

Aula 2 – Representação do Conhecimento

Parte 2 – Raciocínio para Categorias
22705/1001336 - Inteligência Artificial
2019/1 - Turma A
Prof. Dr. Murilo Naldi

naldi@dc.ufscar.br

Agradecimentos

- Agradecimentos pela base do material utilizado nesta aula foi cedido ou adaptado do material dos professores Maria Carmo Nicoletti, Maria Carolina Monard, Solange Rezende, Andréia Bonfante, Heloísa Camargo e Ricardo Cerri.

Representação do conhecimento



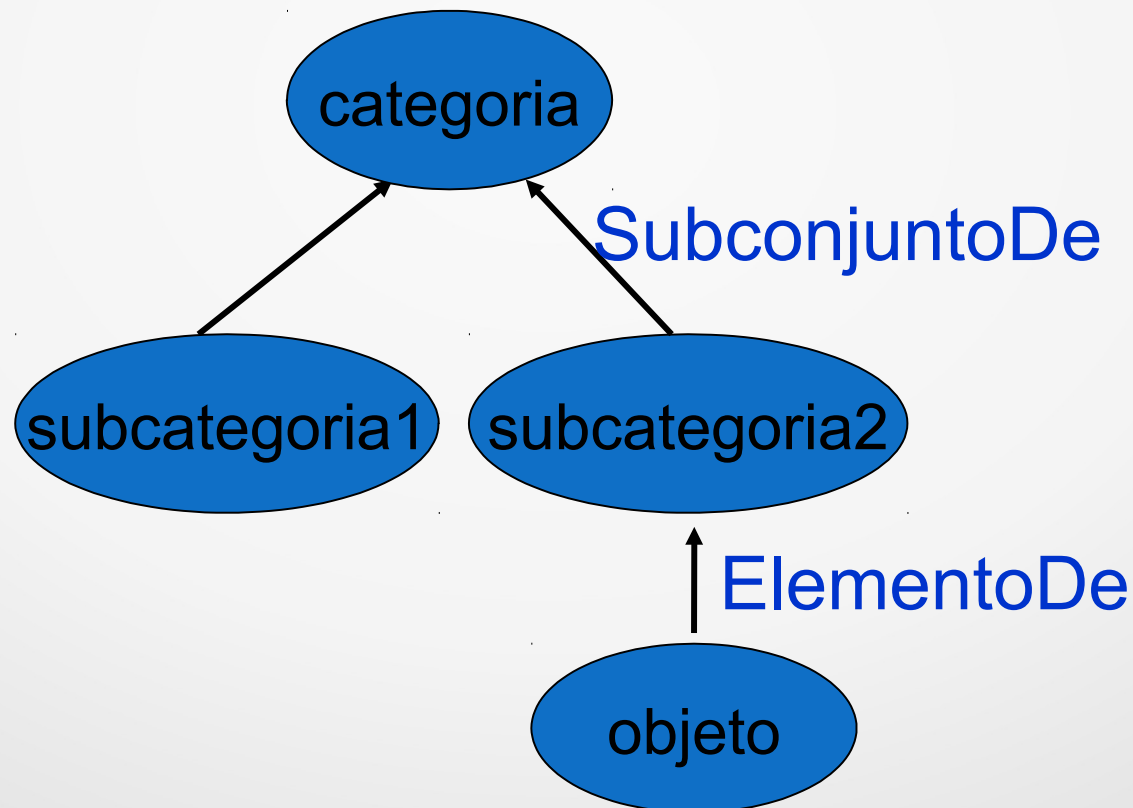
- Conhecimento pode ser representado de diversas formas
 - Lógica
 - Regras
 - Relações entre dados
 - **Categorias**
 - outras...

Categorias

- Organizar objetos em categorias é vital para expressar conhecimento
 - Categorias possuem características e possibilitam a aplicação de regras
 - Que se aplicam a todos os objetos da categoria
 - São estendidos para novos objetos quando esses tornam-se da categoria

Organização do conhecimento

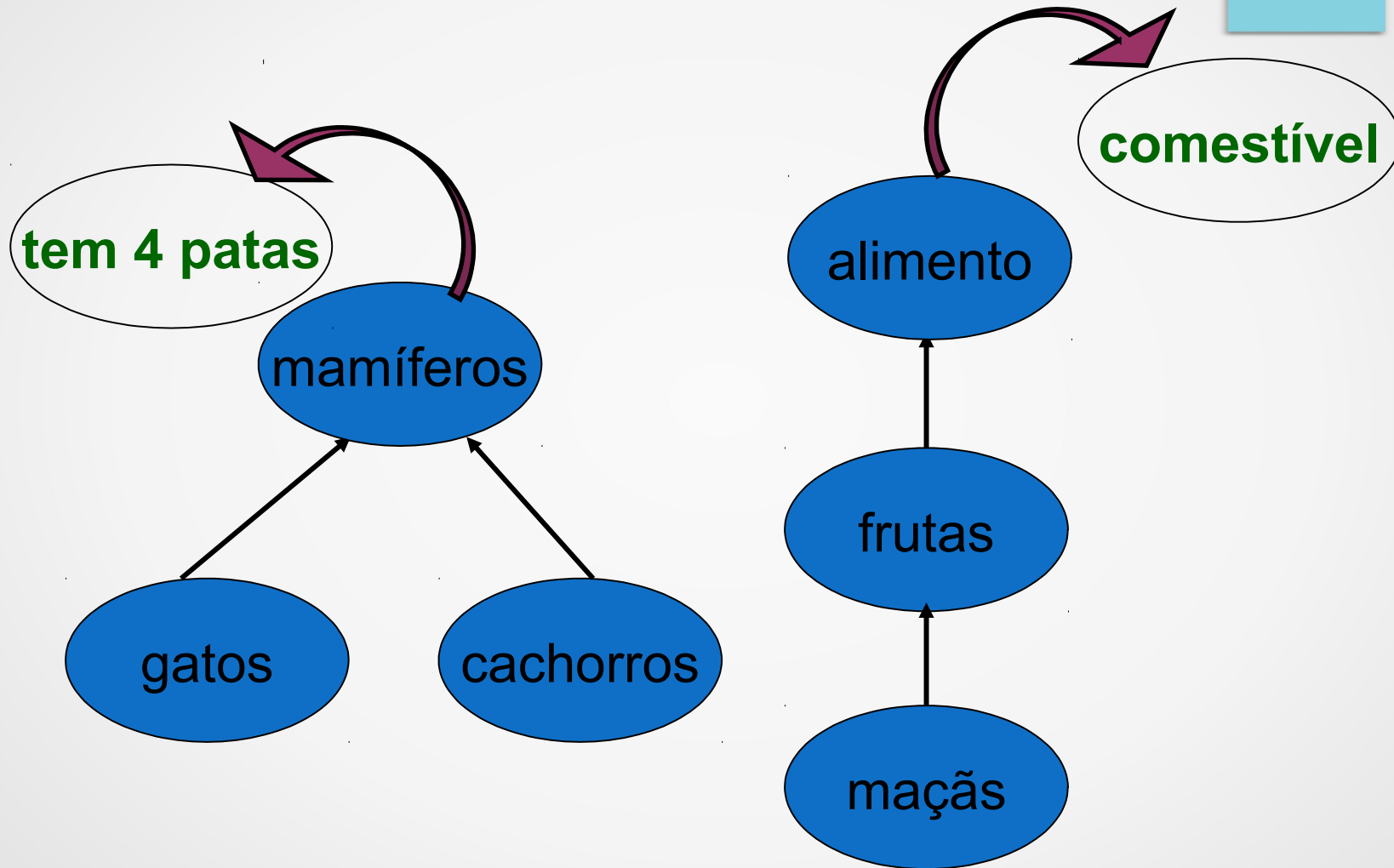
- Taxonomia ou hierarquia taxonômica
 - <objeto> ElementoDe <categoria>
 - <categoria> SubconjuntoDe <categoria>



Herança

- Categorias compartilham suas características para objetos de seus subcategorias
 - Esse fenômeno é chamado de herança
 - Exemplo:
 - Categoria: Alimento (as instâncias são comestíveis)
 - Categoria Fruta é subclasse de Categoria Alimento
 - Categoria Maçã é subclasse de Categoria Fruta

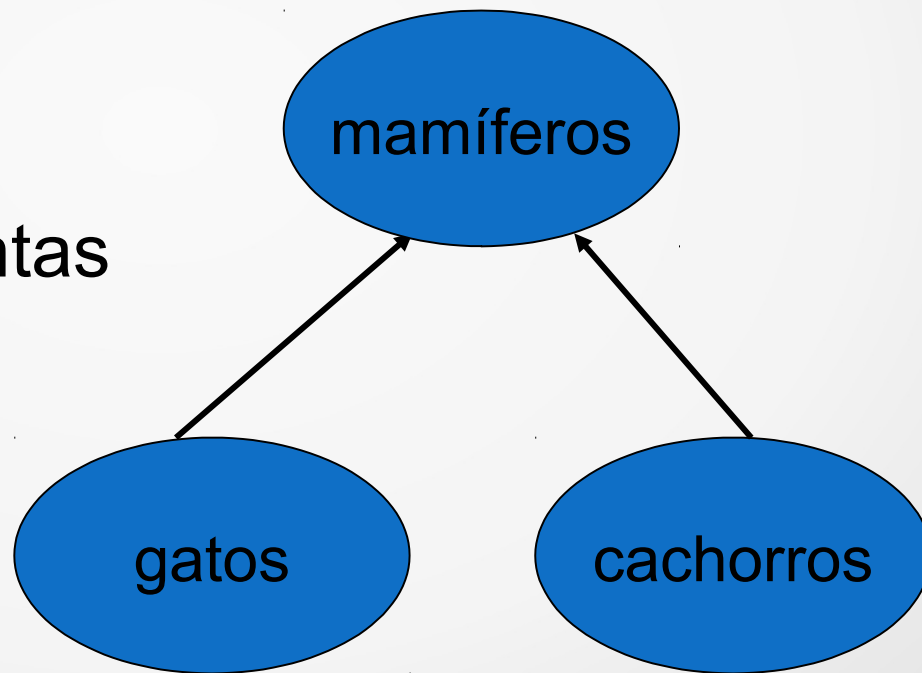
Exemplo



Formas de organização

- Categorias disjuntas:
 - duas ou mais categorias são disjuntas se elas não têm elementos em comum.

Categorias Disjuntas

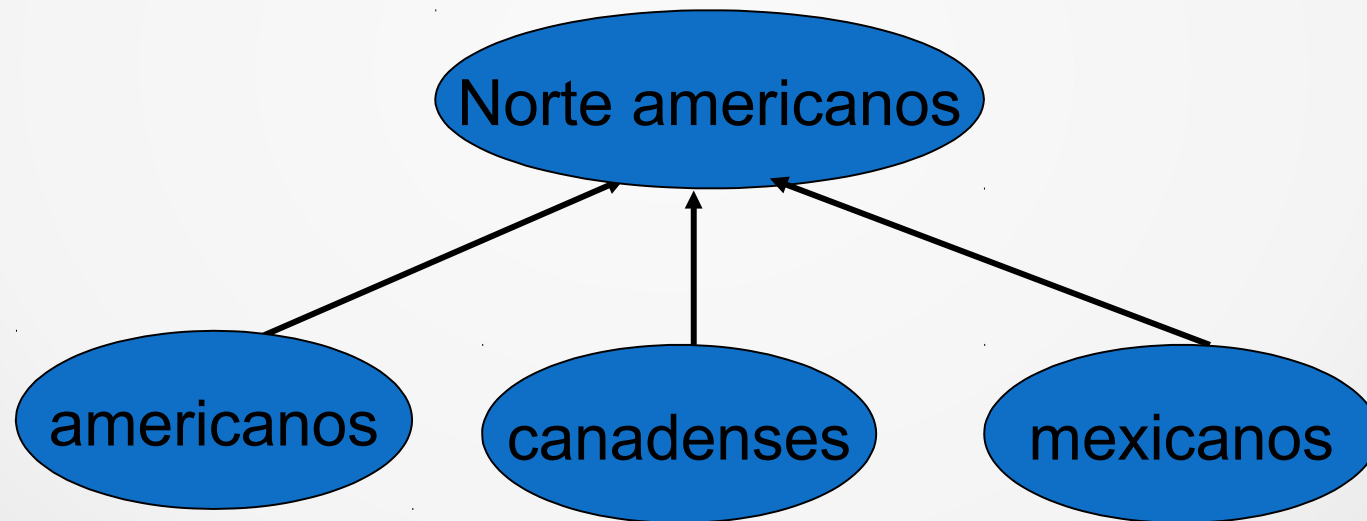


Disjuntos({gatos, cachorros})

Formas de organização

- Decomposição exaustiva:
 - todos os elementos da classe devem obrigatoriamente pertencer a uma das subclasses

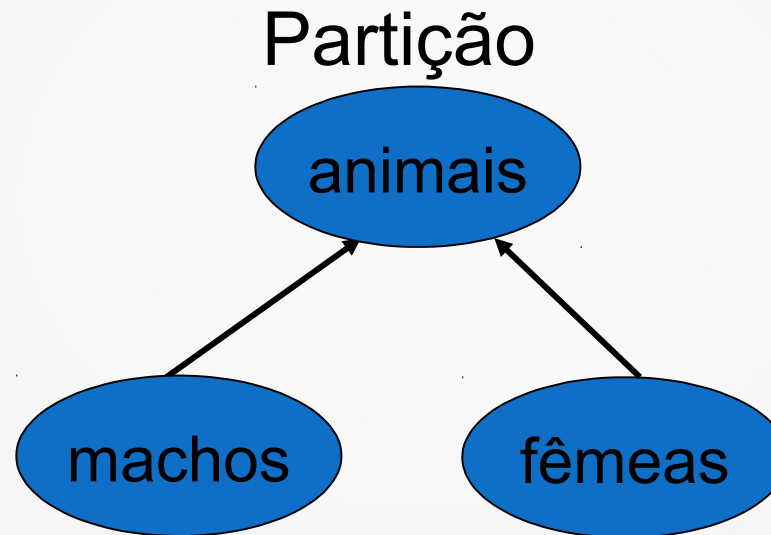
Decomposição Exaustiva



Decomposição Exaustiva({americanos, canadenses, mexicanos}, NorteAmericanos)

Formas de organização

- Partição:
 - É uma decomposição exaustiva em categorias disjuntas



Partição({machos, fêmeas}, Animais)

(Decomposição exaustiva de NorteAmericanos não é uma partição porque algumas pessoas tem dupla cidadania)

Categorias e lógica

- Lógica de primeira ordem (ou de predicados) é uma das formas de representar categorias
 - Como predicado
 - `bolaDeBasquete(b)`
 - Como objeto único constante
 - `BolaDeBasquete`
 - Como relação ($b \in \text{bolaDeBasquete}$)
 - `elemento(b, bolaDeBasquete)`
 - Entre categorias ($\text{bolasDeBasquete} \subseteq \text{bolas}$)
 - `subconjunto(bolaDeBasquete, bolas)`

Categorias e propriedades

- Categorias podem possuir características ou propriedades
 - $(X \in \text{bolaDeBasquete}) \Rightarrow \text{esférica}(X)$
- Propriedades podem ser utilizadas para definir elementos de uma categoria
 - $\text{laranja}(X) \wedge \text{redonda}(X) \wedge \text{diâmetro}(X) = 23,75\text{cm} \wedge X \in \text{bolas} \Rightarrow X \in \text{bolasDeBasquete}$
- Uma categoria pode estar contida em outra e, portanto, herdar suas propriedades
 - $\text{cães} \subseteq \text{espéciesDomesticadas}$

Composição

- Usamos a relação parteDe para dizer que alguma coisa faz parte da outra:
 - parteDe(bucareste, romênia)
 - parteDe(romênia, europaOriental)
 - parteDe(europaOriental, europa)
 - parteDe(europa, terra)
- A relação parteDe é transitiva:
 - $\text{parteDe}(x,y) \wedge \text{parteDe}(y,z) \Rightarrow \text{parteDe}(x,z)$
- Assim podemos concluir que:
 - parteDe(bucareste, terra)

Composição

- Objetos podem ser compostos por medidas, utilizando funções de unidade
 - comprimento(l1) = polegadas(1,5) = centímetros(3,81)
- Assim como outras propriedades, medidas podem ser usadas para descrever objetos
 - diâmetro(bolaDeBasquete) = centímetros(23,75).
 - preco(bolaDeBasquete) = \$(19).
 - $d \in \text{dias} \Rightarrow \text{duração}(d) = \text{horas}(24)$.

Composição

- Uma característica importante de medidas é que elas podem ser ordenadas (ordinais)
 - Se numéricas, podem ser comparadas diretamente pelos números
 - Se categóricas, é preciso estabelecer relação de ordem
- Exemplo: Exercícios de Norvig são mais trabalhosos que os de Russel (dar pontuação menor aos exercícios de Norvig).

$e_1 \in \text{exercícios} \wedge e_2 \in \text{exercícios} \wedge \text{escreveu}(\text{norvig}, e_1) \wedge \text{escreveu}(\text{russell}, e_2) \Rightarrow \text{dificuldade}(e_1) > \text{dificuldade}(e_2)$

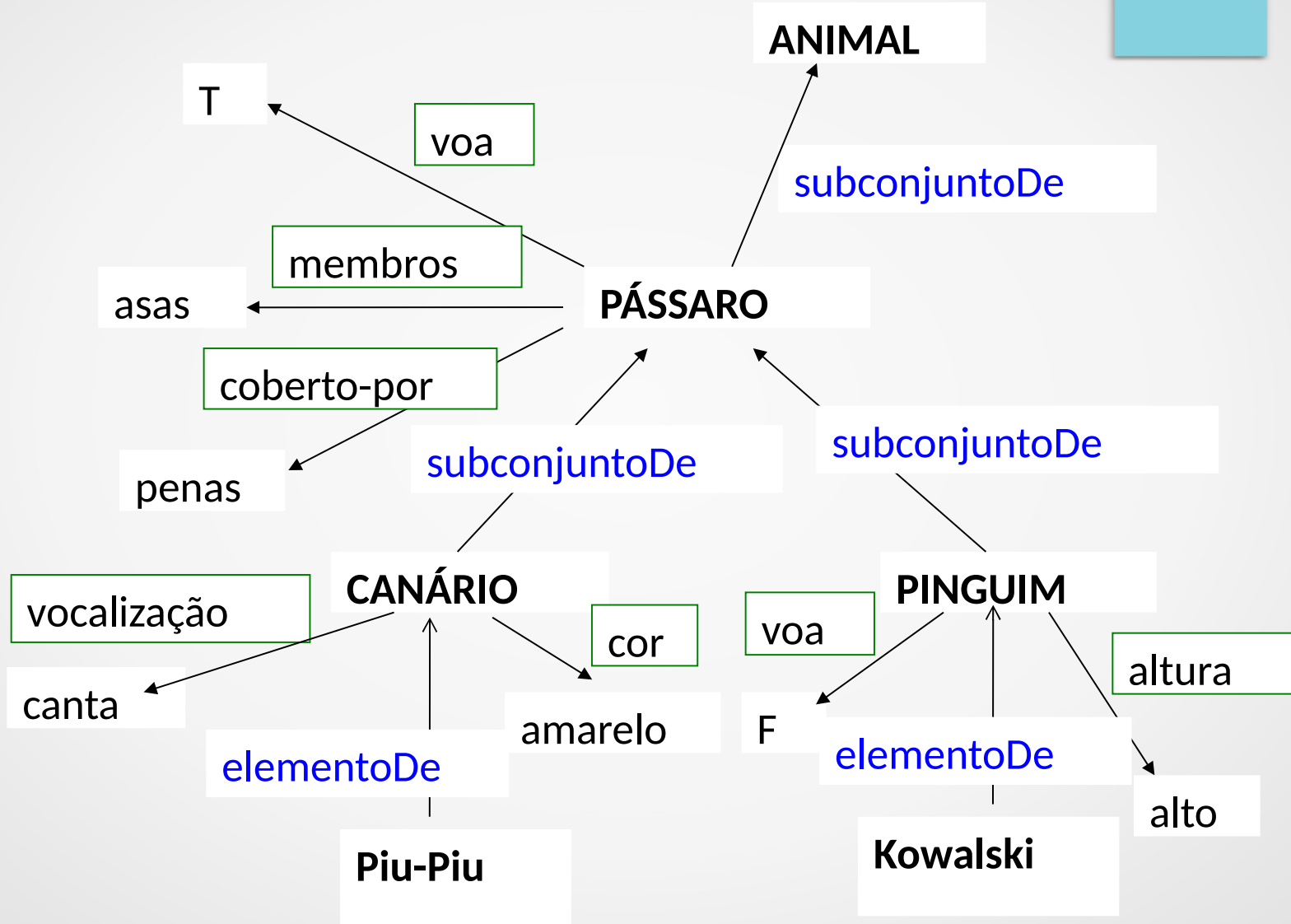
Sistemas de raciocínio em categorias

- Redes semânticas: oferece recursos gráficos para visualizar uma base de conhecimento, e algoritmos eficientes para dedução de propriedades de um objeto, de acordo com sua pertinência a uma categoria.
- Lógicas descritivas: fornecem uma linguagem formal para construção e combinação de definições de categorias, e algoritmos eficientes para definir relacionamentos de subconjuntos e superconjuntos entre categorias.

Redes Semânticas

- Família de representações baseadas em grafos.
- O significado de um objeto é definido em termos de uma rede de associações com outros objetos.
- Representa objetos, categorias de objetos e relações entre objetos.
- Representação gráfica:
 - Objetos, classes e valores: nós do grafo
- Relações entre classes e propriedades: arcos rotulados do grafo

Exemplo



Exemplo

- O arco **elementoDe** entre piu-piu e canário corresponde a asserção
 - piu-piu \in Canário
- O arco **subconjuntoDe** entre canário e pássaro corresponde a asserção
 - canário \subseteq pássaro
- Algumas propriedades só podem ser identificadas no elemento e não em sua categoria. Exemplo: só se define cor em canário
- O arco cor entre canário e amarelo corresponde a asserção
 - $\forall X, X \in \text{canário} \Rightarrow \text{cor}(X, \text{amarelo})$

Tipos de relações semânticas

$A \xrightarrow{\text{subconjuntoDe}} B$ Classe A está contida na classe B

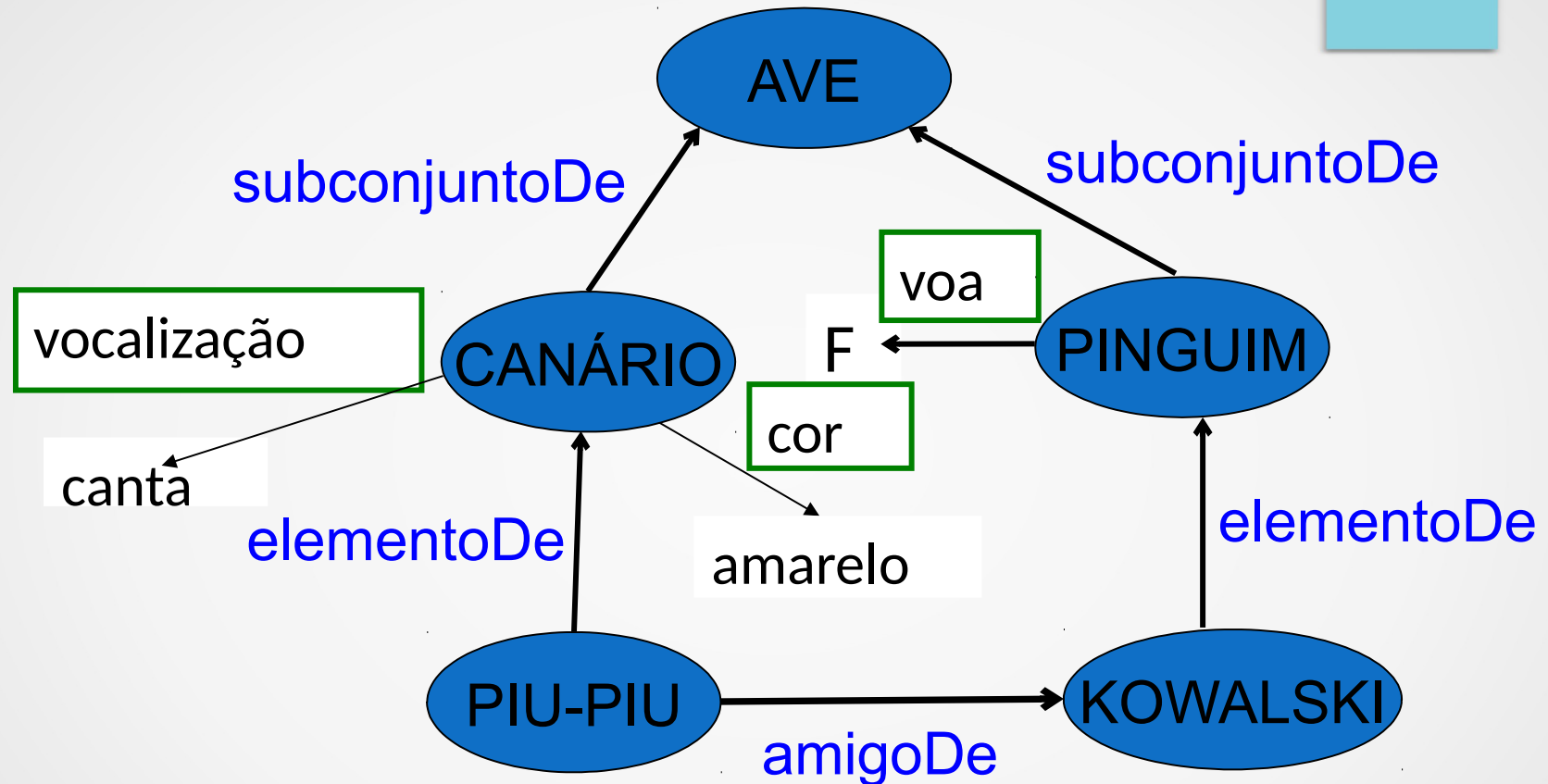
$A \xrightarrow{\text{elementoDe}} B$ Objeto A pertence a classe B

$A \xrightarrow{R} B$ Objeto A está relacionado com objeto B

$A \xrightarrow{\boxed{R}} B$ Todos os membros de A possuem a propriedade B

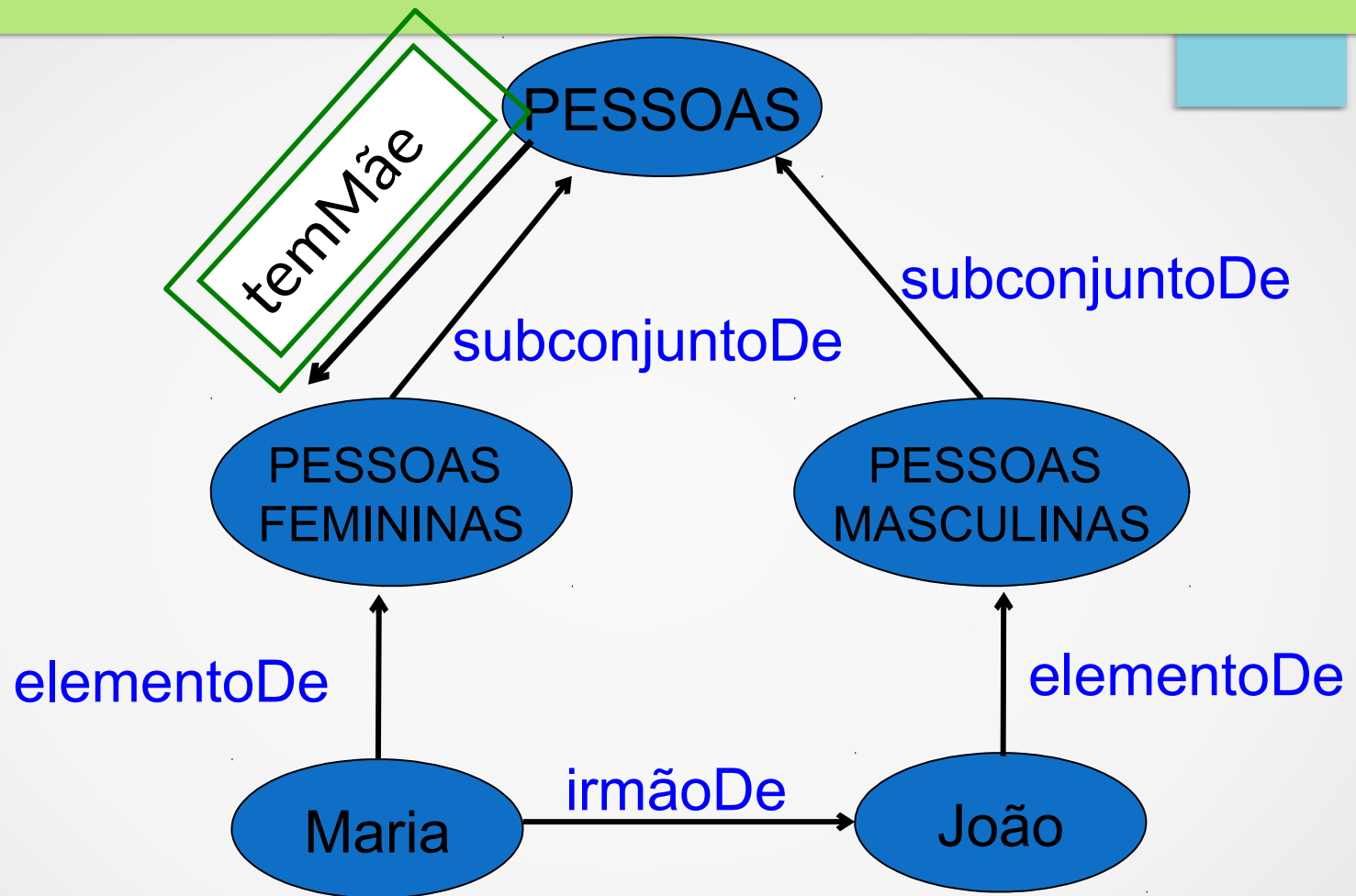
$A \xrightarrow{\boxed{\boxed{R}}} B$ Todos os membros de A estão relacionados com algum membro de B

Exemplo



- Arco **amigoDe** entre piu-piu e kowalski corresponde à asserção **amigoDe(piupiu, kowalski)**

Exemplo

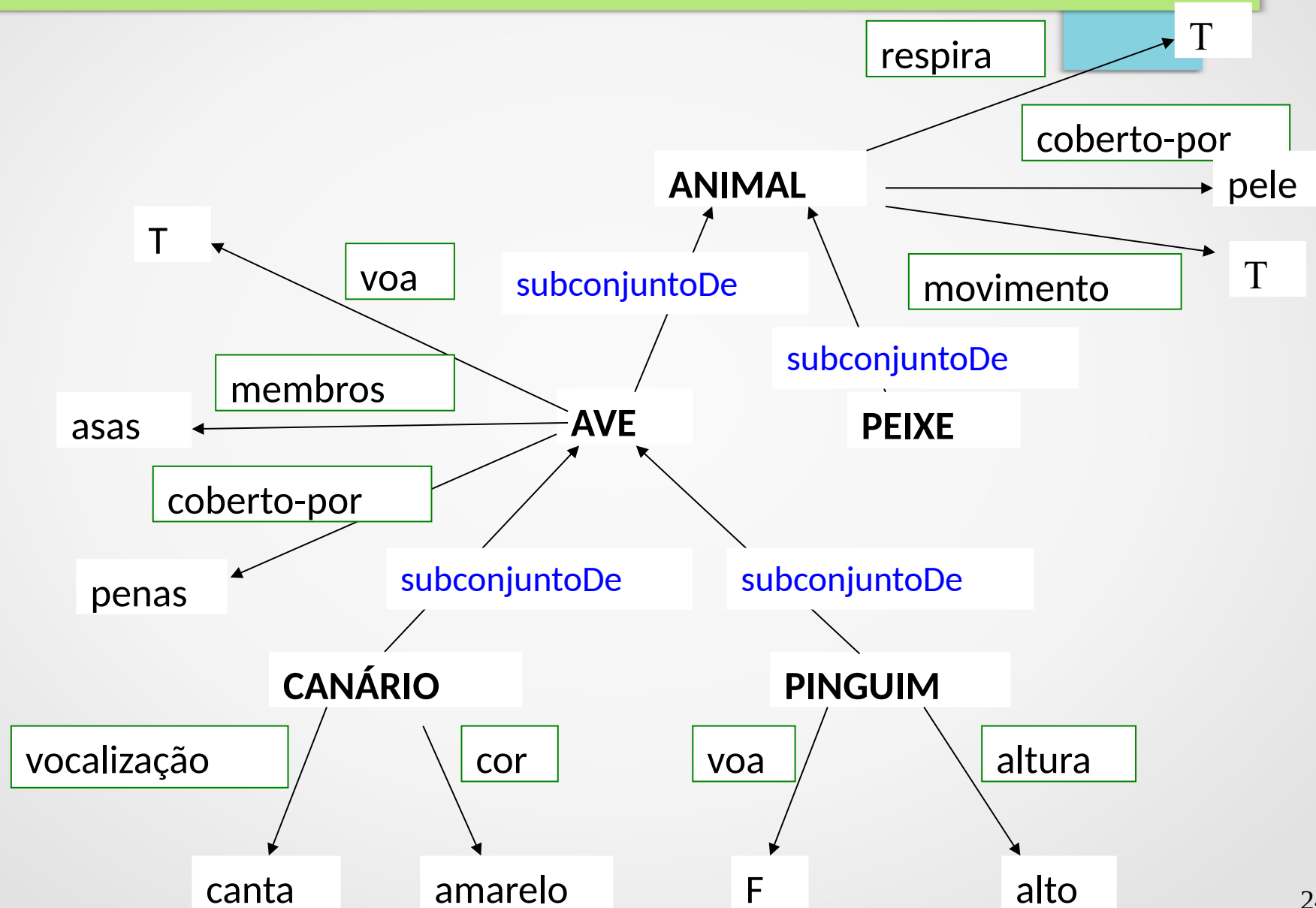


- $\forall X, X \in \text{pessoas} \Rightarrow [\forall Y (\text{temMãe}(X,Y) \Rightarrow Y \in \text{pessoasFemininas})]$

Herança em redes semânticas

- Os objetos de uma categoria mais específica (subcategoria) herdam as propriedades atribuídas a categorias mais gerais
- Herança permite:
 - Armazenar informações em nível mais alto
 - Reduzindo o tamanho da base de conhecimento
 - Simplificar modelo
 - Aumentando a eficiência da rede

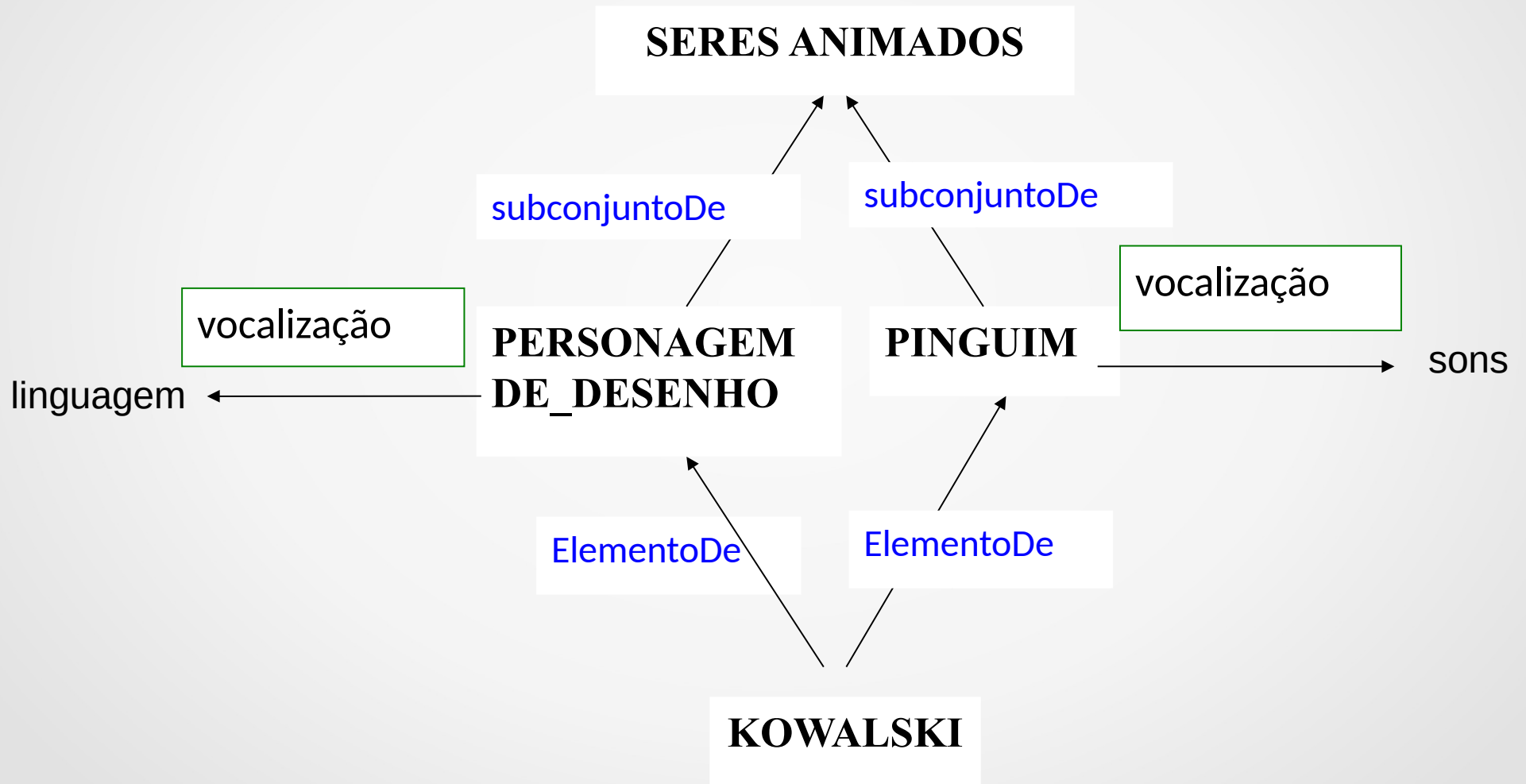
Exemplo



Herança Múltipla

- A herança múltipla ocorre quando um objeto pode pertencer a mais de uma categoria
 - Ou quando uma categoria pode ser um subconjunto de mais de uma outra categoria.
- Nesses casos o mecanismo de herança pode encontrar dois ou mais valores conflitantes que respondem a consulta.

Exemplo



Valores padrão

- Uma das vantagens das redes semânticas é a habilidade para representar valores padrões
 - Associados a categorias.
- Ou seja, categorias definem propriedades padrão para todos seus objetos
- Porém, pode ser contestada por valores dados a objetos específicos
 - Nesse caso, o valor padrão é redefinido pelo específico
 - Geralmente para definir exceção

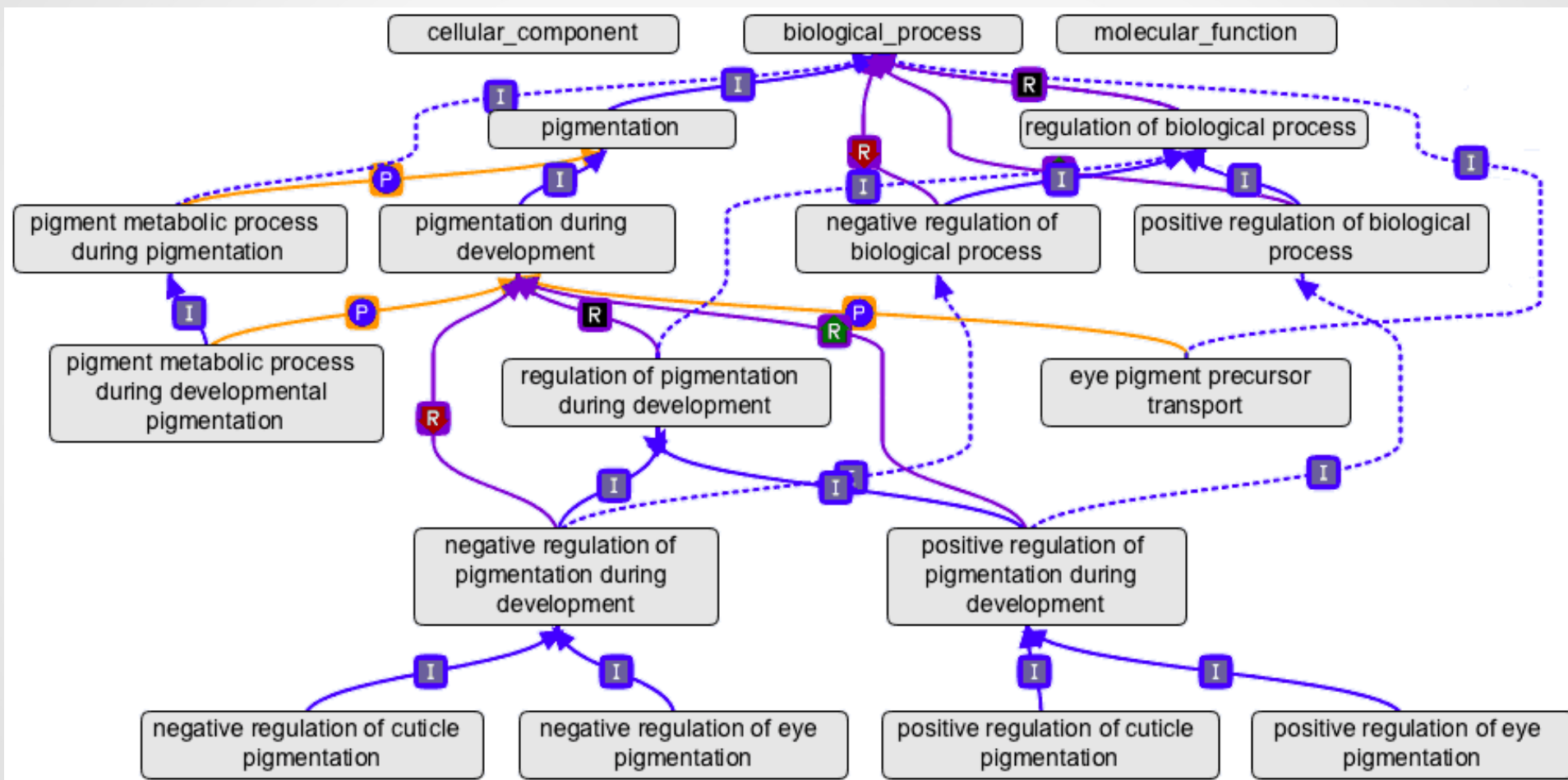
Exemplo

- Podemos considerar que:
 - Ave voa
 - Pinguim é ave
 - Pinguim não voa
- Portanto, uma informação específica redefine o valor padrão
 - Cria uma exceção
- Isso gera uma contradição na base de conhecimento
 - Que deve ser tratada

Implementando SBC

- Sistemas baseados em conhecimento podem ser implementados de diferentes formas
 - Uso de regras e lógica é a forma mais natural
 - Lógica de predicados facilita o uso de categorias
 - Prolog (veremos mais a frente no curso)
 - Mas programação orientada a objetos pode ser uma boa opção
 - Com uma pouco mais de dificuldade

Exemplo de aplicação - Taxonomia

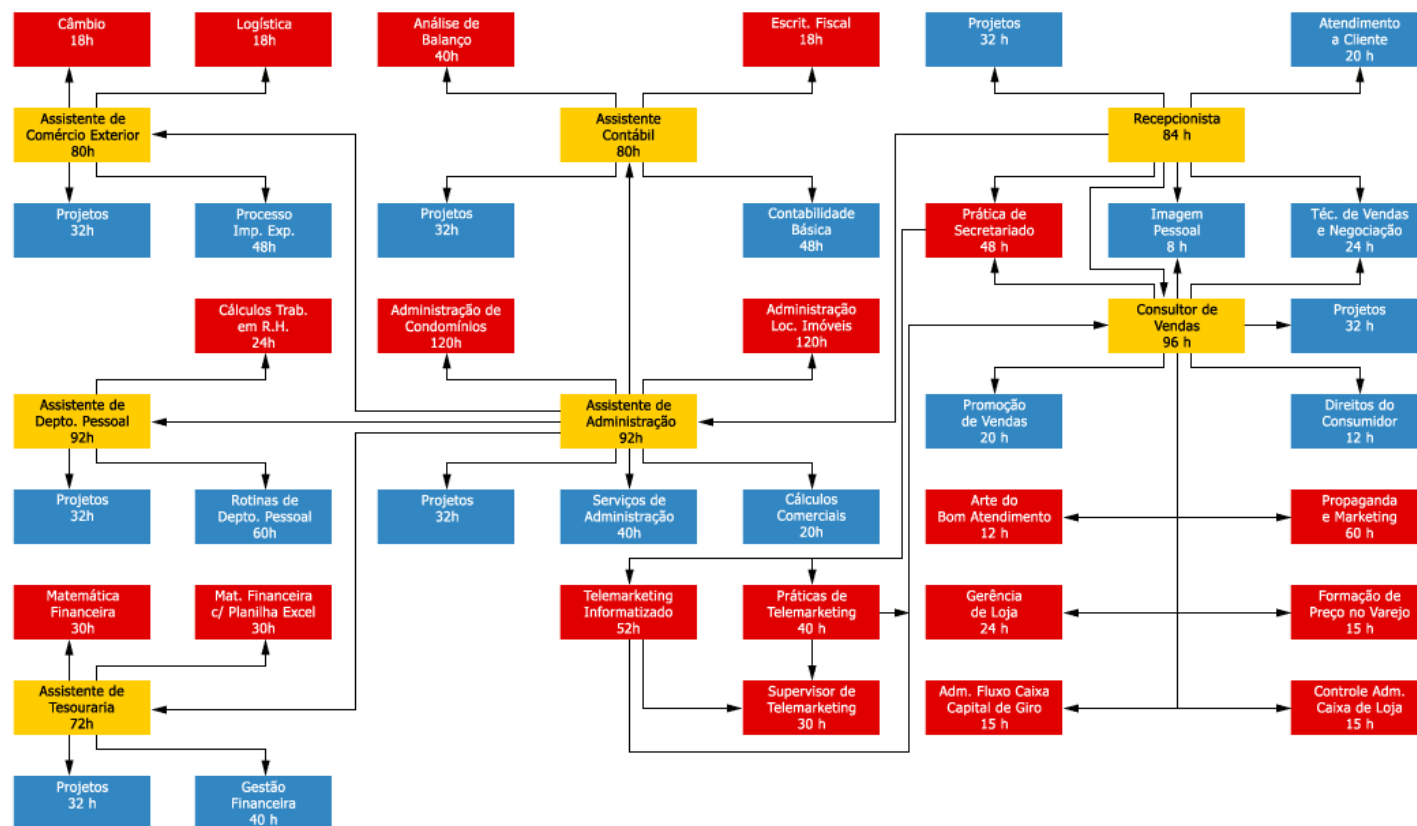


Exemplo de aplicação - Organizacional

Árvores do Conhecimento



Centro de Administração e Desenvolvimento Empresarial



- Ações educativas do Itinerário
- Qualificação/Habilitação Aperfeiçoamento/Certificação
- Ação Educativa Complementar
- Formação Centro de Educação em Informática
- ... Meio digital