

Banco de Dados

Modelagem

André Santanchè e Patrícia Cavoto
Instituto de Computação - UNICAMP
Agosto 2016

Universo de Discurso ou Mini-mundo

- “Um banco de dados representa algum aspecto do mundo real, às vezes chamado de **mini-mundo** ou de **universo de discurso** (UoD - Universe of Discourse).”

(Elmasri & Navathe, 2011)

Universo de Discurso ou Mini-mundo

- Recorte do mundo real a ser representado
-
-



fez
empréstimo



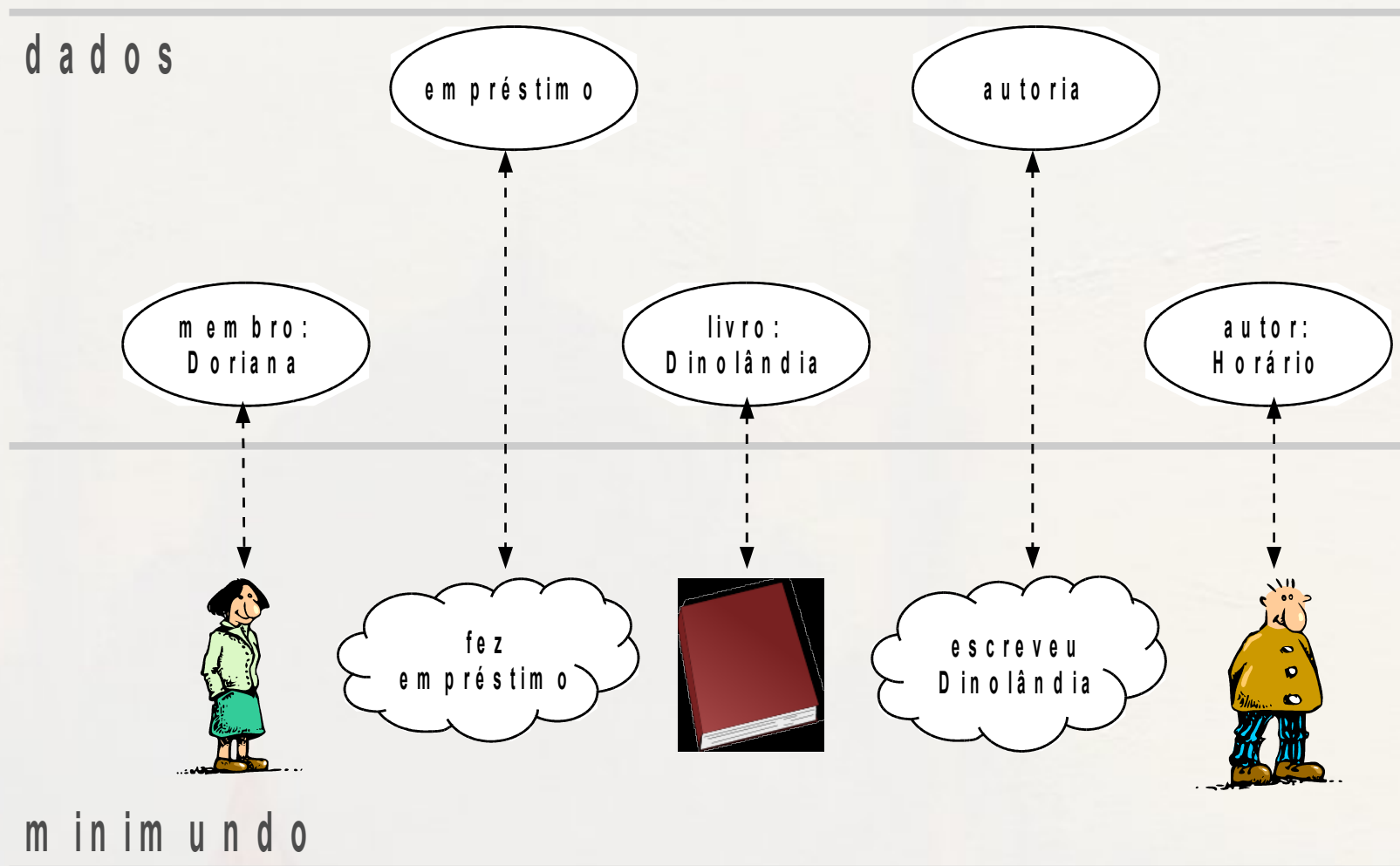
escreveu
Dinolândia



m i n i m u n d o

Dados

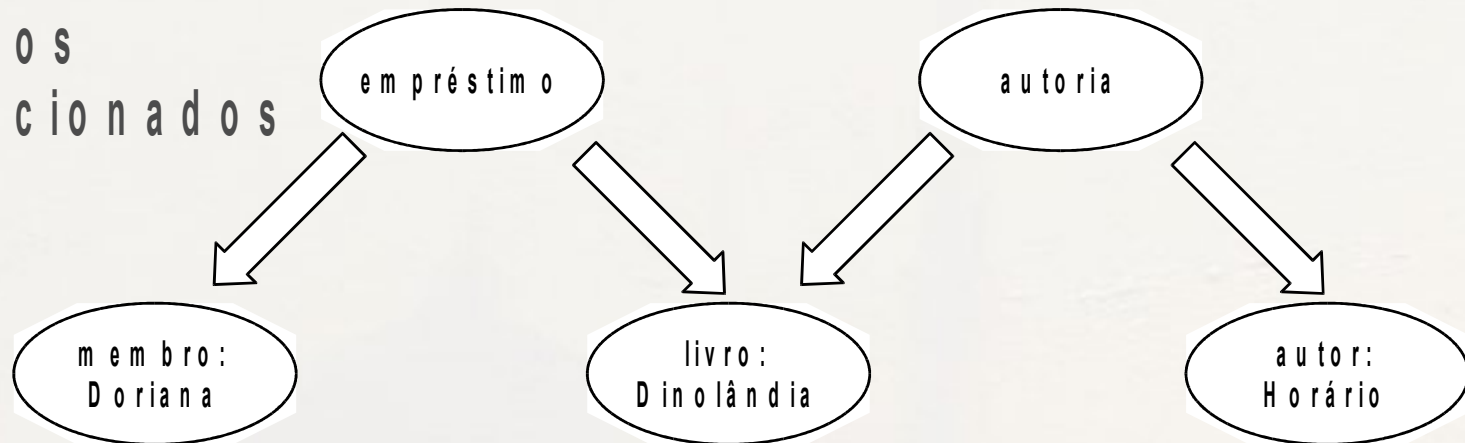
- Fatos registrados - significado implícito



Banco de Dados

- Coleção de dados relacionados

dados
relacionados



Abstração

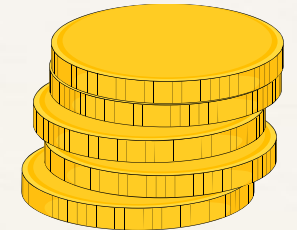
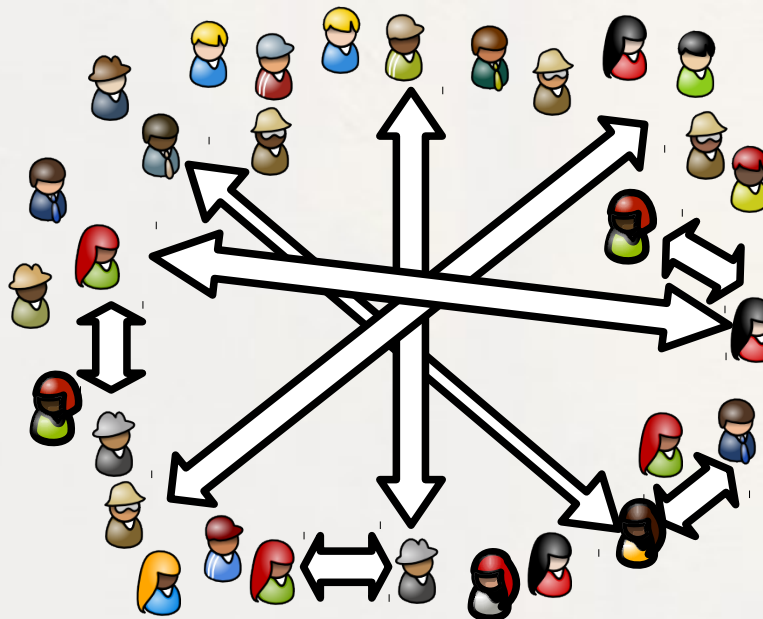
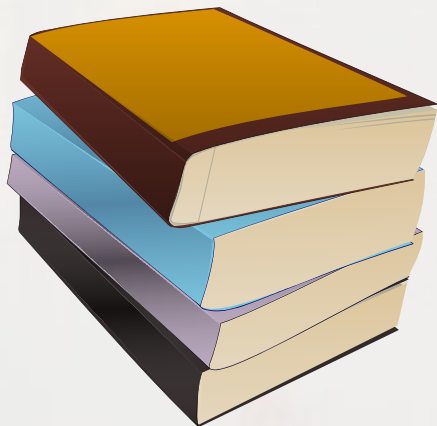
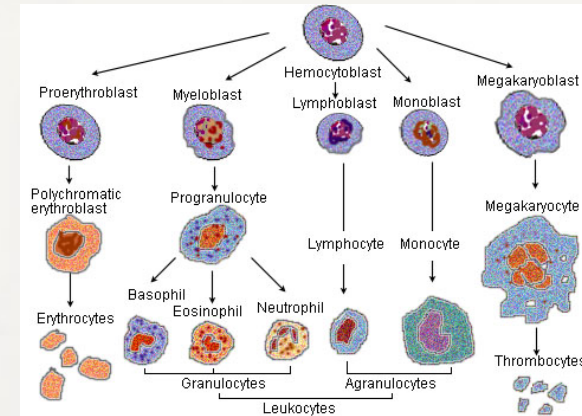
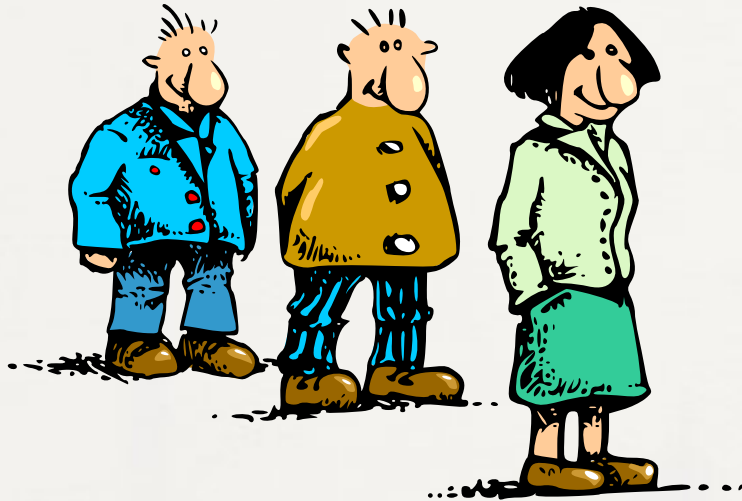
Problema x Abstração

- “Para resolver um problema é necessário escolher uma abstração da realidade”
(Almeida, 2010)

Abstração

- “**processo mental que consiste em escolher ou isolar um aspecto determinado de um estado de coisas relativamente complexo, a fim de simplificar a sua avaliação, classificação ou para permitir a comunicação do mesmo**” (Houaiss, 2006)
- **Abstrações ajudam a gerenciar a complexidade do software** (Shaw, 1984)

Abstrações do Dia a Dia



Modelo de Dados

- Modelo de dados em Banco de dados:
 - “descrição formal da estrutura de um banco de dados”

(Heuser, 2004)

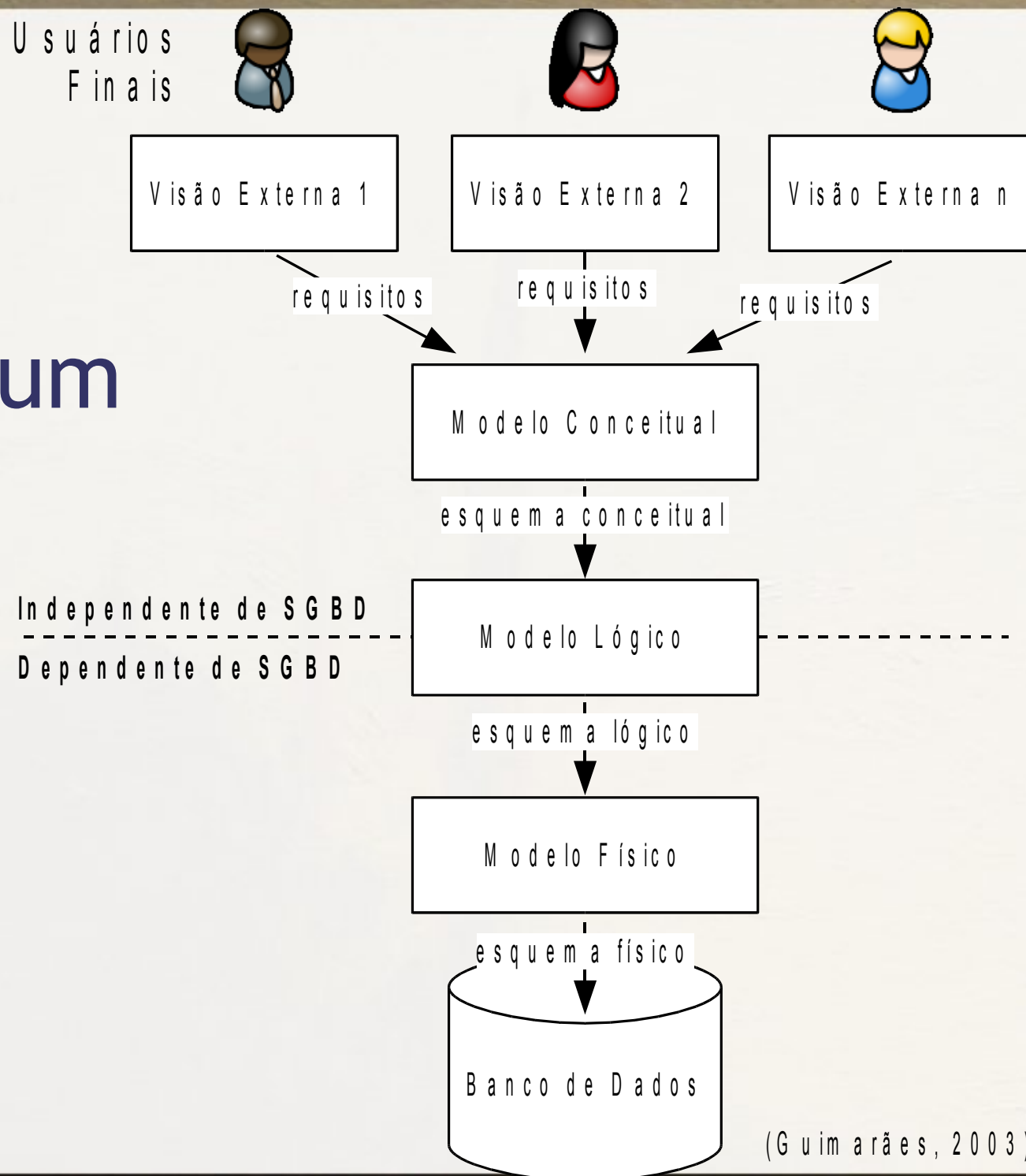
Esquema de Banco de Dados

m o d e l o d e d a d o s

l i n g u a g e m d e
m o d e l a g e m d e d a d o s

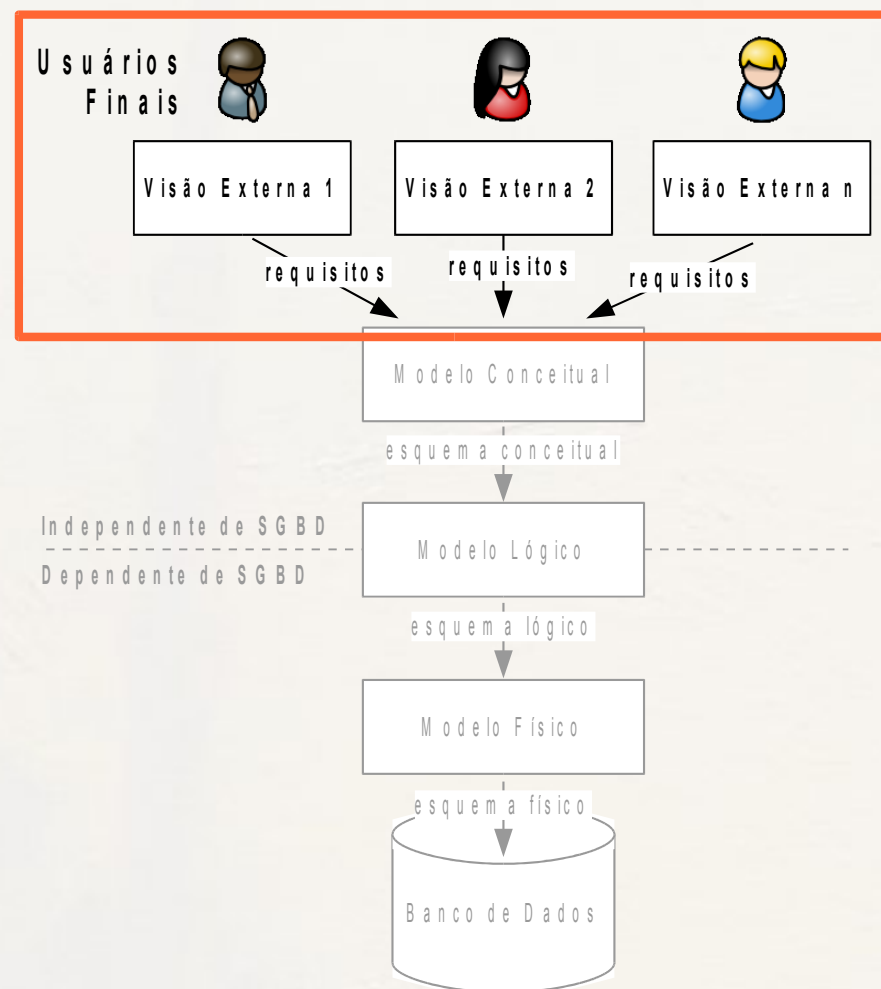
e s q u e m a d e b a n c o d e d a d o s

Projeto de um BD



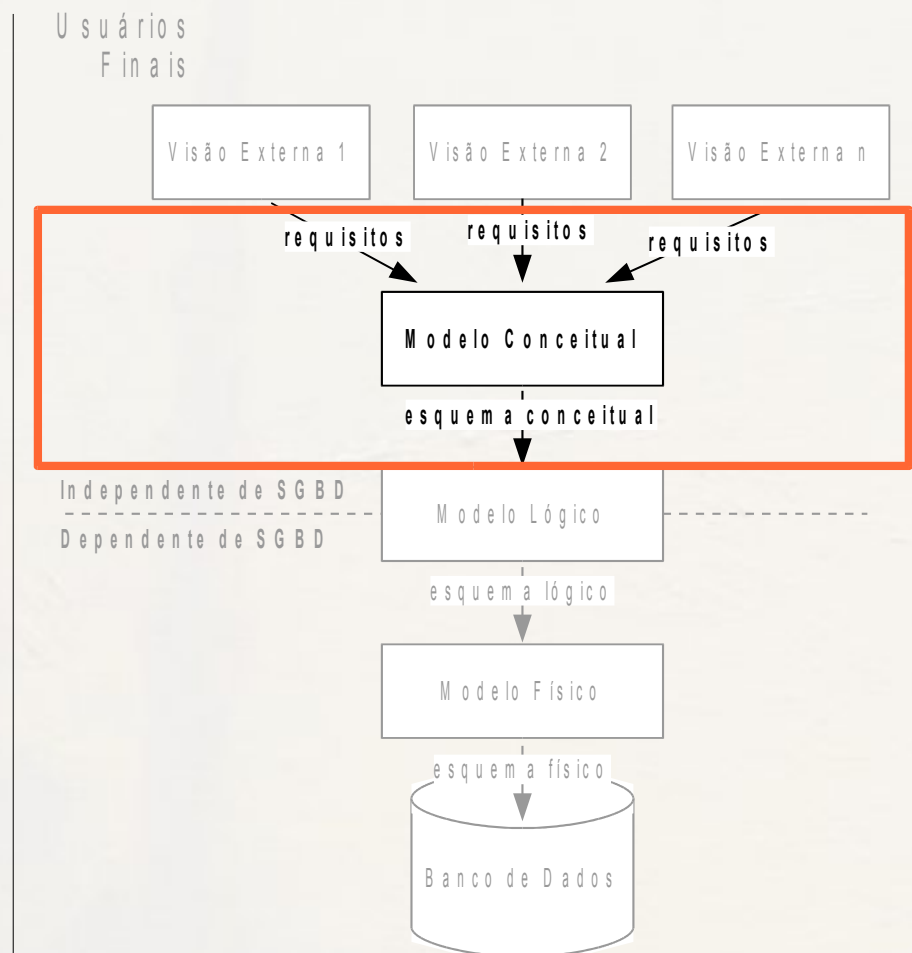
Visão Externa

- Guiada pelos requisitos dos usuários
- Usualmente representada em documentos textuais
- Visão - recorte do esquema



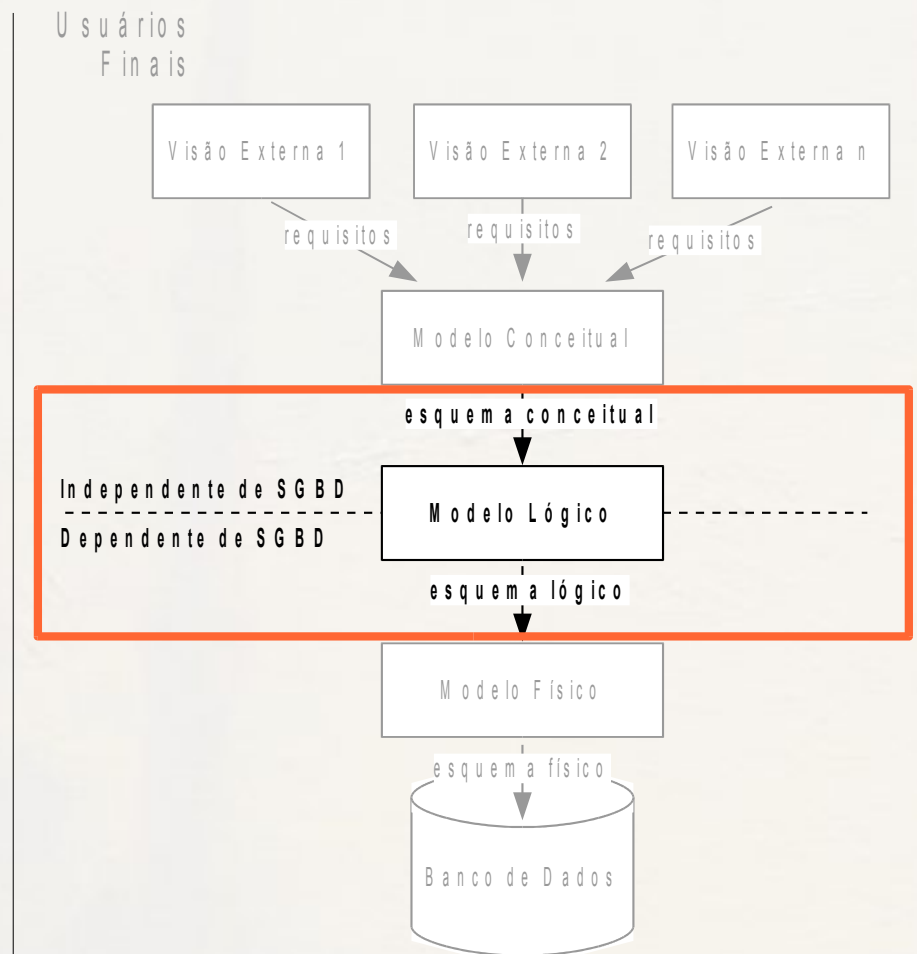
Modelo/Esquema Conceitual

- Descreve estrutura do Banco de Dados
 - entidades, tipos de dados, relações, restrições etc.
- Independente de implementação em SGBD
 - oculta detalhes de armazenamento físico



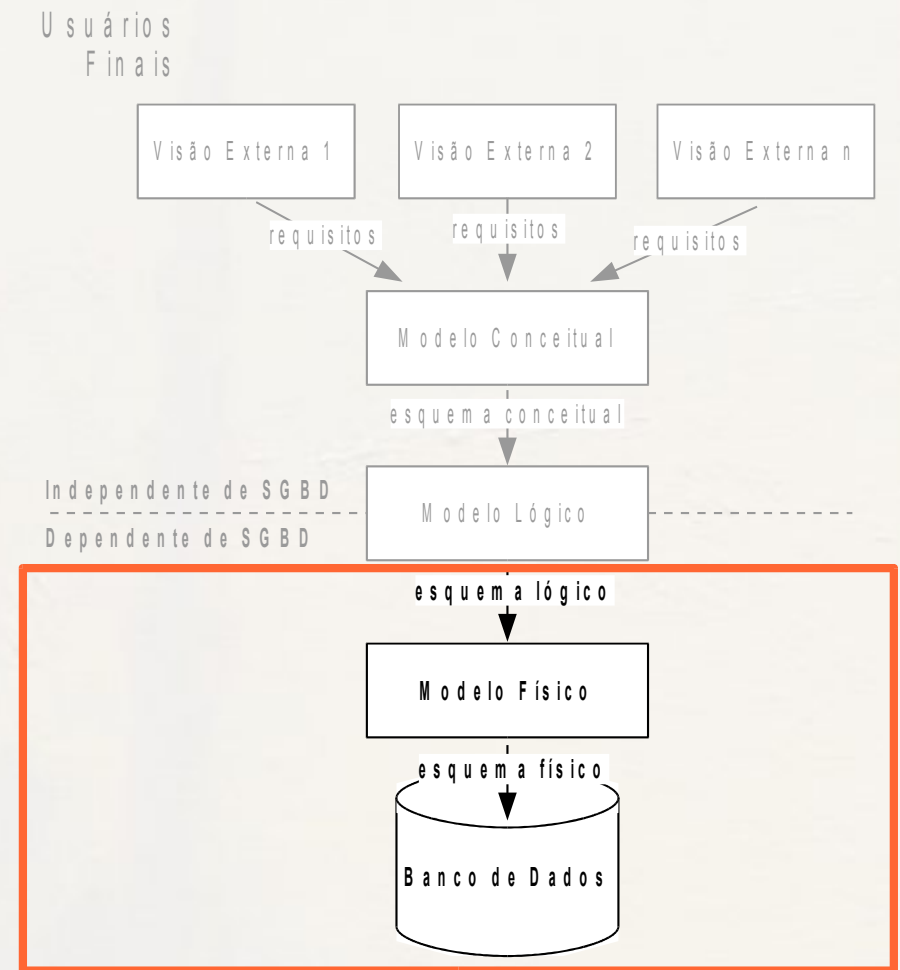
Modelo/Esquema Lógico

- Dependente de um SGBD particular
- Associado a um “modelo de dados de implementação” (Elmasri, 2005)

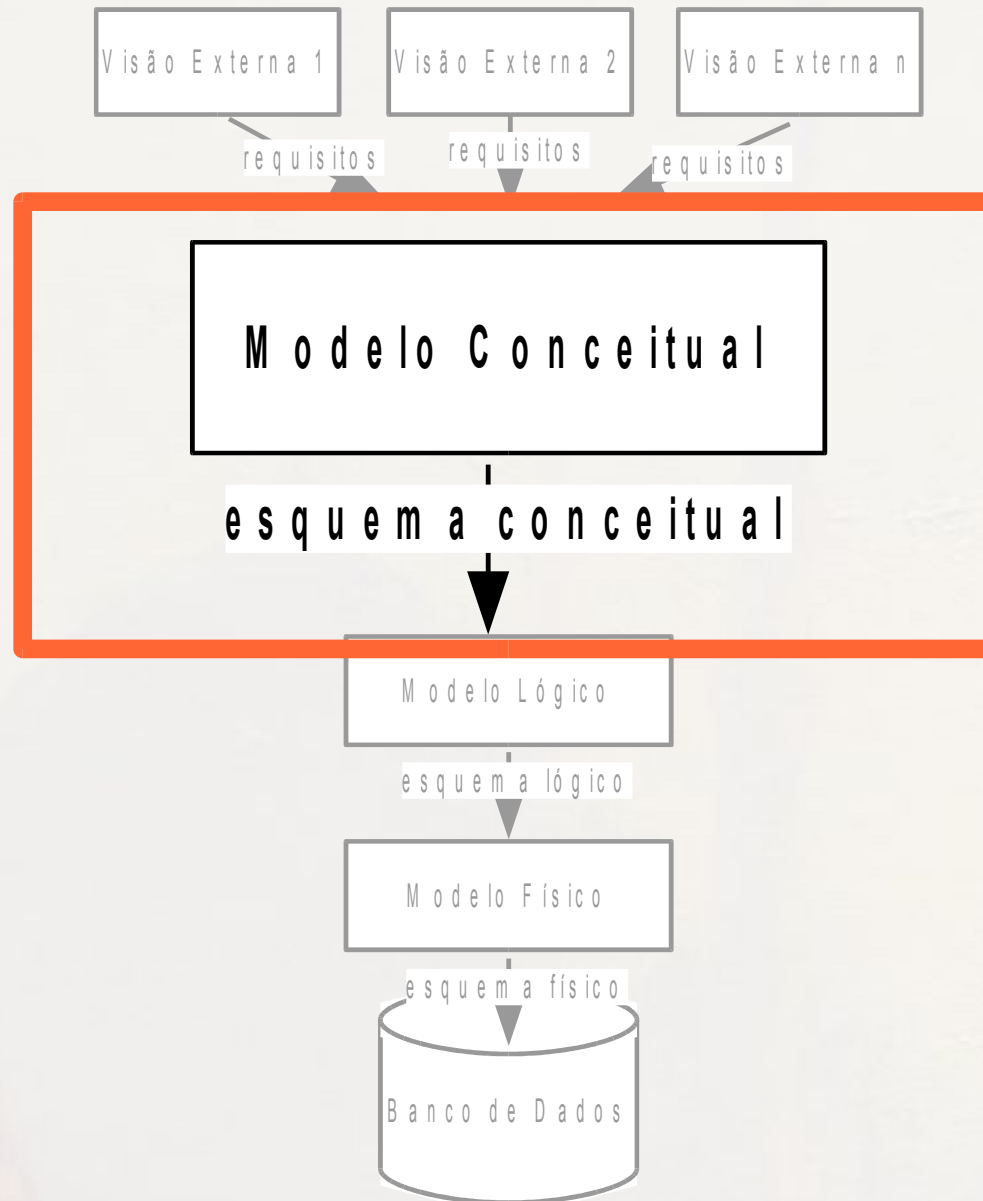


Modelo/Esquema Físico

- Descreve a estrutura de armazenamento físico

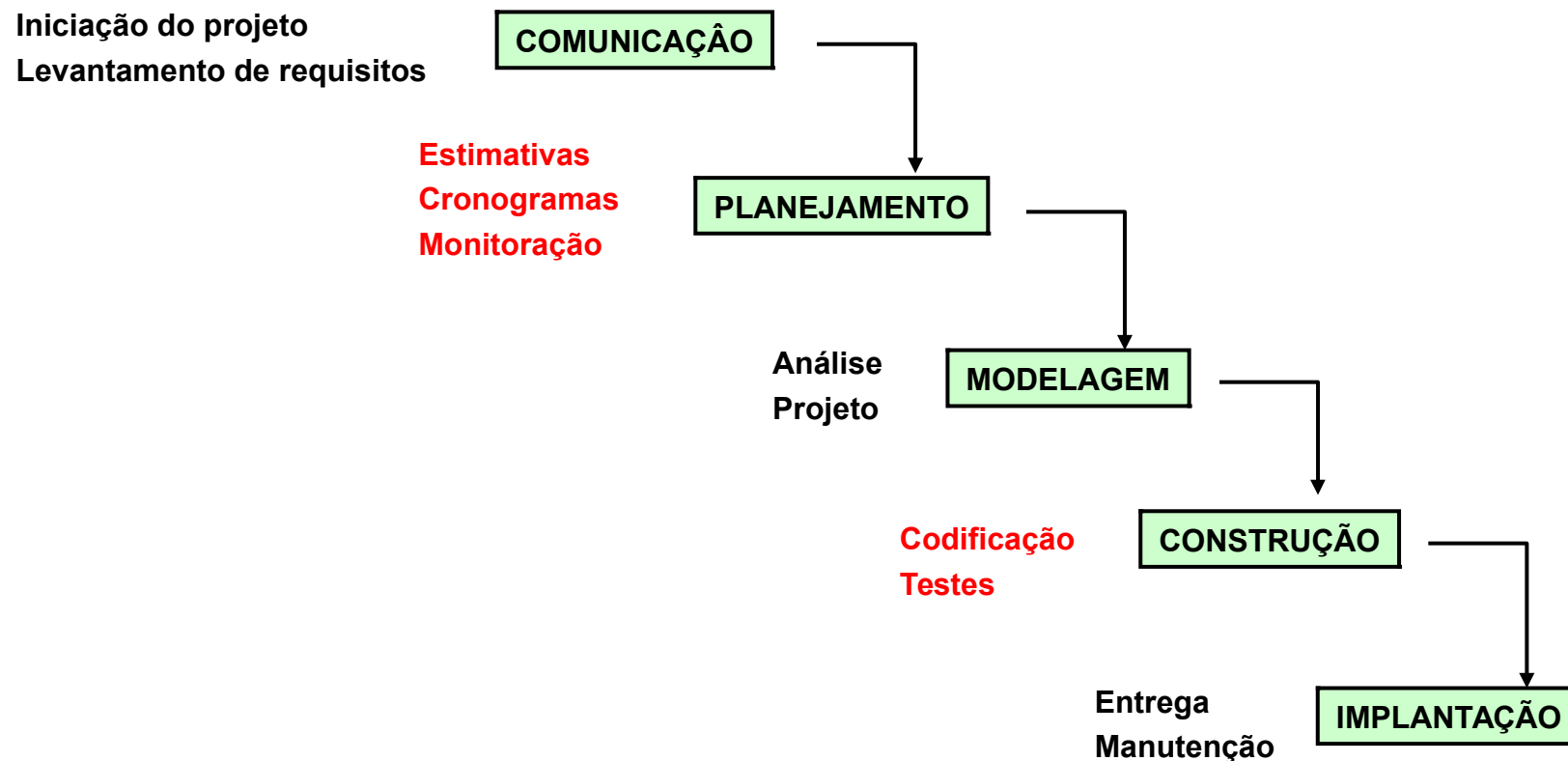


Hoje

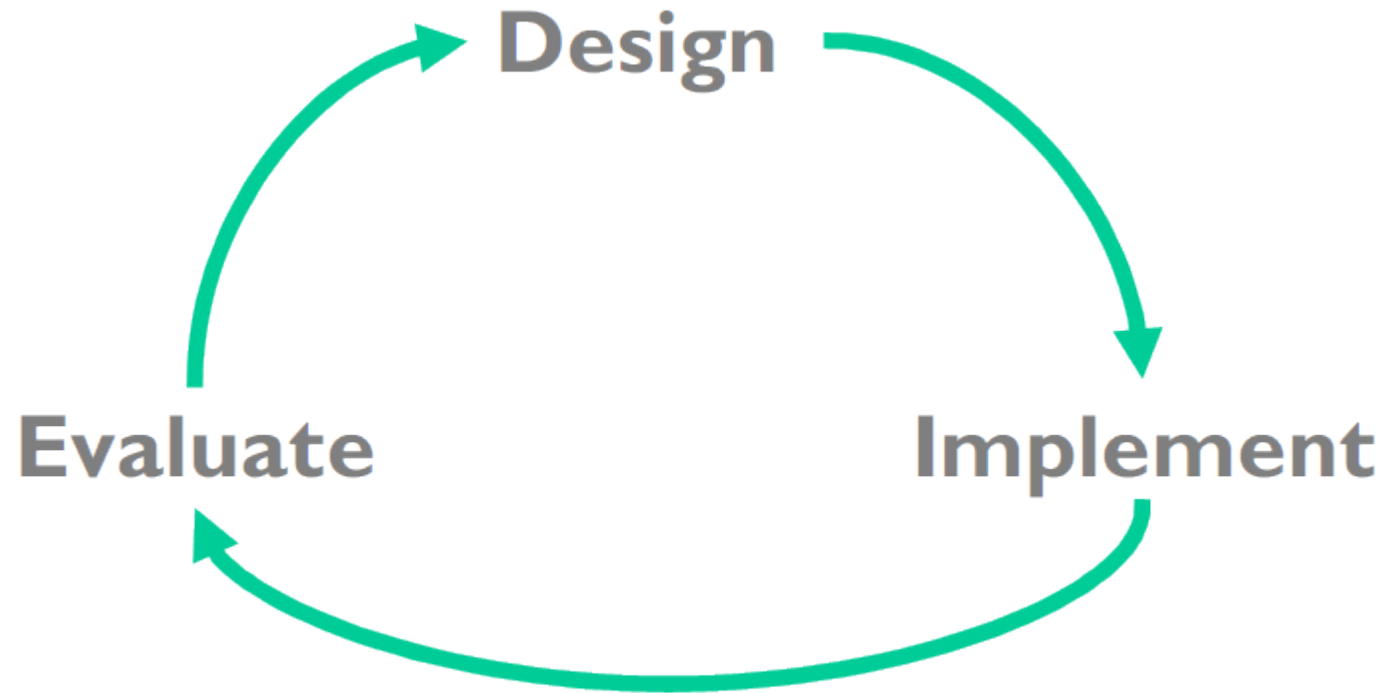


Objetos em Engenharia de Software

Modelo em Cascata



Projeto Iterativo



Como Modelamos o Mundo?



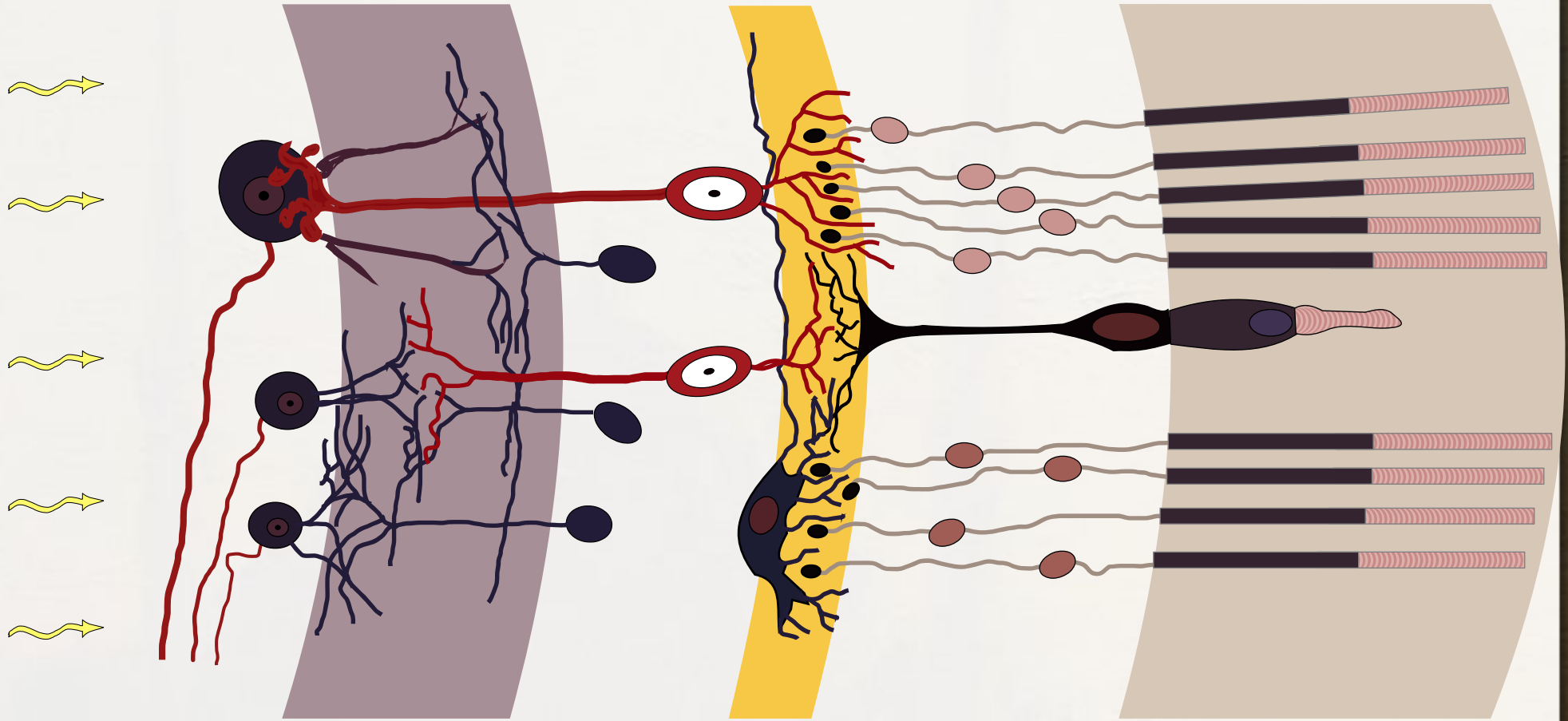
Ilusão dos Objetos



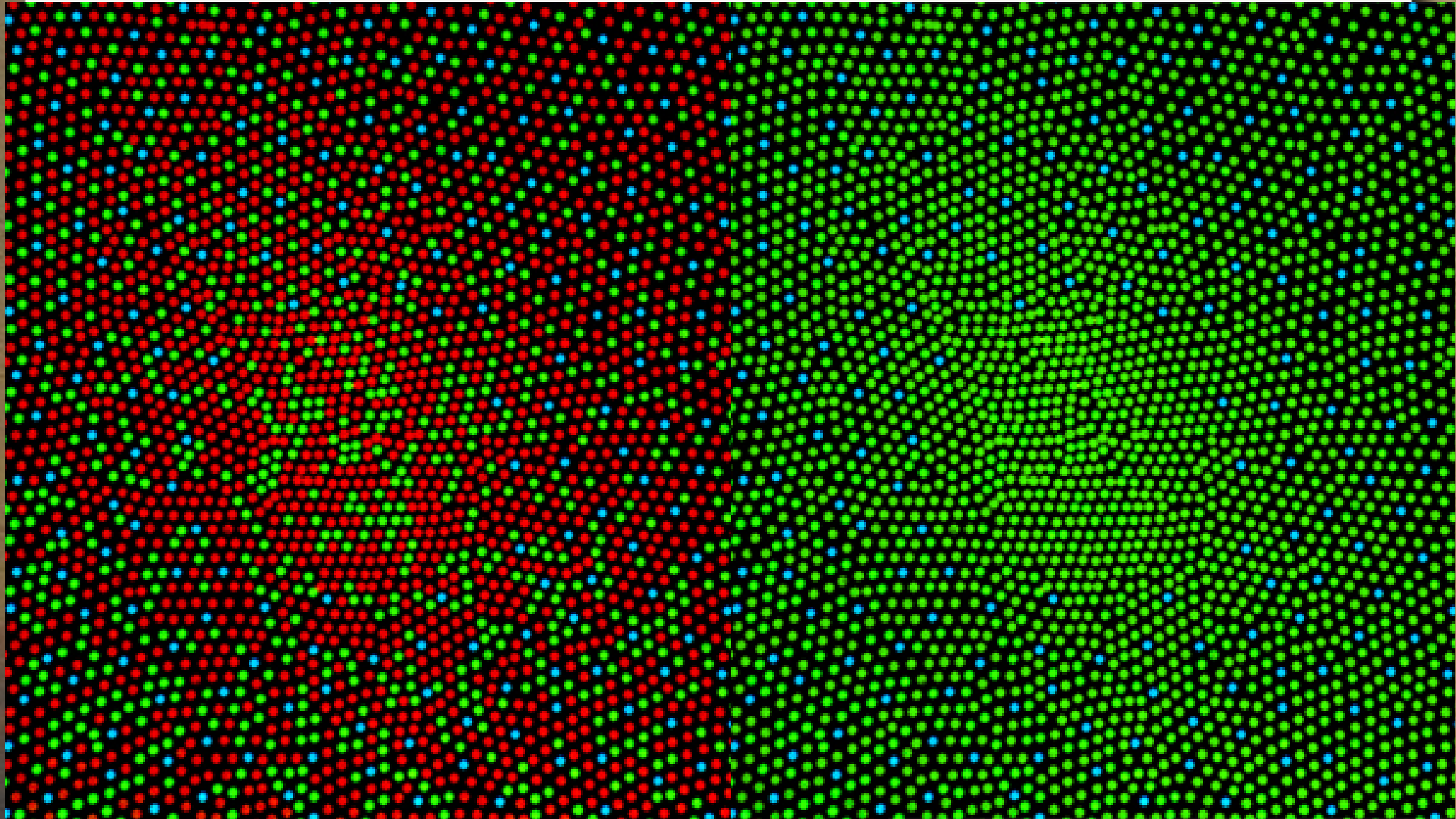
Intuitivo
Entidades / Objetos



O Olho - Retina

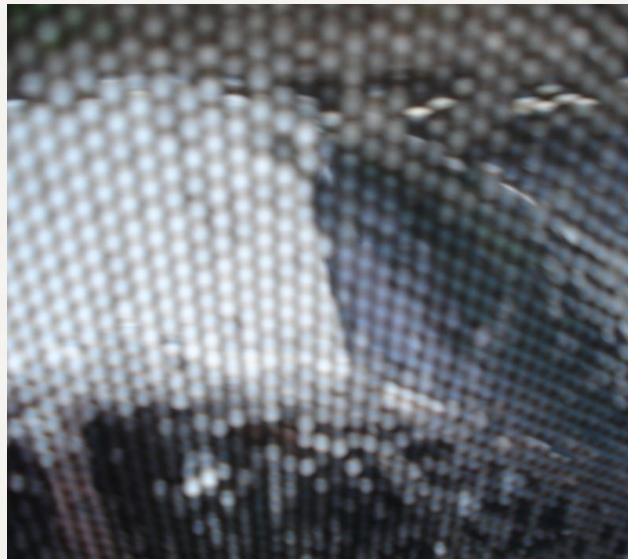


Cores





O Olho



Cores

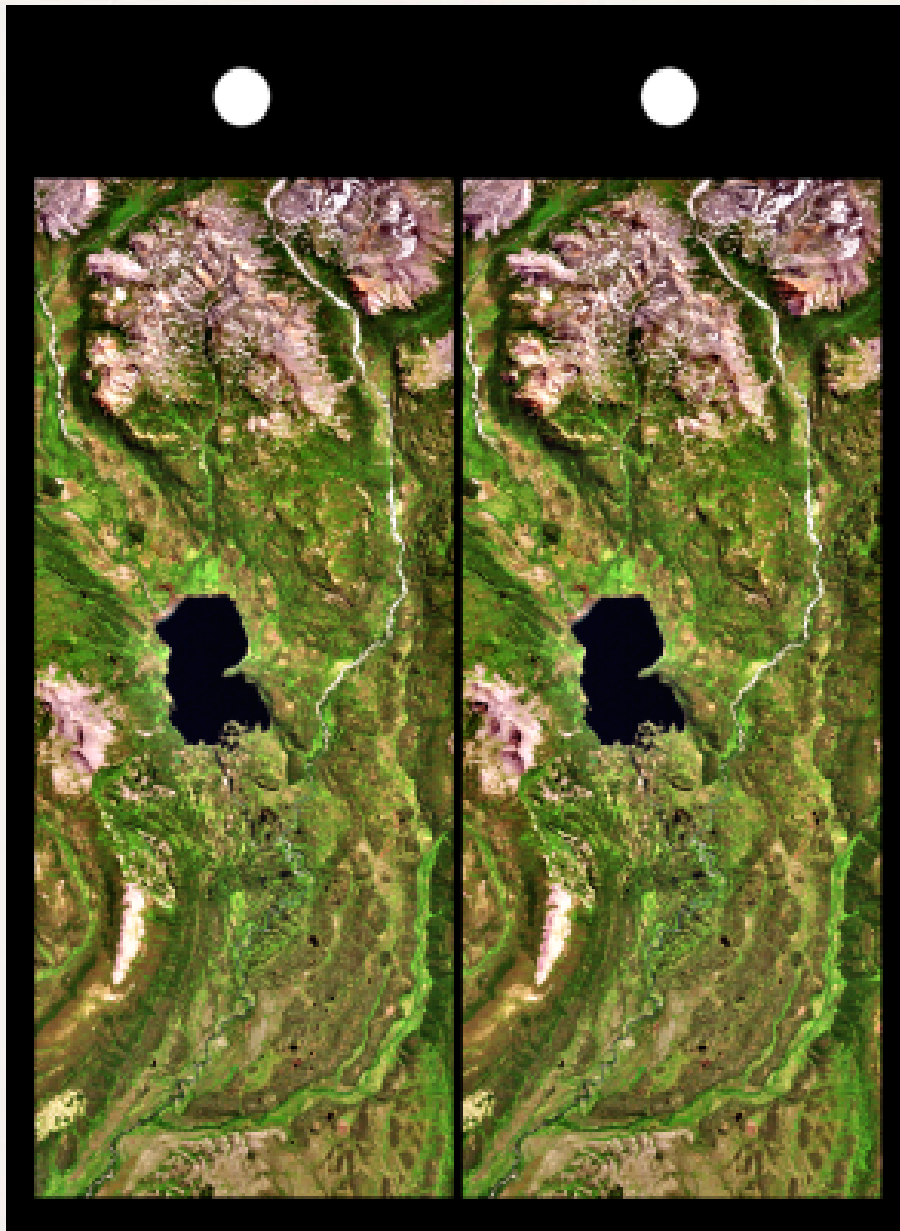


Visão Estereoscópica



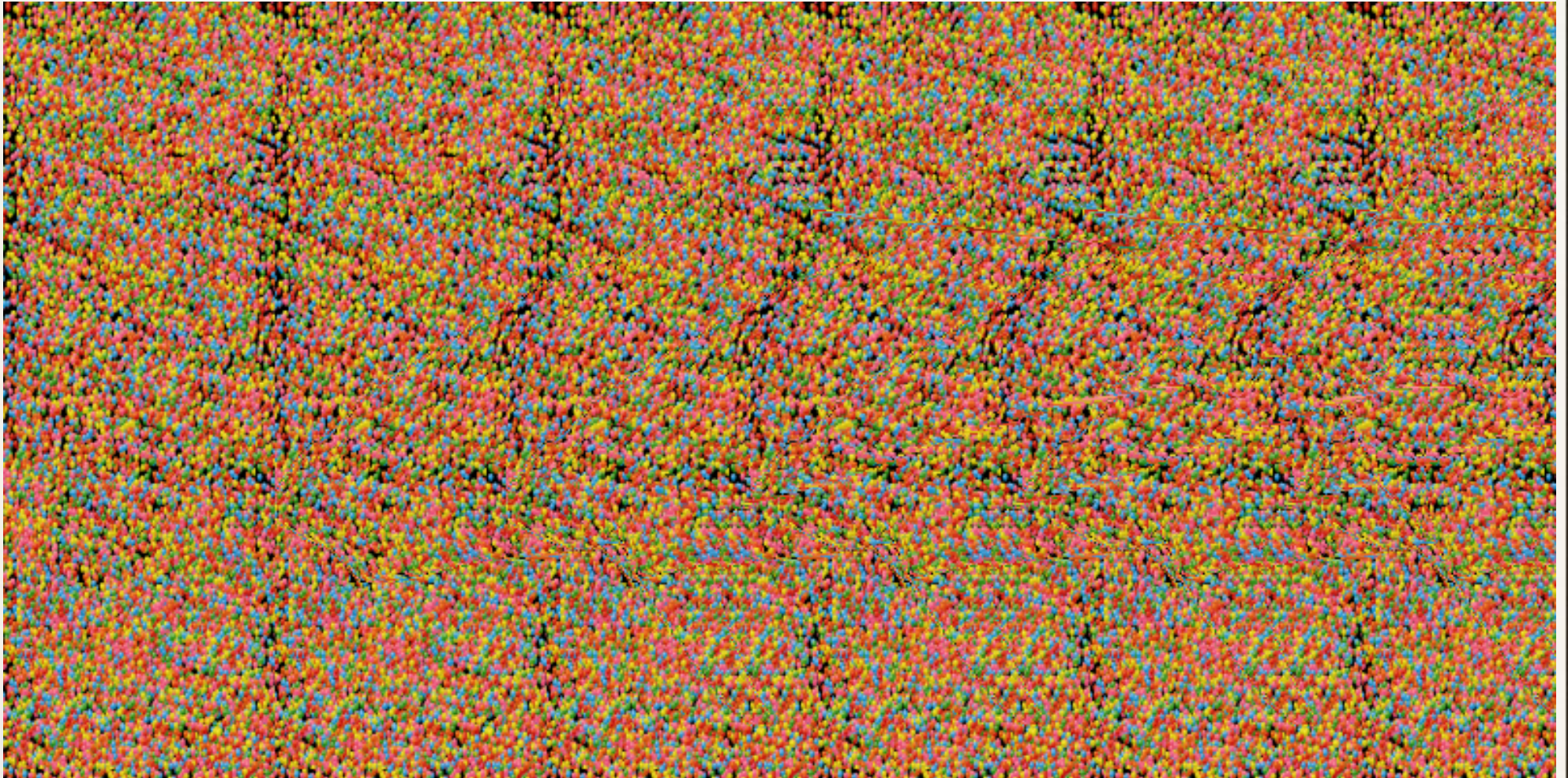
Geo

Estereogramas



Stereograma de uma fotografia aérea do lago Palanskoye Landslide,
Kamchatka Peninsula, Russia -
fonte: NASA (http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=338).

Estereogramas de Pontos Aleatórios de Bela Julesz



Estereograma de pontos aleatórios (autor: Fred Hsu, março/2005)
fonte: Wikimedia Commons

Movimento



Zoetrope



FENAGUÍSTICOPIO
SEGUN DEL INSTRUMENTO ORIGINAL
1860
DISEÑADO Y CONSTRUÍDO POR
JOSÉ PÉREZ DE GÓMEZ Y
JOSÉ DE GÓMEZ Y GÓMEZ
REPRODUCCIÓN DE LA REPRODUCCIÓN
DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS DE MADRID

PRAXINOSCOPIO LÁMPARA
SEGUN DEL INSTRUMENTO ORIGINAL
1860
DISEÑADO Y CONSTRUÍDO POR
JOSÉ PÉREZ DE GÓMEZ Y
JOSÉ DE GÓMEZ Y GÓMEZ
REPRODUCCIÓN DE LA REPRODUCCIÓN
DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS DE MADRID



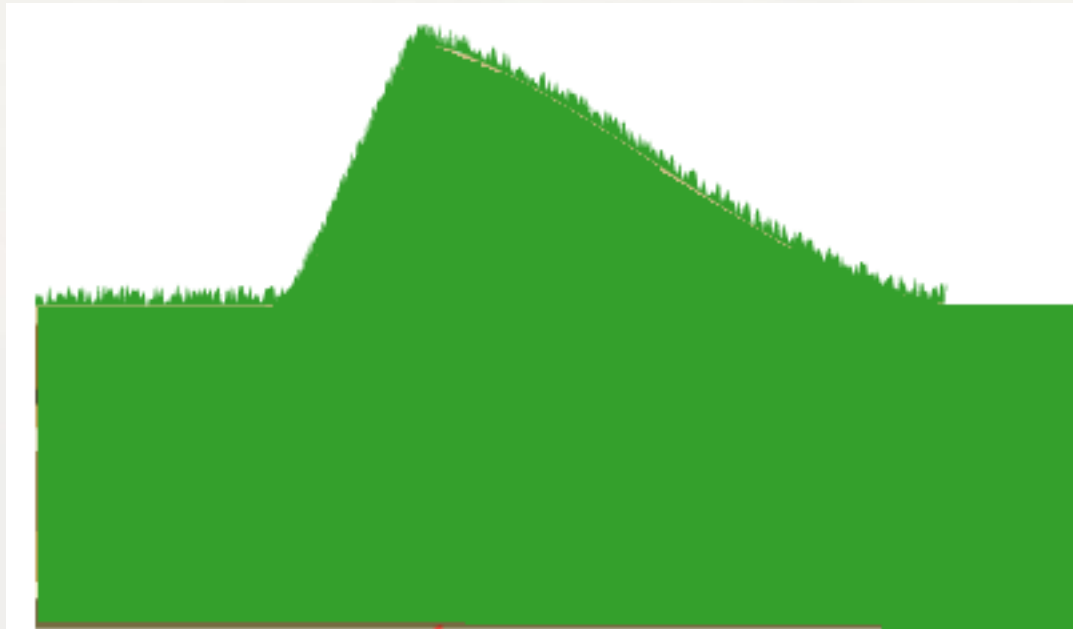
Fantasia à Constantinople por Felix Ziem





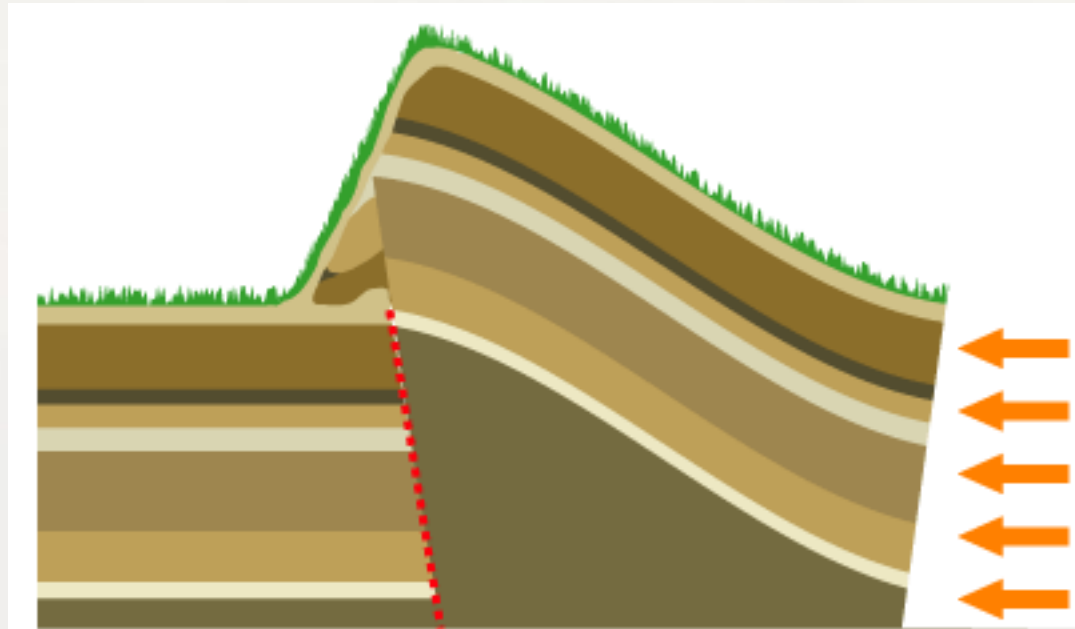
Objetos

- Montanha



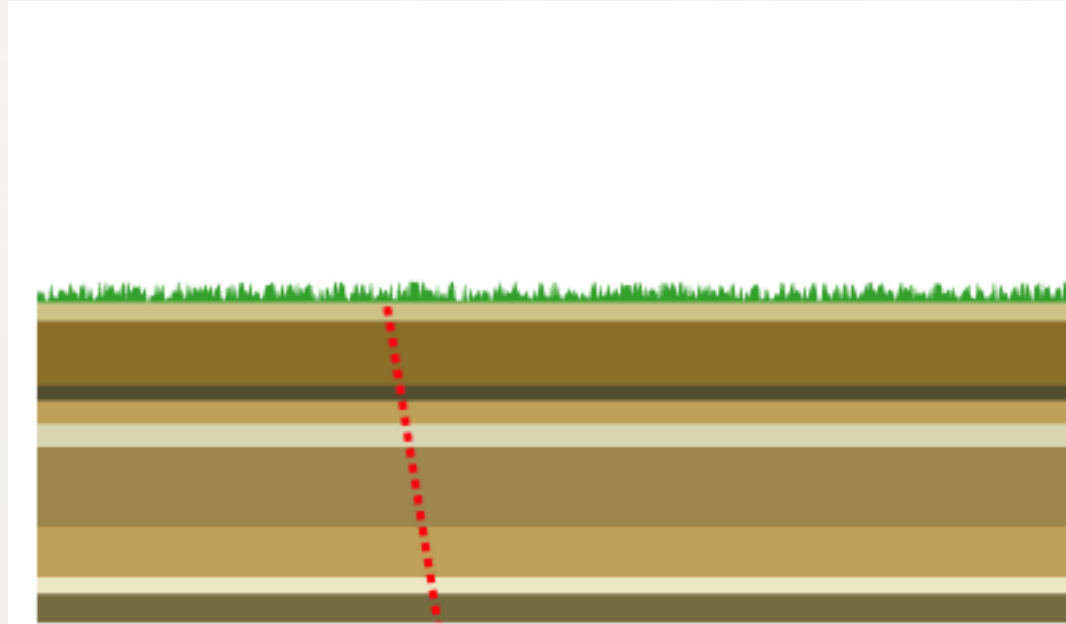
Objetos

- Montanha



Objetos

- Montanha



Objetos

- Estação rodoviária

Noção de Objeto

- Psicologia do desenvolvimento:
 - Quando crianças representam objetos como entidades permanentes?
 - Que persistem:
 - Através do tempo e espaço
 - À oclusão

(Santos & Hood, 2009)

Noção de Objetos

- Objetos permanecem?
 - “Of course, the concept of object permanence itself is really a misnomer, as all objects comprise energy in continuous states of change.” (Santos & Hood, 2009)

Noção de Objetos

- **Objetos necessários**

- “One of the most functionally relevant aspects of physical objects is the fact that they persist—standardly speaking, objects do not go in and out of existence and, thus, it is important that an organism be able to represent their continued presence even when they cannot be directly perceived or apprehended.” (Santos & Hood, 2009)

Noção de Objetos

- Existência independente do observador
 - “[...] nervous systems were developed via natural selection to represent objects so that organisms may interact with the external world in an adaptive way, and thus, brains are built to capture what is functionally relevant about objects.”
(Santos & Hood, 2009)

Formalizando Objetos

Por que formalizar?

Modelos e Comunicação

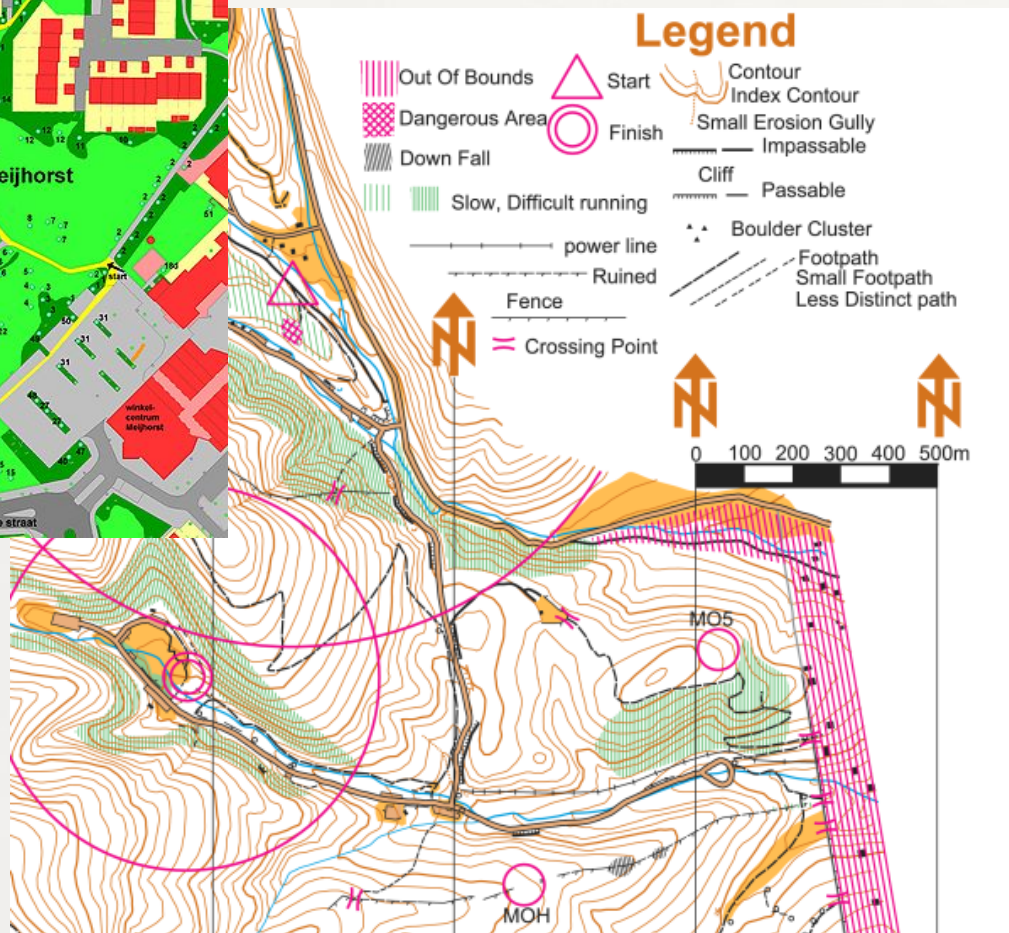


By University of Nottingham



Giving direction by Batoul Zaiter (C.O.D. Library) on Flickr

Modelos e Comunicação



Formal Entidades / Objetos

Modelo Entidade-Relacionamento (ER)

Modelo Entidade-Relacionamento

- Padrão para modelagem conceitual
- Criada por Peter Chen em 1976

Entidade

Entidade

- Objeto do universo de discurso
- Identificável distintamente
- Existência independente



Pessoa



Livro

Departamento
de uma
Organização

Categoria
de um
Livro

Modelo Orientado a Objetos (OO)

Modelo Orientado a Objetos

- **SIMULA 67**
 - Primeira Linguagem Orientada a Objetos

- **Smalltalk**
 - Projeto Dynabook
 - “Este ‘Dynabook’ foi baseado na visão de computadores pessoais baratos do tamanho de um caderno, tanto para adultos quanto crianças, com a capacidade de lidar com todas as suas respectivas necessidades de informação”. [KRE98]

As Duas Faces da OO

- Abordagem de abstração
- Estrutura de dados

Objeto

● Objeto

- Objeto do universo de discurso
- Identificável distintamente
- Existência independente



Pessoa



Livro

Departamento
de uma
Organização

Categoria
de um
Livro

Objeto



Pessoa



Livro

Departamento
de uma
Organização

Categoria
de um
Livro

Objetos são caracterizados por:

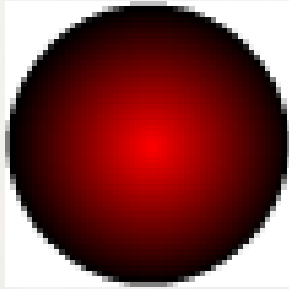
- identidade;
- atributos;
- comportamento.

Exemplo de Objeto

Esfera Vermelha

Objeto Esfera

Atributos (nome, valor)



(**peso**, 200 g)

(**raio**, 60 cm)

(**elasticidade**, alta)

(**cor**, vermelha)

Comportamento

aumentar, diminuir, se mover

Exemplo de Objeto

Um Financiamento

Objeto Financiamento

Atributos (nome, valor)



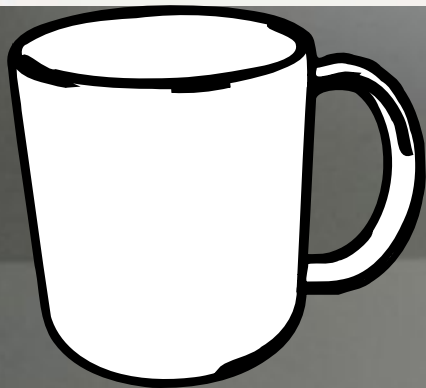
(valor, R\$ 150)

(número de parcelas, 3)

(percentual de juros, 1%)

Comportamento

calcula parcela

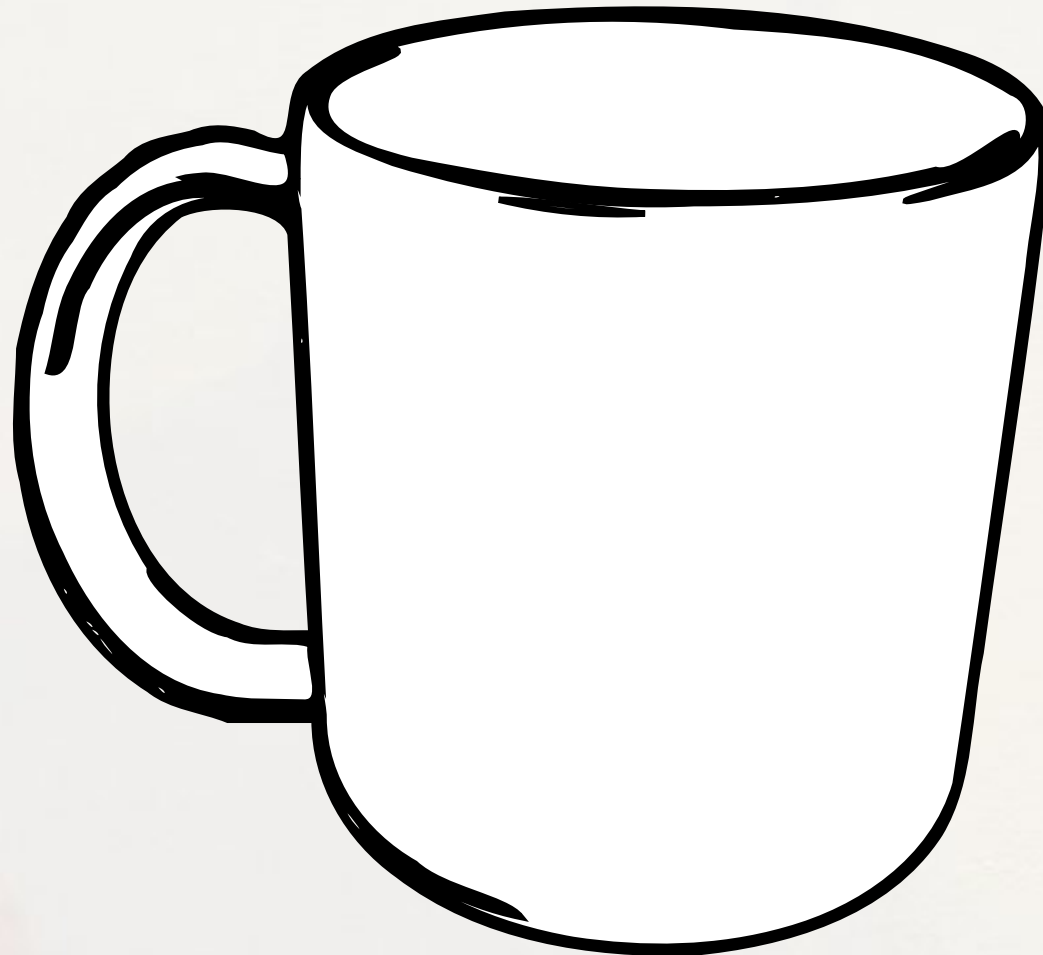


Mania de Classificar

Todas as Canecas são a
mesma Caneca



Generalizando ou Estereotipando



Generalizando ou Estereotipando



Generalizando ou Estereotipando



Classes ou Estereótipos

- Cérebro - captura funcionalidade relevante dos objetos

(Santos & Hood, 2009)

- Generalização - essencial para sobrevivência
 - memória - guarda estereótipos
 - previsão das funcionalidades

(Bloom, 2007)

Estereótipos Invariantes e Propriedades



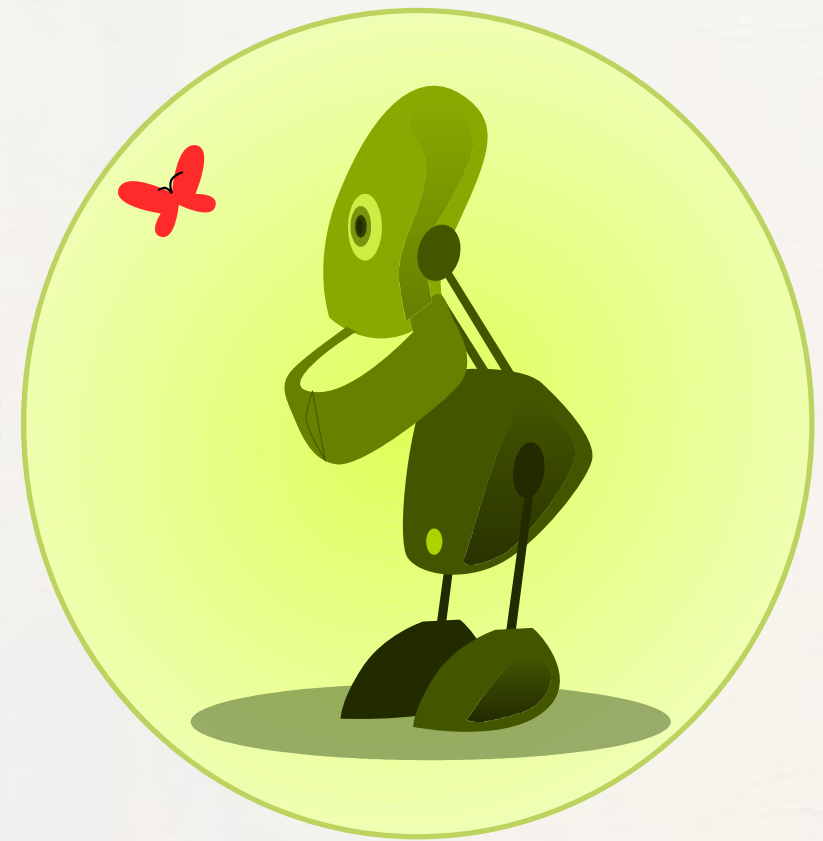
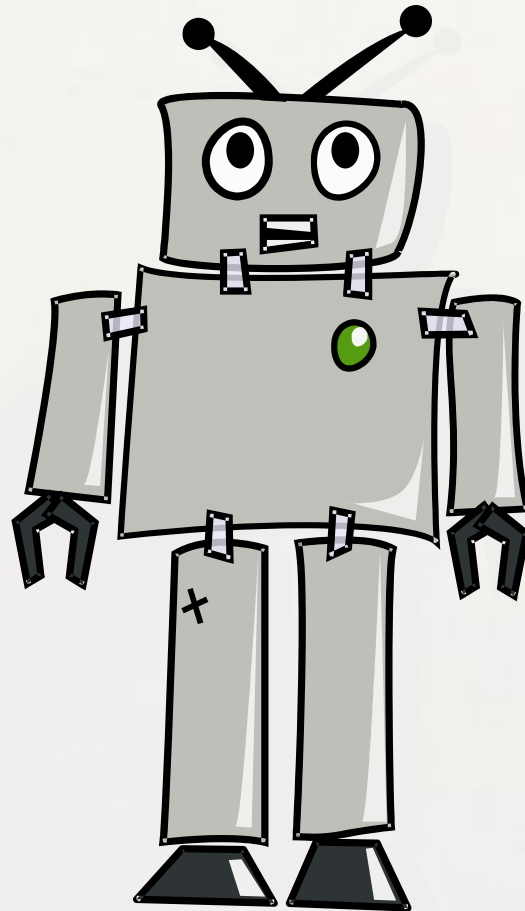
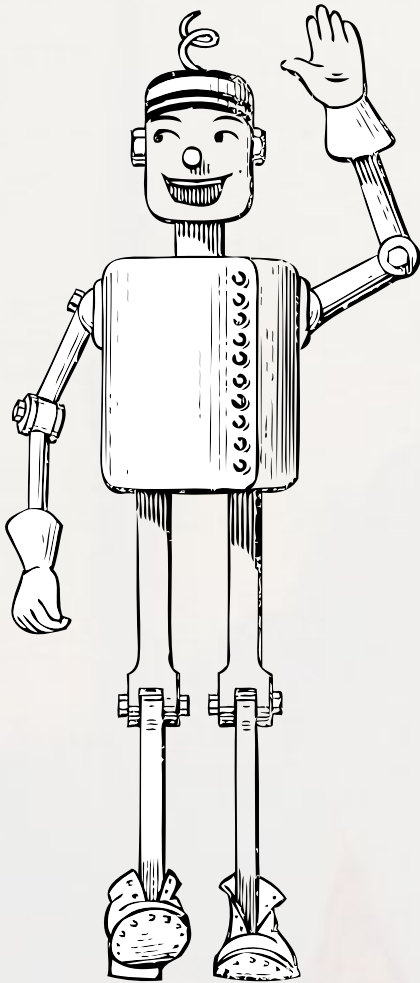
Classificando Invariantes e Propriedades





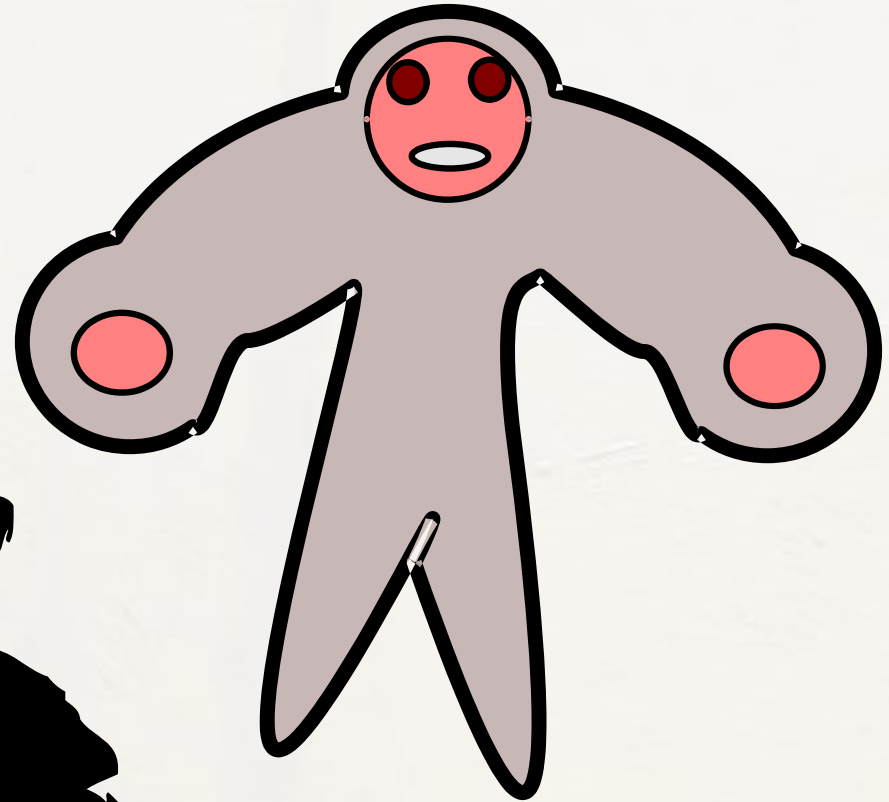
Desafios da Representação Compartilhada

Estereótipos



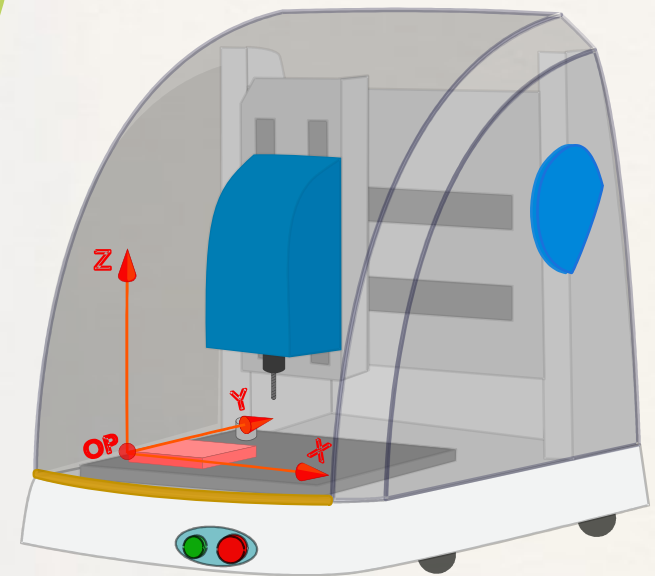
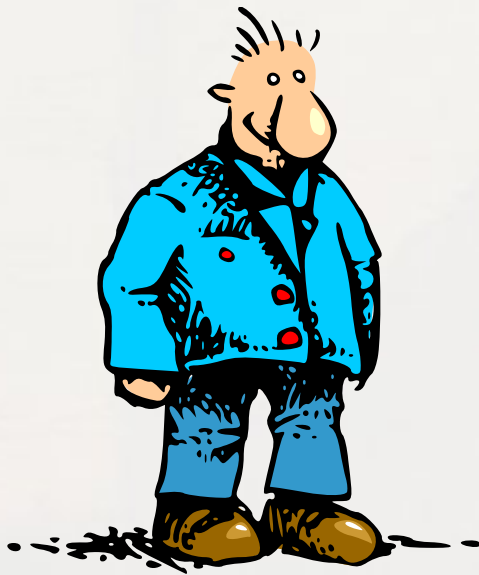
Desafios da Representação Compartilhada

Estereótipos



Estereótipos Abstrações Humanas

- São o mundo real ou descrevem o mundo real?



Objetos e Memória

Memória de Curta Duração (Trabalho)

- Armazena:
 - produtos intermediários do pensamento
 - representações produzidas pelo Sistema Perceptual
- Operações mentais:
 - obtém operandos
 - deixam resultados intermediários

(Rocha, 2003)

Chunks

- “Conceitualmente a MCD é constituída de chunks: elementos ativados da MLD, que podem ser organizados em unidades maiores.”

(Rocha, 2003, p. 55)

Estereótipos

- Capturar funcionalidade relevante
 - “[...] nervous systems were developed via natural selection to represent objects so that organisms may interact with the external world in an adaptive way, and thus, brains are built to capture what is functionally relevant about objects.”
(Santos & Hood, 2009)

Estereótipos

- Estereótipo
 - “We tend to use the term to refer to information we have about categories and intuitions we have about the typicality, our frequency of certain features of categories.” (Bloom, 2007)

Estereótipos

- Essencial para sobrevivência
 - And it turns out that collecting information about categories is essential to our survival. We see novel things all the time and if we were not capable of learning and making guesses, educated guesses, about these novel things we would not be able to survive. So, when you see this object over here you categorize it as a chair and you recognize that you could probably sit on it.” (Bloom, 2007)

Estereótipos

- Generalização

- “And if you were suddenly stripped of your ability to make generalizations, you'd be at a loss. You wouldn't know what to eat, how to interact. So, some sort of ability to record information and make generalizations is absolutely essential to making it through life.” (Bloom, 2007)

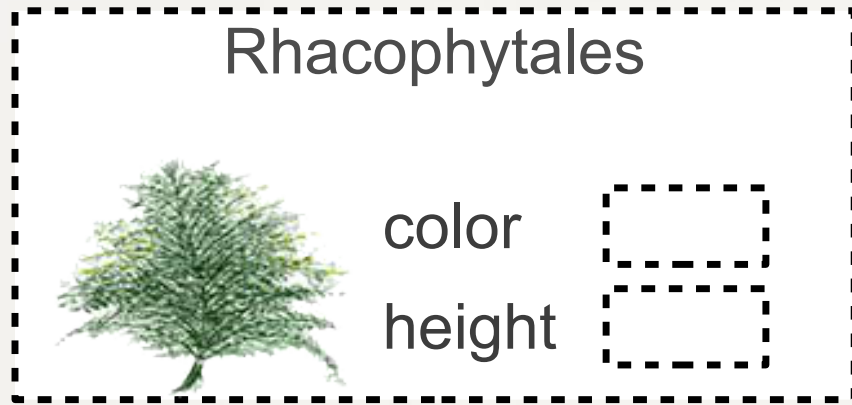
Modelos

- São fundamentais para:
 - Percepção (propósito e funcionalidades)
 - Memória
 - Comunicação
- Percebemos o mundo em objetos
- Os generalizamos e classificamos

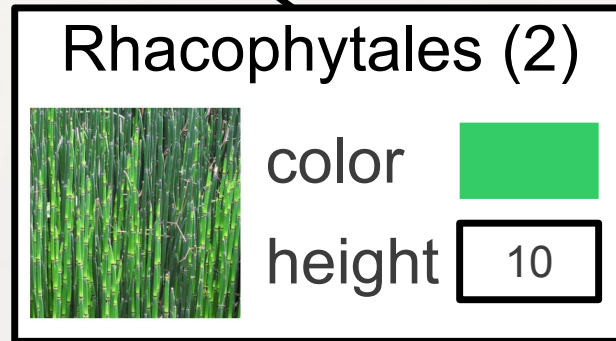
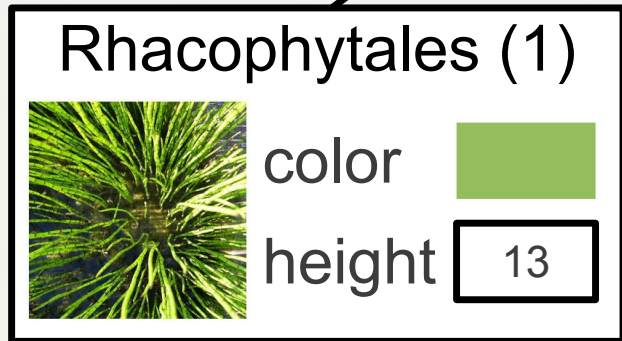
**Formal
Estereótipos / Classes**

Modelo

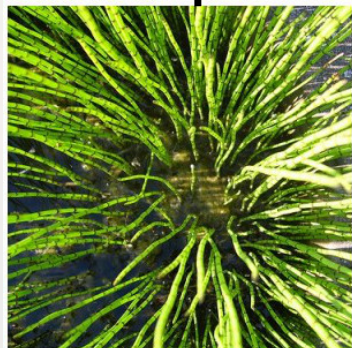
Generalização

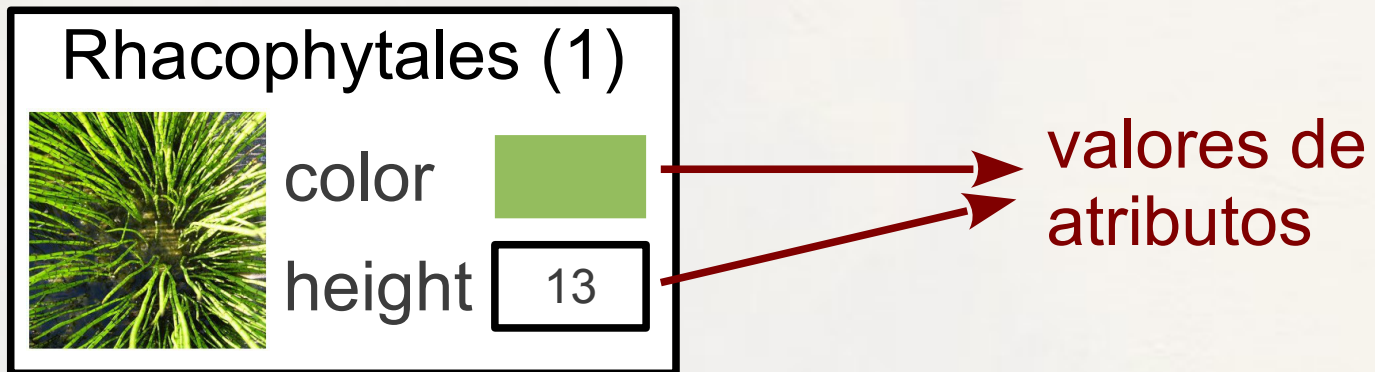
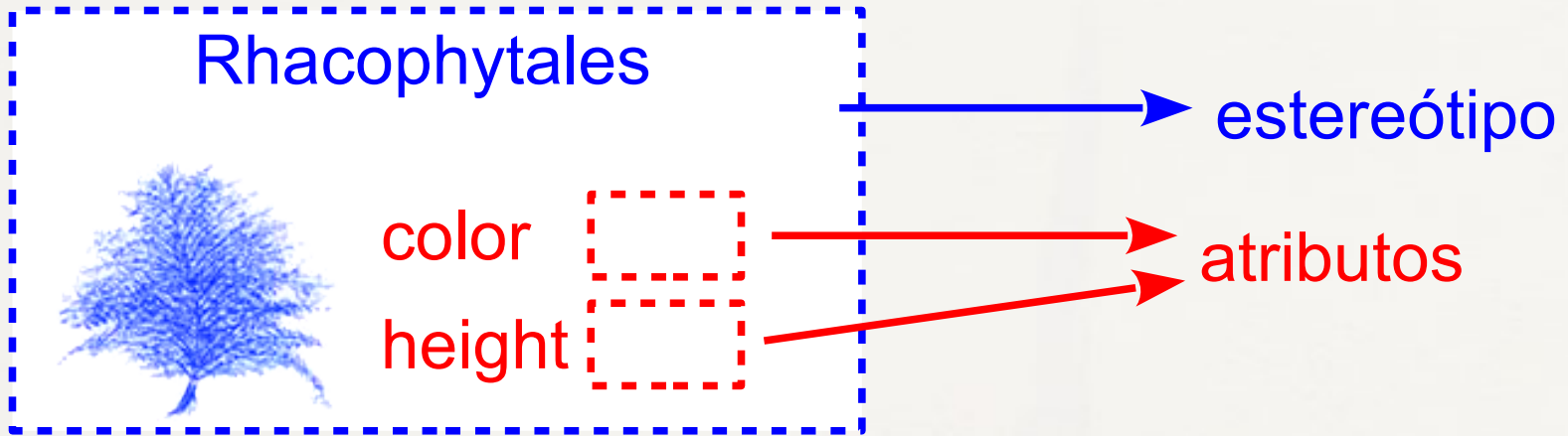


Instancias



Universo de Discurso

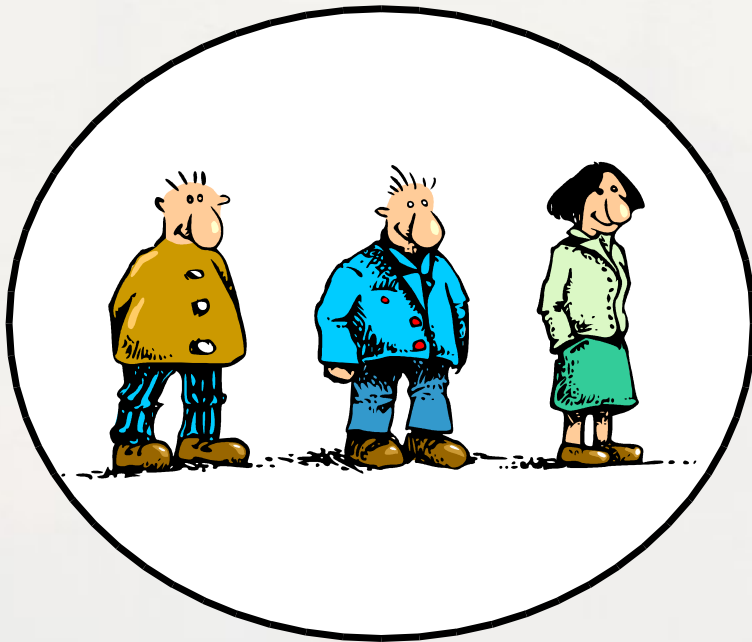




ER: Tipo Entidade

Tipo Entidade

- Tipo Entidade ou Conjunto de Entidades
 - conjunto não disjunto
 - entidades similares - mesmos atributos



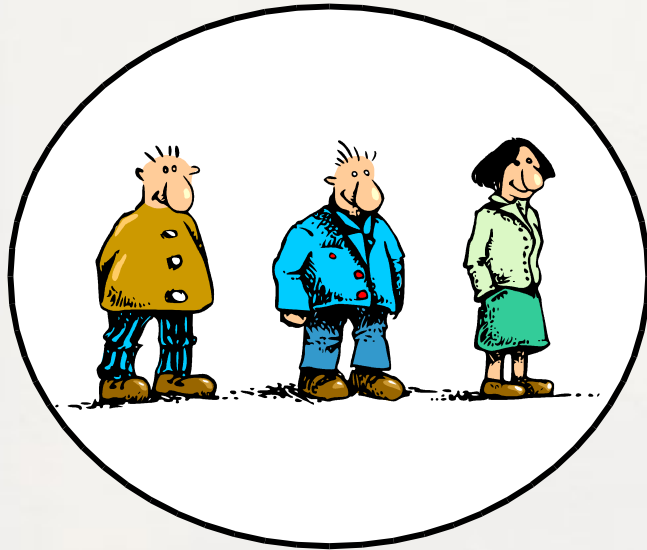
Conjunto
de Pessoas



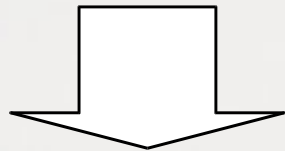
Conjunto
de Livros

Tipo Entidade

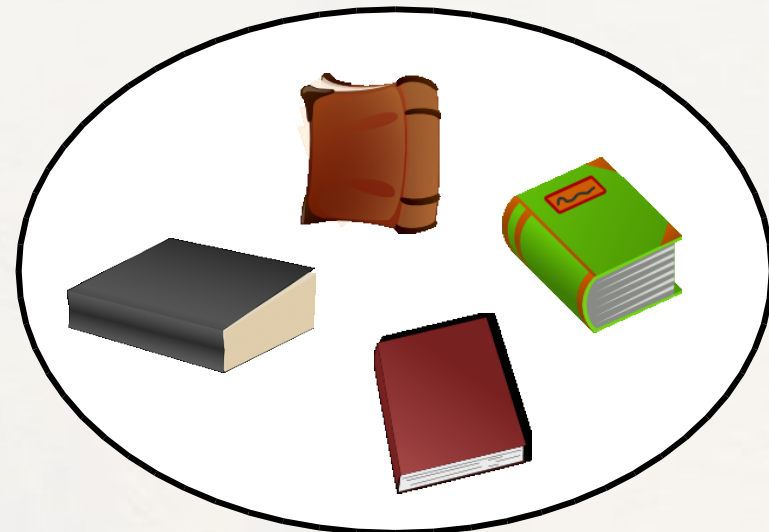
- Representação:



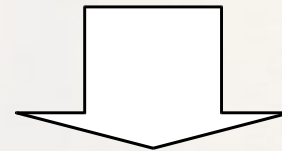
Conjunto
de Pessoas



Pessoa



Conjunto
de Livros



Livro

00: Classe

Abstrações em Computação
Tipo Abstrato de Dados

Tipo Abstrato de Dados (TAD)

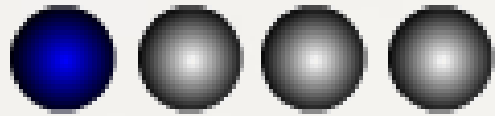
Abstract Data Type (ADT)

- “O termo 'tipo abstrato de dados' se refere ao conceito matemático básico que define um tipo de dados” (Tenenbaum, 1990)
 - Conceito matemático
 - Não considera aspectos de implementação
 - Ex.: eficiência de tempo e espaço
- (Tenenbaum, 1990)

Tipo Abstrato de Dados (TAD)

Abstract Data Type (ADT)

- “Um tipo abstrato de dados define uma classe de objetos abstratos que é completamente caracterizada pelas operações disponíveis nestes objetos. Isto significa que um tipo abstrato de dados pode ser definido pela definição e caracterização das operações daquele tipo.” (Liskov, 1974)

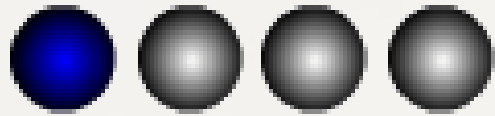


Classe

"Numa série ou num conjunto, grupo ou divisão que apresenta características ou atributos semelhantes." (Ferreira, 1989)



- Classificação de Carl Linné





Classe

- Quando realizamos uma classificação de objetos, identificamos o seu comportamento e as características que eles possuem em comum.
- Classes definem:
 - Atributos que irão descrever o objeto;
 - Métodos que definem o comportamento dos mesmos.

Classe	Objeto	Objeto	Objeto
 peso raio cor	 peso: 200 g raio: 60 cm cor: vermelha	 peso: 200 g raio: 60 cm cor: azul	 peso: 50 g raio: 30 cm cor: verde

Objetos e Classes

- Os objetos são organizados/divididos em grupos chamados classes.
- Objetos da mesma classe têm:
 - o mesmo conjunto de atributos (os valores dos atributos podem ser diferentes);
 - o mesmo conjunto de métodos.

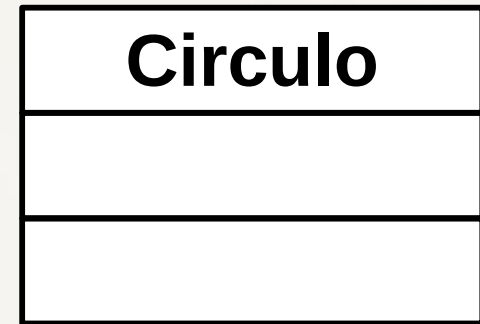
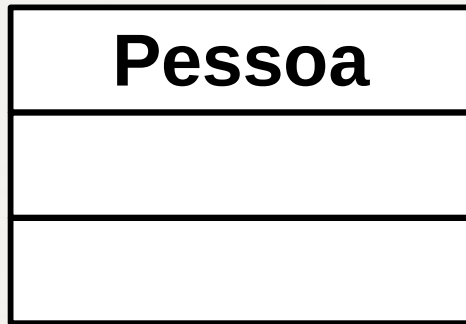
UML

Unified Modeling Language

- <http://www.uml.org/>
- Desenvolvida entre 1994-96
- Criadores
 - Grady Booch, Ivar Jacobson and James Rumbaugh na Rational Software
- Padrão OMG em 1997
 - OMG - Object Management Group
 - <http://omg.org/>

(Wikipedia, 2015)

UML Classe

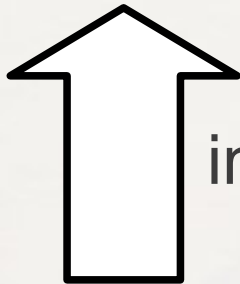
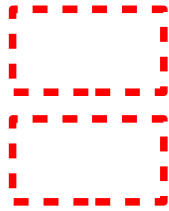


Rhacophytales



color

height



instância

Rhacophytales (1)



color

height



13

Rhacophytales

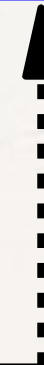
color: ColorType

height: int

R1

color = green

height = 13

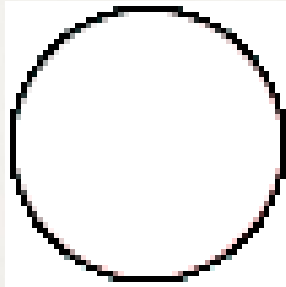


Exemplo de Classe

Esfera

Classe Esfera

Atributos (nome, tipo)



(**peso**, real)

(**raio**, real)

(**elasticidade**, string)

(**cor**, color)

Comportamento

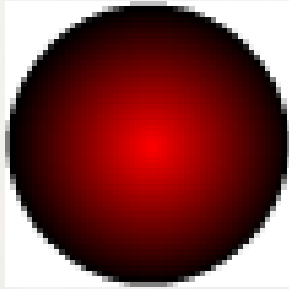
aumentar, diminuir, se mover

Exemplo de Objeto

Esfera Vermelha

Objeto Esfera

Atributos (nome, valor)



(**peso**, 200 g)

(**raio**, 60 cm)

(**elasticidade**, alta)

(**cor**, vermelha)

Comportamento

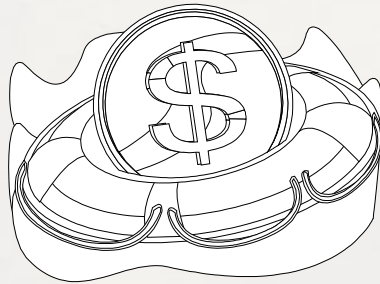
aumentar, diminuir, se mover

Exemplo de Classe

Financiamento

Classe Financiamento

Atributos (nome, tipo)



(valor, real)

(número de parcelas, inteiro)


(percentual de juros, real)

Comportamento

calcula parcela

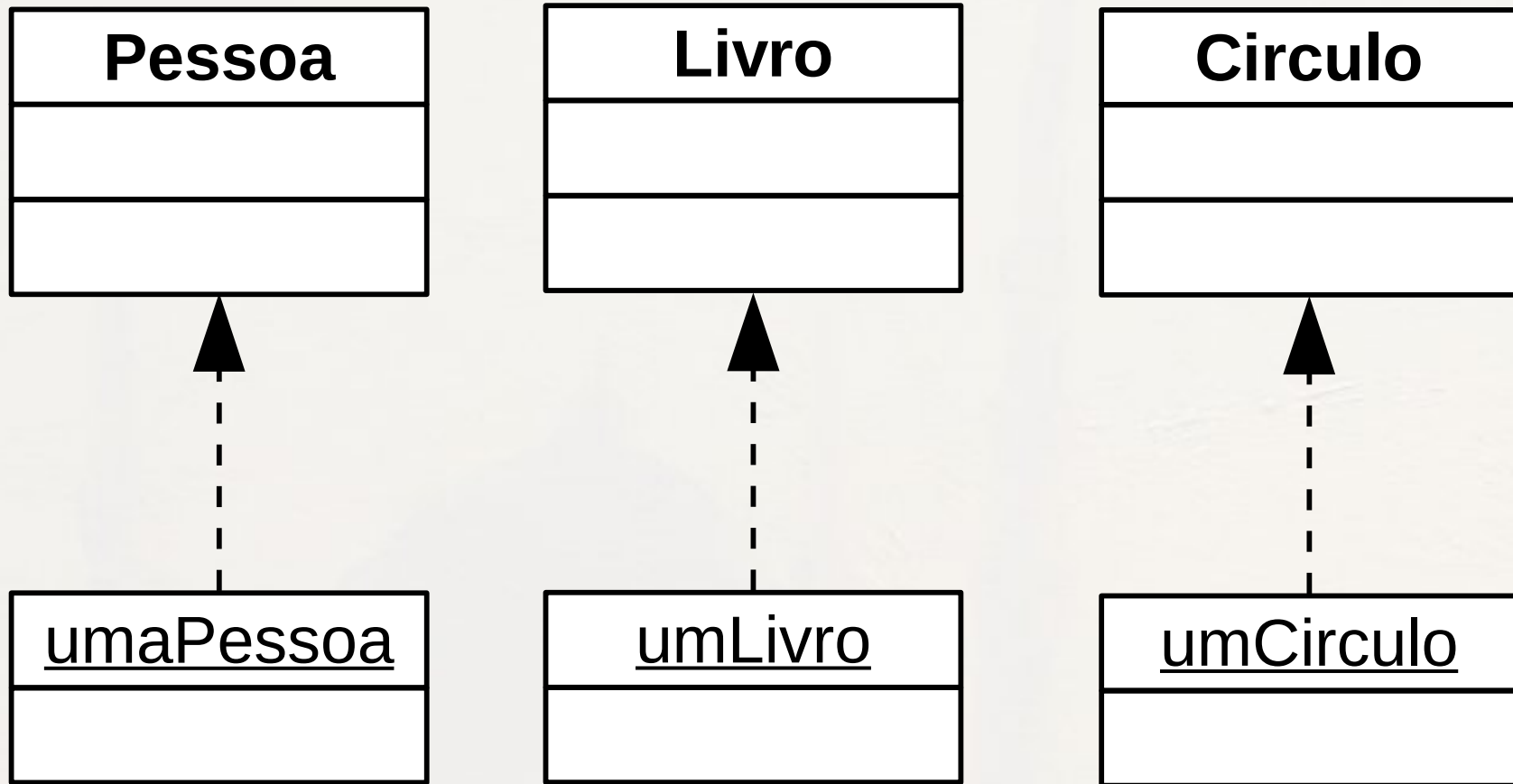
Exemplo de Objeto

Um Financiamento

Objeto Financiamento	
Atributos (nome, valor)	
	(valor, R\$ 150)
	(número de parcelas, 3)
	(percentual de juros, 1%)
Comportamento	
calcula parcela	

UML

Instância de Classe



UML

Instância de Classe (alternativa)

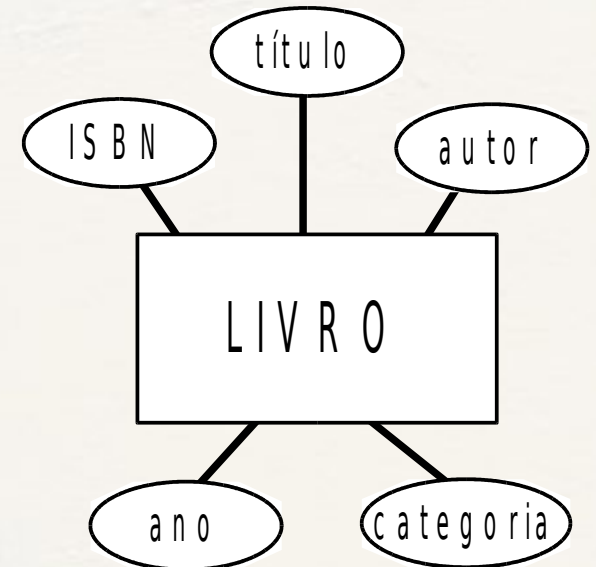
umaPessoa: Pessoa

umaLivro: Livro

umCirculo: Circulo

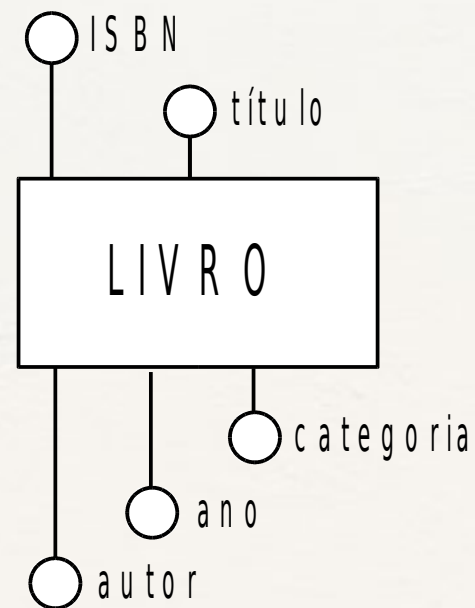
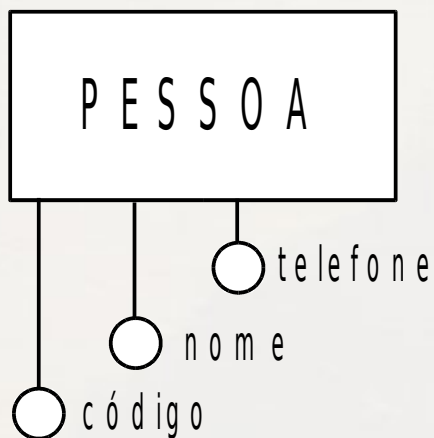
Atributos

- Cada instância de entidade ou relacionamento tem atributos que a descrevem



Atributos

Representação Alternativa



Tipos de Atributo

- **Simple** (atômico)

Tamanho

- **Multivalorado**

Autores

- **Composto**

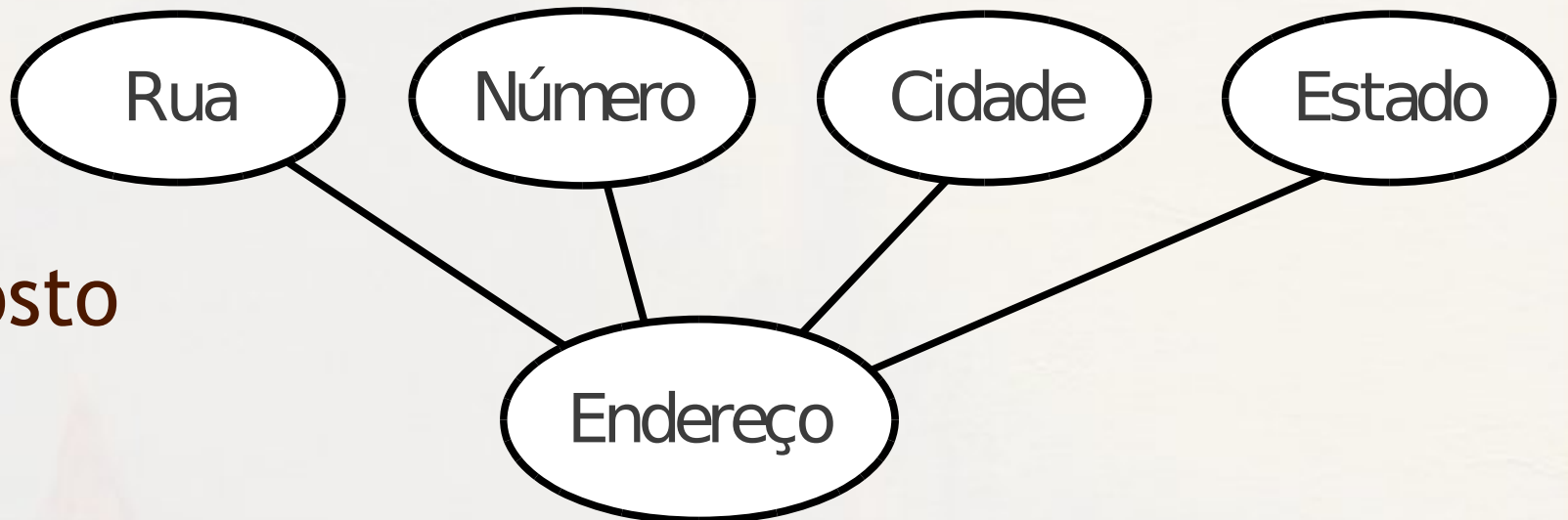
Rua

Número

Cidade

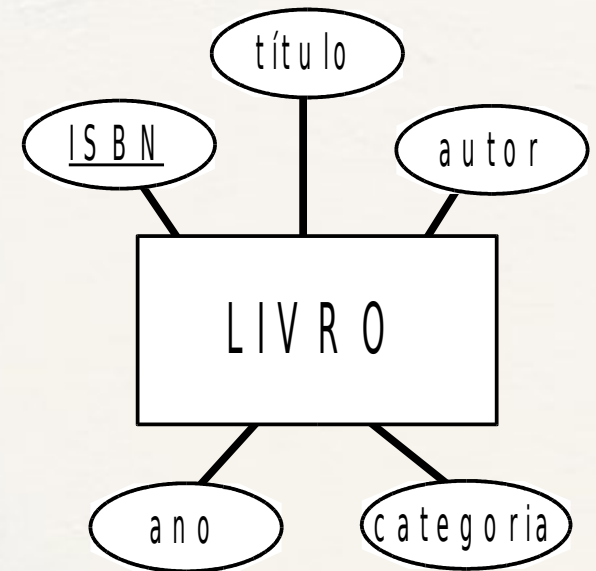
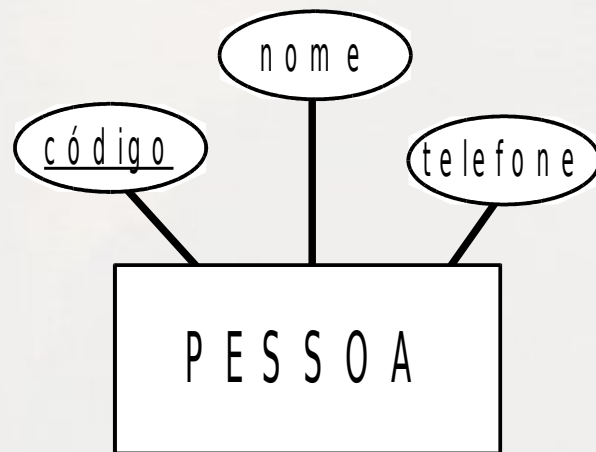
Estado

Endereço



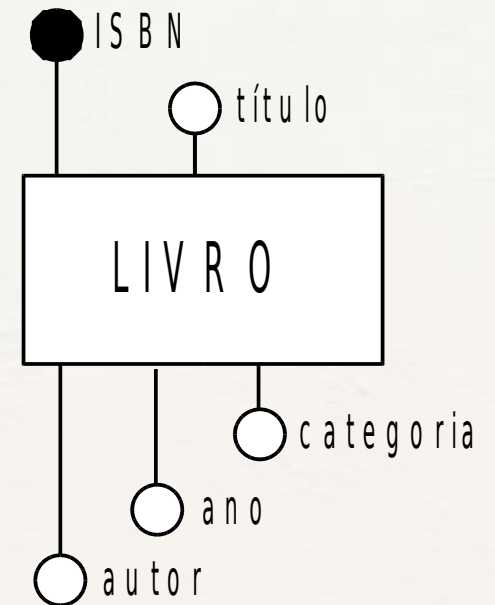
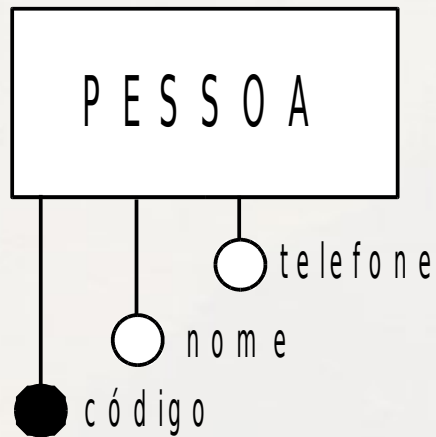
Atributos-Chave

- Servem para distinguir ocorrências da entidade
- São únicos na relação

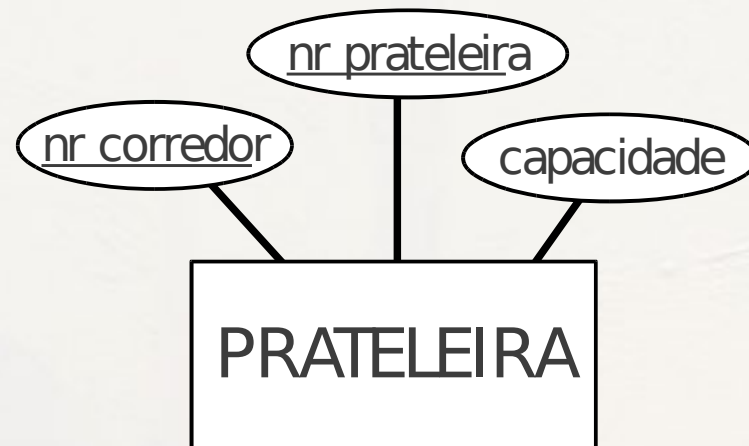


Atributos-Chave

Representação Alternativa



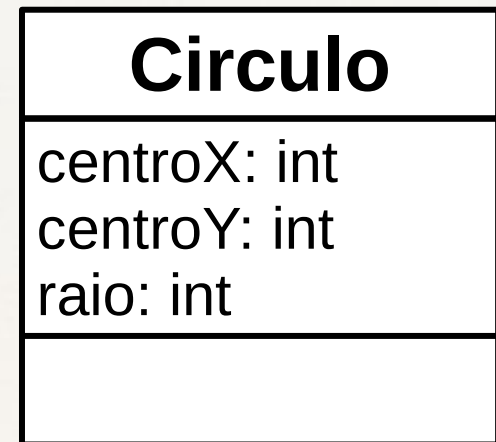
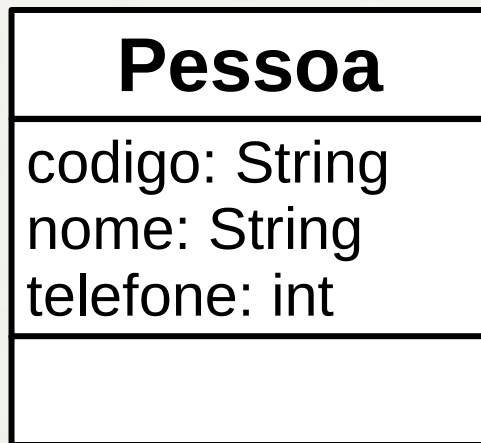
Atributo-chave Composto



(Heuser, 2004)

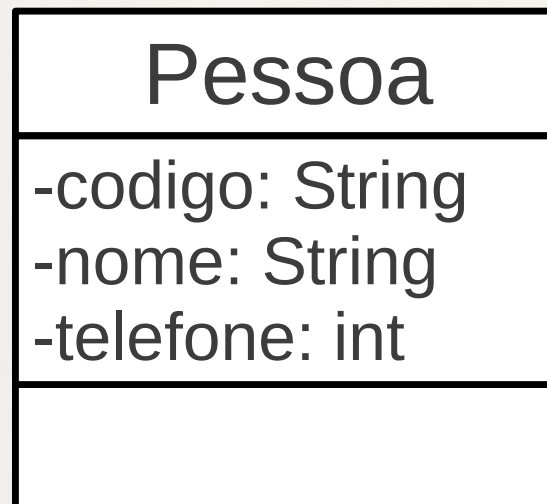
UML

Atributos (propriedades)



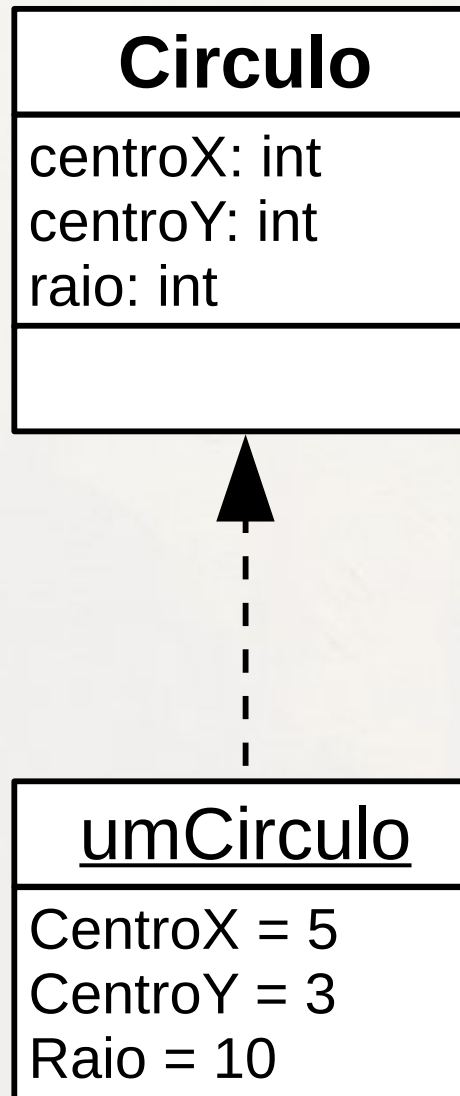
UML: Atributos

- **Visibilidade:**
 - + público
 - - privado
 - # protegido



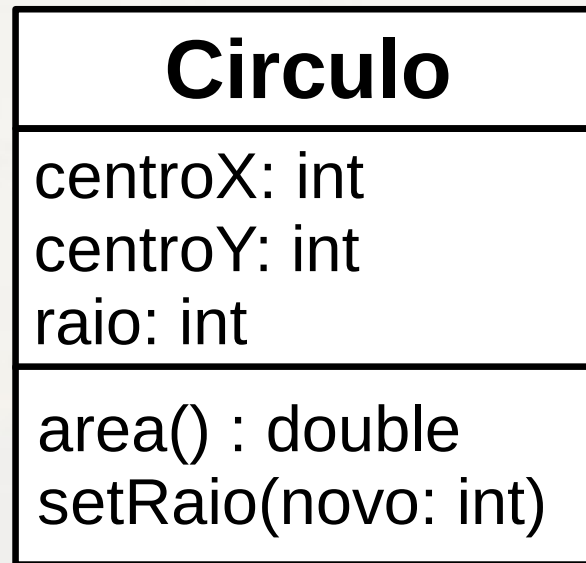
UML

Instância com valores de atributos



UML

Métodos (operações)



Exercício

parte 1

Uma indústria farmacêutica quer desenvolver um banco de dados para registrar os medicamentos que ela produz, bem como os vírus tratados por estes medicamentos.

Elabore um modelo conceitual para este banco de dados conforme o detalhamento a seguir:

- Devem ser armazenados os nomes científicos e populares dos vírus bem como os períodos de incubação.
- Para medicamentos, o devem ser armazenados o nome de venda e o composto ativo.
- Em princípio considere que não há relação entre vírus e medicamentos.

Relacionamento

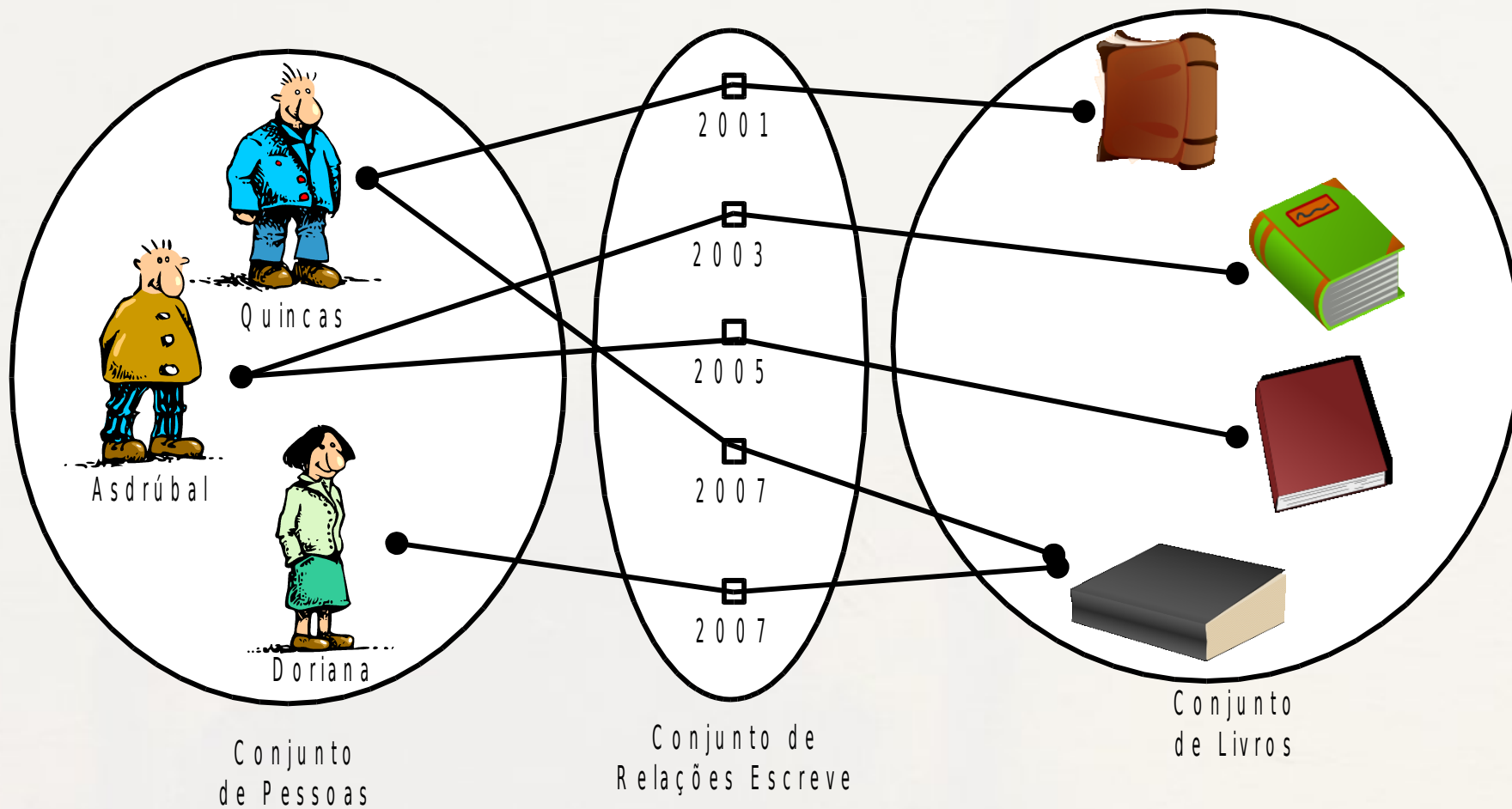
ER: Relacionamento

ER: Relacionamento

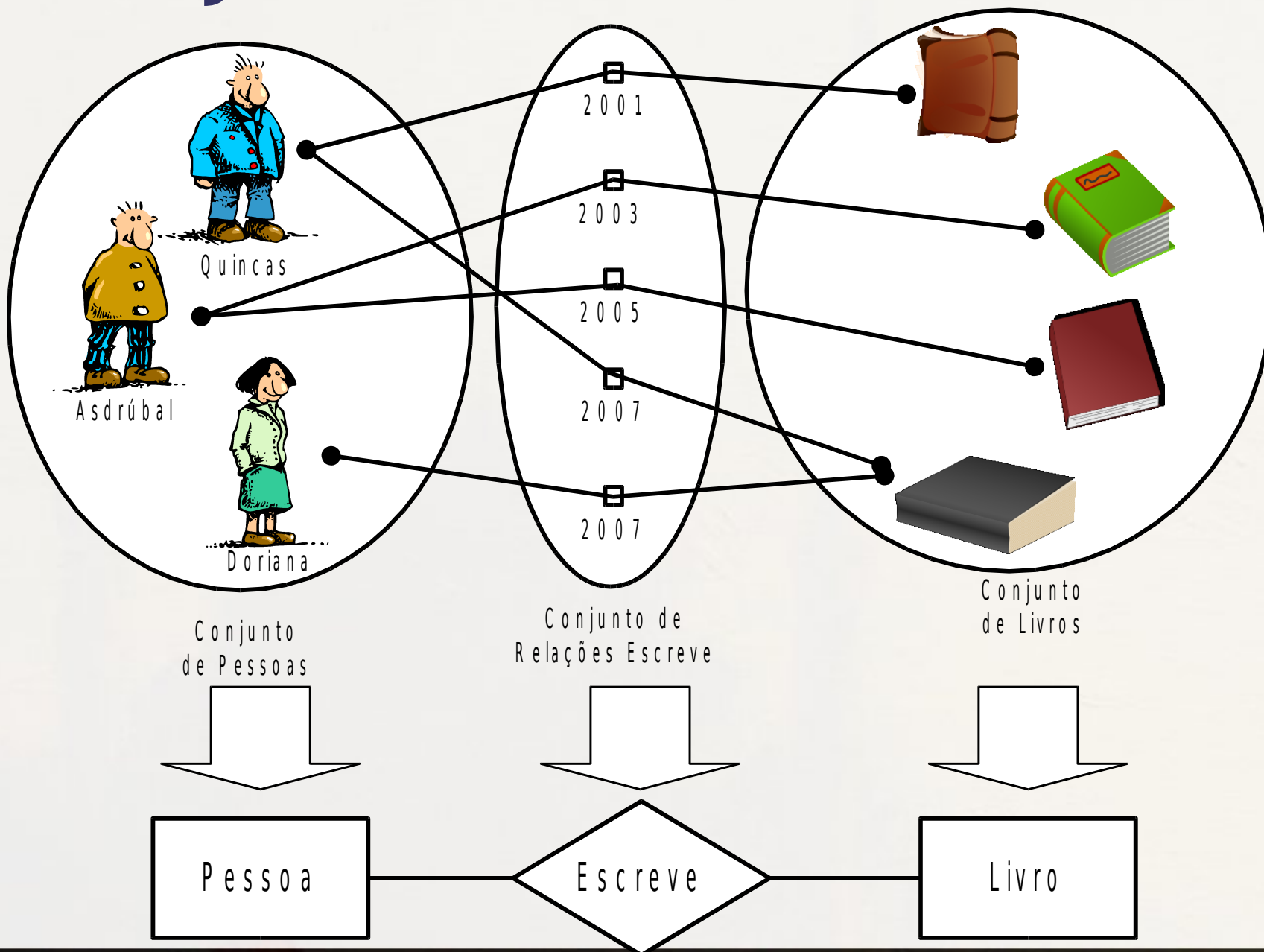
- Associação entre entidades
- Atributo de uma entidade que se refere a outra



Conjunto de Relacionamentos

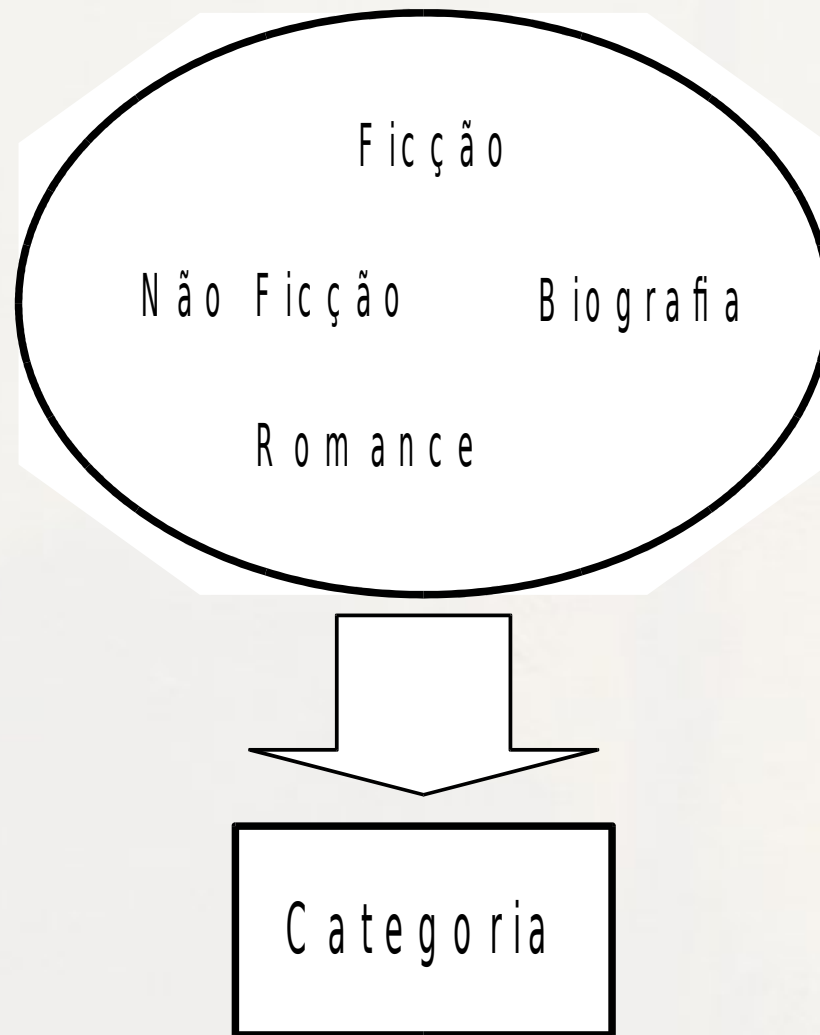


Conjunto de Relacionamentos

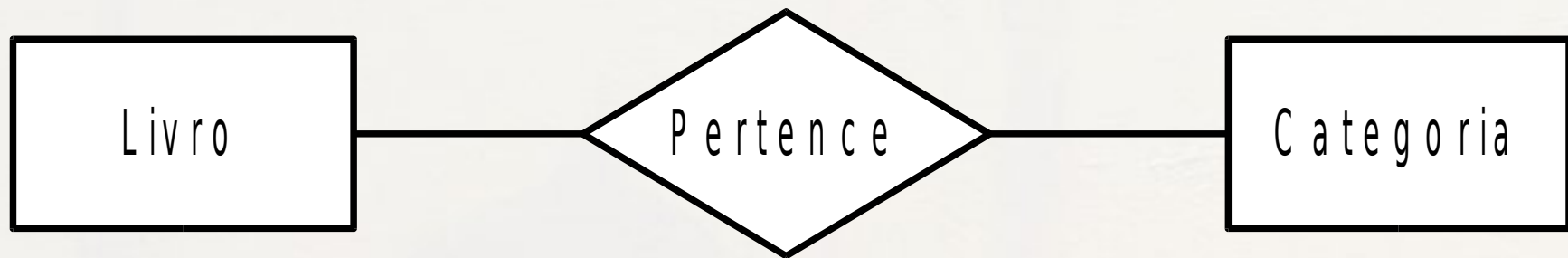


ER: Entidade

Exemplo Categoria

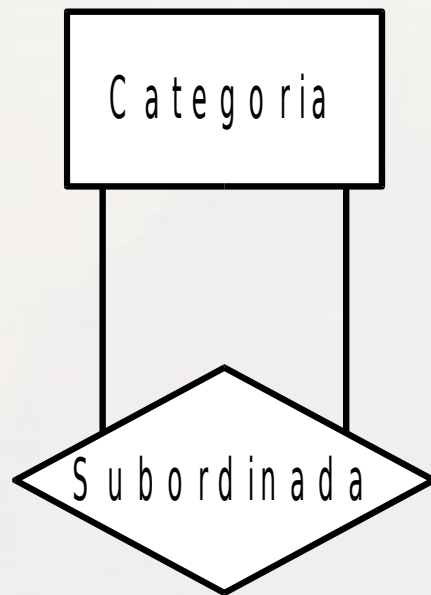


ER: Relacionamento Exemplo Pertence



ER: Auto-Relacionamento

- Relacionamento entre ocorrências da mesma entidade

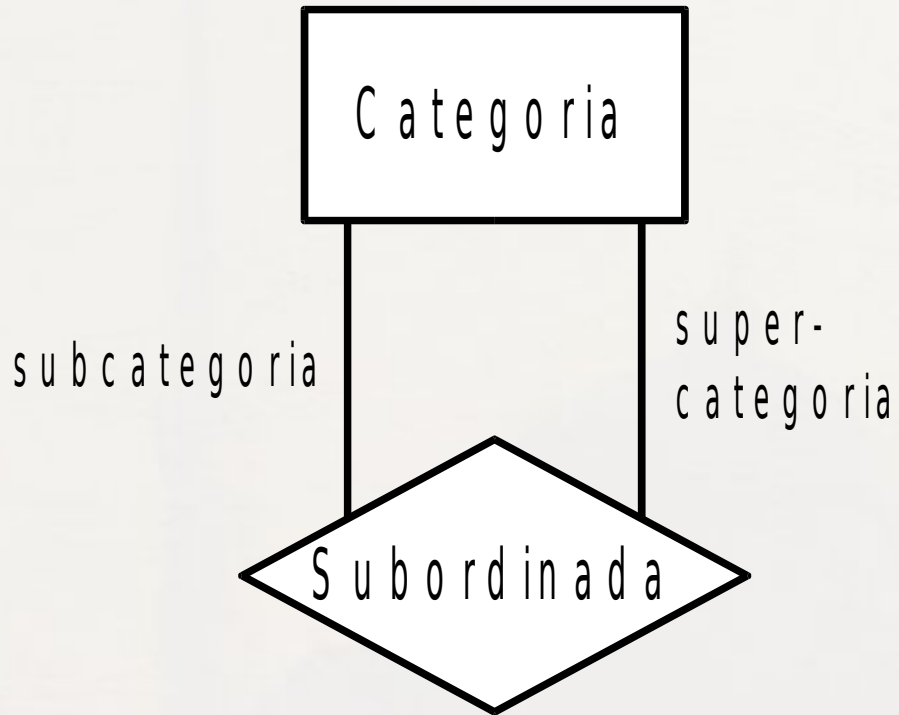


ER: Papéis

- Função que instância de entidade cumpre dentro de instância de relacionamento



ER: Papéis



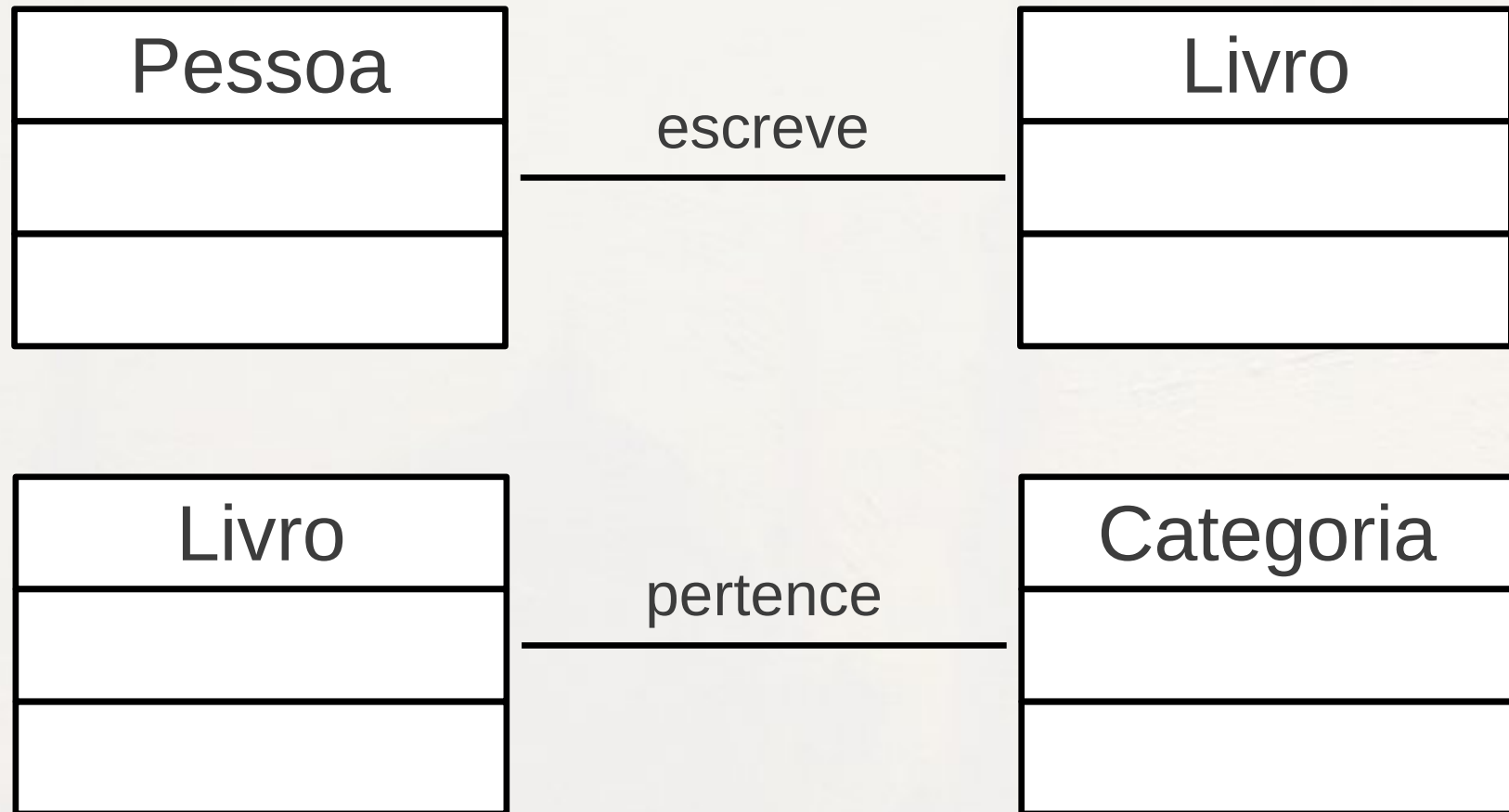
00: Relacionamento

OO: Relacionamento

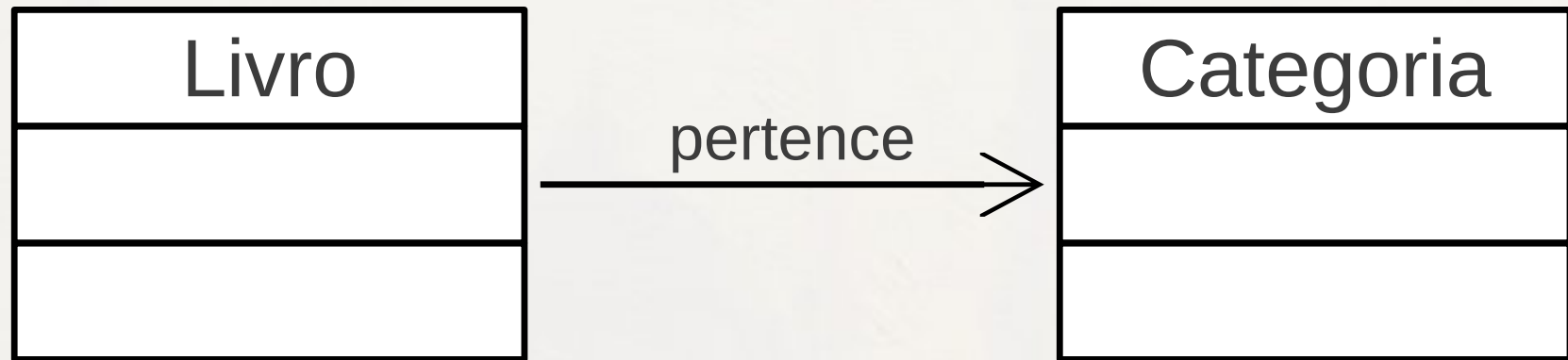
- Associação entre objetos
- Atributo de um objeto que se refere a outro
 - Atributo definido na classe



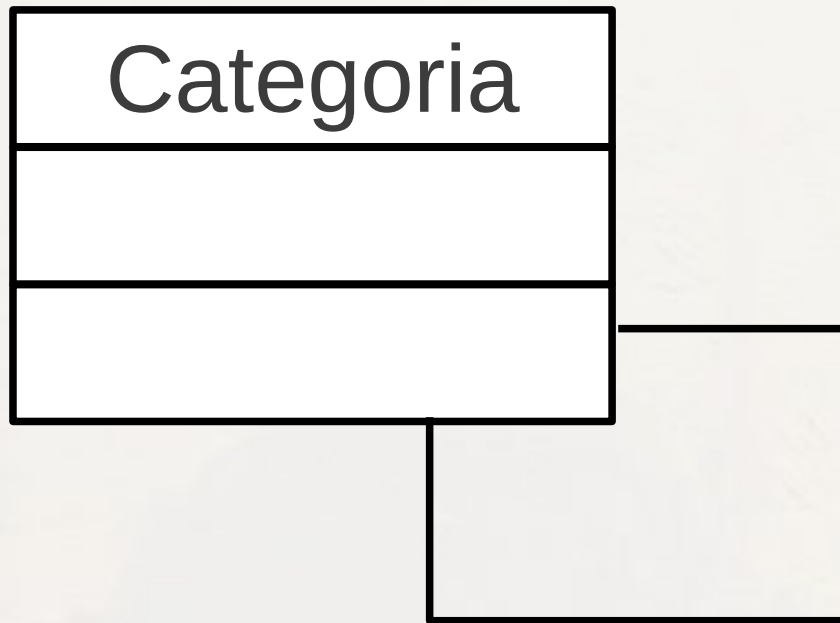
UML: Relacionamento



UML: Relacionamento Direcionado

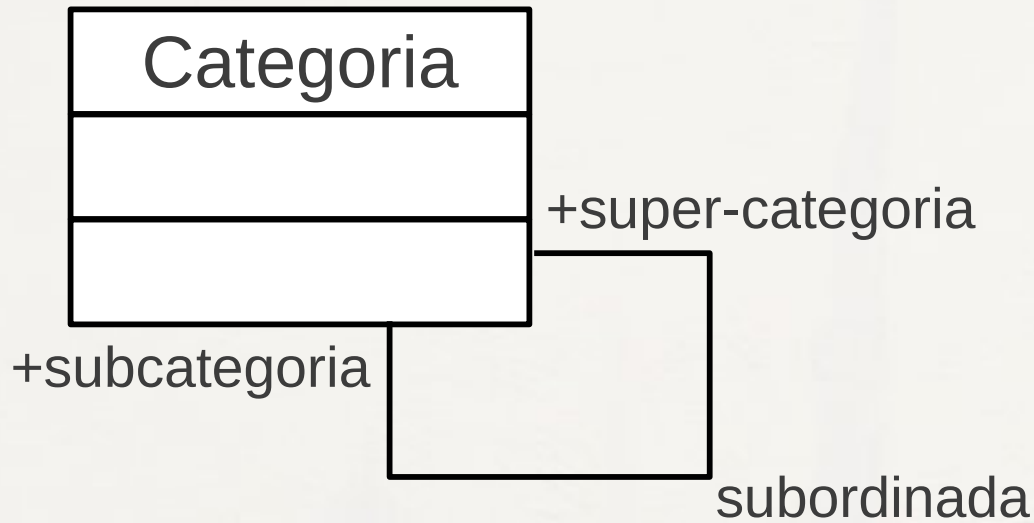


UML: Auto-relacionamento



subordinada

UML: Papéis



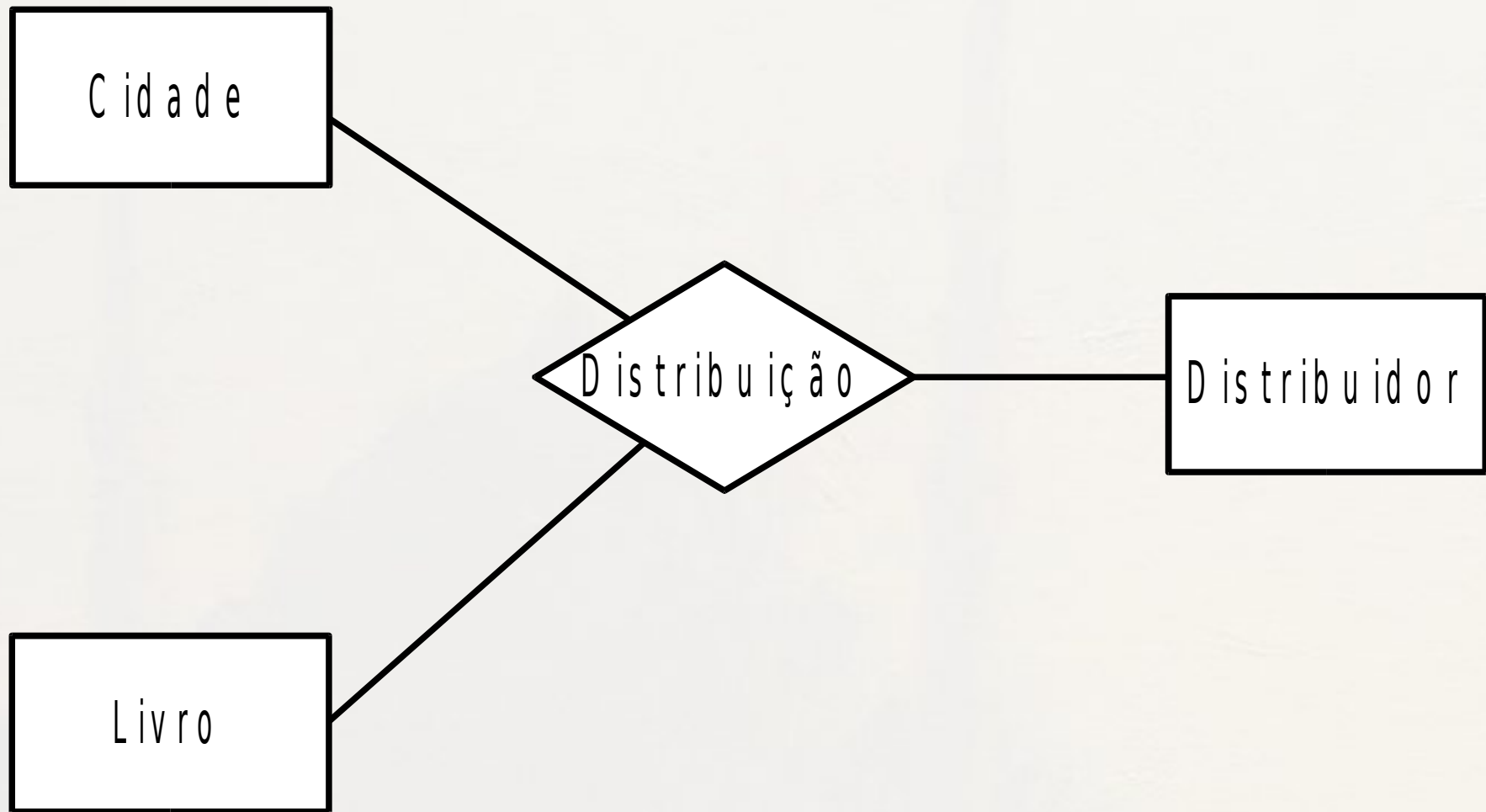
ER: Grau de Relacionamento

- Número de entidades que participam do relacionamento

Grau de Relacionamento Binário



Grau de Relacionamento Ternário



ER: Cardinalidade no Relacionamento

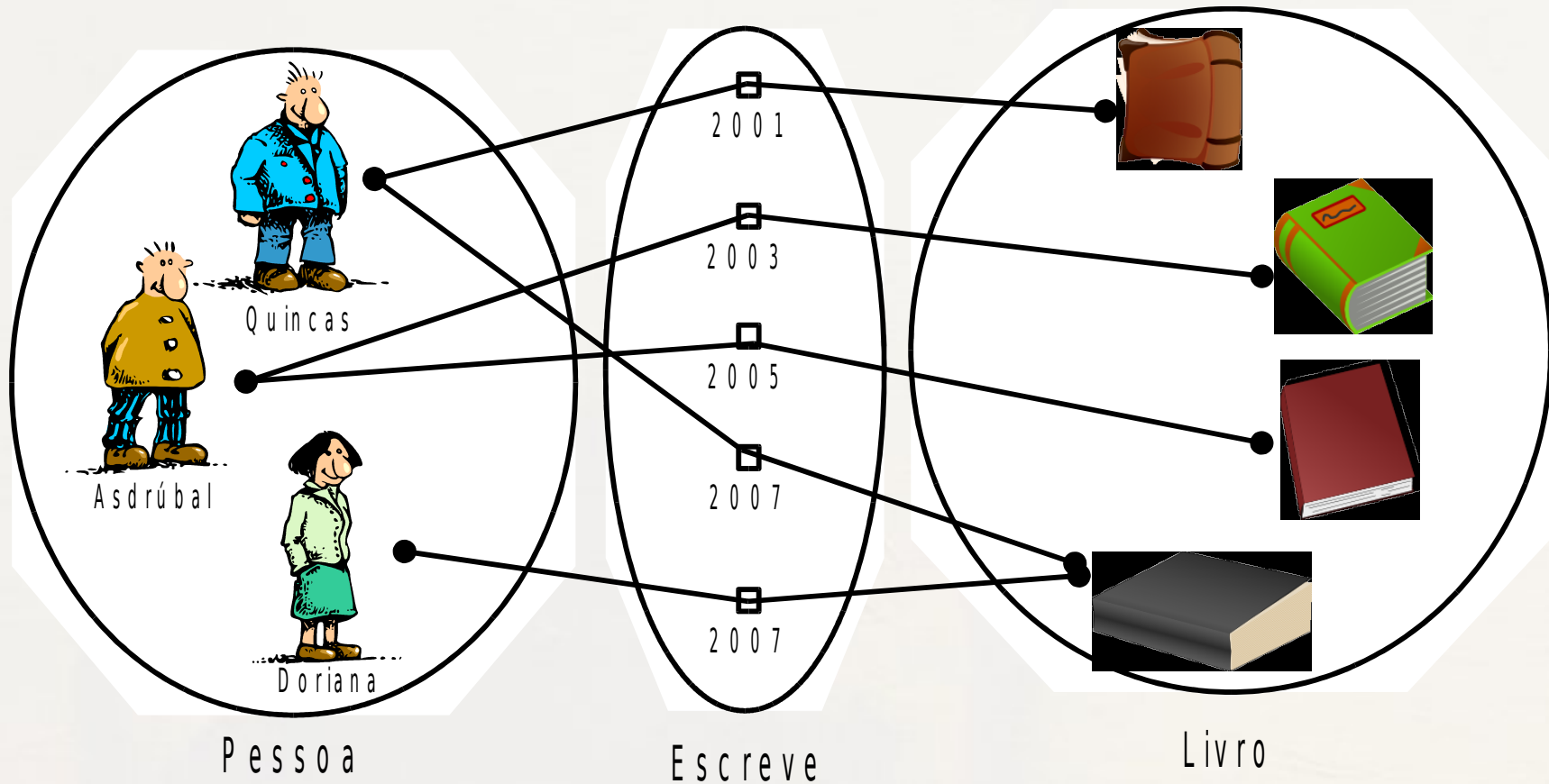
- Restrições que limitam a possibilidade de combinações de entidades em relacionamentos
- Cardinalidade:
 - Máxima
 - Mínima

Razão de Cardinalidade

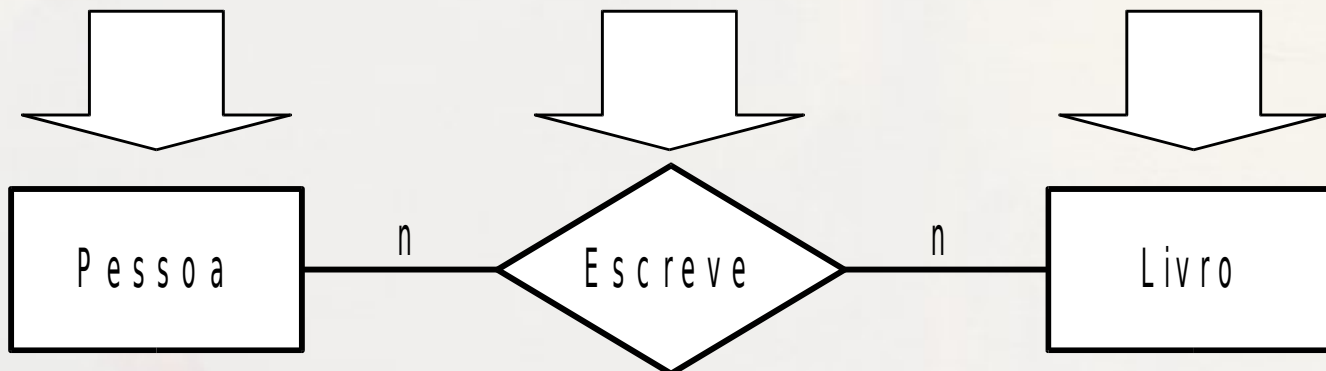
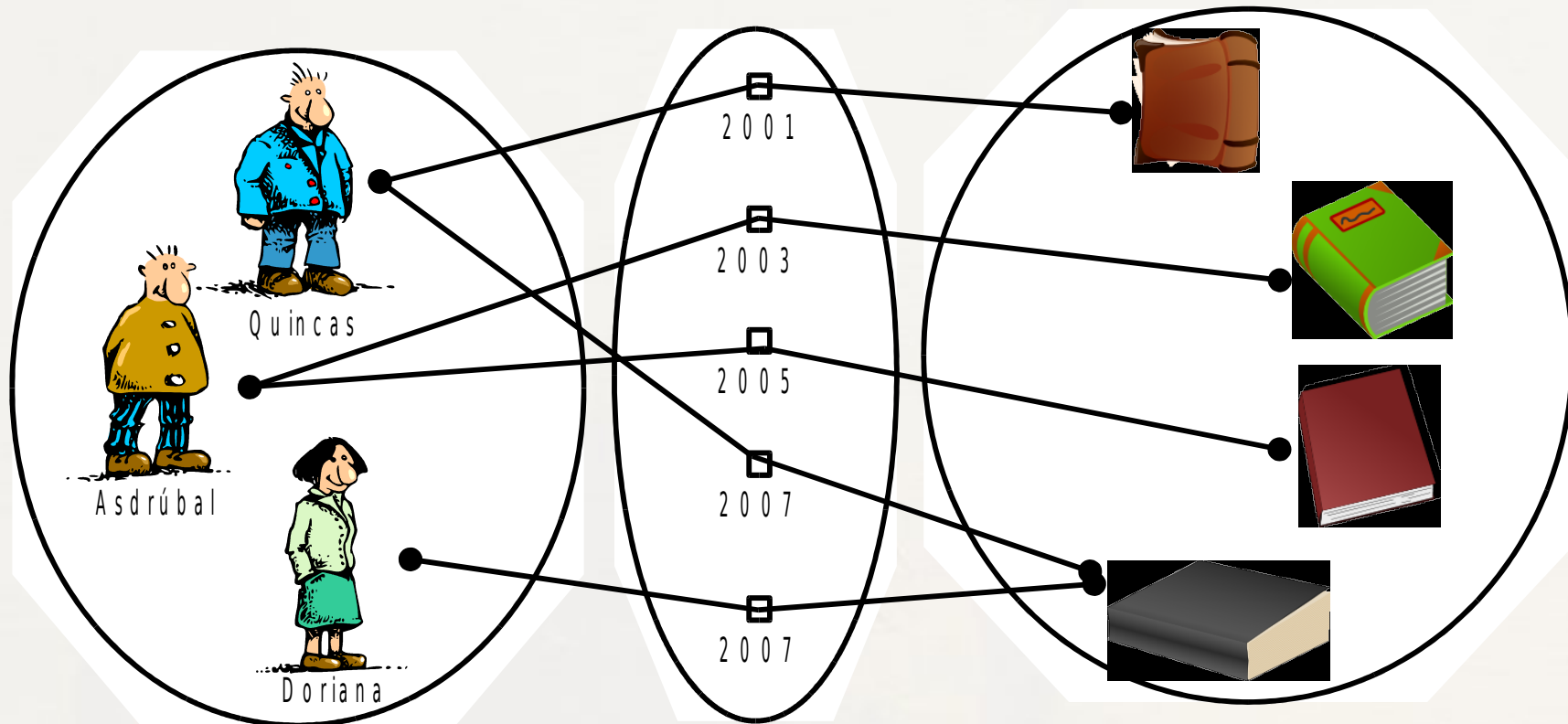
Razão de Cardinalidade

- É expressa a razão (ou proporção) de participação em um relacionamento.
- Transcrição gráfica das proporções: 1:1, 1:N, N:1 e N:N

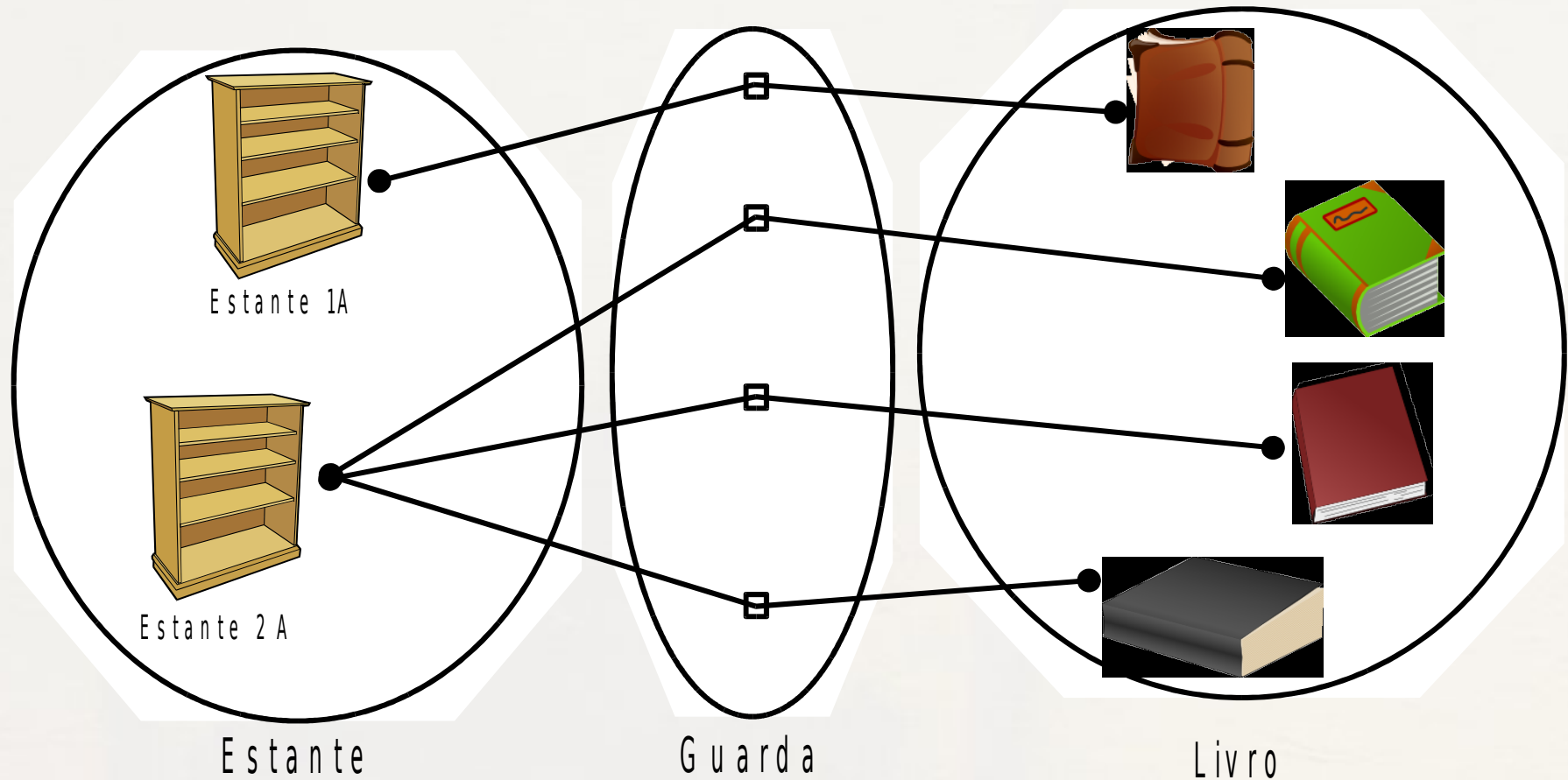
Relacionamento n:n



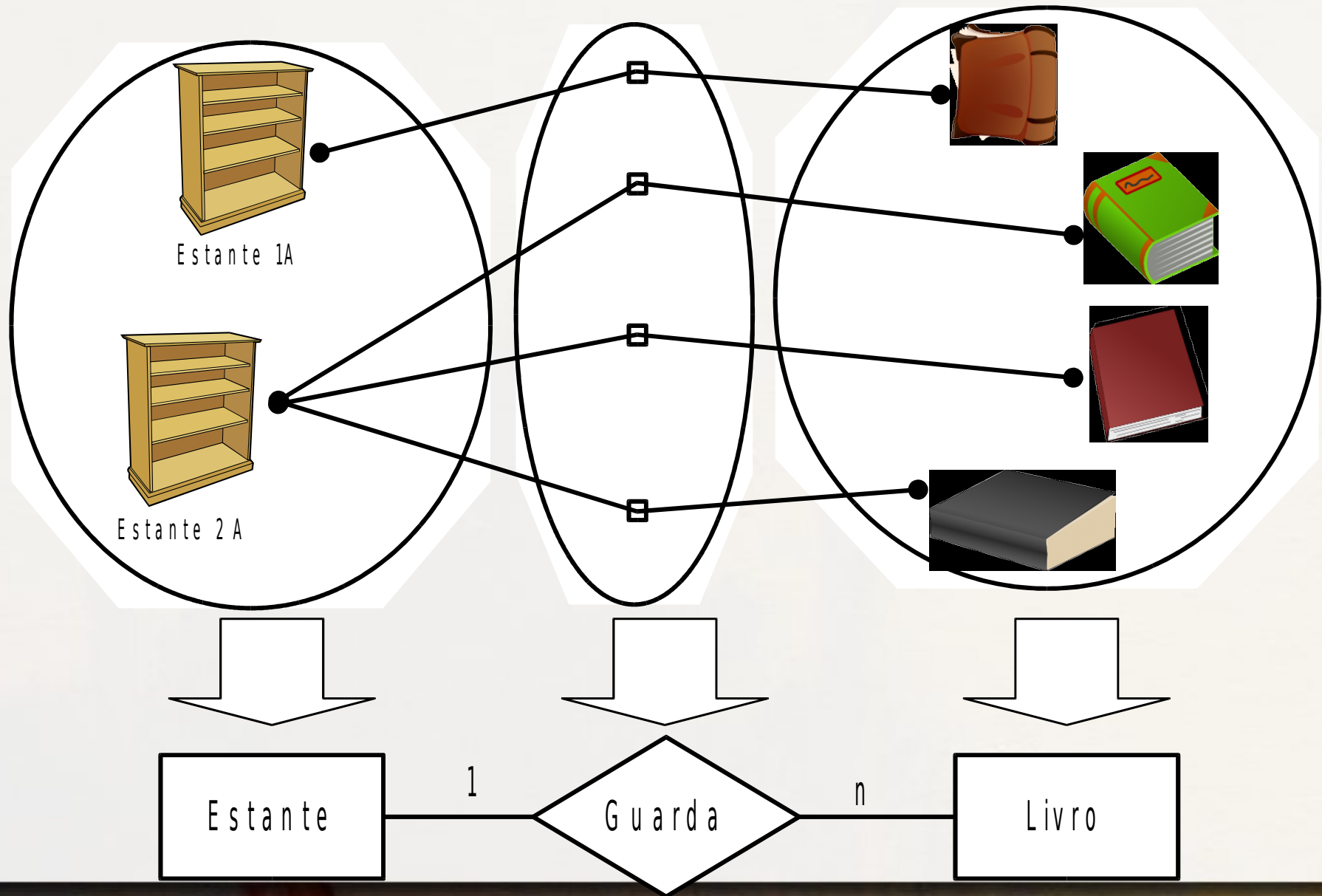
Relacionamento n:n



Relacionamento 1:n

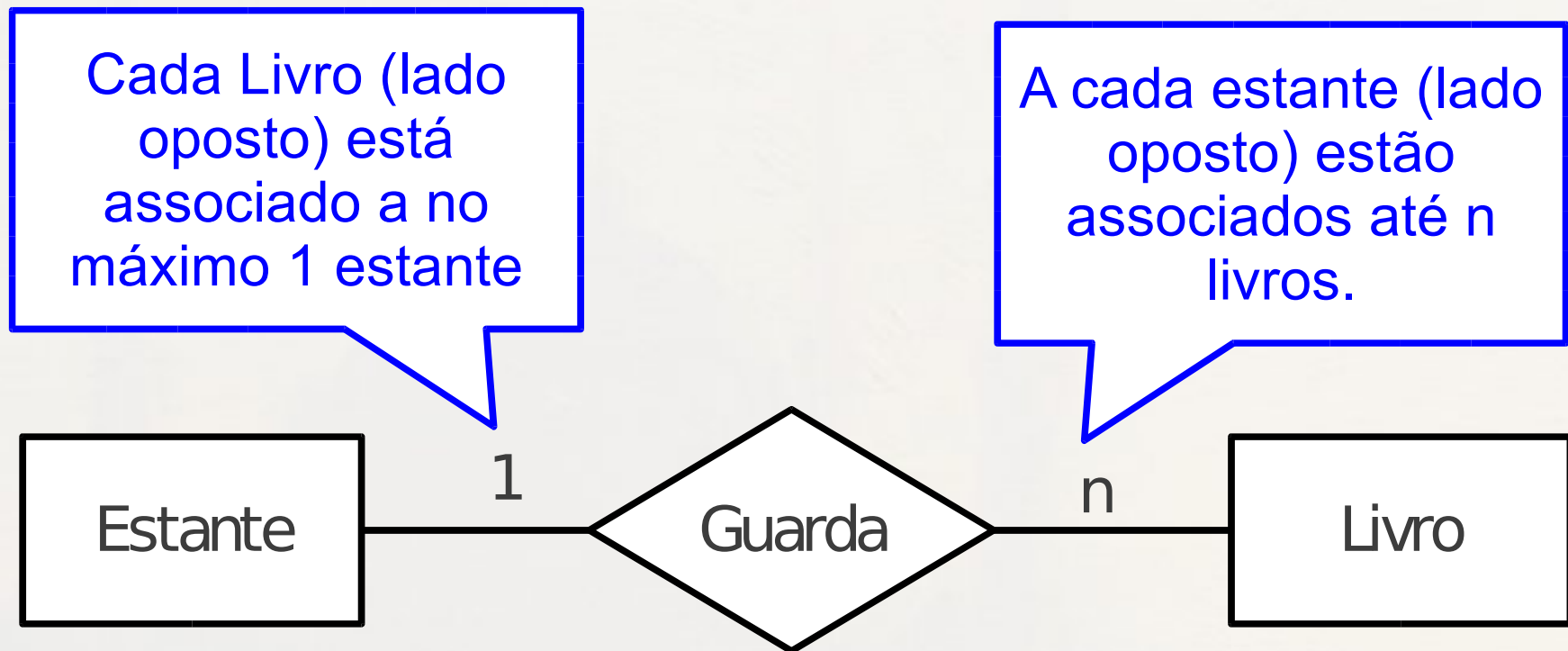


Relacionamento 1:n



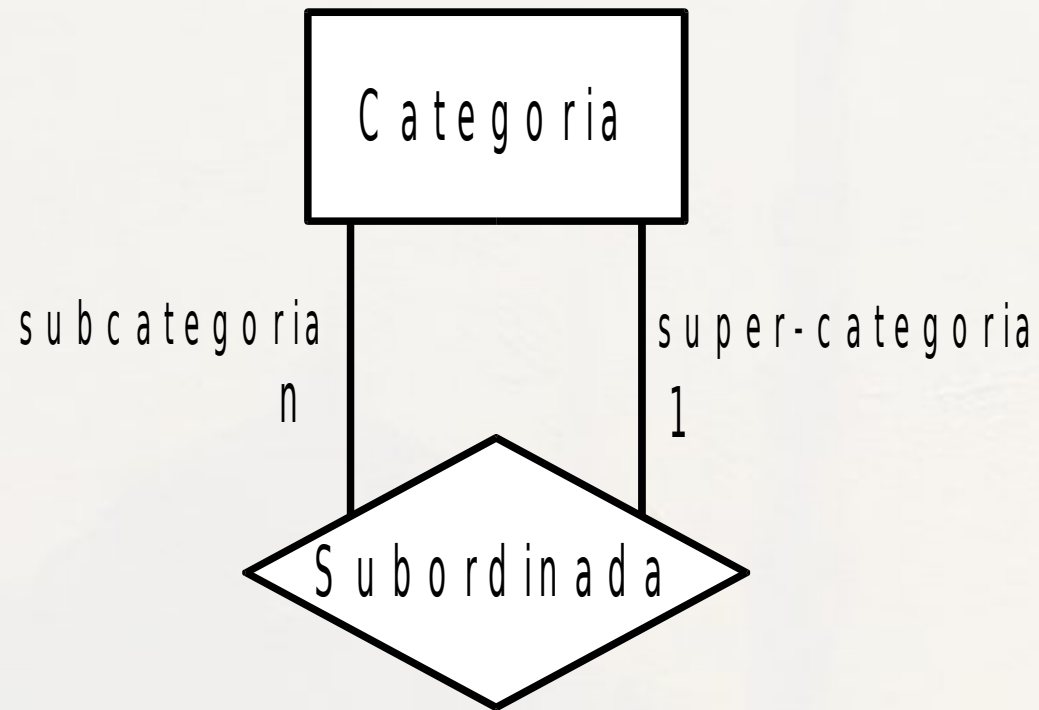
Notação de Cardinalidade

- A notação com apenas um valor de cada lado representa a razão (ou proporção) na participação. Abaixo, proporção 1:N.



Inspirado em (Heuser, 2004)

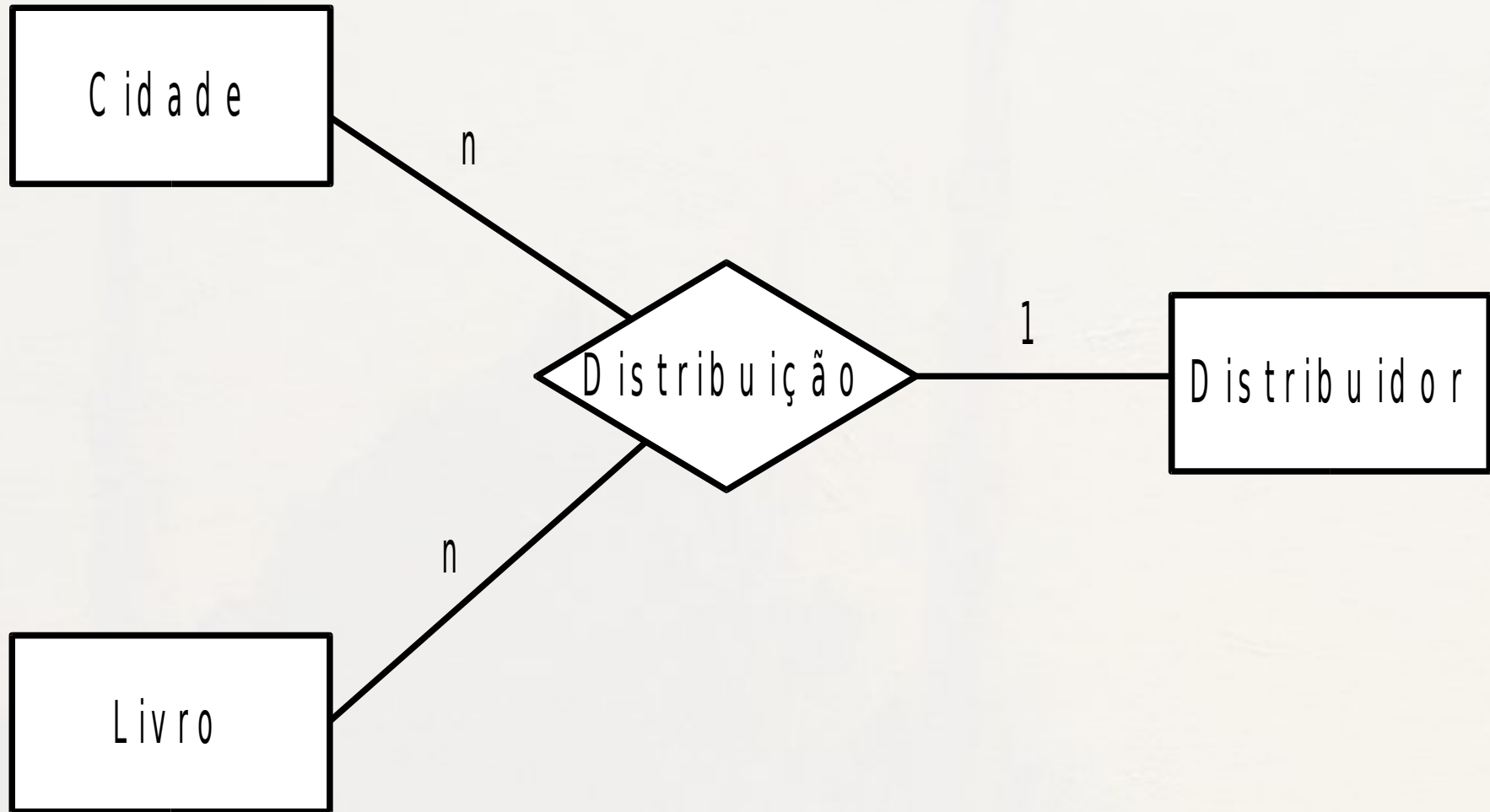
Relacionamento 1:n



Relacionamento 1:1



Cardinalidade em Relacionamento Ternário



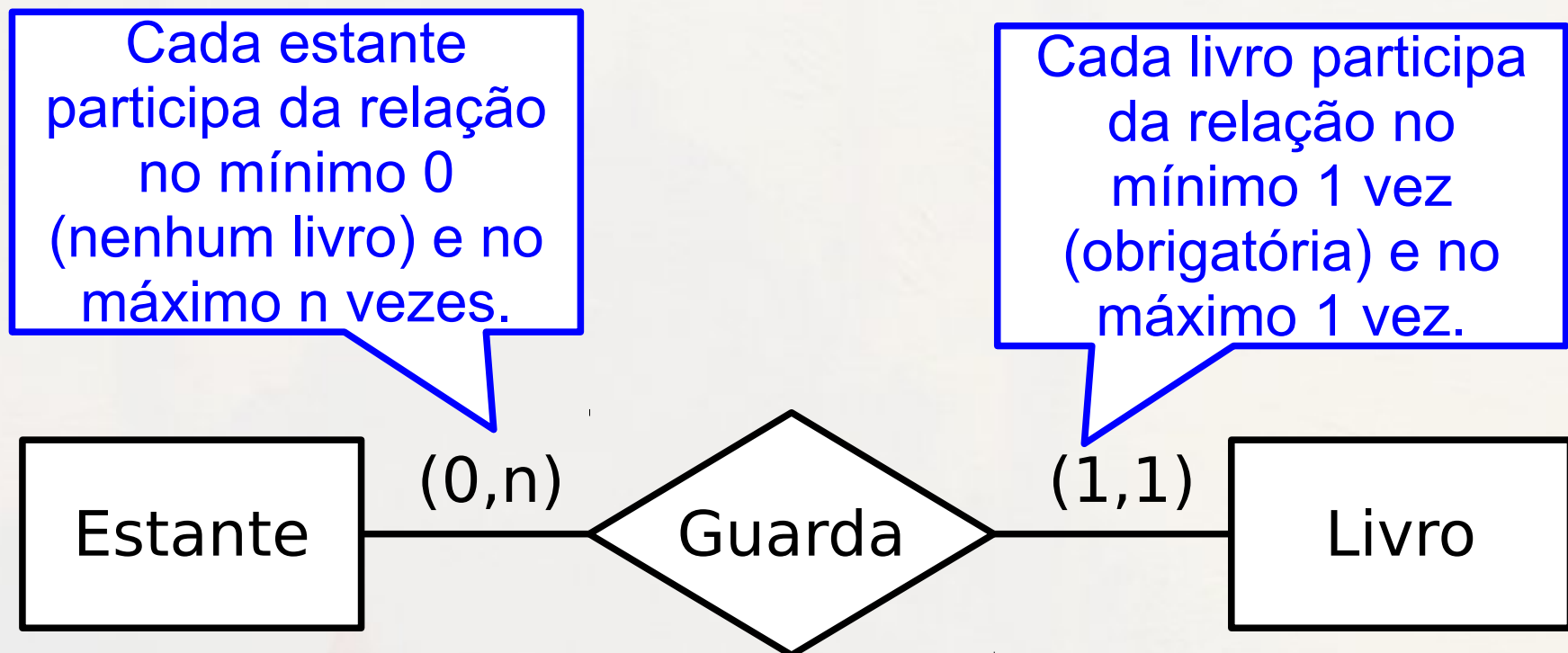
Restrição de Participação na Relação (Cardinalidade)

Restrição de Participação na Relação

- Notação alternativa à razão de cardinalidade.
- Indica restrição mínima e máxima (min, max) de participação de cada entidade na relação.
- É indicado no lado correspondente à entidade (oposto do anterior).

Restrição de Participação na Relação

- É indicado no lado correspondente à entidade (oposto do anterior).



Restrição de Participação na Relação



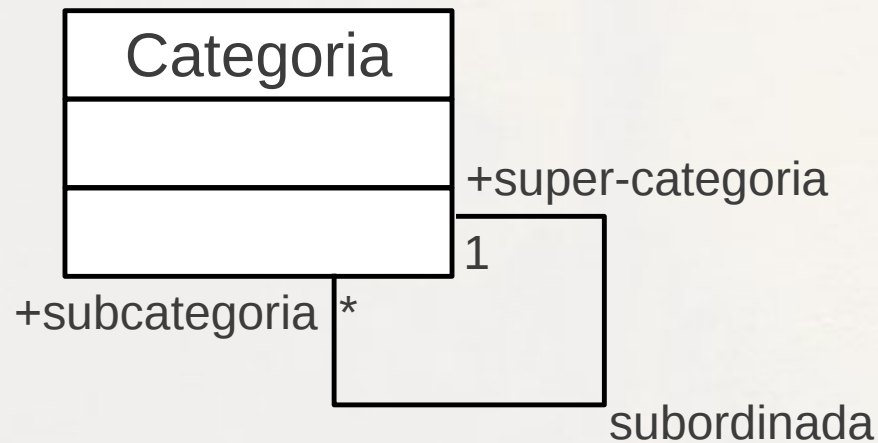
Restrição de Participação na Relação



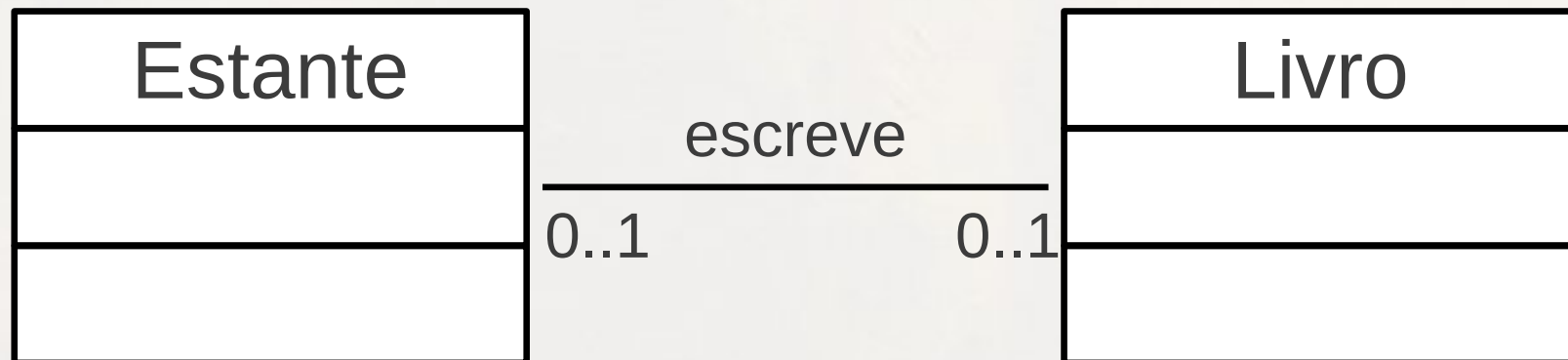
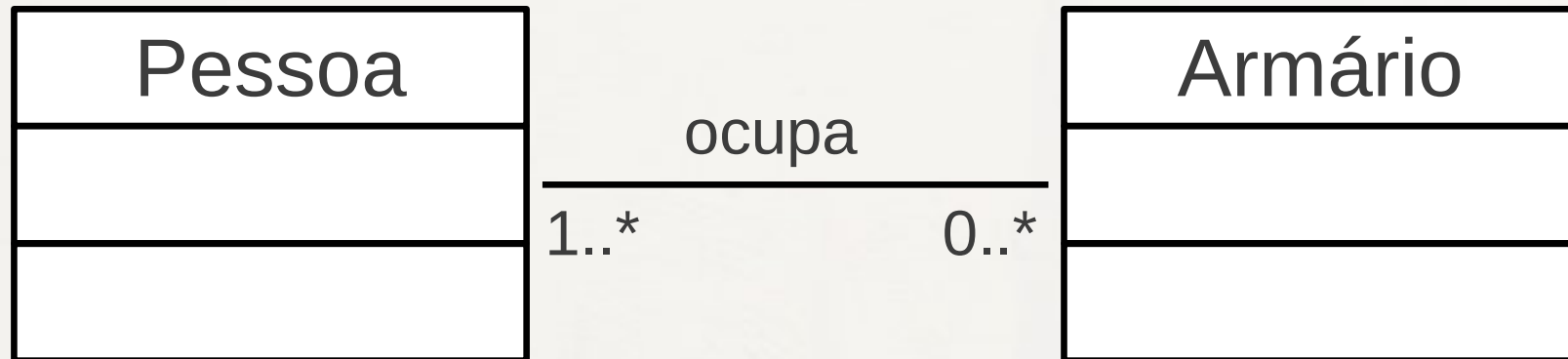
Restrições de Participação

- Relacionadas à cardinalidade mínima:
 - Participação Total (obrigatória) \Rightarrow mínima 1
 - Participação Parcial (opcional) \Rightarrow mínima 0

UML: Cardinalidade Máxima



UML: Cardinalidade Mínima



Exercício

Uma indústria farmacêutica quer desenvolver um banco de dados para registrar os medicamentos que ela produz, bem como os vírus tratados por estes medicamentos.

Elabore um modelo conceitual para este banco de dados conforme o detalhamento a seguir:

- Devem ser armazenados os nomes científicos e populares dos vírus bem como os períodos de incubação.
- Para medicamentos, o devem ser armazenados o nome de venda e o composto ativo.

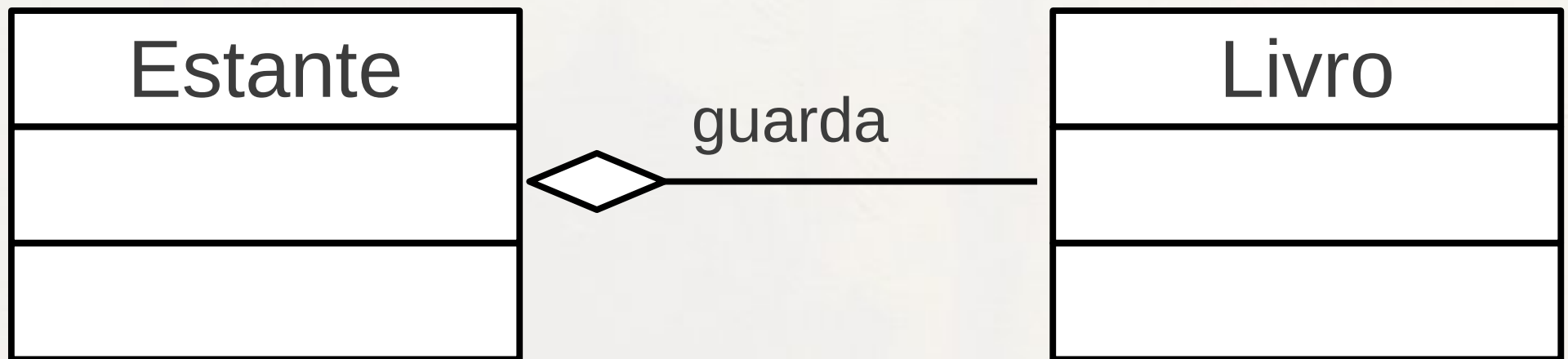
Exercício

parte 2

- a) Considere que um dado medicamento pode tratar vários vírus e um vírus pode ser tratado por vários medicamentos.
- b) O banco de dados também precisa armazenar informações sobre o tipo de paciente (e.g. criança, adulto, idoso) infectado por um vírus e se este tipo pode ser tratado pelos respectivos medicamentos. Cada tipo de paciente possui uma dosagem recomendada para a combinação paciente/medicamento.

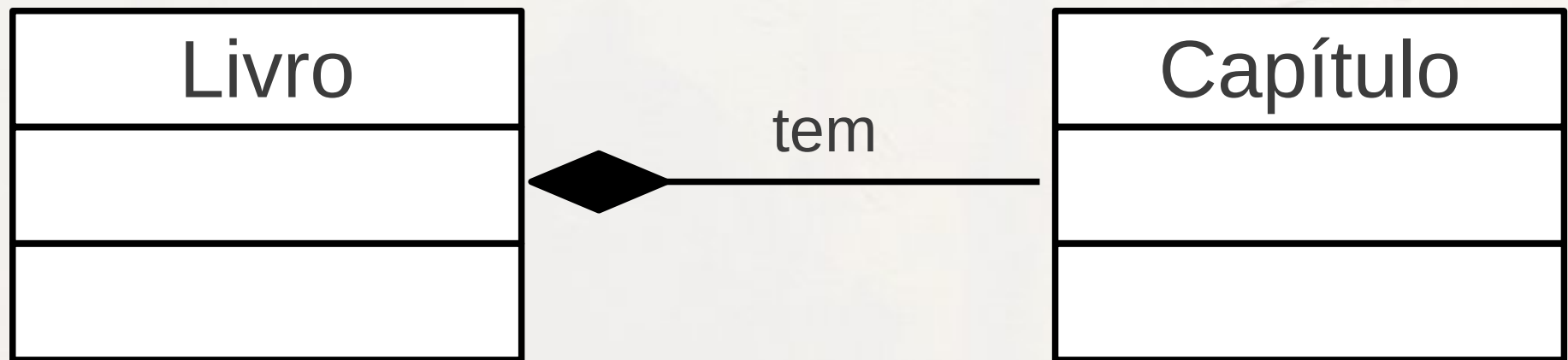
UML: Agregação

- Uma classe agrega outra (não exclusivamente)

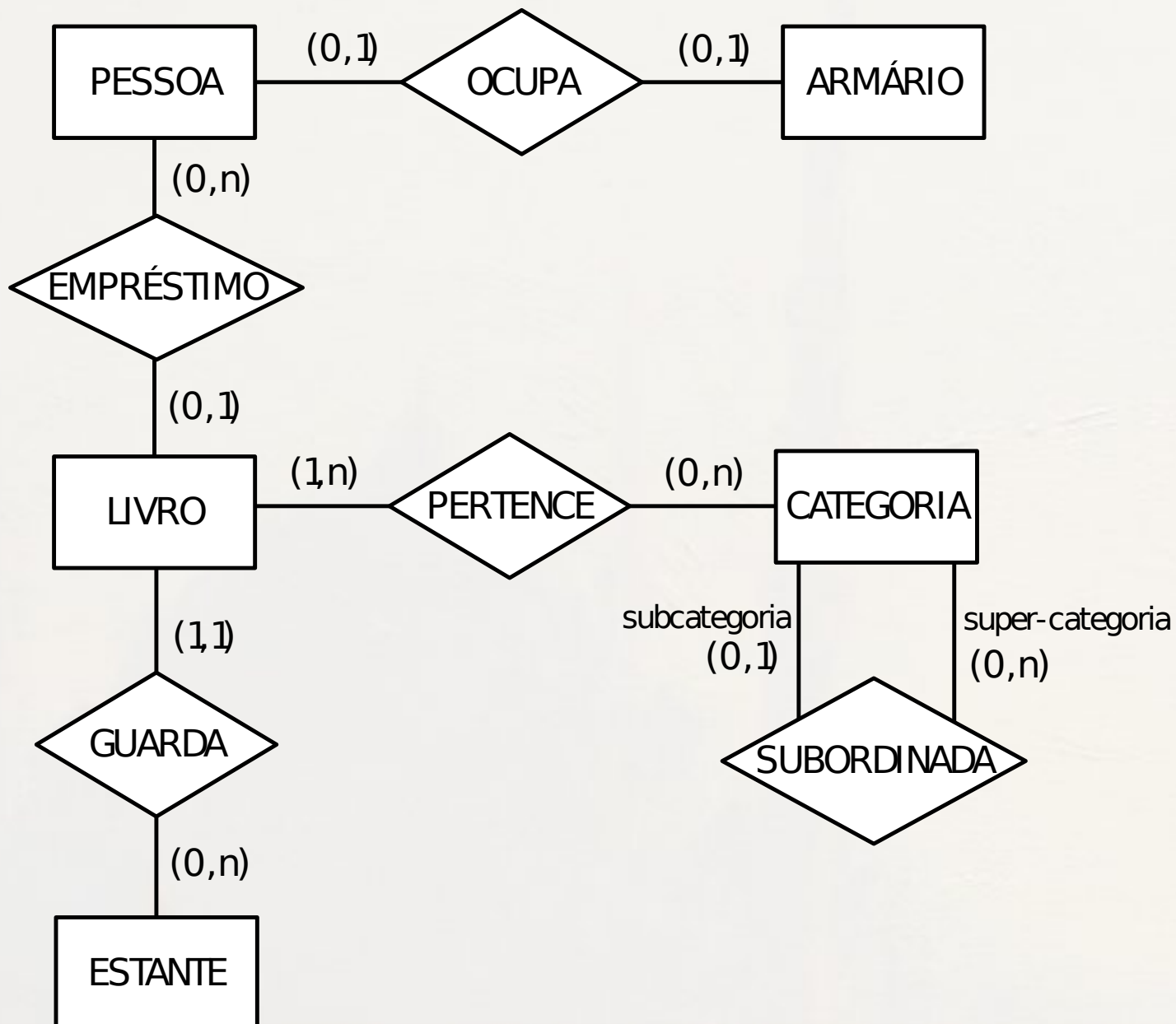


UML: Composição

- Relação existencial (exclusiva) entre a parte e o todo



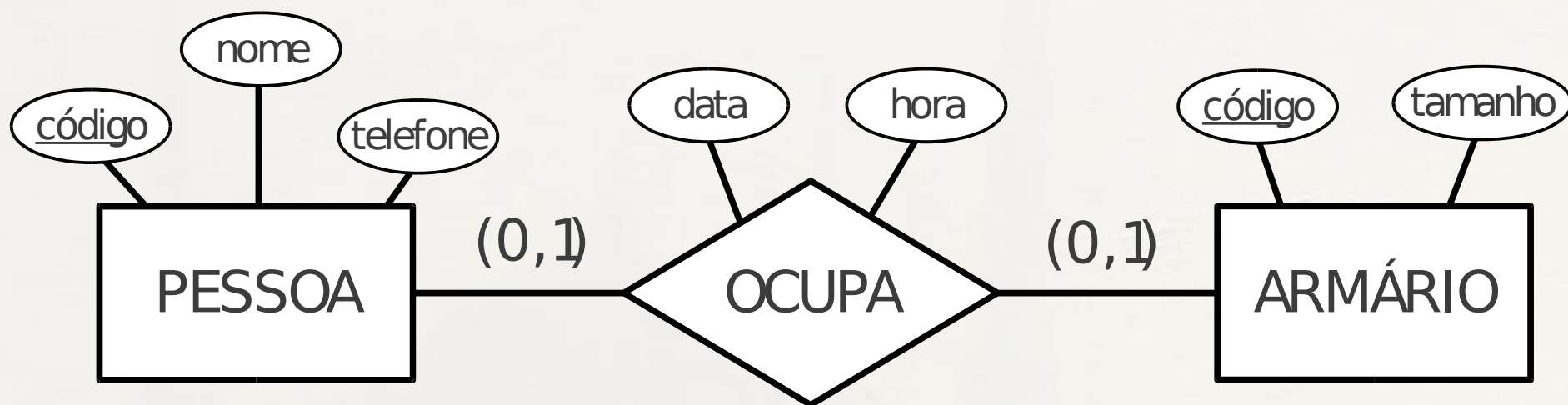
Exemplo Diagrama ER



Atributos no Relacionamento



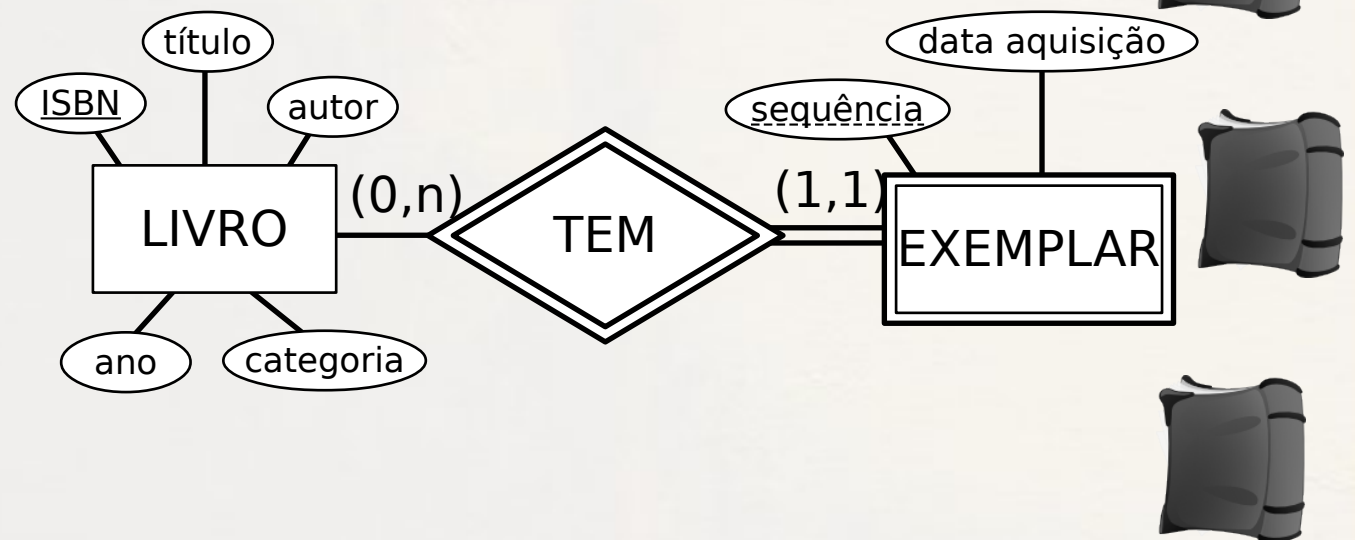
Atributos no Relacionamento



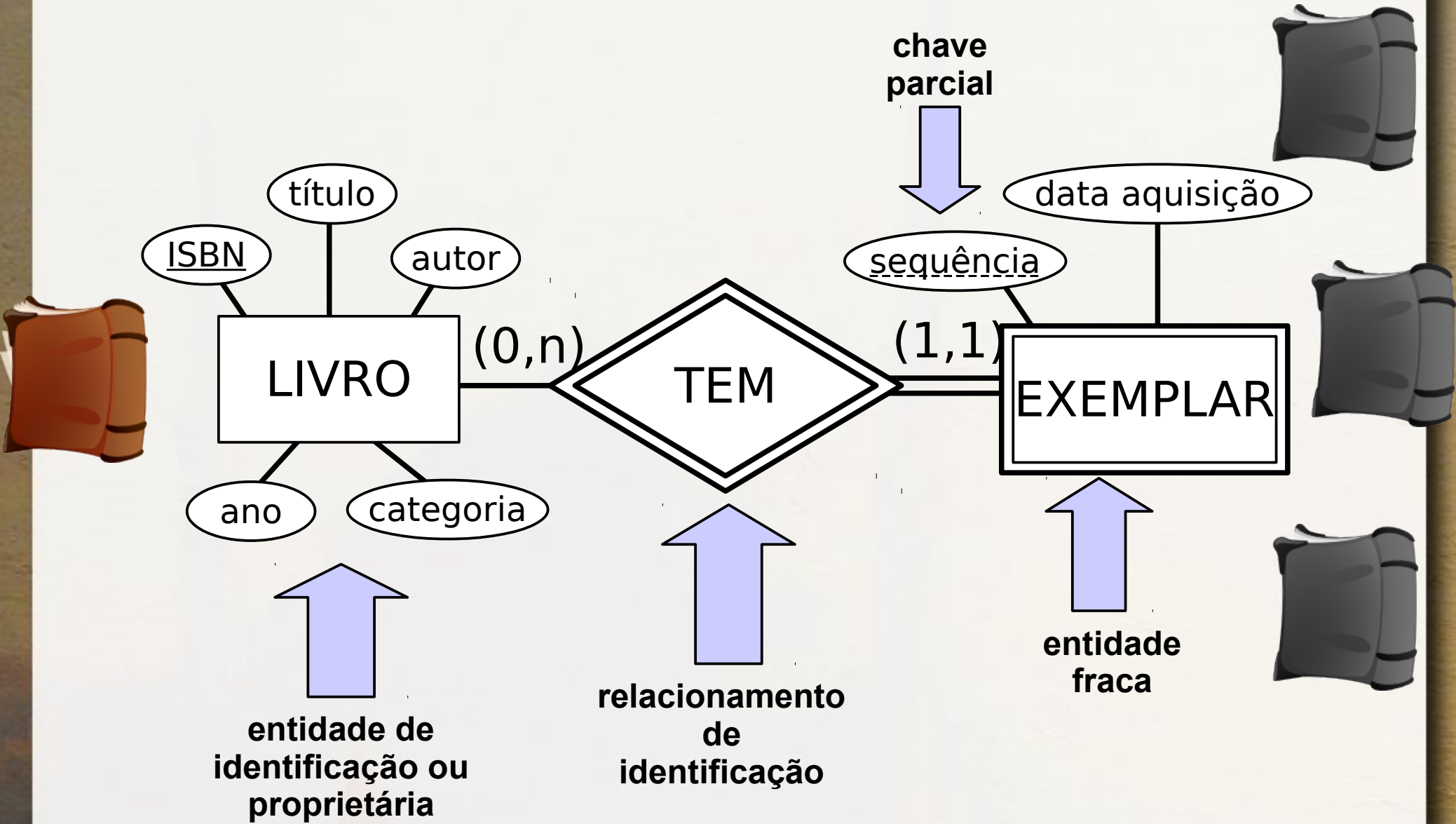
Entidade Fraca

- Não tem atributos-chave próprios
- Relacionamento de identificação com entidade de identificação
 - restrição de participação total
 - dependência de existência

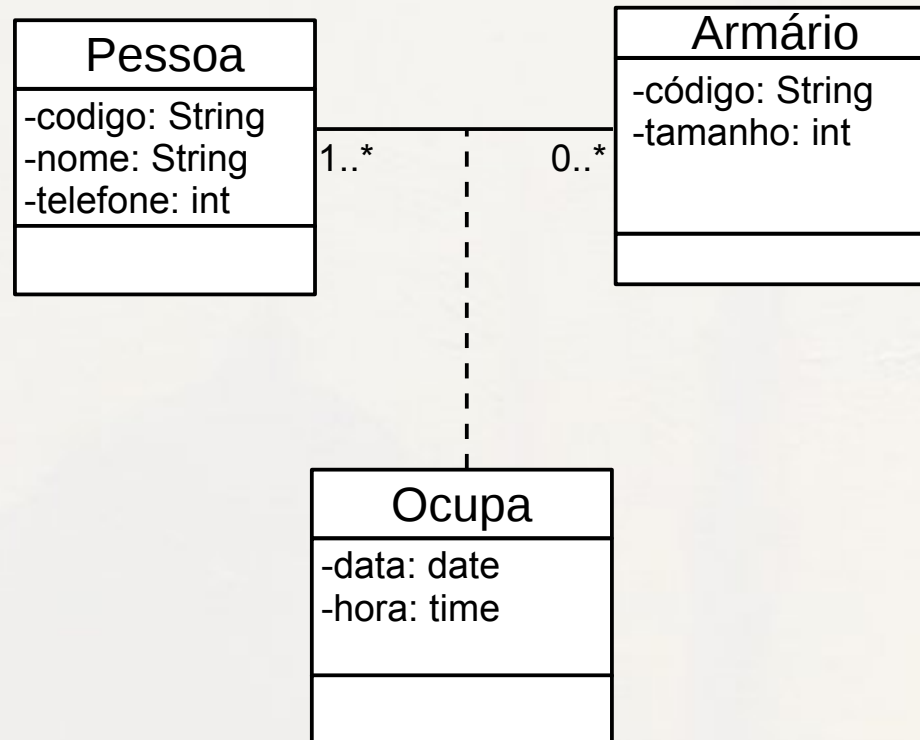
(Elmasri, 2005)



Entidade Fraca



Classe de Associação

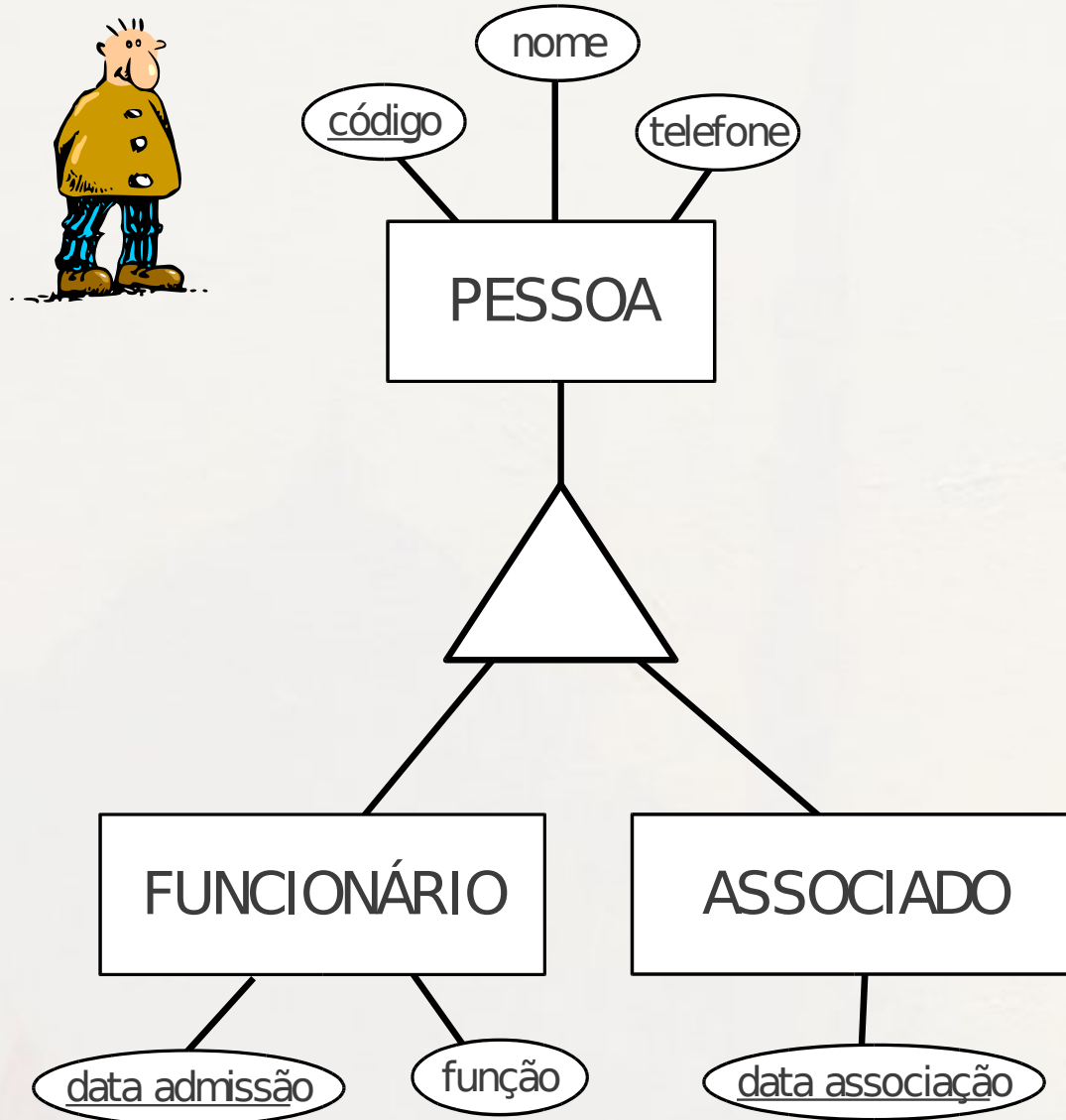


EER - ER Estendido

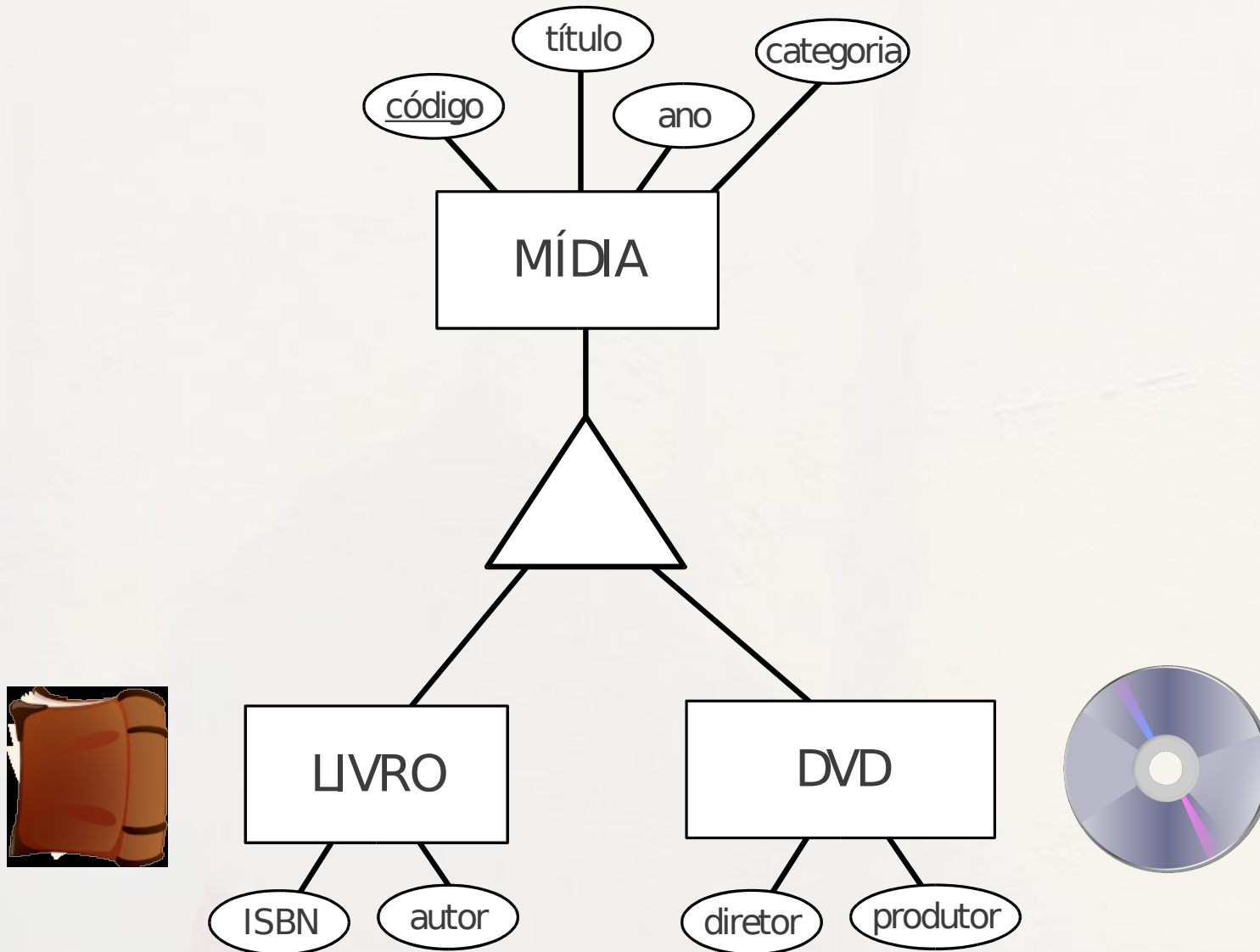
- ER original não suporta generalização/especialização
- ER Estendido (EER) - acrescenta estes recursos

EER: Especialização / Generalização

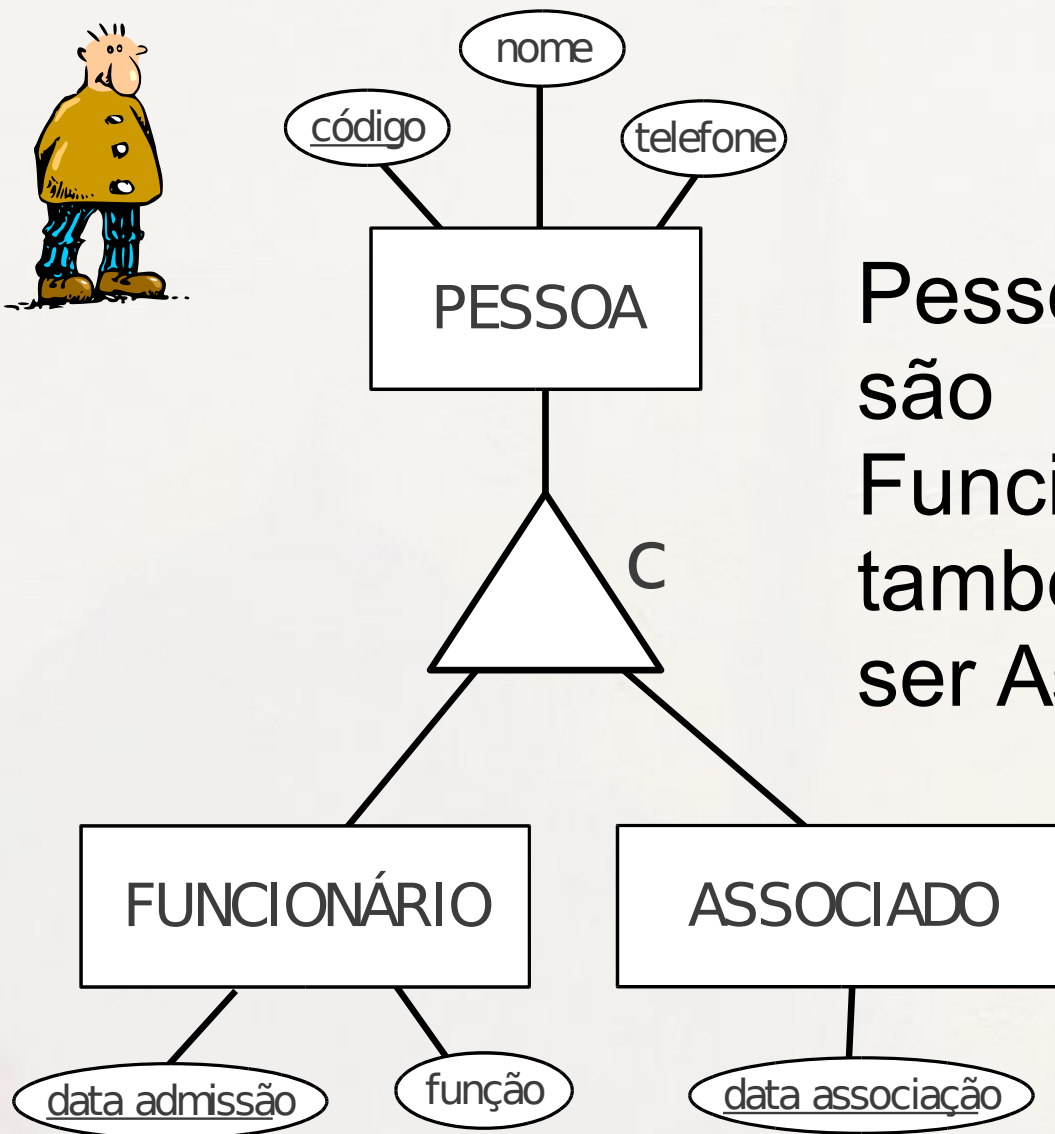
Generalização / Especialização



Generalização / Especialização

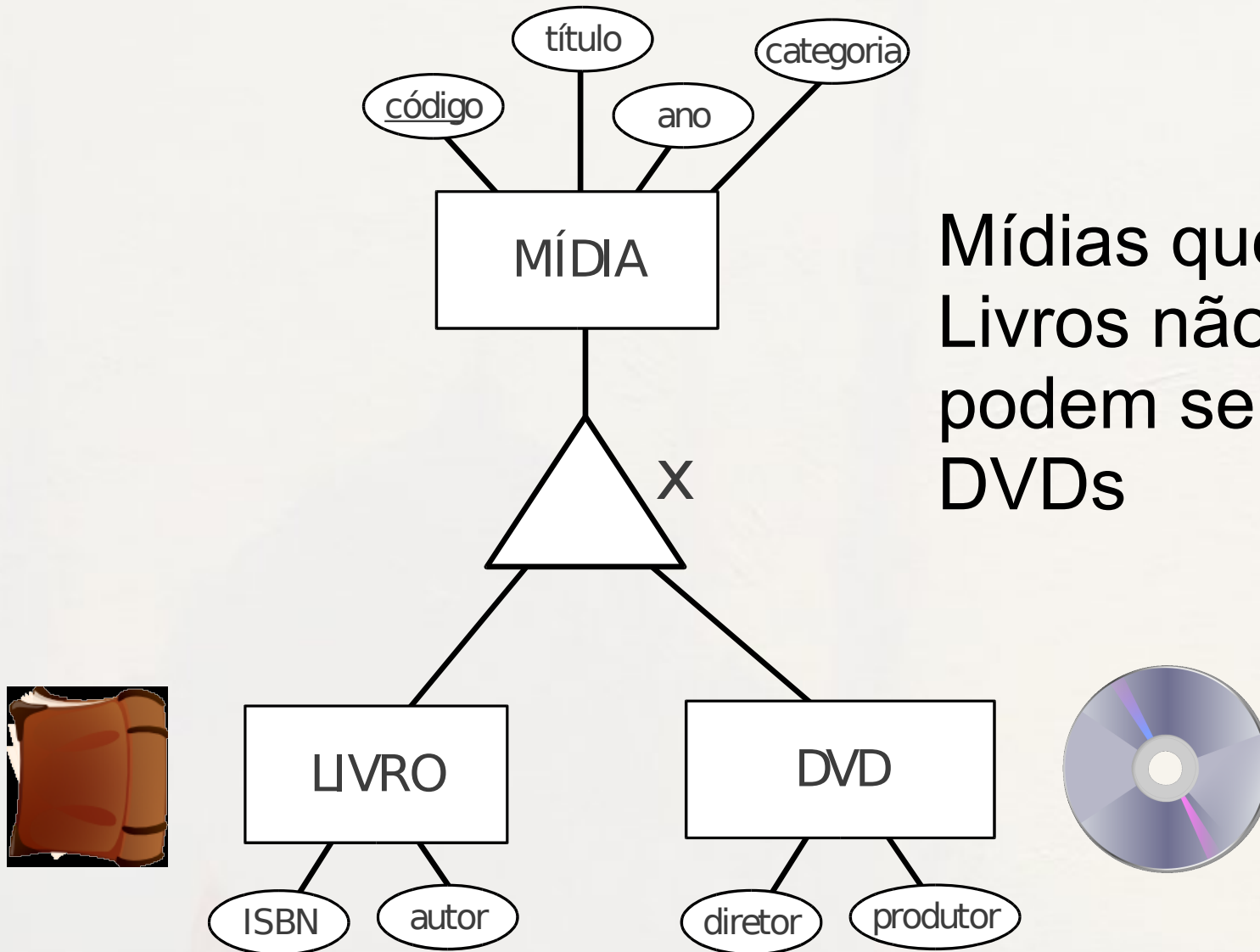


Generalização / Especialização Compartilhada ou Superposta

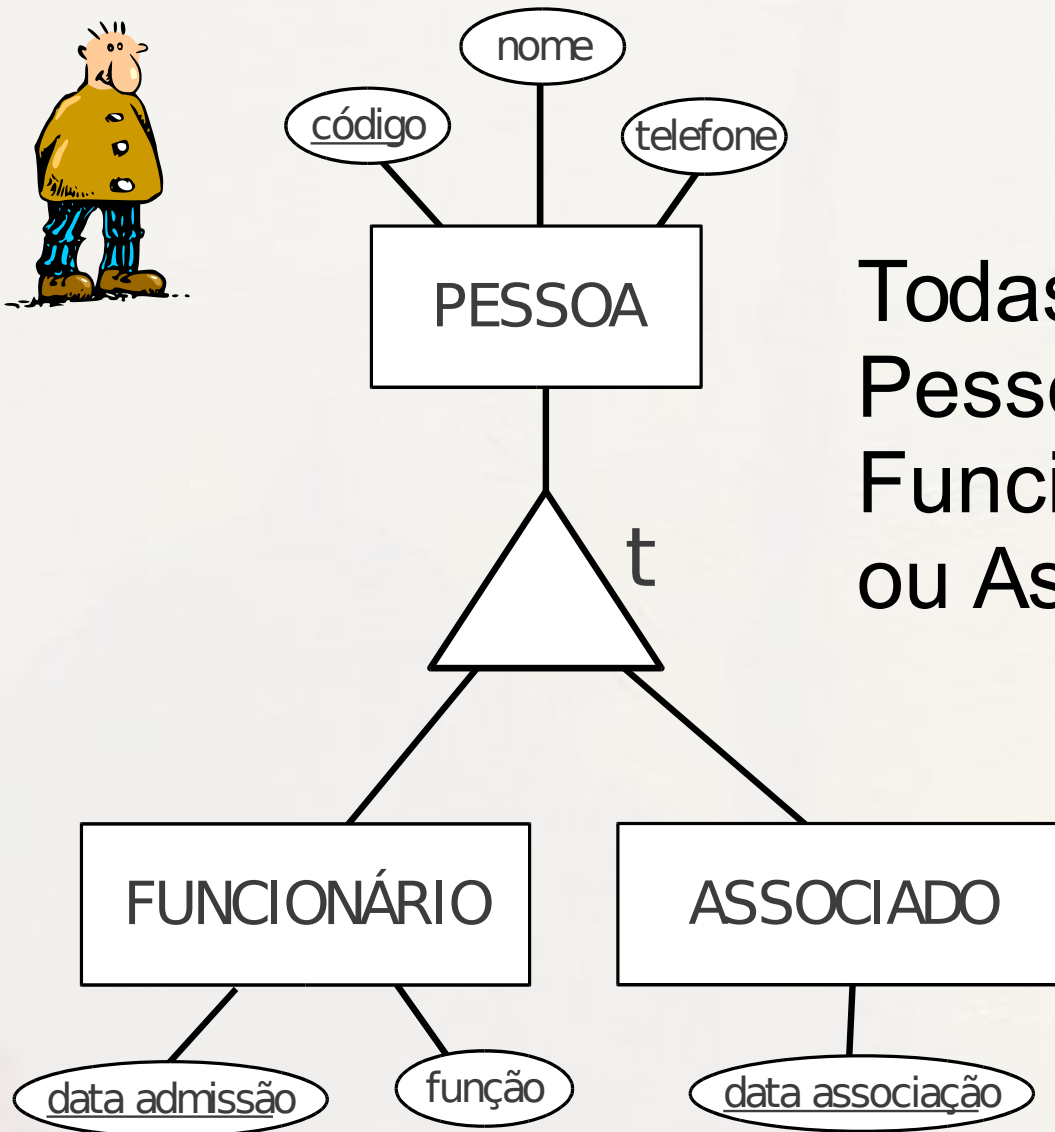


Pessoas que
são
Funcionários
também podem
ser Associados

Generalização / Especialização Exclusiva ou Disjunta

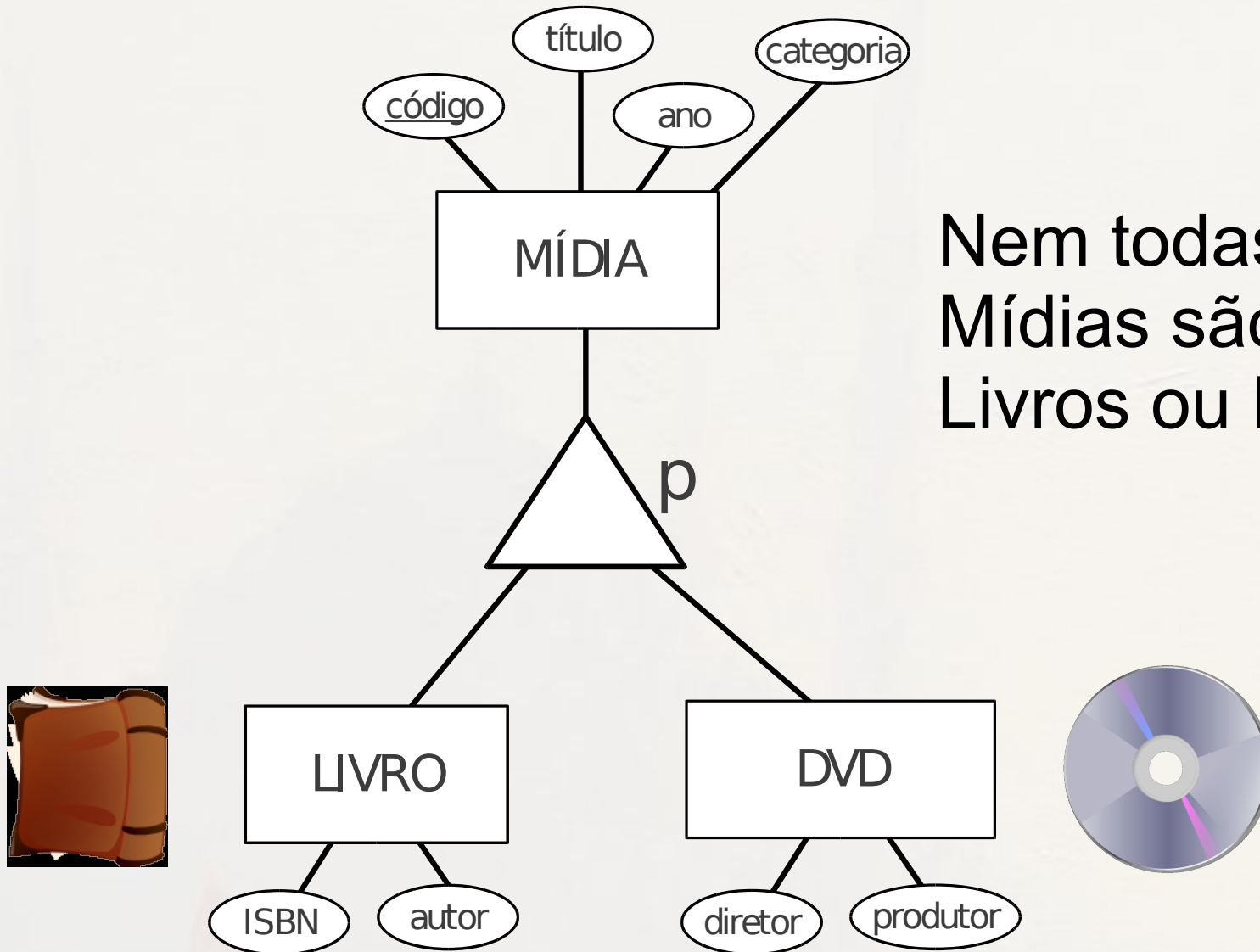


Generalização / Especialização Total

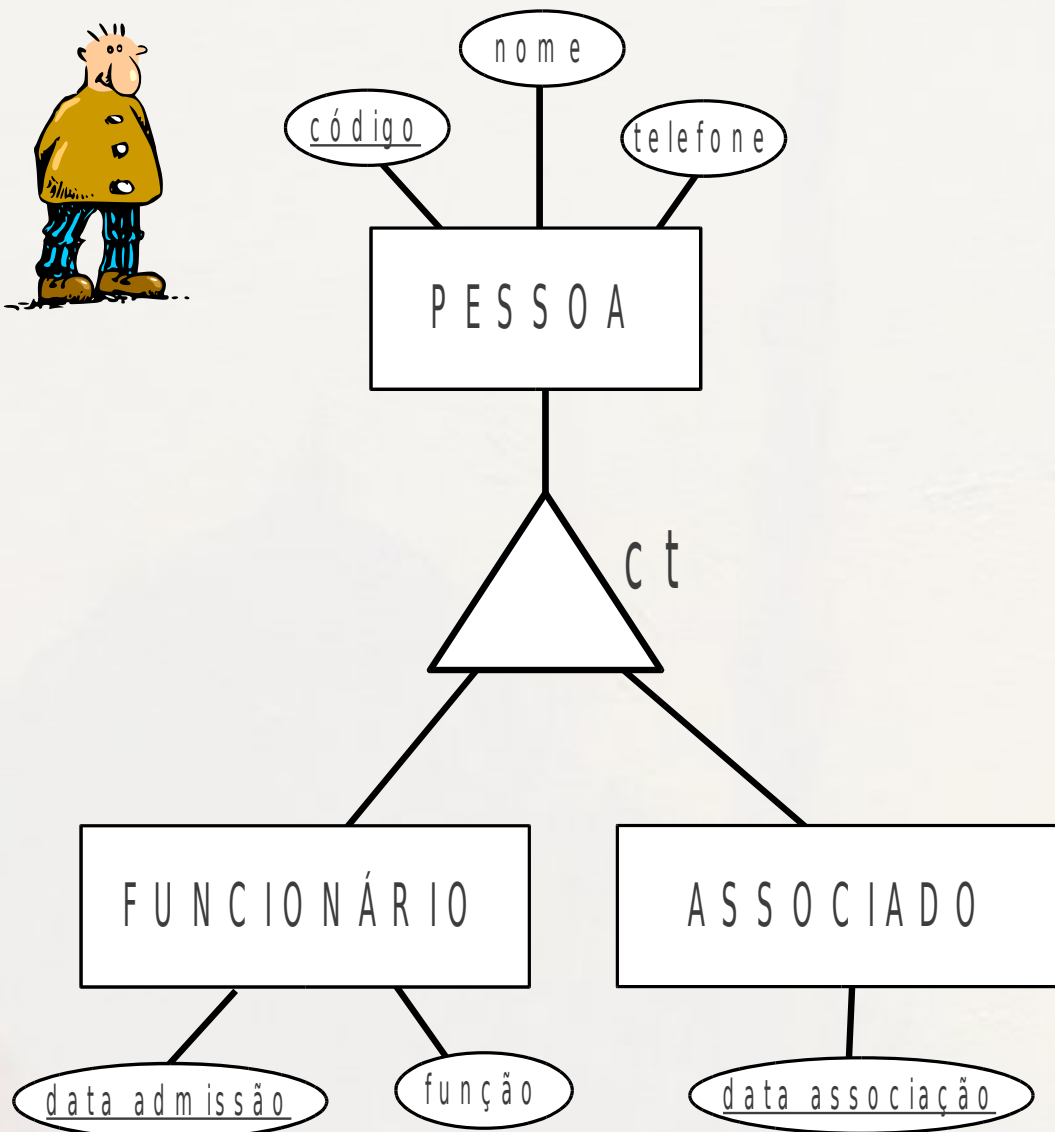


Todas as
Pessoas são
Funcionários
ou Associados

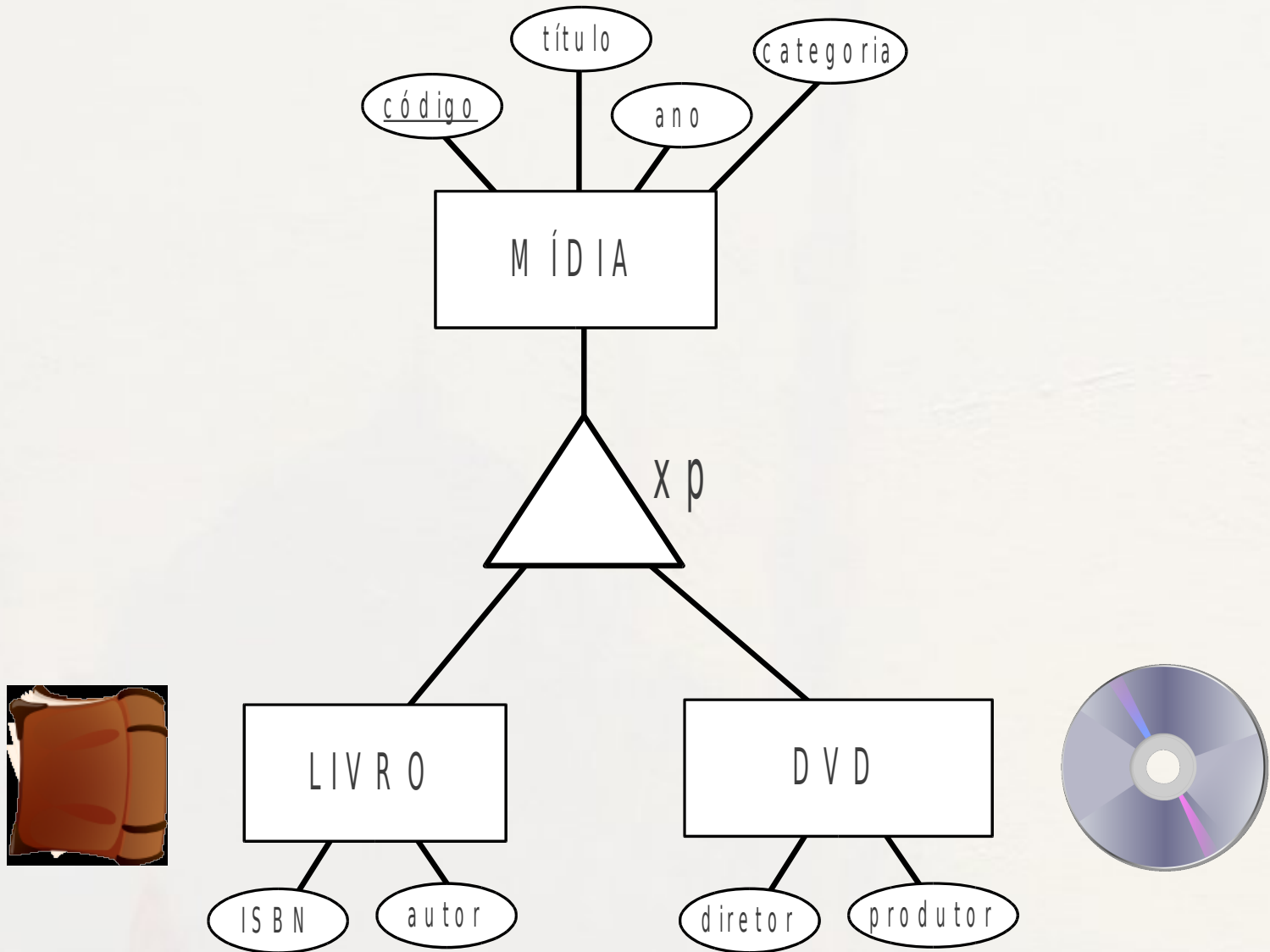
Generalização / Especialização Parcial



Generalização / Especialização Compartilhada e Total



Generalização / Especialização Exclusiva e Parcial



Generalização / Especialização

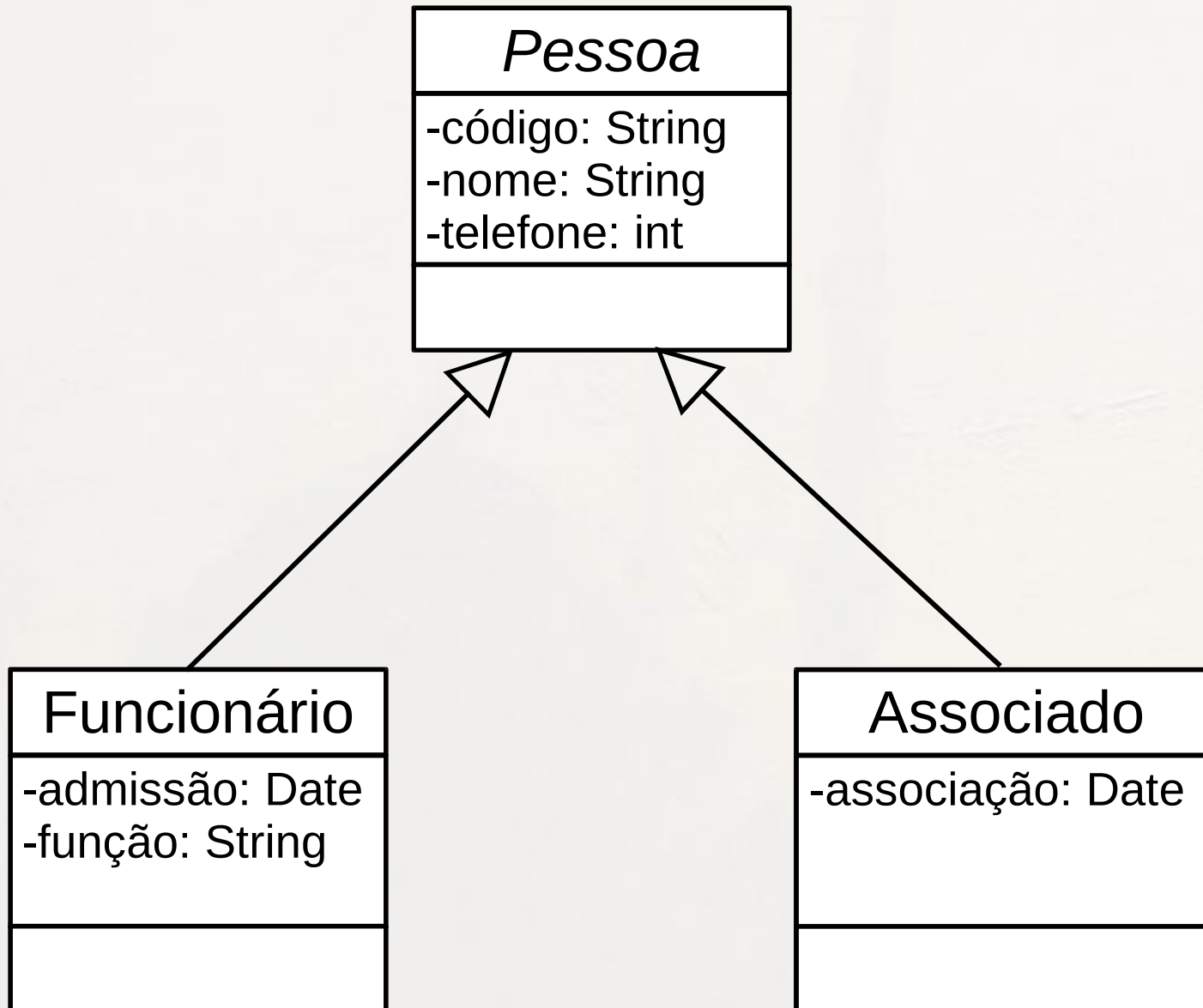
Tipos

	Total (t)	Parcial (p)
Exclusiva (x)	xt	xp
Compartilhada (c)	ct	cp

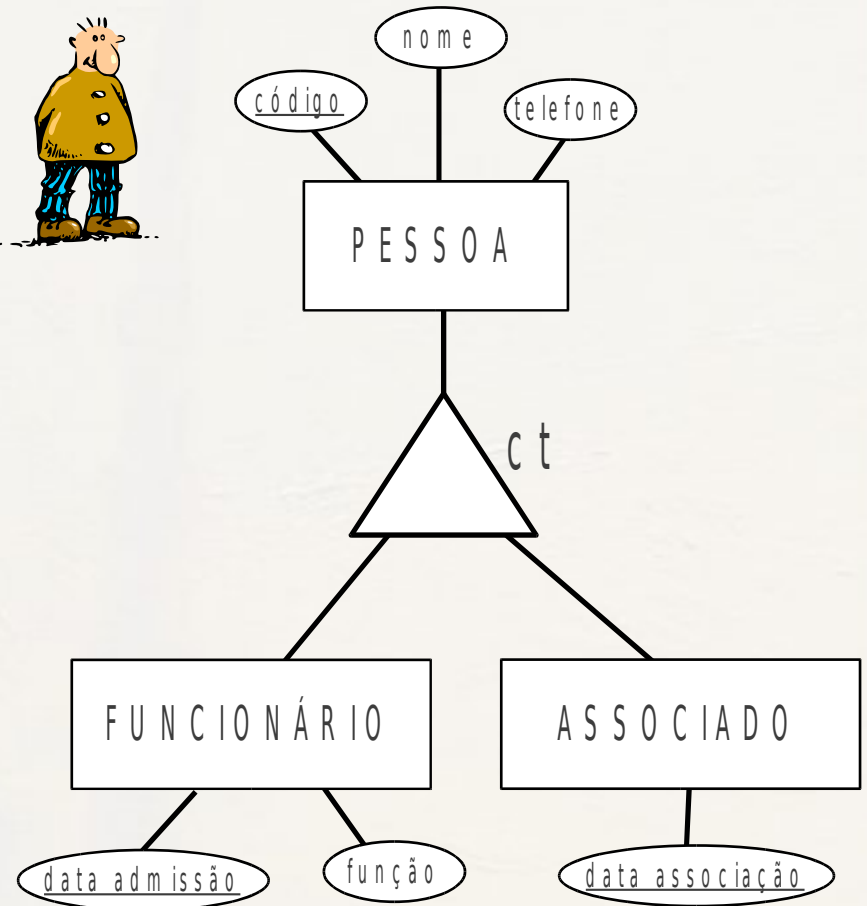
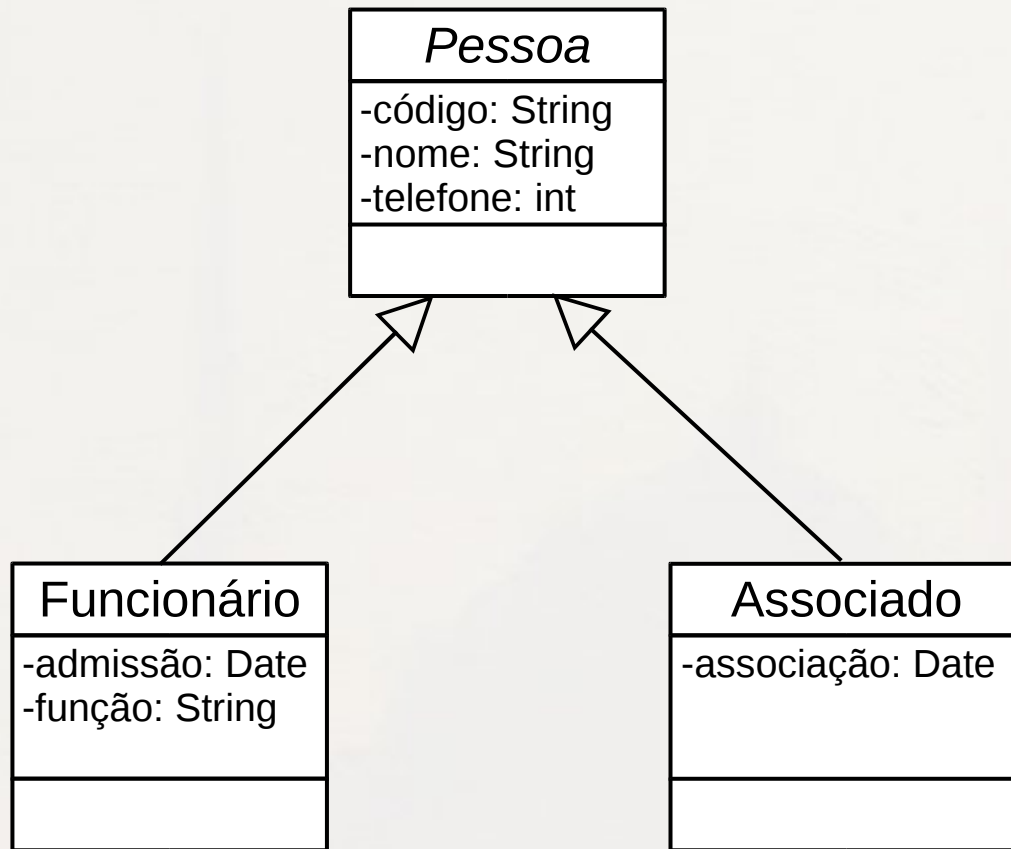
(Heuser, 2004)

00: Herança

UML: Herança

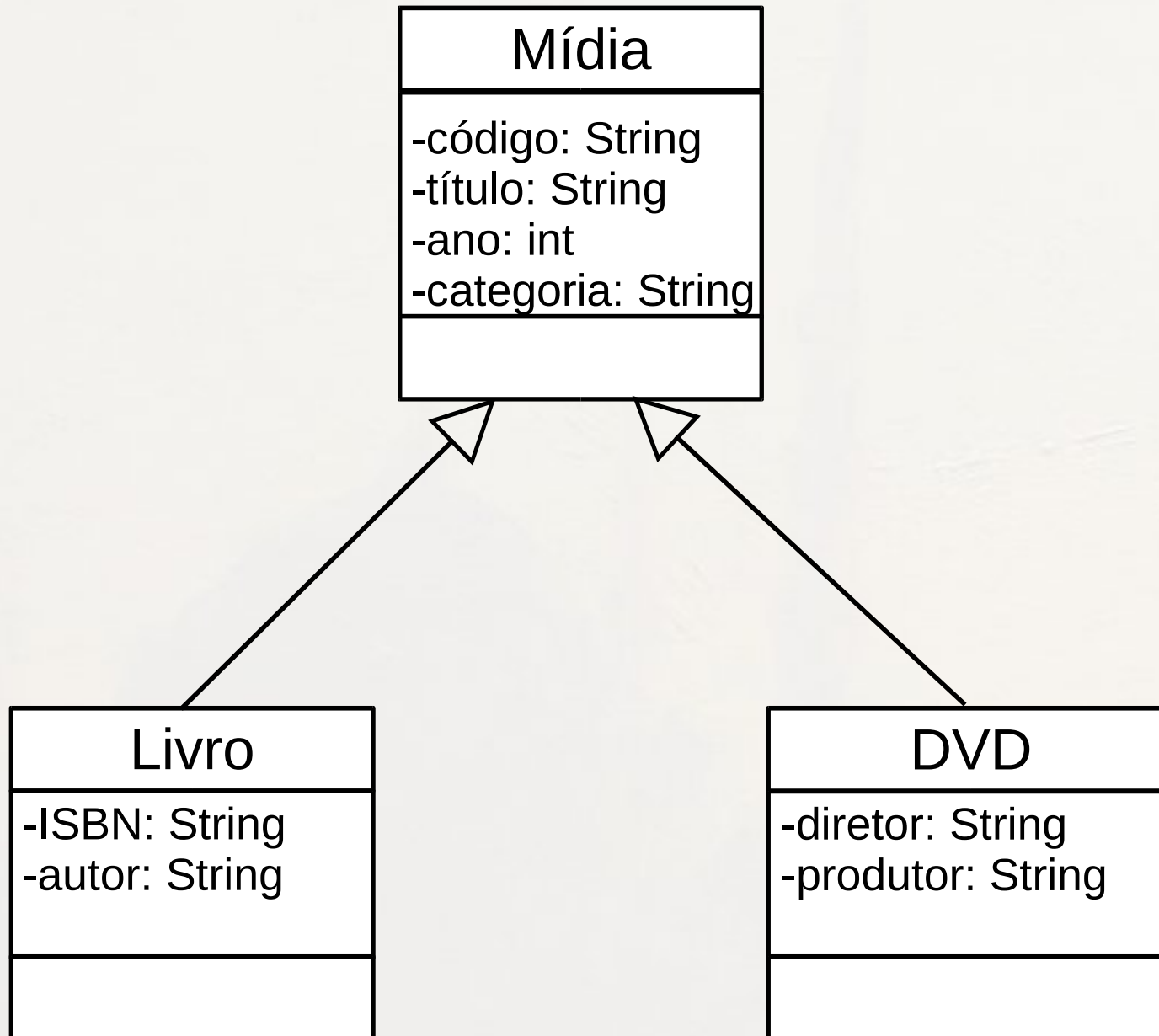


Especialização total x Classe abstrata

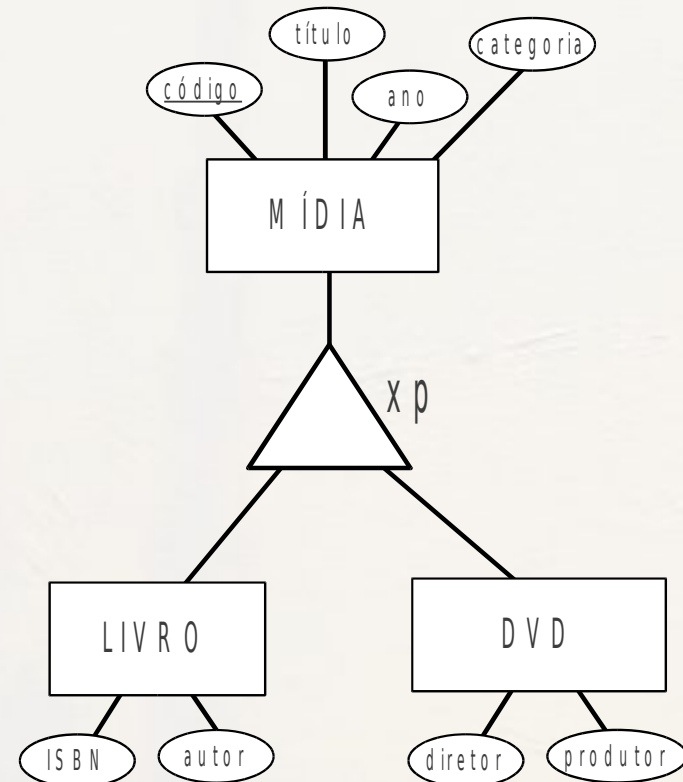
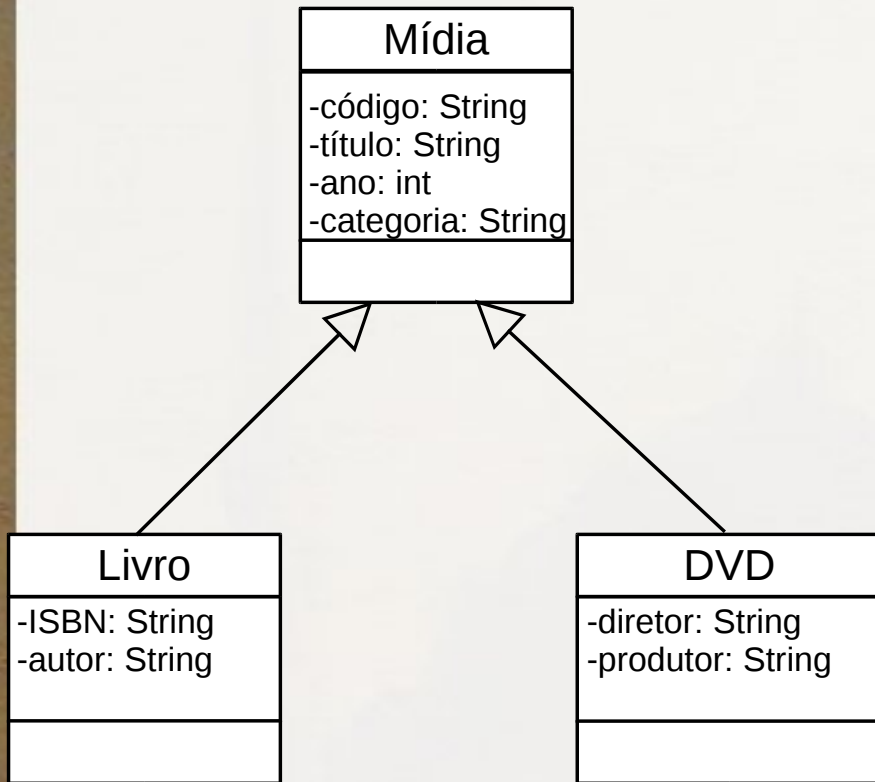


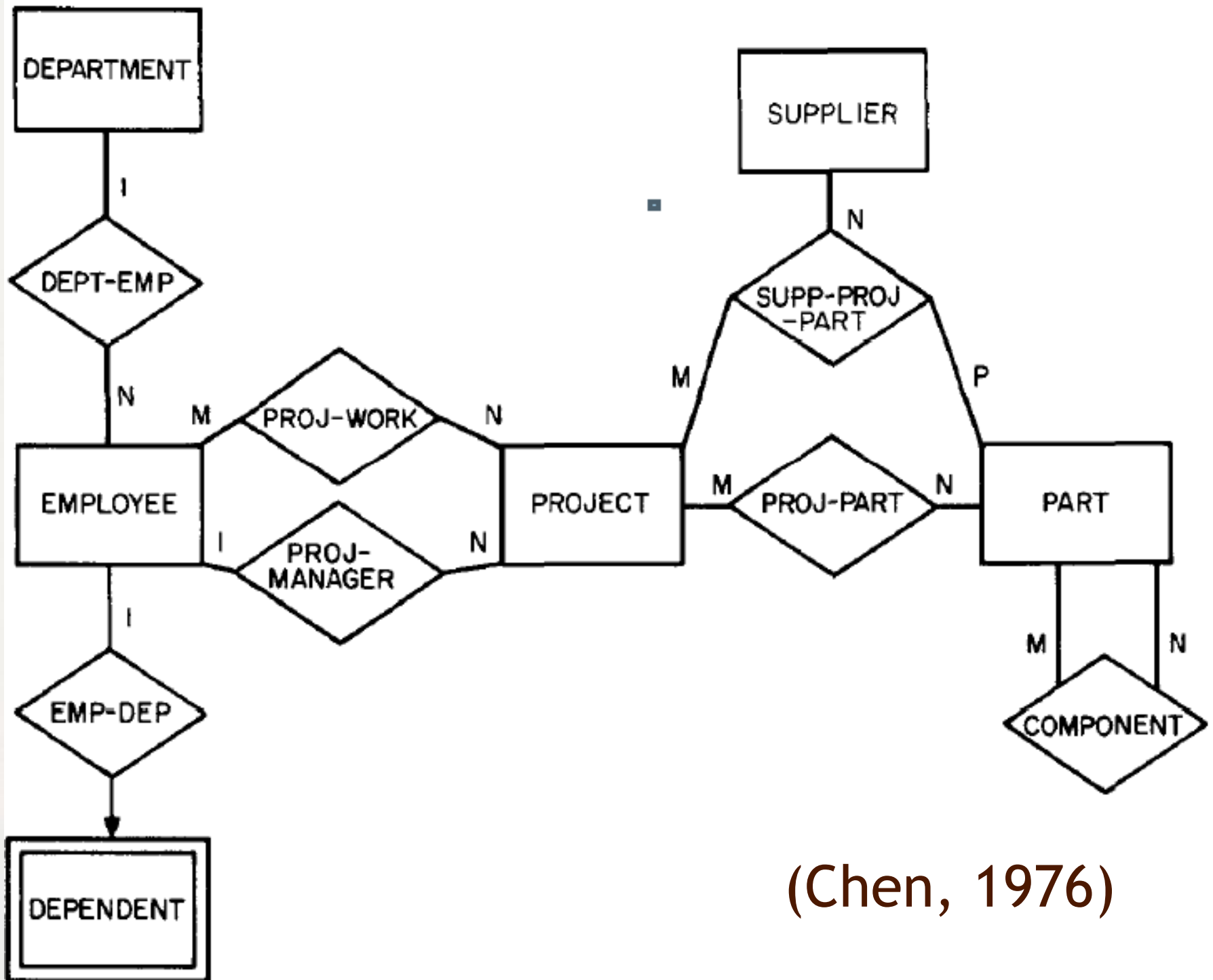
especialização total x classe abstrata

UML: Herança



Especialização parcial x Classe





(Chen, 1976)

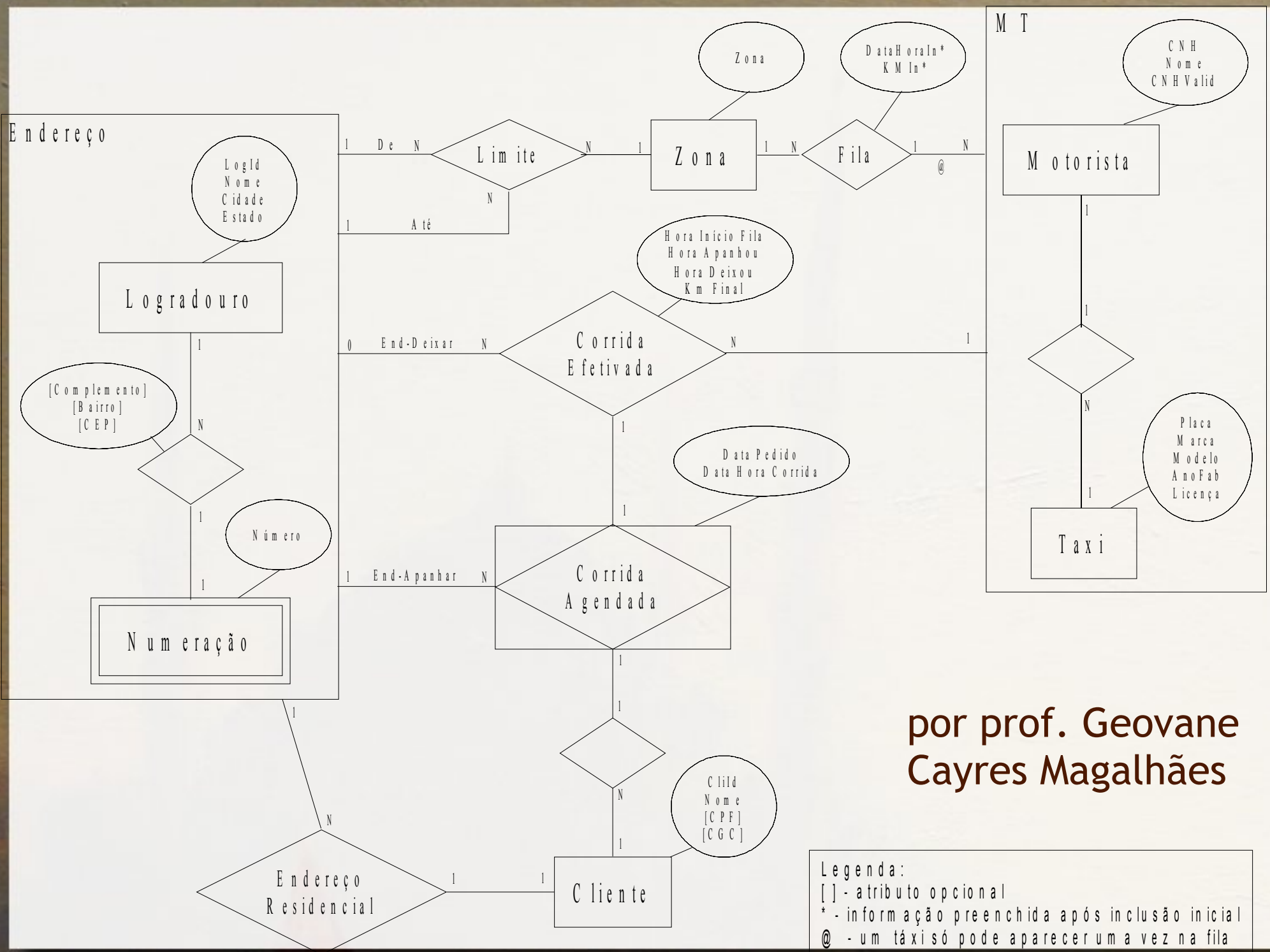
Exercício

parte 3

- Vírus podem ser classificados em diversas categorias. A categoria retrovírus é tratada com coquetéis de medicamentos. Um coquetel é composto por vários medicamentos, cada um em uma concentração específica.
- Os tratamentos de retrovírus baseados em coquetéis também devem especificar dosagens específicas por tipo de paciente.
- Considere dois cenários de restrição:
 - somente retrovírus são tratados com coquetéis
 - retrovírus só são tratados com coquetéis

Caso dos Taxis

- Exemplo criado por prof. Geovane Cayres Magalhães
 - <http://www.ic.unicamp.br/~geovane/mo410-091/caso.html>



por prof. Geovane Cayres Magalhães

Legenda:
 [] - atributo opcional
 * - informação preenchida após inclusão inicial
 @ - um táxi só pode aparecer uma vez na fila

Referências

- Chen, Peter Pin-Shan (1976) **The entity-relationship model - toward a unified view of data**. ACM Trans. Database Systems, ACM, 1, 9-36.
- Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2005) **Sistemas de Bancos de Dados**. Addison-Wesley, 4ª edição em português.
- Guimarães, Célio (2003) **Fundamentos de Bancos de Dados: Modelagem, Projeto e Linguagem SQL**. Editora UNICAMP, 1ª edição.
- Heuser, Carlos Alberto (2004) **Projeto de Banco de Dados**. Editora Sagra Luzzato, 5ª edição.

Referências

- Ramakrishnan, Raghuram; Gehrke, Johannes (2003) **Database Management Systems**. McGraw-Hill, 3rd edition.

Referências Bibliográficas

- Almeida, Charles Ornelas , Guerra, Israel; Ziviani, Nivio (2010) **Projeto de Algoritmos** (transparências aula).
- Bloom, Paul (2007) **Introduction to Psychology** - transcrição das aulas (aula 17). Yale University.
- Ferreira, Aurélio B. H. (1989) **Minidicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.
- Houaiss, Instituto Antônio. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa** (2006) Editora Objetiva, Março.
- IBM - International Business Machines Corporation. **IBM Smalltalk Tutorial** [Online] <http://www.wi2.uni-erlangen.de/sw/smalltalk/>
- Liskov, Barbara; Zilles, Stephen. **Programming with abstract data types** (1974) ACM SIGPLAN Notices, 9 (4) p. 50.

Referências Bibliográficas

- Meyer, Bertrand (1997) **Object-Oriented Software Construction - Second Edition**. USA, Prentice-Hall, Inc.
- Miller, Robert (2004) **6.831 User Interface Design and Implementation (lecture notes)**. MIT OpenCourseware.
- Rocha, Heloisa Vieira da, Baranauskas, Maria Cecilia Calani (2003) **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. NIED/UNICAMP.
- Santos, L. R., & Hood, B. M. (2009). **Object representation as a central issue in cognitive science**. The Origins of Object Knowledge: The Yale Symposium on the Origins of Object & Number Representation. Oxford: Oxford University Press.
- Shaw, M. **Abstraction Techniques in Modern Programming Languages** (1984) IEEE Software, 1, 4, 10-26.

Referências Bibliográficas

- Tenenbaum, Aaron M.; Langsam, Yedidyah; Augenstein, Moshe J. **Data Structures Using C** (1990) Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Referências

- Bloom, Paul (2007) **Introduction to Psychology** - transcrição das aulas (aula 17). Yale University.
- Chen, Peter Pin-Shan (1976) **The entity-relationship model - toward a unified view of data**. ACM Trans. Database Systems, ACM, 1, 9-36.
- Dijkstra, E. W. (1986) **On a cultural gap**. The Mathematical Intelligencer. vol. 8, no. 1, pp. 48-52.
- Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2005) **Sistemas de Bancos de Dados**. Addison-Wesley, 4a. edição em português.
- Elmasri, Ramez; Navathe, Shamkant B. (2011) **Sistemas de Bancos de Dados**. Pearson, 6a. edição em português.
- Guimarães, Célio (2003) **Fundamentos de Bancos de Dados: Modelagem, Projeto e Linguagem SQL**. Editora UNICAMP, 1a. edição.

Agradecimentos

- Luiz Celso Gomes Jr (professor desta disciplina em 2014) pela contribuição na disciplina e nos slides.

André Santanchè

<http://www.ic.unicamp.br/~santanche>

Licença

- Estes slides são concedidos sob uma Licença Creative Commons. Sob as seguintes condições: Atribuição, Uso Não-Comercial e Compartilhamento pela mesma Licença.
- Mais detalhes sobre a referida licença Creative Commons veja no link:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Fotografia da capa feita por André Santanchè no Petit Palais (Paris) em 17/02/2013 do quadro: Fantasia à Constantinople de Felix Ziem