gráfica é:



A rectangular box with a black border, representing an entity set in a database diagram.

Cliente

Conjunto de Entidades (cont.)

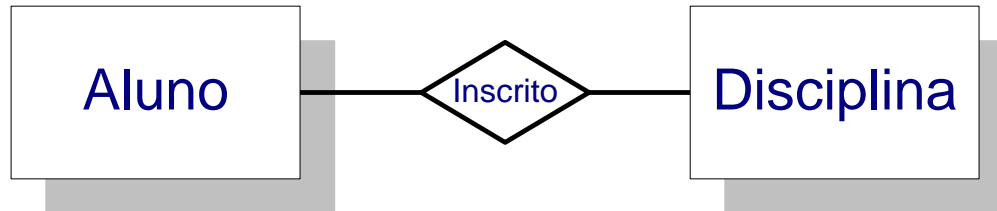
- Do seguinte excerto:
 - "...no sistema estão registado clientes que podem fazer encomendas...."
- Sabemos que existirão dois conjuntos de entidades
 - **Cliente** – Conjunto de Entidades que virtualizam os vários clientes existentes
 - **Encomenda** – Conjunto de Entidades que virtualizam as várias encomendas efectuadas pelos clientes
- Uma Entidade de Cliente pode ser o cliente *José Maria*. Ele partilha com o resto dos clientes um conjunto de características, por Ex. Nome, morada, NC
- Normalmente o nome dos Conjuntos de Entidades vem no **singular**
- Daqui em diante, sempre que não existir ambiguidade, será usado o termo Entidade para designar um Conjunto de Entidades

Associações entre Conjuntos de Entidades

- Do seguinte excerto:
 - “... Os alunos inscrevem-se em disciplinas . O Pedro e o João já estão inscritos na disciplina de Bases de Dados.”
 - Sabemos que existiram dois Conjuntos de Entidades
 - Aluno – constituído por duas Entidades: {Pedro, João}
 - Disciplina – constituído por uma Entidade: {Bases de Dados}
 - A acção de inscrição leva a que exista uma associação entre Elementos dos dois conjuntos:
 - Inscritos – É um **Conjunto de Associações**
 - Esse conjunto é constituído por duas associações: (Pedro, Base de Dados) e (João, Base de Dados)

Associações entre Conjuntos de Entidades (cont.)

- A representação gráfica de uma associação faz-se com um losango. Esse losango une os Conjuntos de Entidades que estão associados



- Para simplificar, daqui por diante, sempre que não existir ambiguidade, será usado o termo Associação para designar um Conjunto de Associações

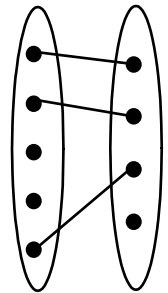
Multiplicidade de ou Grau

- A multiplicidade (ou Grau) indica o número de associações em que uma Entidade pode participar

- A multiplicidade pode então ser:

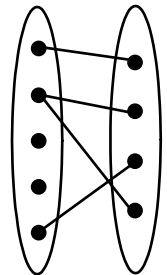
- um-para-um

- Cada Entidade de A está associada a uma Entidade de B



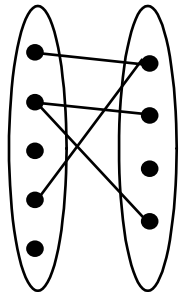
- um-para-muitos

- Cada Entidade de A está associada a muitas Entidades de B
 - Cada Entidade de B está, no máximo, associada a uma única Entidade em A



- muitos-para-muitos

- Cada Entidade de A está associada a muitas Entidades de B e vice-versa



Multiplicidade de ou Grau (cont.)

- um-para-um

- “...Cada aluno de doutoramento escreve uma (e no máximo uma) tese. Cada tese tem um único aluno como autor.”



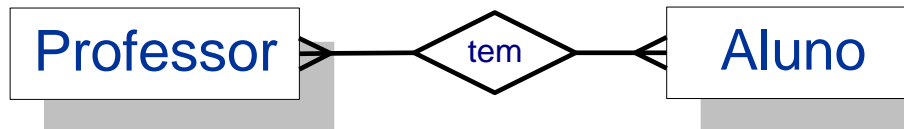
- um-para-muitos

- “...Cada aluno de doutoramento tem um único orientador. Cada orientador pode ter vários alunos.”



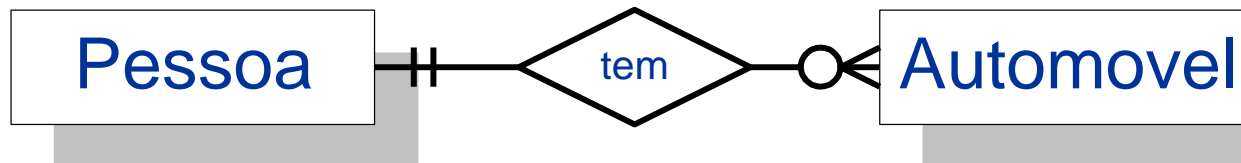
- muitos-para-muitos

- “...Cada aluno tem vários professores. Cada professor tem vários alunos...”



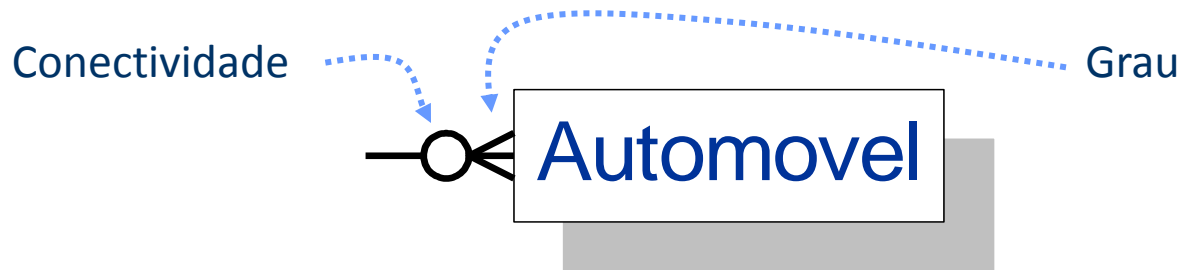
Conectividade de um conjunto de associações

- Nem sempre é obrigatório uma entidade estar associada a uma outra. Por vezes essa associação é facultativa
- No exemplo: “...Cada pessoa pode ter vários automóveis, eventualmente nenhum...”, não é obrigatório que cada pessoa tenha um automóvel
- Assim, além do Grau existe a noção de conectividade
- Para o exemplo



Conectividade de um conjunto de associações (cont.)

- A simbologia para as Associações é:

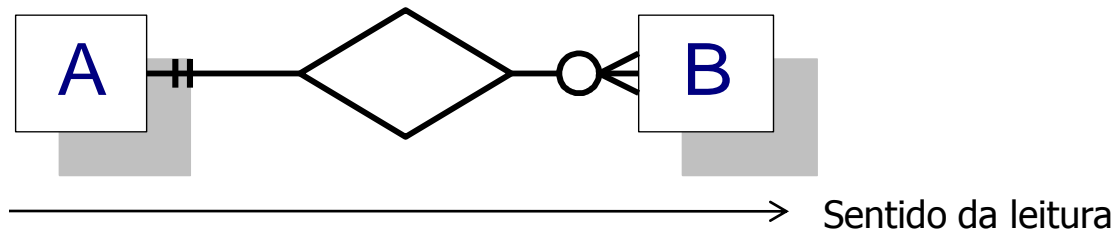


- Para indicar que a Associação é de carácter facultativo, utiliza-se um circulo (admite valores a NULL)
- Para indicar que é uma associação de carácter obrigatório, utiliza-se um traço vertical



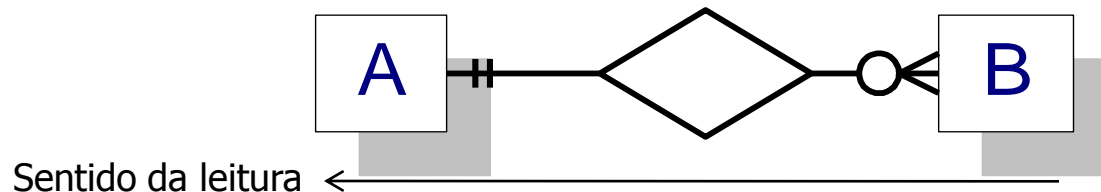
Conectividade de um conjunto de associações (cont.)

- Quando é de carácter facultativo, indica que uma Entidade não tem, obrigatoriamente, que estar associada com outra
 - A cada entidade de A podem estar associadas várias de B, eventualmente nenhuma



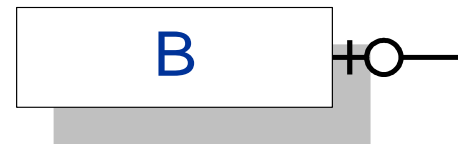
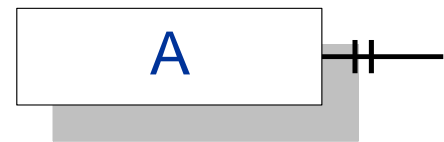
- Quando é de carácter obrigatório indica que uma Entidade tem, obrigatoriamente, que estar associada com outra

- A cada entidade de B tem de estar associada uma de A



Grau e Conectividade - resumo

- Grau Um, *obrigatório*
- Grau Um, *facultativo*
- Grau N, *obrigatório*
- Grau N, *facultativo*



Conectividade de um conjunto de associações

- “... cada livro de uma biblioteca pode ser requisitado por um utente de cada vez, mas cada utente pode requisitar vários livros.”



- “...Cada professor lecciona apenas uma cadeira.



- “...Cada pessoa só pode ser sócio de um clube de futebol. Cada Clube tem vários sócios.”

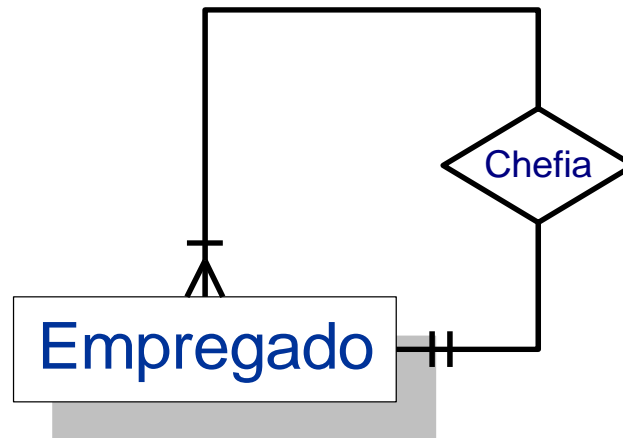


Aridade de um conjunto de associações

- Cada Conjunto de Associações tem uma Aridade
- A aridade representa o número de Conjuntos de Entidades que estão associados
- Existem quatro tipos de Aridades:
 - Unária($N=1$), onde um Conjunto de Entidades associa-se consigo próprio
 - Binária($N=2$), onde dois Conjunto de Entidades (diferentes) estão associados
 - Ternária($N=3$), onde três Conjunto de Entidades (diferentes) estão associados
 - N-Ária, quando N Conjunto de Entidades (diferentes) estão associados
- A cada Conjunto de Entidades que participa numa associação designa-se de Argumento de um Conjunto de Associações

Aridade de um Conjunto de Associações - Unária

- “...cada *Empregado* tem um chefe, que por sua vez também é um *Empregado*.”
- Existe um Conjunto de Associações com Aridade Unária entre o Conjunto de entidades *Empregado* e ela própria



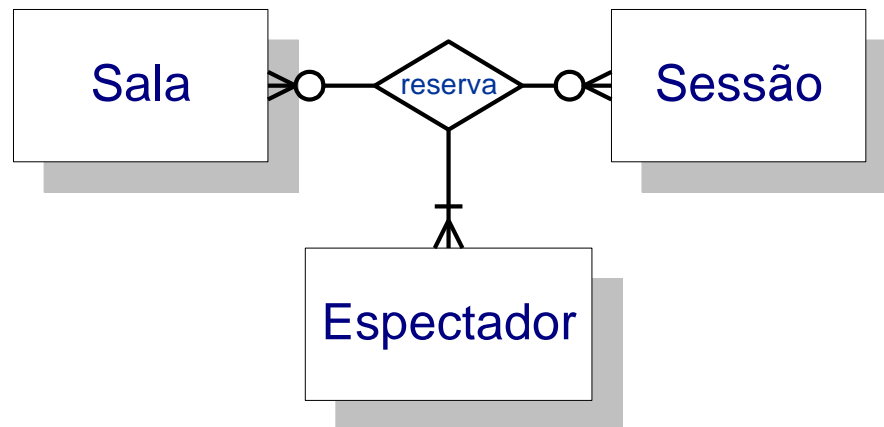
*Aridade de um Conjunto de Associações - **Binária***

- “... cada livro de uma biblioteca pode ser requisitado por um utente de cada vez, mas cada utente pode requisitar vários livros.”
- Este Conjunto de Associações tem Aridade Binária, visto associar Entidades de dois Conjuntos de Entidades



Aridade de um Conjunto de Associações - *Ternária*

- As associações Ternárias seguem os mesmos princípios das Unárias e Binárias
- Como o nome indica, estas associações englobam três conjuntos de Entidades
- “... Cada Cinema tem um conjunto de salas onde os filmes são projectados. Existem ao longo do dia várias sessões. Um espectador pode reservar bilhetes para diferentes sessões, em várias salas.”



Aridade de um Conjunto de Associações - Ternária

- Três associações Binárias não conseguem representar a mesma informação que uma Ternária
- Conjunto de Entidades
 - Sala – {S1}
 - Sessão – {1}
 - Espectador – {Luís, Manuel}
- Considerem-se os seguintes Conjuntos de Associações
 - ReservaSessao={{(Luís,1),(Manuel,1), (Luís,2)}}
 - ReservaSala={{(Luís,S1),(Manuel,S1), (Luís,S2)}}
 - SessãoSala={{(1,S1),(2,S1),(1,S2),(2,S2)}}
- Para representar a afirmação “O Luís reservou um bilhete para a Sala S1 para a 1ª Sessão”, é necessário um Conjunto de Associações Ternária - ReservaSalaSessão={{(Luís,S1,1)}}

Aridade de um Conjunto de Associações – Ternária (cont.)

- Para o exemplo anterior não existem restrições à forma como as entidades se podem associar; a associação terá então uma multiplicidade M:N:P
- O artigo de Chen não incluía referências as associações com Aridade superior a dois e multiplicidade diferente de M:N:P:
- Usando a notação M:N:P: e substituindo faseadamente cada letra por 1, tem-se as seguintes hipóteses
 - M:N:P, / 1:N:P / M:1:P / M:N:1 / 1:1:P / 1:N:1 / M:1:1 / 1:1:1
 - Se retirarmos M:N:P: (sem nenhuma restrição de associação) e 1:1:1(maior restrição), restam seis hipóteses

Como utilizar estas seis hipóteses, para representar as restrições apresentadas nos sistemas em análise?

Aridade de um Conjunto de Associações – Ternária (cont.)

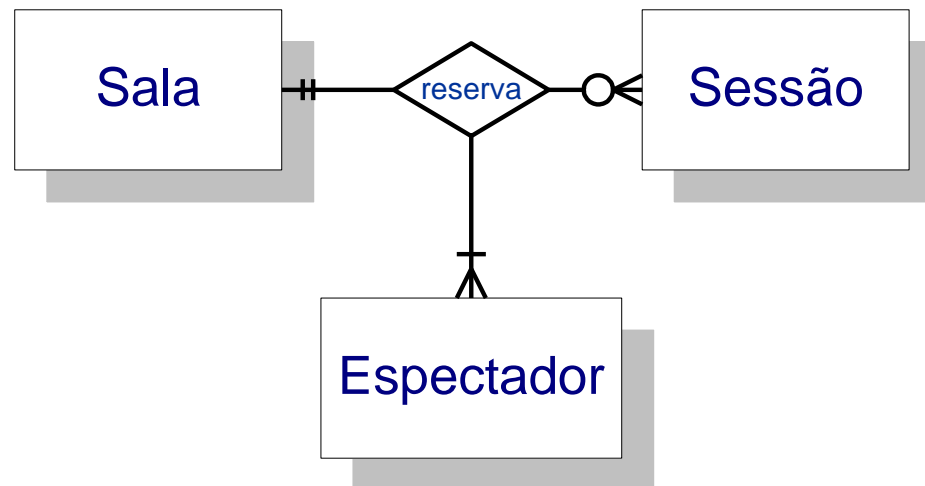
- Os requisitos, ou restrições, serão descritos da forma: “...Um espectador apenas pode reservar para a mesma sessão uma única sala.”
- Textualmente, iremos representar esse requisito da forma:
 - [Espectador:Sessão]:Sala
- Para o exemplo apresentado existem mais dois requisitos do mesmo tipo
 - “...Um espectador por sala apenas pode reservar uma única sessão.”
 - [Espectador:Sala]:Sessão
 - “...Uma sala por cada sessão apenas pode ser reservada por um único espectador”
 - [Sessão:Sala]:Espectador

Aridade de um Conjunto de Associações – **Ternária** (cont.)

- Os requisitos podem no entanto ser apresentados da forma: “...Cada sala é reservada por um único espectador por sessão”
 - Sala:[Espectador:Sessão]
- Usando a notação da multiplicidade temos:
- Requisito (Espectador:Sessão:Sala)
 - [Espectador:Sessão]:Sala M:N:1
 - [Espectador:Sala]:Sessão M:1:P
 - [Sala:Sessão]:Espectador 1:N:P
 - Sessão:[Espectador:Sala] 1:N:1
 - Sala:[Espectador:Sessão] 1:1:P
 - Espectador:[Sessão:Sala] M:1:1

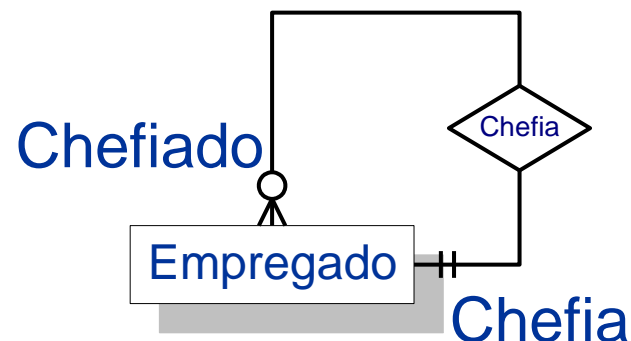
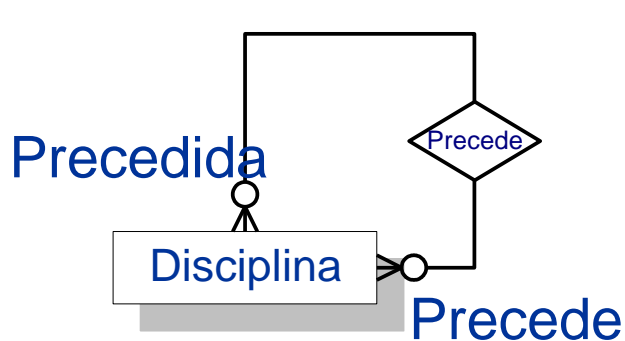
Aridade de um Conjunto de Associações – **Ternária** (cont.)

- Para o exemplo podia ser apresentado a seguinte descrição:
 - "... Cada Cinema tem um conjunto de salas onde os filmes são projectados. Existem ao longo do dia várias sessões, nas diferentes salas. Um espectador pode reservar bilhetes para diferentes sessões, em várias salas. Um espectador, para cada sessão, apenas pode reservar bilhetes para uma sala"



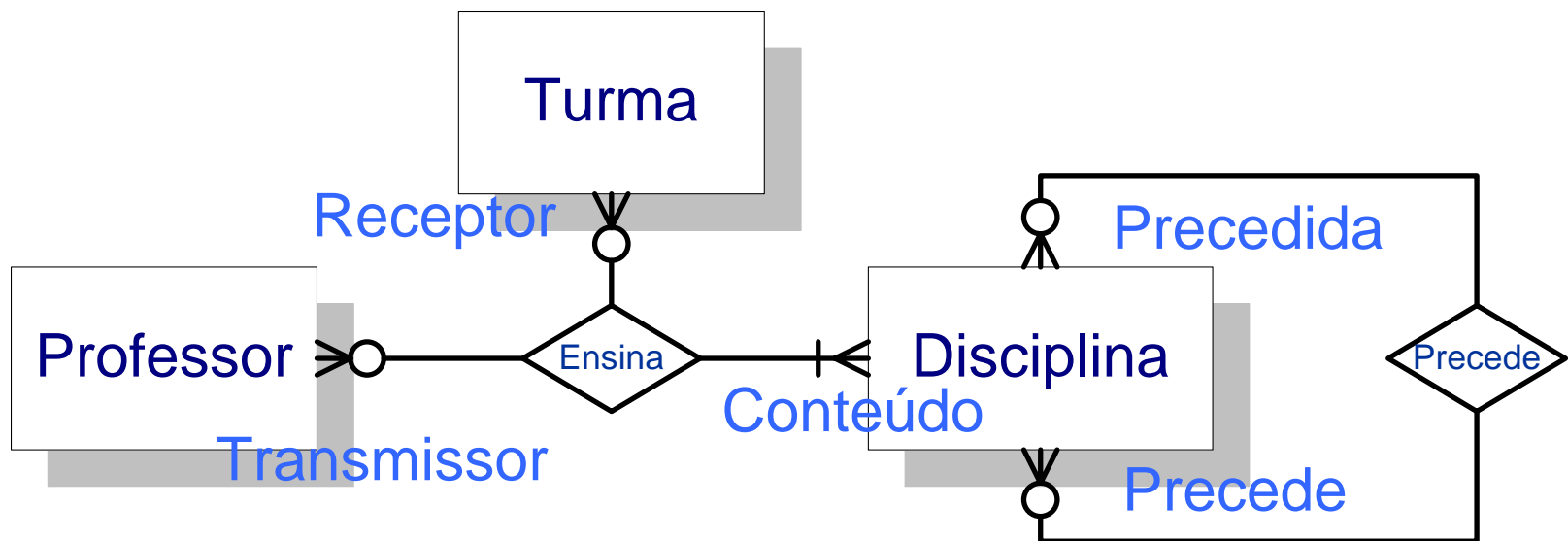
Papeis das entidades nas Associações

- “... cada empregado tem obrigatoriamente um único chefe que é também ele próprio um empregado. Um chefe pode, em determinado instante, não chefiar nenhum empregado ...”
- “... certas disciplinas são consideradas precedências obrigatórias de outras. Ou seja, para ser aprovado a uma disciplina é necessário ter sido previamente aprovado num conjunto de outras disciplinas. Por outro lado, a aprovação numa disciplina pode significar que já é possível vir a ser aprovado num conjunto de outras disciplinas ...”



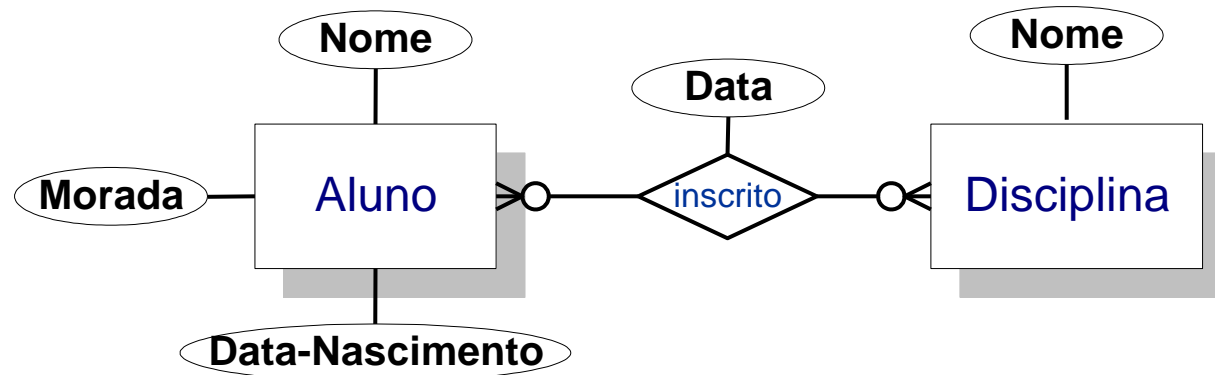
Papeis das entidades nas Associações (cont.)

- Junto dos Conjunto de Entidades são escritos o papel que representam no Conjunto de Associações



Atributos

- Os atributos não são mais características que as várias entidades de um Conjunto de Entidades partilham entre si
- *“... os alunos são caracterizados por um nome, morada e data de nascimento. Os alunos inscrevem-se em disciplinas numa determinada data. Cada disciplina é identificada pelo seu nome .”*



Atributos (cont.)

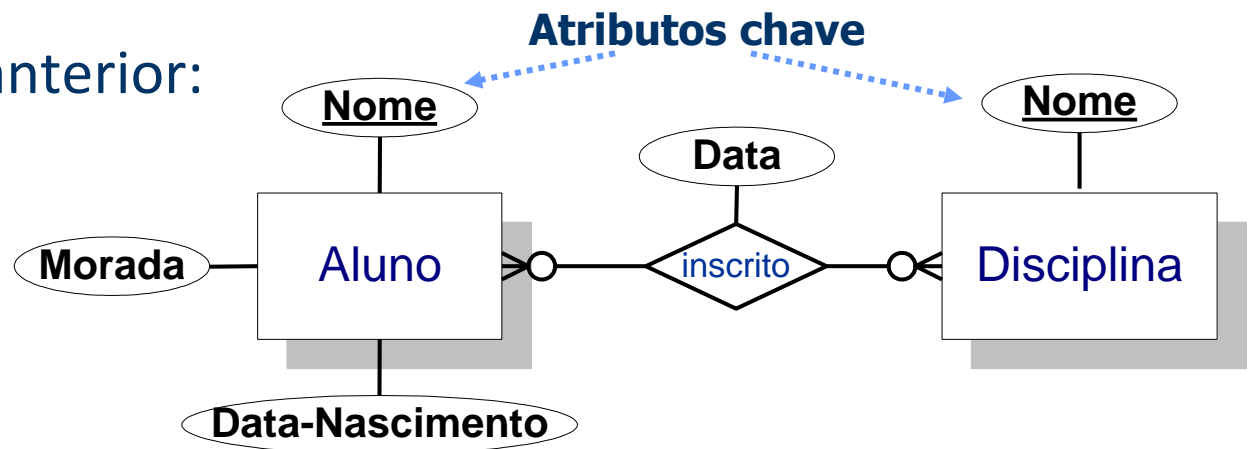
- No Modelo EA, os Atributos apenas têm indicado o seu nome, pelo qual serão identificados
- Não existe informação acerca do seu contra-domínio
- No entanto essa informação é importante e necessária quando, posteriormente, se passar para o Modelo Lógico
- Assim, os contra-domínios dos Atributos deverão ser indicados textualmente, usando por exemplo uma notação funcional
- Para o exemplo anterior pode ter-se:
 - nome : Aluno -> string (80)
 - morada : Aluno -> string (80)
 - data_nascimento : Aluno -> date
 - data : Inscrito -> date
 - nome : Disciplina -> string (80)

Atributos (cont.)

- Alguns atributos, além de corresponderem a uma característica das entidades, tem outro papel no conjunto de entidades
- Designa-se de atributos descritores, quando tem por única função descrever (caracterizar) uma qualidade
- Alguns, sozinhos ou agrupados, tem a capacidade de identificar univocamente uma Entidade logo, todos os valores para os restantes atributo dessa Entidade são também determinados
- Na definição do Modelo EA, Chen não propôs nenhuma notação gráfica para diferenciar os atributos chave dos outros

Atributos (cont.)

- No entanto, é útil poder diferenciar os atributos que pertencem á chave
- Dessa forma, determinou-se que os atributos que fazem parte da chave sejam sublinhados
- Os atributos que fazem parte das chaves candidatas são diferenciados
- No exemplo anterior:

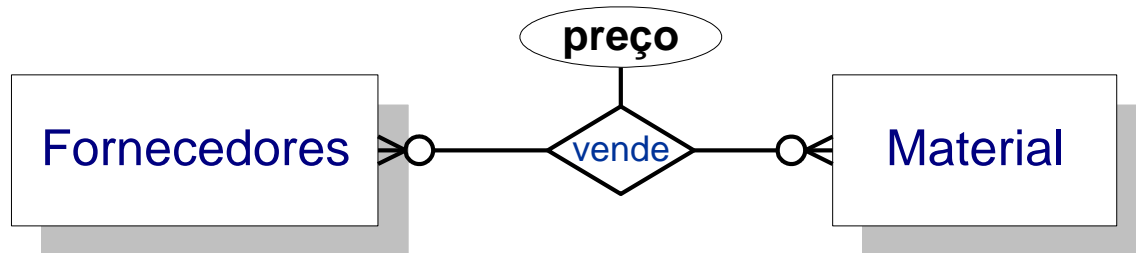


Atributos vs Entidades

- Morada, no exemplo anterior foi modelada como um atributo da entidade Aluno
- No entanto, esta pode ser modelada como uma Entidade, associada ao conjunto de entidades Aluno, dependendo da semântica dos dados e do domínio do problema:
- - Se for necessário guarda diferentes moradas para dada Entidade Aluno. Assim garante a atomicidade dos atributos no seu domínio
 - Mas para manter um conjunto de moradas, a modelação correcta passa por criar uma entidade para guardar as moradas e associá-la a entidade Aluno
 - Se os componentes da morada forem importantes para resolver requisitos do sistema, e.g. pesquisas por cidade

Atributos e Entidades Associativas

- Existem situações em que as Associações têm Atributos próprios, designando-se, nesse caso, por Entidades Associativas
- No exemplo anterior, a Associação *Inscrito* é uma Entidade Associativa
- “... existe uma lista com diversos fornecedores. Alguns deles fornecem material escolar. Cada fornecedor de material escolar pode fornecer o material ao preço que mais lhes convém ...”*

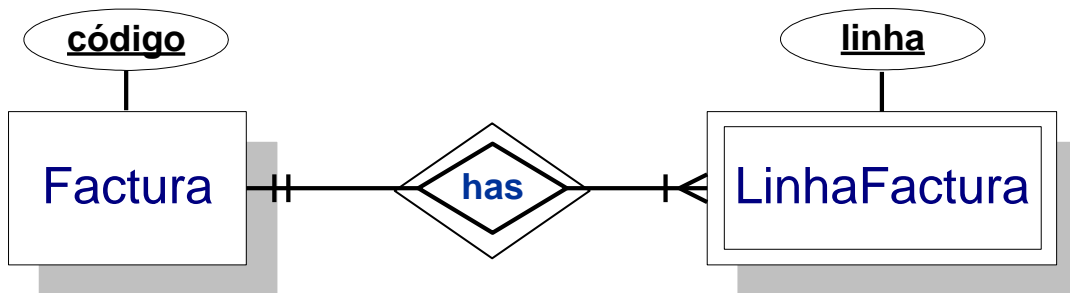


Entidade Fraca e Associação Fraca

- Existem situações onde não é possível identificar univocamente as Entidades de um dado Conjunto de Entidades usando apenas os seus próprios atributos
- Essas Entidades apenas fazem sentido quando contextualizadas com outras Entidades
- Graficamente um conjunto de Entidades Fracas denota-se por um duplo rectângulo em vez de um rectângulo simples como é habitual
- Um Conjunto de Associações Fracas são aqueles em que um dos Argumentos é uma Entidade Fraca.
- As Associações Fracas poderão ser representadas
 - Pelo nome pré-definido fixo **HAS**
 - Por dois losangos

Entidade Fraca e Associação Fraca (cont.)

- “... cada factura para compra de equipamento escolar tem sempre um conjunto de linhas que descrimina cada um dos artigos adquiridos. Cada uma das linhas de cada factura está ordenada por um número de linha. Cada factura tem um código associado.”
- No modelo EA, a modelação de um sistema com estas características seria:



O Conjunto de Entidades LinhaFactura é uma entidade fraca pois a sua existência só faz sentido no âmbito de uma Factura

Entidade Fraca e Associação Fraca (cont.)

- Como uma Entidade Fraca não tem existência própria, os atributos designados de Chave servem apenas para identificar essa entidade dentro doutra
- No caso da factura, o atributo *linha*, designado como chave em LinhaFactura, serve para identificar uma linha numa determinada factura
- Os atributos representados como Chave nas entidades fracas apenas identificam parcialmente cada uma das Entidades. Assim são designados de Chaves Parciais
- A Chave das Entidades Fracas é então constituída por essa Chave Parcial em conjunto com a Chave da Entidade não fraca a que diz respeito

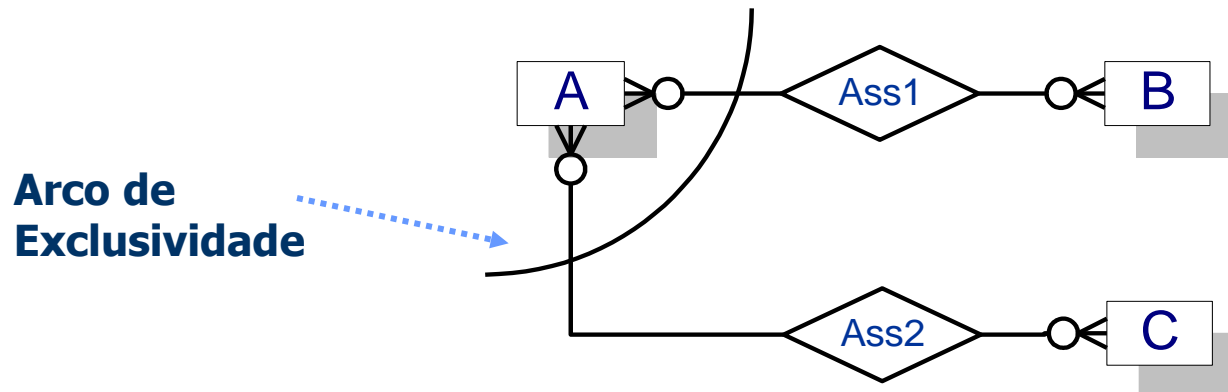
Assim, para identificar univocamente uma entidade de LinhaFactura seriam necessários dois atributos – A linha dentro factura e o código da factura !

Extensões ao Modelo EA

- Até este ponto, todos os conceitos apresentados foram os originalmente propostos por Chen, para o que seria o Modelo Entidade-Associação
- No entanto verificou-se que o modelo não era suficientemente expressivo para representar algumas situações reais existentes
- Face a essas dificuldades, foram introduzidas algumas extensões ao modelo, por forma a dotá-lo de mais expressividade
- Dois novos conceitos foram introduzidos:
 - Associação Exclusiva
 - Generalização

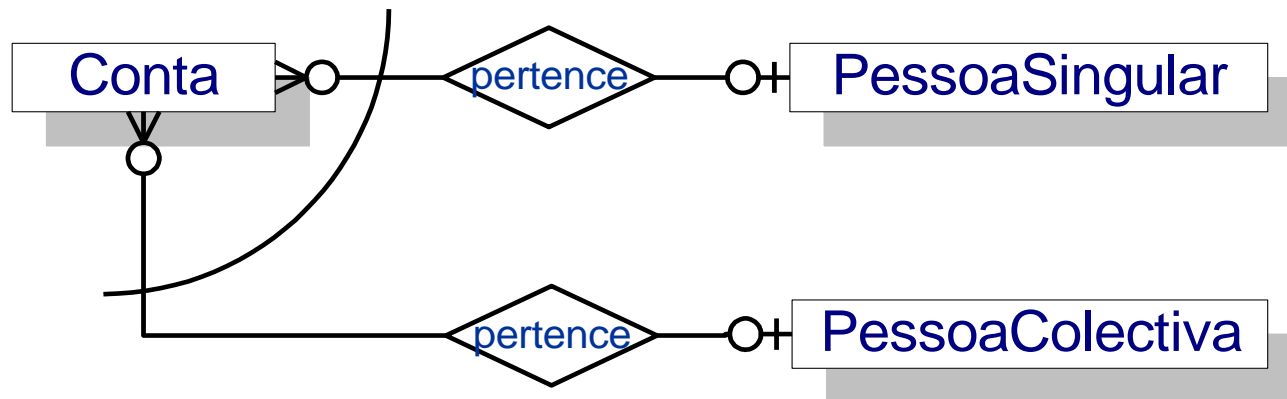
Associação Exclusiva

- Por vezes, uma Entidade é Argumento de duas Associações. No entanto, essas Associações são mutuamente exclusivas
- Ou está numa Associação, ou noutra. Nunca nas duas simultaneamente
- Graficamente, este tipo de Associações é representado por um arco de circunferência que intersecta as duas associações mutuamente exclusivas
- Esse Arco designa-se de Arco de Exclusividade



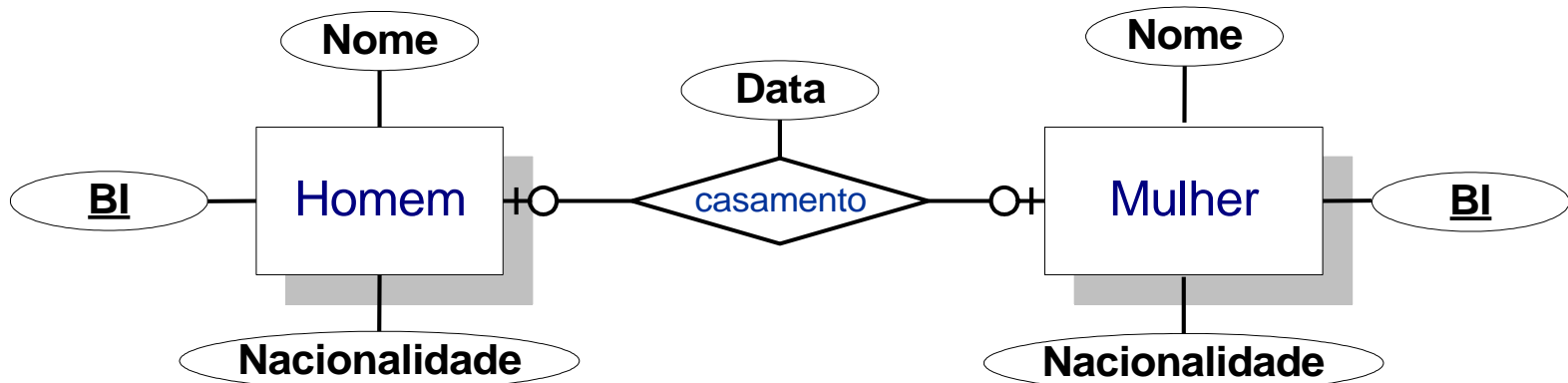
Associação Exclusiva - Exemplo

- “Uma conta bancária pode pertencer a uma pessoa em nome individual ou a uma empresa (pessoa colectiva), mas sempre a uma delas e nunca a ambas.”



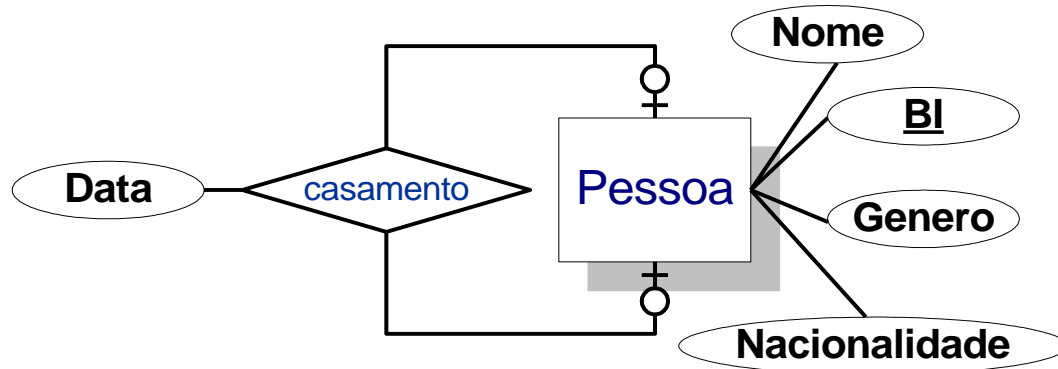
Generalização - Motivação

- “Pretende-se modelar o conceito de casamento, entre dois conjuntos de Entidades, *Homem* e *mulher*. As *Entidades* destes dois conjuntos partilham determinadas características. São univocamente identificadas por um número de bilhete de identidade, sendo também caracterizadas pelo seu nome e nacionalidade. Não se pretende captar a evolução temporal das instâncias de casamento, ou seja, em cada instante, cada pessoa apenas pode participar num único casamento.”



Generalização (cont.)

- Algo que se nota na modelação anterior é a partilha dos atributos nos dois Conjuntos de Entidades
- Como os Atributos são locais às Entidades e Associações, são diferentes entre si
 - Por exemplo, o Atributo *nome* de Homem é entendido neste esquema como um Atributo diferente do Atributo *nome* de Mulher



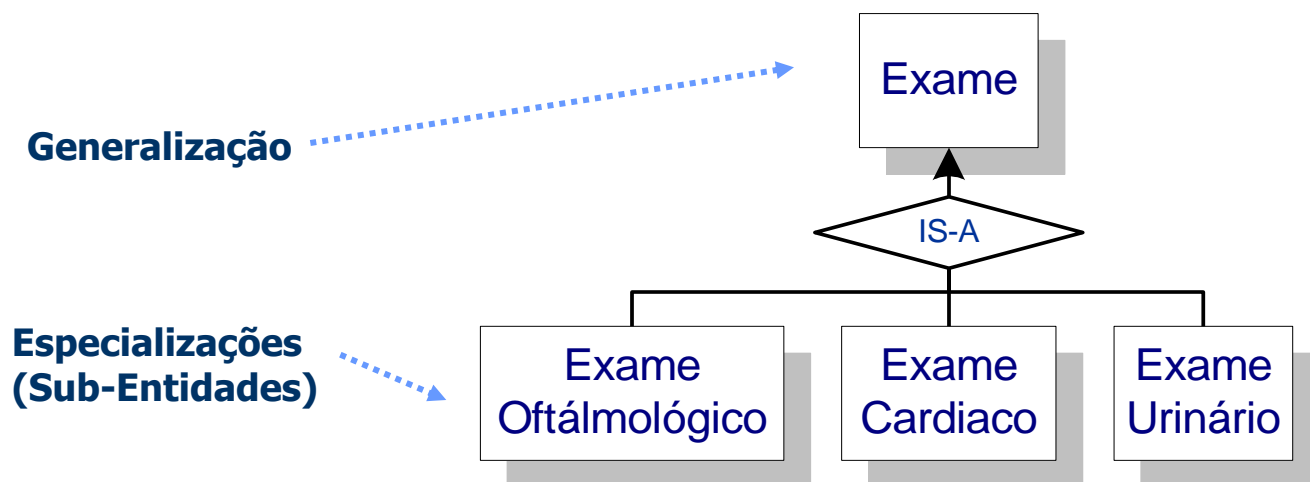
No entanto, algumas das restrições não conseguem ser impostas directamente pelo modelo

Generalização (cont.)

- Na segunda modelação do conceito de casamento acrescentou-se o Atributo género para distinguir as ocorrências que correspondem a mulheres (género feminino) das que correspondem a homens (género masculino)
- Esta solução embora já não exiba os inconvenientes da primeira levanta outro tipo de problemas – algumas restrições não se conseguem garantir:
 - Podem existir casamentos entre pessoas do mesmo sexo
 - Uma pessoa pode casar com ela própria
- A solução para o problema passa pela possibilidade de definir subconjuntos (Homem, Mulher) de um dado conjunto mais vasto (Pessoa) que exhibe uma caracterização genérica
- Ou seja, Pessoa é uma generalização de Homem e Mulher

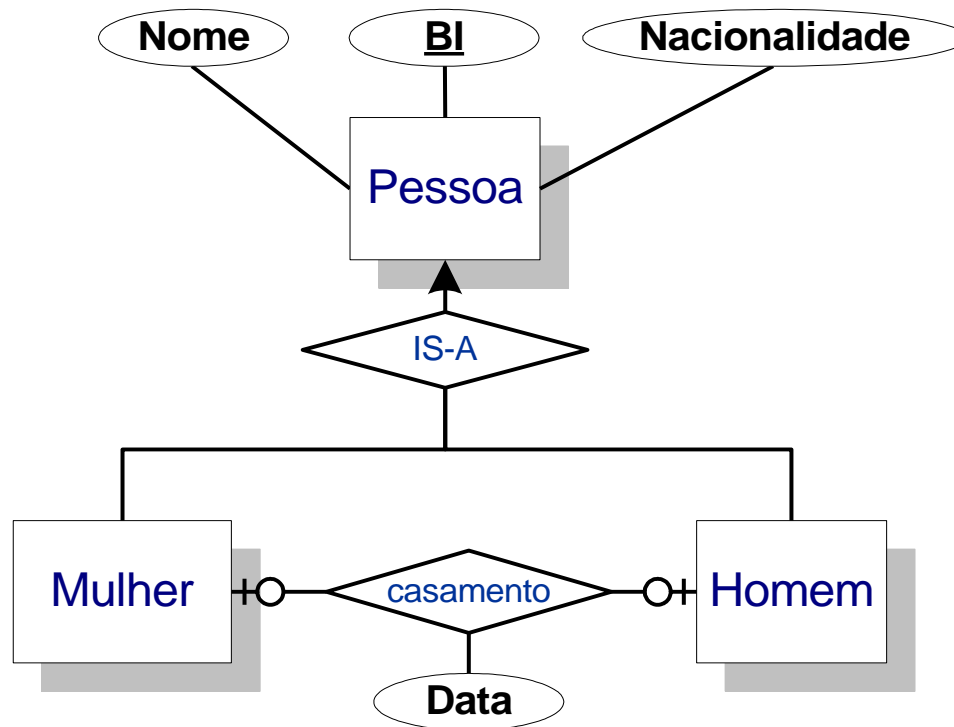
Generalização (cont.)

- Este tipo de situação pode ser resolvida com recurso a uma outra primitiva semântica designada por Generalização
- Uma Entidade E é a Generalização das Entidades E_1, E_2, \dots, E_n , se cada ocorrência de E_1, E_2, \dots, E_n é também ocorrência de E
- Graficamente, a Generalização é representada usando o símbolo da Associação, tendo o nome pré-definido IS-A



Generalização (cont.)

- Para a resolução do problema anterior:



Classificação da Generalização

- **Cobertura Total**

- Existe, se cada ocorrência da Entidade genérica tem correspondência em pelo menos uma das sub-Entidades
- A notação gráfica corresponde ao símbolo “(t)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização

- **Cobertura Parcial**

- Existe, se existirem ocorrências da Entidade genérica que não têm correspondência em nenhuma das sub-entidades
- A notação gráfica corresponde ao símbolo “(p)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização

Classificação da Generalização (cont.)

- **Generalização Exclusiva**

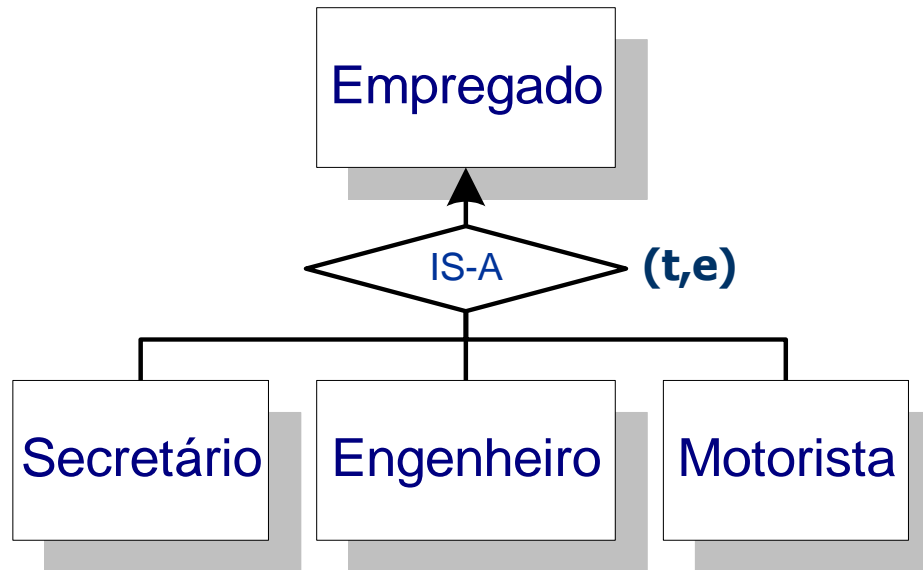
- Existe, se cada ocorrência da Entidade genérica tem correspondência, no máximo em uma das sub-Entidades.
- A notação gráfica corresponde ao símbolo “(e)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização.

- **Generalização Sobreposição (*Overlapping*)**

- Existe, se houverem ocorrências da Entidade genérica com correspondência em mais do uma sub-Entidade.
- A notação gráfica corresponde ao símbolo “(s)” perto do segmento de recta que liga à Entidade Generalização.

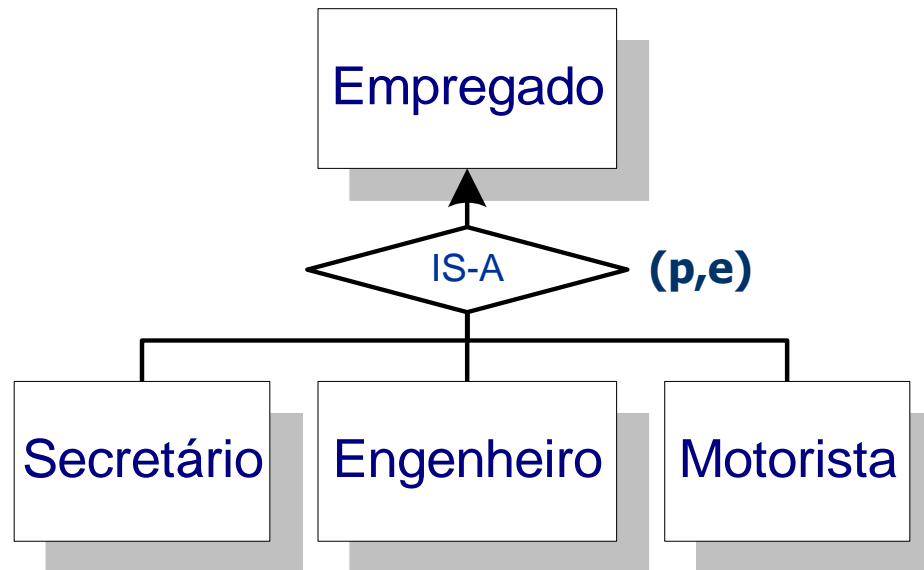
Classificação da Generalização (cont.)

- “... um empregado pertence necessariamente a uma e uma só das seguintes categorias profissionais: Secretária, Engenheiro ou Motorista ...”



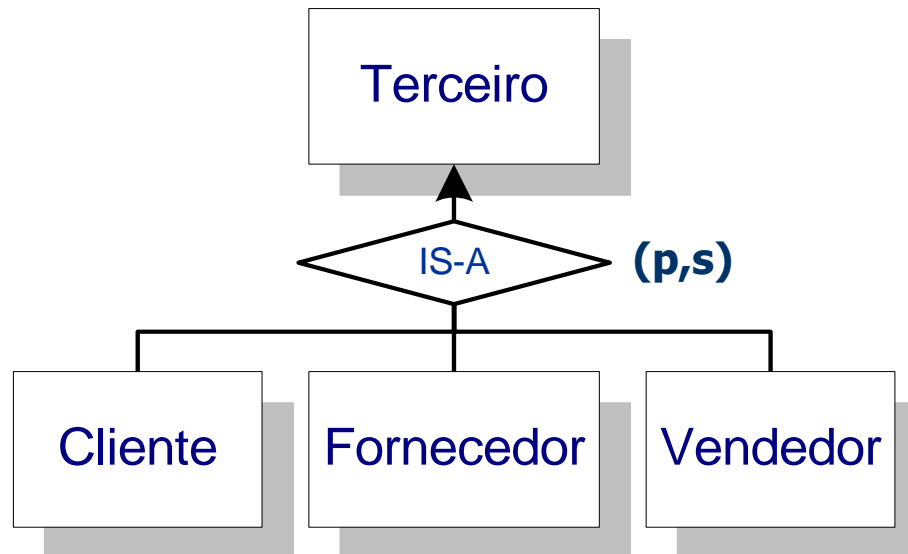
Classificação da Generalização (cont.)

- “... um empregado pode existir sem se enquadrar em nenhuma categoria profissional ...”



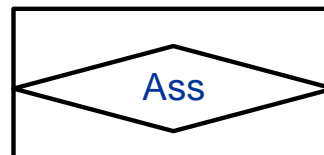
Classificação da Generalização (cont.)

- “... existem ocorrências da Entidade Terceiro sem correspondência em nenhuma das suas sub-entidades (Cliente, Fornecedor e Vendedor). Existem outras ocorrências de Terceiro com correspondência em mais do que uma sub-entidade (um Cliente pode, por exemplo ser simultaneamente Fornecedor) ...”

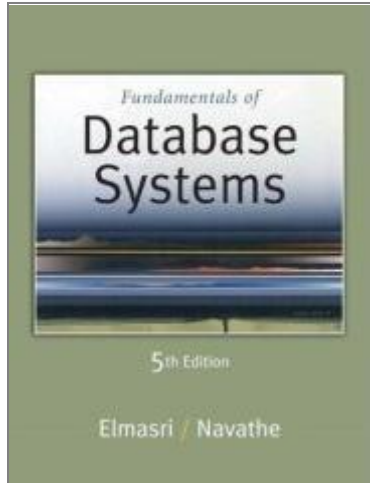


Apresentação do Modelo

- A apresentação do Modelo Entidade-Associação faz normalmente parte de um Caderno de Análise de um Sistema de Informação
- Por vezes, para simplificar a leitura do modelo EA de um sistema complexo, não é efectuada a representação gráfica dos Atributos das Entidades e Associações
- Caso não se representem os Atributos
 - Continua a ser necessário indicar os atributos, não no modelo, mas de forma textual no Caderno de Análise
 - As Entidades Associativas passam a ser graficamente representadas por um rectângulo envolvendo o losango, de forma a permitir a distinção visual das Associações sem Atributos



Bibliografia



Fundamentals of Database System (5th Edition)

R. Elmasri, Shamkant B. Navathe

Addison Wesley, 2003

The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data

PETER PIN-SHAN CHEN
Massachusetts Institute of Technology

A data model, called the entity-relationship model, is proposed. This model incorporates some of the important semantic information about the real world. A special diagrammatic technique is introduced as a tool for database design. An example of database design and description using the model and the diagrammatic technique is given. Some implications for data integrity, information retrieval, and data manipulation are discussed.

The entity-relationship model can be used as a basis for unification of different views of data: the network model, the relational model, and the entity set model. Semantic ambiguity in these models are analyzed. Possible ways to derive their views of data from the entity-relationship model are presented.

Key Words and Phrases: database design, logical view of data, semantics of data, data models, entity-relationship model, relational model, Data Base Task Group, network model, entity set model, data definition and manipulation, data integrity and consistency
CR Categories: 3.26, 3.70, 4.33, 4.34

1. INTRODUCTION

The logical view of data has been an important issue in recent years. Three major data models have been proposed: the network model [2, 3, 7], the relational model [8], and the entity set model [25]. These models have their own strengths and weaknesses. The network model provides a more natural view of data by separating entities and relationships (to a certain extent), but its capability to achieve data independence has been challenged [8]. The relational model is based on relational theory and can achieve a high degree of data independence, but it may lose some important semantic information about the real world [12, 15, 23]. The entity set model, which is based on set theory, also achieves a high degree of data independence, but its viewing of values such as "3" or "red" may not be natural to some people [25].

This paper presents the entity-relationship model, which has most of the advantages of the above three models. The entity-relationship model adopts the more natural view that the real world consists of entities and relationships. It

Copyright © 1976, Association for Computing Machinery, Inc. General permission to reproduce, but not for profit, all or part of this material is granted provided that ACM's copyright notice is given and that reference is made to the publication, its date of issue, and to the fact that reproducing privileges were granted by permission of the Association for Computing Machinery. A version of this paper was presented at the International Conference on Very Large Data Bases, Framingham, Mass., Sept. 25-26, 1975.
Author's address: Center for Information Systems Research, Alfred P. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139.

ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, March 1976, Pages 9-36

Peter Chen, *The Entity-Relationship Model--Toward a Unified View of Data* , ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, March 1976, Pages 9 - 36