

SISTEMAS DE BANCO DE DADOS 2

AULA 16

Reflexões em Modelagem Conceitual em relação ao ER (Entidade-Relacionamento)

Fernando Willian Cruz

Vandor Roberto Vilardi Rissoli



APRESENTAÇÃO

- Modelagem Conceitual
 - Linguagens de Modelagem
- Ontologia
 - Visão geral
 - de Fundamentação
- Referências



MODELAGEM CONCEITUAL

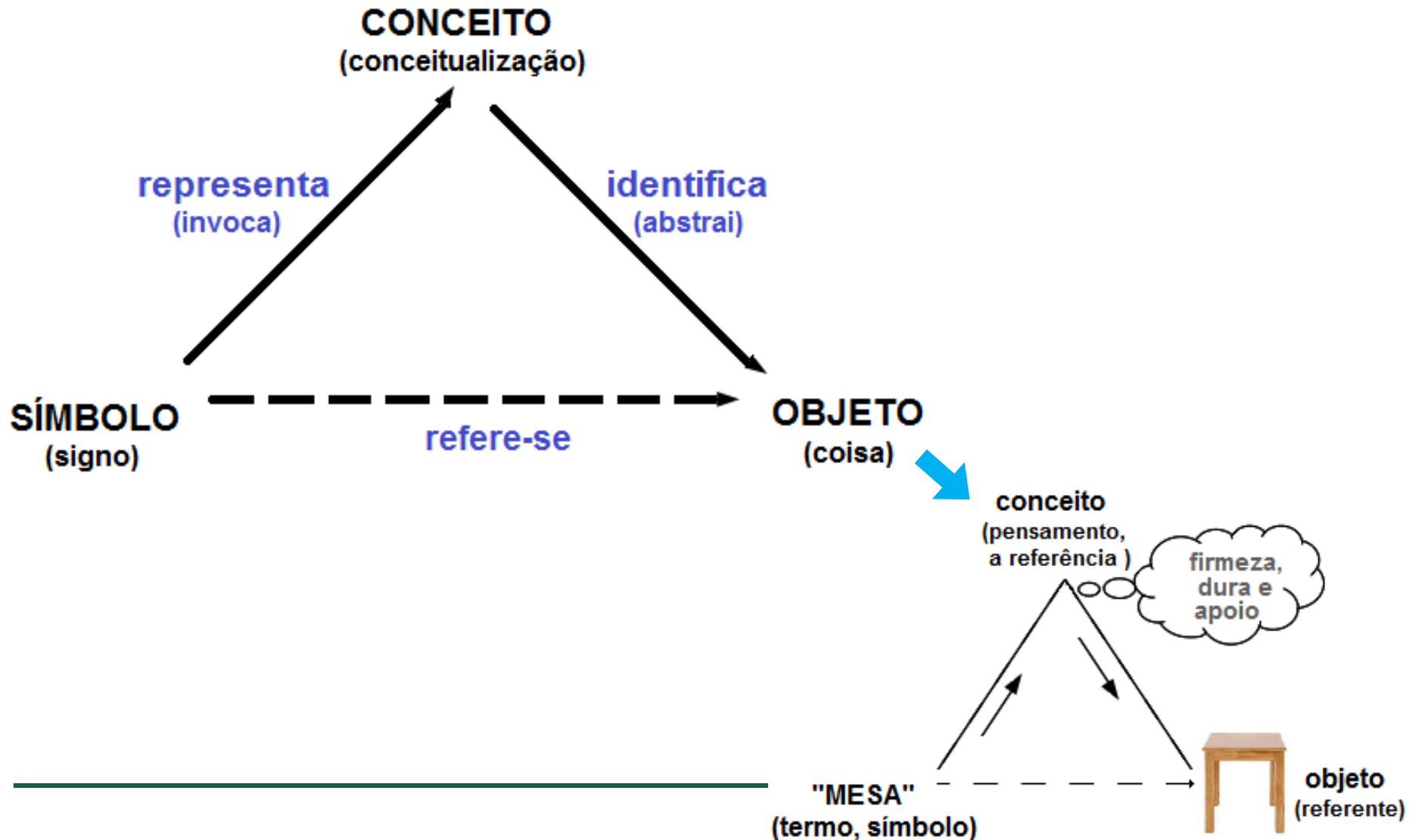
- “É a atividade de formalmente descrever alguns aspectos do mundo físico e social em torno de nós, com o propósito de entendimento e comunicação (...)”.
- **Modelos conceituais** – artefatos produzidos pela ação de modelagem conceitual

Criados de acordo com alguma conceitualização que descreve conceitos e seus “*states of affairs*” (estado das coisas).

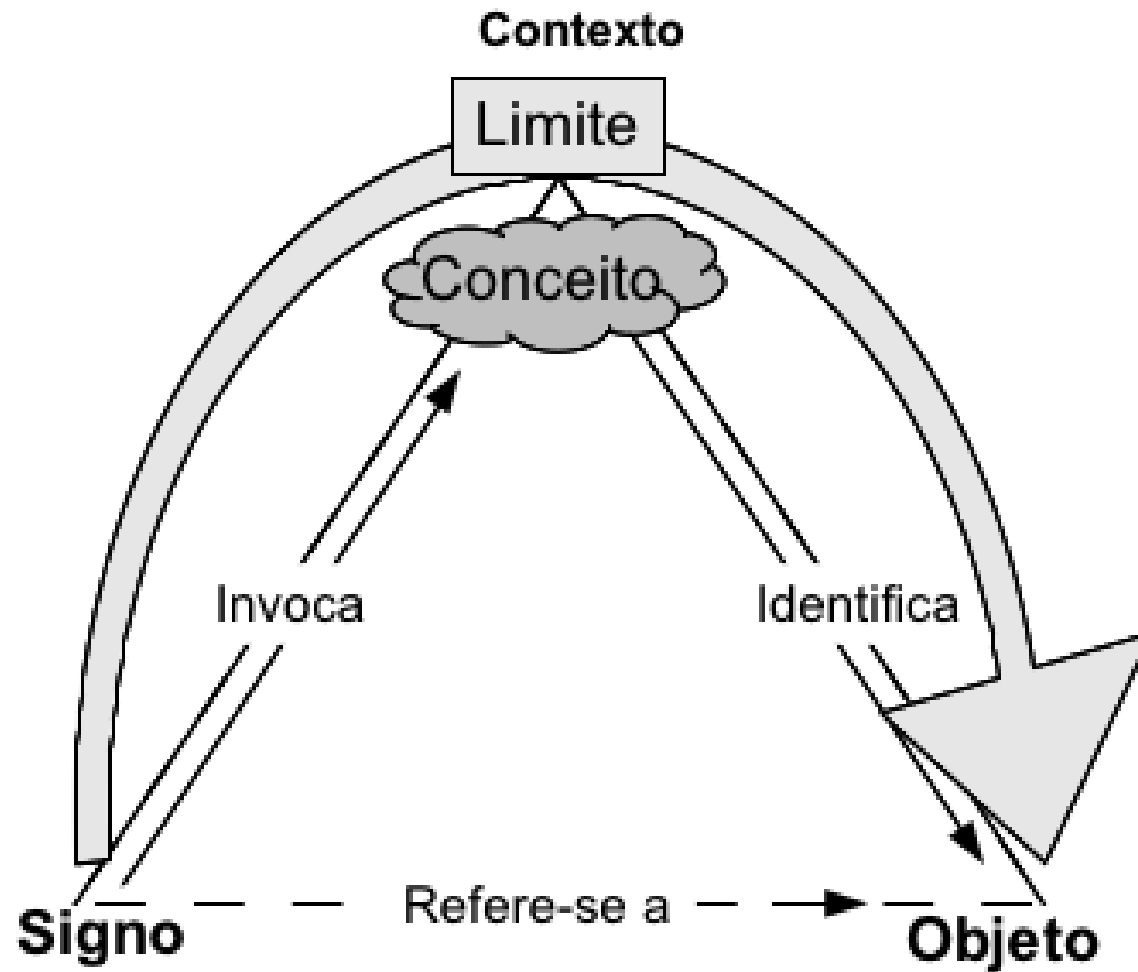


MODELAGEM CONCEITUAL

TRIANGULO SEMIÓTICO DE ULLMANN

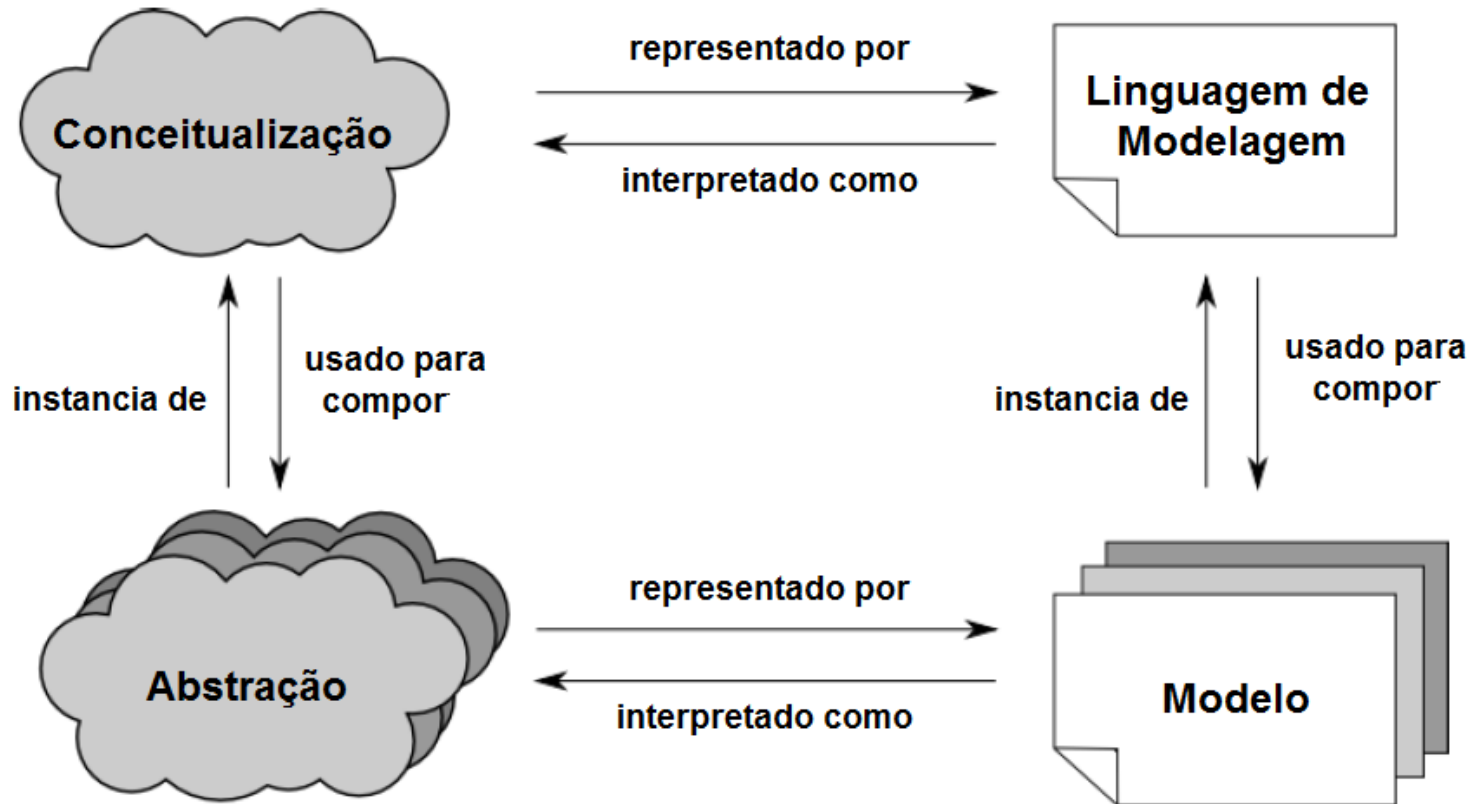


MODELAGEM CONCEITUAL



MODELAGEM CONCEITUAL

MODELOS E CONCEITOS RELACIONADOS



MODELAGEM CONCEITUAL

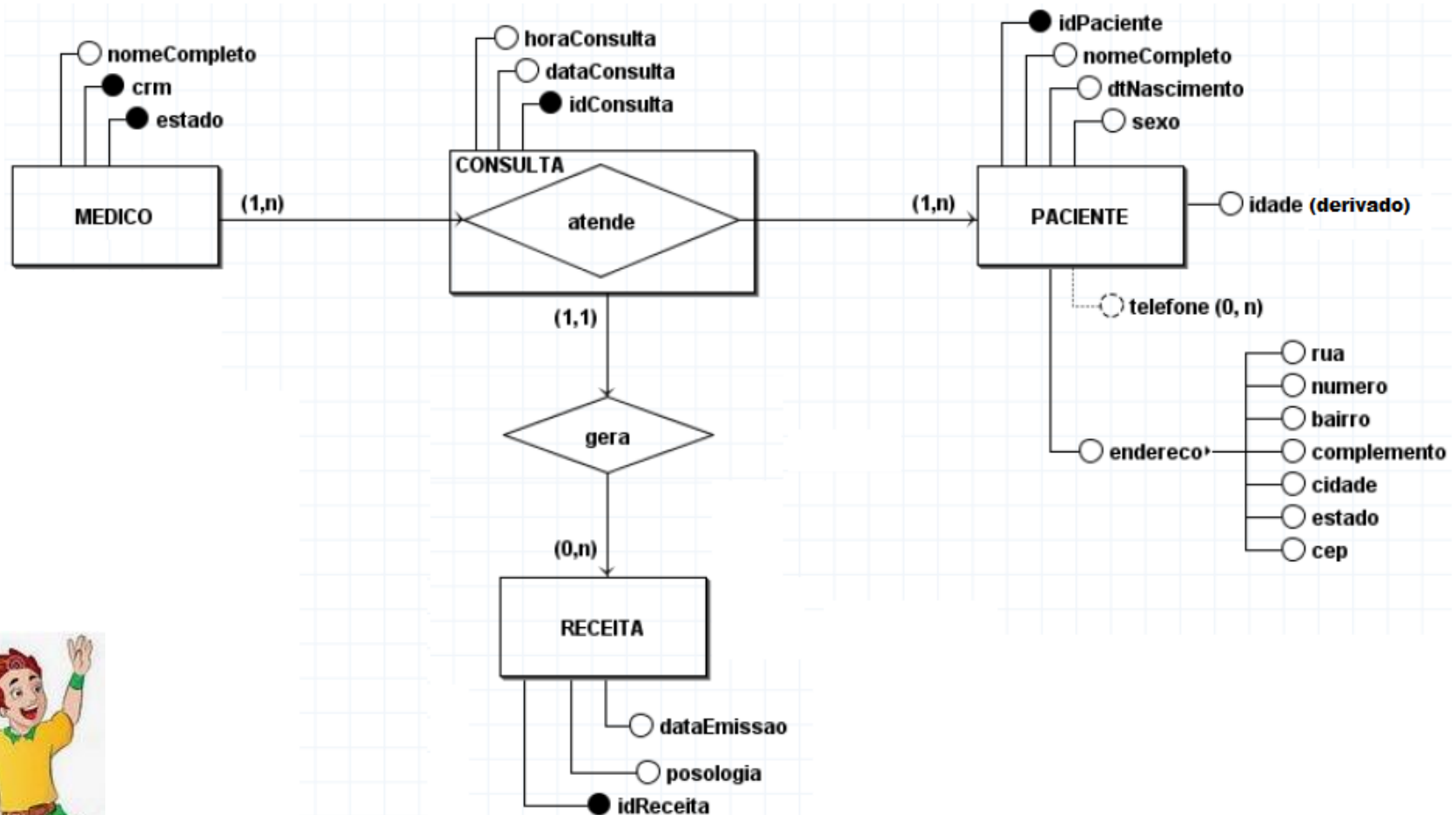
LINGUAGENS DE MODELAGEM CONCEITUAL



Notação para representação de plantas de residências.



MODELAGEM CONCEITUAL



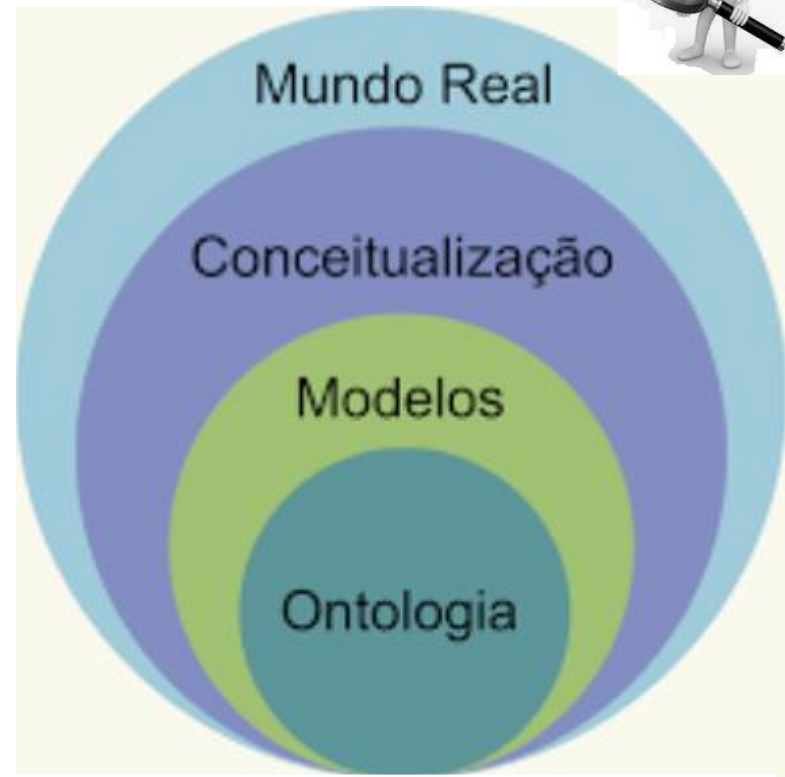
Notação para modelagem Entidade-Relacionamento e DE-R.



MODELAGEM CONCEITUAL

O QUE É ONTOLOGIA

- Corpo de conhecimento declarativo sobre um dado domínio, assunto ou área de conhecimento;
- Acordo conceitual compartilhado, descrito formalmente;
- Na prática, hierarquias de conceitos (classes) com suas relações, restrições, axiomas e terminologia associada.



O que é **Ontologia**?

<https://youtu.be/S8LBStzxHwk>

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

O que as Ontologias **NÃO** são:

- Simples hierarquias;
- Conjuntos de conceitos associados a palavras-chave;
- Esquemas de Bancos de Dados.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

COMPOSIÇÃO DA ONTOLOGIA

- Classes e subclasses: agrupam um conjunto de elementos, coisas, do mundo real, que são representadas e categorizadas;
- Propriedades: descrevem as características e/ou qualidades das classes;



- Relacionamentos: ligações entre classes, descrevendo e rotulando os **tipos de relações** existentes no domínio representado;

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

- Regras e axiomas: enunciados lógicos que possibilitam impor condições e possibilitam a realização de inferências automáticas a partir de informações que não necessariamente foram explicitadas no domínio;
- Instâncias: indicam os valores das classes e subclasses, constituindo uma representação de objetos ou indivíduos pertencentes ao domínio modelado, de acordo com as características das classes, relacionamentos e restrições definidas;
- Valores: atribuem valores concretos às propriedades, indicando os formatos e tipos de valores aceitos em cada classe.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

A **Ciência da Informação** tem uma de suas bases na especificação semântica de **relações**.

- Relações estão na base do potencial dos computadores realizarem inferências;
- **Inferências** entendidas como a simples capacidade de um software obter novos dados a partir de informações dadas, ou seja, relacionadas, assim sendo também explorada pela **Ciência da Informação**.



As **relações** são de fundamental importância às atividades de **reuso** em ontologias, sendo seus saberes somados aos relativos à modelização de domínios específicos, que possuem linha discursiva direta com estudos das **relações conceituais**.

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

A **Ciência da Informação** traz contribuições significativas relativas as metodologias que poderiam ser utilizadas na aquisição de conhecimentos, na proposta de categorias que ajudem a estruturar de forma consistente esses domínios e suas **relações**.



Ao longo de sua trajetória, a **Ciência da Informação** desenvolveu um arcabouço teórico e metodológico que tem grande potencial de aplicabilidade no desenvolvimento de ontologias.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Respeitando uma organização torna-se possível representar um determinado domínio de conhecimento, que correspondendo a **um artefato tecnológico capaz de realizar inferências** com base em seu conteúdo, possibilitará a recuperação de mais informações de forma mais eficaz.

Como estudos em ontologia são realizados em vários domínios, ocorre a criação de instrumentos variados, propiciando identificar, mesmo com a apresentação de propriedades distintas, uma **tipologia** bem definida de ontologias, já que existem características e componentes básicos que estão presentes em grande parte delas.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Dentre várias **tipologias** é possível analisá-las quanto ao seu grau de **Formalismo** e ao aspecto **Estrutural**.

FORMALISMO (uma ontologia pode ser):

- a) altamente informal,
- b) semi-informal,
- c) semi-formal,
- d) rigorosamente formal.

ESTRUTURAL (pode ser classificada em):

- a) ontologia de alto nível,
- b) ontologia de domínio,
- c) ontologia de tarefa e
- d) ontologia de aplicação.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

A partir da necessidade de compor a representação de dado domínio, ocorre o interesse da **Ontologia de Domínio**, a qual busca descrever formalmente classes de conceitos e os relacionamentos de determinada área com o objetivo de compartilhar um consenso terminológico.

A **Ontologia Formal** representa e formaliza o conhecimento existente, permitindo que seja acessado e compartilhado através de conceitos e categorias que satisfaçam a compreensão de um domínio.

Deste modo, se entende que uma **ontologia formal** está baseada em elementos como categorias e axiomas, demonstrando **RELAÇÕES** e **PROPRIEDADES** dos **CONCEITOS**, a fim de assegurar maior qualidade em suas inferências.

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Algumas características que permitem a interpretação de dado conceito são:

- ser restrita;
- tomada através de um vocabulário controlado definido;
- delimitar seu significado intencional, permitindo maior controle sobre o domínio que está sendo mapeado (modelado).



A **Ontologia de Fundamentação** tem por objetivo identificar categorias gerais de certos aspectos da realidade que **NÃO** são específicos a um campo científico, descrevendo conhecimento **independentemente** da linguagem, de um estado particular das coisas ou ainda do estado de agentes.

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Alguns autores definem a **Ontologia de Fundamentação (OF)** a partir de:

- 1) ter grande **alcance**;
- 2) alto potencial de **reutilização** em cenários de modelagens diferentes;
- 3) ser filosófica e conceitualmente bem fundamentadas;
- 4) ser semanticamente transparentes e, consequentemente, rica em axiomas.

Ela (**OF**) detêm forte fundamentação da Filosofia permitindo que a estrutura real de um domínio seja representada de forma fiel, clara e consistente, detendo uma semântica baseada no mundo real que restringe interpretações sobre seus conceitos.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Assim, as **Ontologias de Fundamentação (OF)** permitem que a construção de uma teoria sobre o domínio possibilite testar e validar seu **Modelo Conceitual**.

Diferenciando os tipos de elementos que compõem um domínio e permitindo sua representação, em que a **OF** explicita conceitos a partir de sua tipologia, estabelecendo sua posição em uma cadeia de elementos.

Com a noção de cada tipo de elemento é possível construir a estruturação do domínio de forma a evitar proposições errôneas, **AFERINDO QUALIDADE À MODELAGEM CONCEITUAL** elaborada e respectiva ao conhecimento representado em um domínio (valida **abstração**).



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Um conceito importante é o de **Compromisso Ontológico**:

"...uma teoria acerca de um determinado segmento da realidade ou da experiência é simplesmente uma coleção consistente de crenças ou afirmações, expressas numa determinada linguagem, acerca do segmento em questão; e uma teoria será verdadeira se todas as crenças que a compõem, e logo todas as consequências lógicas dessas crenças, forem de facto verdadeiras. Os objetos com os quais uma teoria está ontologicamente comprometida são precisamente aqueles objetos cuja existência é assumida, de forma explícita ou implícita, pela teoria; tais objetos formam a ontologia..."

Quine (1908)

=> Ele compreende a substituição da noção de modelo para conceitualização

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Assim, uma **Ontologia de Fundamentação** é uma ontologia formal que permite a elaboração de modelos de domínios que são:

- Altamente reutilizável;
- Filosoficamente bem fundamentada, recebendo aportes da linguística, ontologia formal e ciências cognitivas (permite explicar uma visão da realidade, ou seja, do acordo ontológico estabelecido, com determinação de regras de restrição, conceitos, categorias e meta-propriedades.



⇒ Ela permite a explicitação dos **compromissos ontológicos** da ontologia que representa um domínio, agregando fidelidade, consistência e clareza na representação.

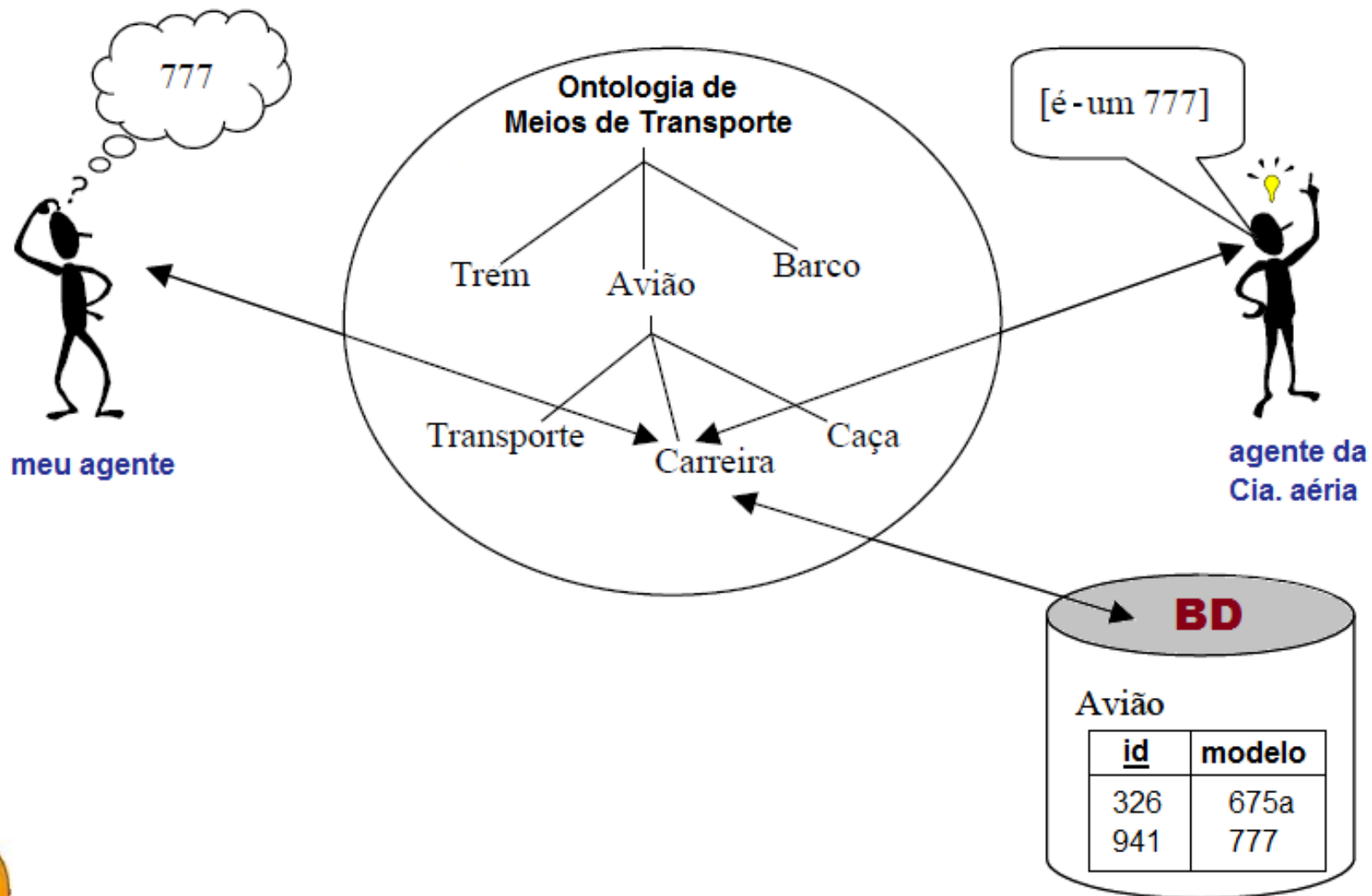
ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Existem linguagens de **modelagem conceitual** suportadas por Ontologias, por exemplo:

- *Description Logic*;
- OWL (*Ontology Web Language*);
- OntoUML ...

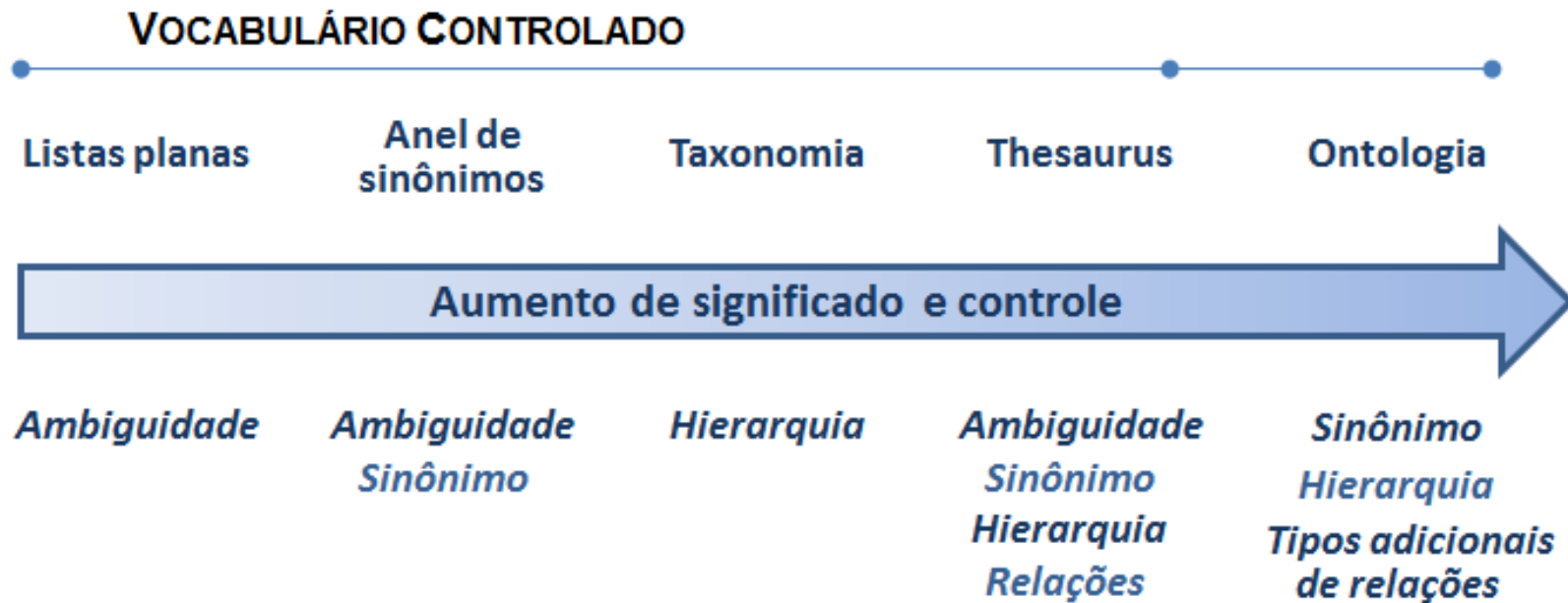


ONTOLOGIA - VISÃO GERAL



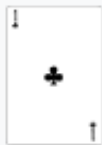
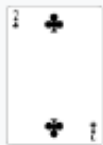
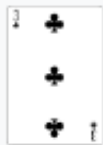




















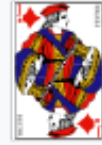




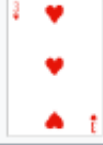























ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

A modelagem tratando de "coisas" mais simples ou complexas de maneira adequada e coerente a solução proposta nas possíveis diferentes formas de representação e compreensão.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Refletindo sobre um exemplo de aplicação da Ontologia.

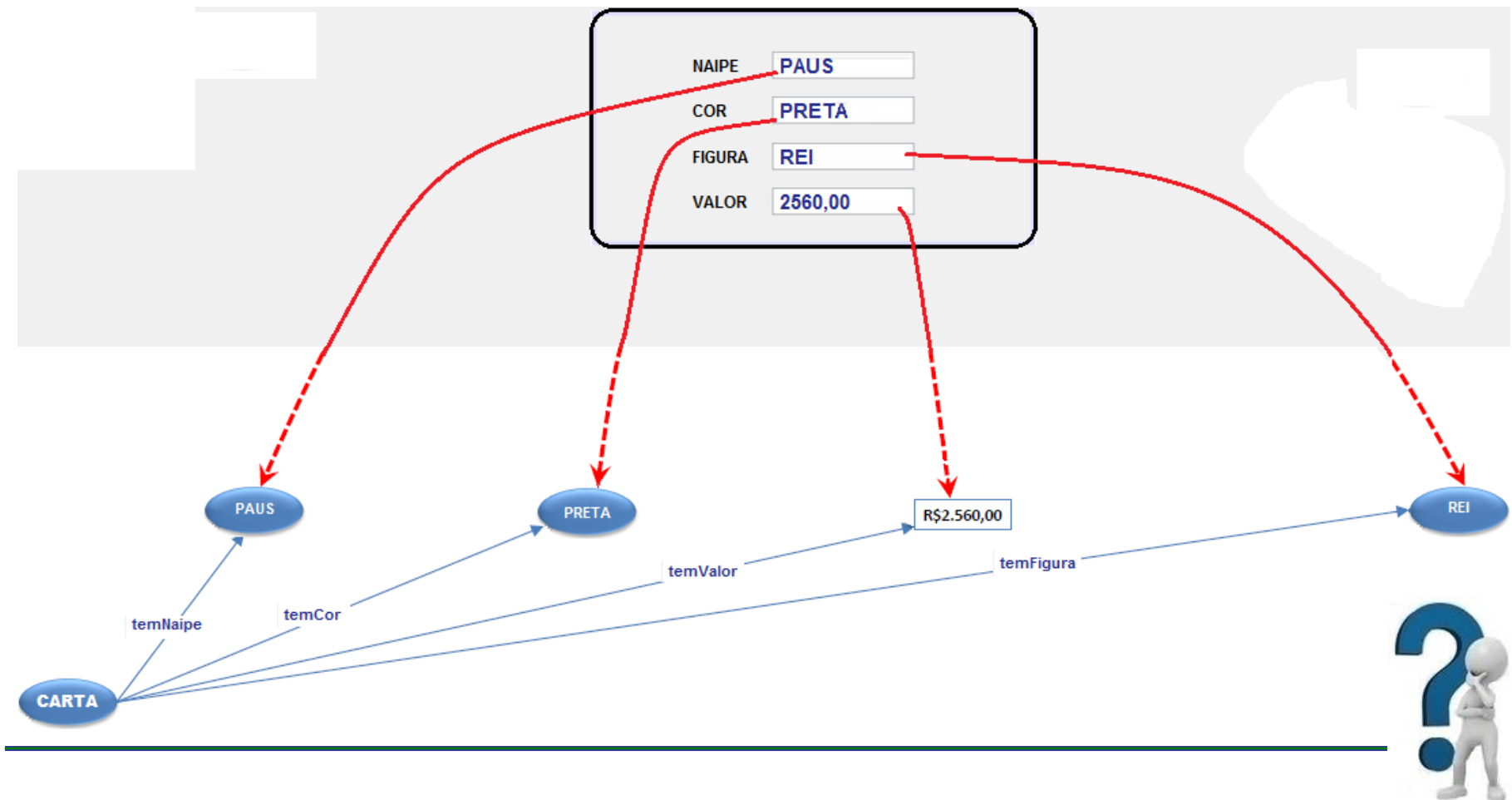
	VALOR												
<u>NAIPES</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valete (11)	Dama (12)	Rei (13)
Paus													
Ouros													
Copas													
Espadas													

Baralho francês de 52 cartas.



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

A ontologia de um baralho francês de 52 cartas como exemplo poderia ser obtida com:



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Mas estas definições também teriam potencial para definir outros exemplos neste mesmo contexto de baralhos como:



Baralho Espanhol Tarô



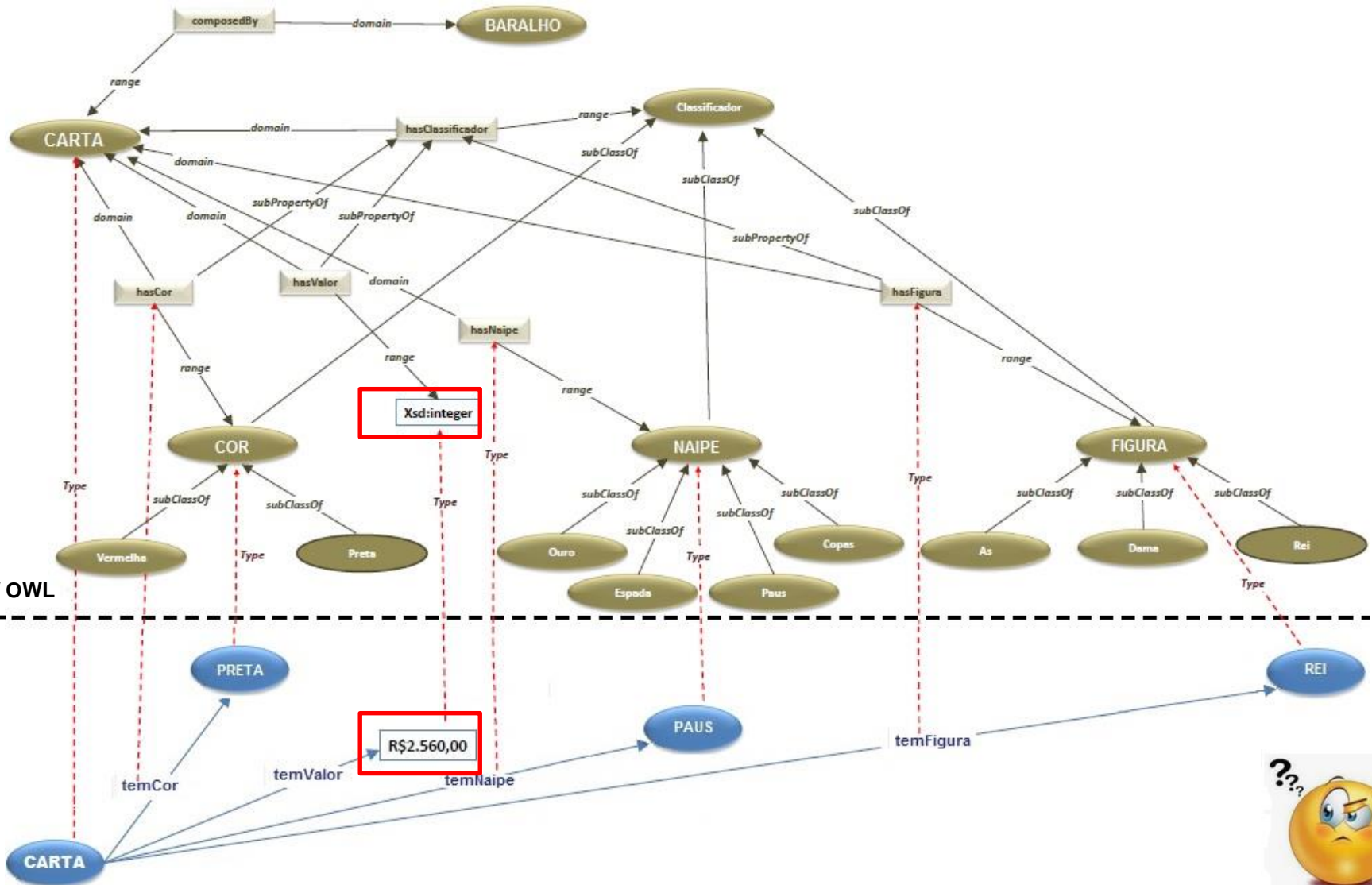
Baralho Tarô Inglês, Espanhol, Francês e Alemão



Baralho Italiano

ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

Ontologia das classificações de um baralho.



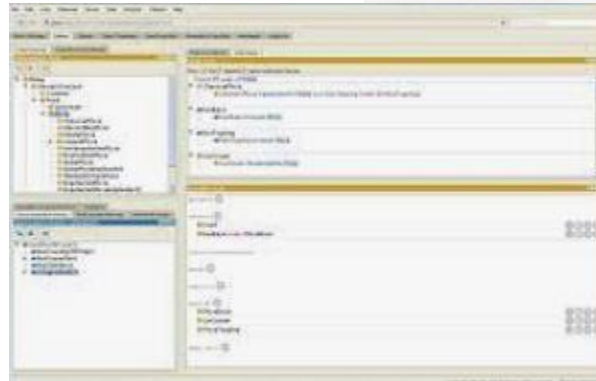
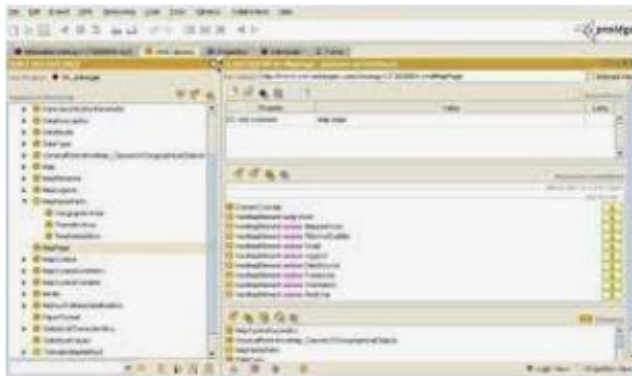
ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

TIPOS DE LINGUAGENS ONTOLÓGICAS

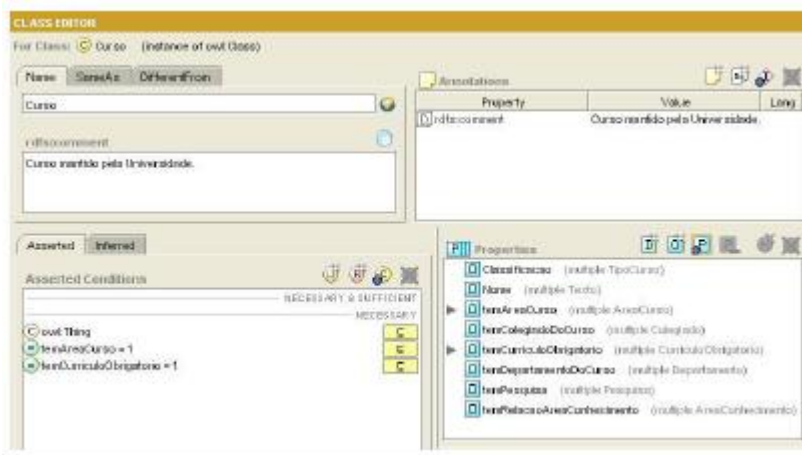
OWL - *Ontology Web Language*

Linguagem epistemológica (estudo do conhecimento; relação entre o sujeito (ser pensante) e o objeto (ser inerte)...);

- Padrão W3C para Web Semântica;
- Permite inferências;
- Editor específico como



ONTOLOGIA - VISÃO GERAL



Linguagem OWL
gerada pelo editor
protégé

```
<owl:Class rdf:ID="tasty-plant">
  <rdfs:comment>Tasty plants are plants that are eaten
    both by herbivores and carnivores</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#plant"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#eaten-by"/>
      <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class rdf:about="#herbivore"/>
      </owl:someValuesFrom>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#eaten-by"/>
      <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class rdf:about="#carnivore"/>
      </owl:someValuesFrom>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

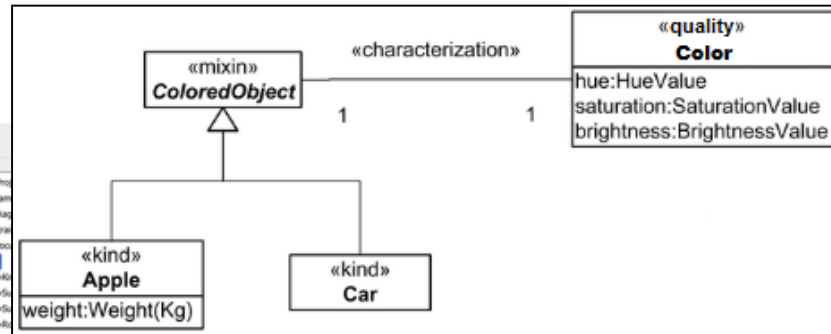
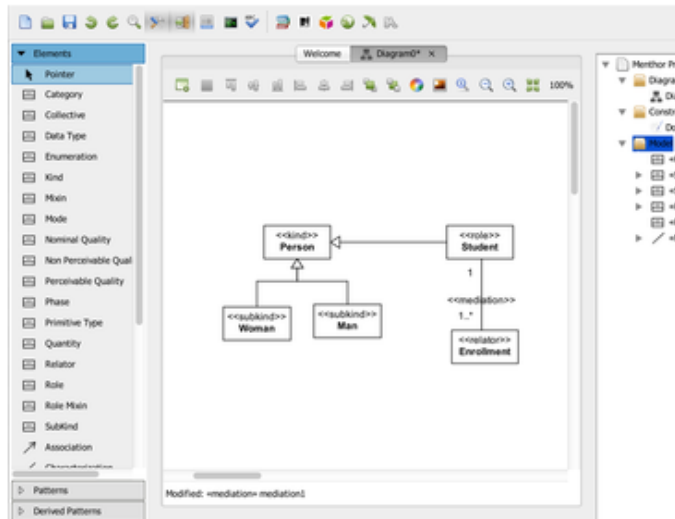
<owl:TransitiveProperty rdf:ID="is-part-of"/>
```



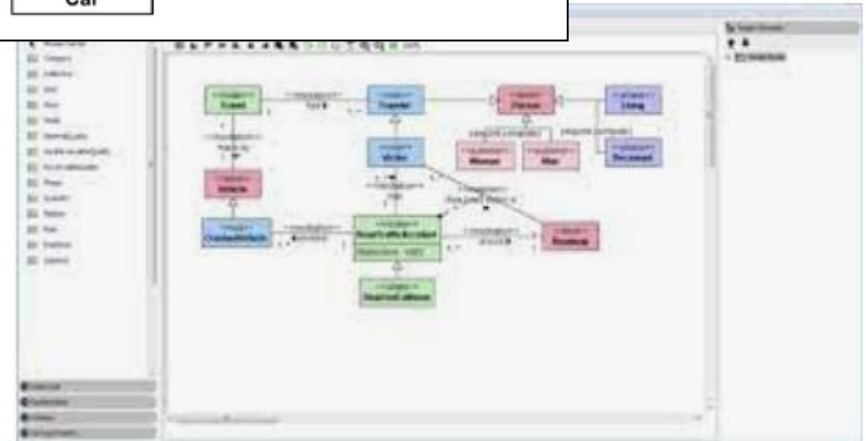
ONTOLOGIA - VISÃO GERAL

OntoUML

- Linguagem ontológica;
- Editor específico como



→ Especificação
OntoUML



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

UFO - *Unified Foundation Ontology*

A UFO é uma unificação das ontologias **GFO** e **DOLCE**, se aproveitando das características positivas e suprimindo-se as limitações na habilidade de capturar os conceitos básicos de Linguagens de Modelagem Conceitual (LMC).

Ela pode ser utilizada para:

- avaliar, projetar e integrar os modelos de **LMC**;
- prover semântica de mundo real para seus elementos de modelo;
- prover semântica aos modelos que capturam conhecimento dinâmico de uma tarefa agregando conceitos relativos a eventos, objetos, agentes e recursos.

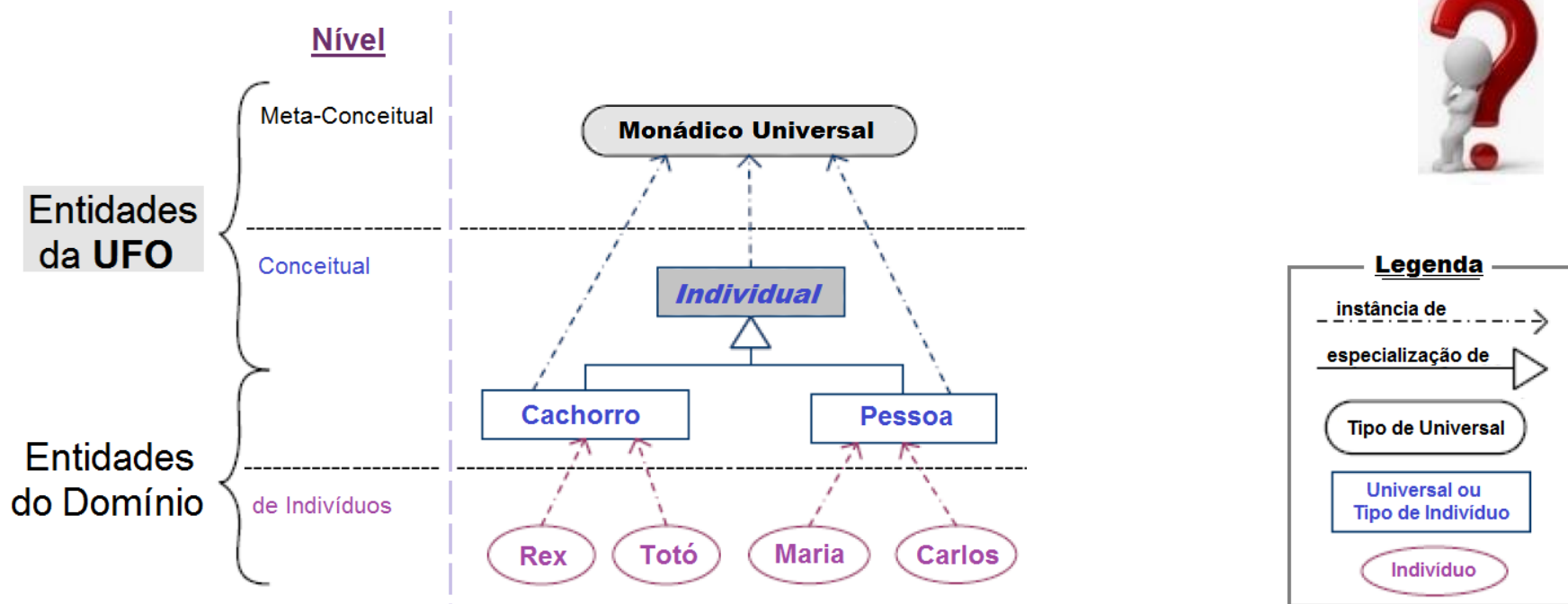


ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

UFO → “*lego*” de conceitos aplicado a qualquer domínio.

Alguns de seus benefícios:

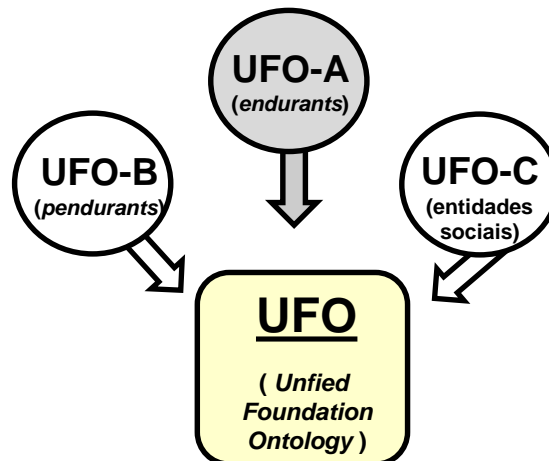
- Definição mais **clara** (não ambígua);
- Modelo de dados mais **limpo**;
- Código mais limpo.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

A **UFO** esta dividida em **três** partes:

- **UFO-A**: uma ontologia de indivíduos duradouros (*endurants*), sendo sua parte **principal**;
- **UFO-B**: uma ontologia de eventos (*perdurants*);
- **UFO-C**: uma ontologia de entidades sociais.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Noções Filosóficas Básicas Aplicadas pela UFO

IDENTIDADE: propriedade determinante do objeto, a especificação do que a coisa realmente é, ou seja, ao analisar duas entidades, as quais exibem propriedades diferenciadas, é possível se dizer se estas podem ser consideradas como sendo as mesmas.

A partir da utilização do **critério de identidade** como princípio ontológico para caracterizar as coisas, e a consequente limitação de conexões "*é um*", a taxonomia resultante reflete uma semântica clara.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

RIGIDEZ: diz que uma coisa é rígida quando ao longo do tempo é aplicável a todas as instâncias que dela derivam, sendo mais compreensível pelo exemplos:

Uma **pessoa** tem uma propriedade **rígida**, uma vez que ela (pessoa) nunca deixa de ser uma pessoa ao longo de sua existência.

Um **estudante** tem essa propriedade **NÃO rígida**, pois pode ser estudante apenas um período de tempo da existência de determinada entidade.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

DEPENDÊNCIA: a noção de Dependência nos revela algumas questões, tais como:

- Existência real de um *individual* implica necessariamente na existência real de outro indivíduo específico (dependência **rígida**);
- Existência real de um indivíduo implica necessariamente na existência de algum indivíduo real que pertença a uma classe específica (dependência **genérica**);
- Um *individual* pertence a uma classe em particular, necessariamente implica na existência de um *individual* diferente pertencente a outra classe (dependência **de classe**).



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Na **UFO** as **RELAÇÕES** entre entidades são também consideradas entidades, podendo ocorrer de duas formas:

- + **RELAÇÕES FORMAIS** (*formal relations*)

- => a relação entre entidades é **direta**, sem intermediário.

- + **RELAÇÕES MATERIAIS** (*material relations*)

- => mantêm uma entidade (*relator*) como intermediária, sendo ele um *individual* que permite conectar entidades.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

FORMAIS:

- Representada pelas relações como instanciação, *parte-todo*, membros, associação, entre outros desse gênero;
- Relações de comparação podem ser aqui incluídas, como *maior que*, *mais alto que*, passando a se chamar relações formais comparativas.



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

MATERIAIS:

- A partir do exemplo abaixo em que "*tratamento*" é o *relator* (intermediário) da relação entre entidades:

“*paciente recebe tratamento em uma unidade médica*”

- "*tratamento*" pode compreender características adicionais que uma relação FORMAL não comportaria, tal como a duração do tratamento entre outras;
- Assim, torna-se importante compreender que o *relator* é dependente de duas ou mais entidades.

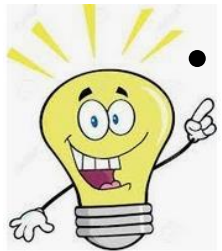


ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Principal Contribuição das Ontologias de Fundamentação

Caracterização fiel de uma conceituação que procura cumprir com seu **Compromisso Ontológico**, criando:

- Representação mais precisa do domínio em que a ontologia é empregada;
- Fornecimento de maior semântica para sua representação;
- Vocabulário bem definido **restringindo** interpretações sobre seus conceitos.



Assim, as **OF** poderiam ser entendidas como fornecedoras de uma estrutura ontológica, as quais criam um **corpus** capaz de validar o MODELO CONCEITUAL elaborado.

ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

A **OF** pretende fornecer maior nível semântico do mundo para a **MODELAGEM CONCEITUAL** de dado domínio de conhecimento, abordando questões como:

- A) noções de tipos e suas instâncias;
- B) objetos e suas propriedades intrínsecas;
- C) a relação entre identidade e classificação;
- D) distinções entre tipos e suas relações;
- E) relações *parte-todo*, além de possuir elementos como classes, propriedades, relacionamentos, valores e regras na sua constituição.



Evolução da Modelagem Conceitual

<https://youtu.be/0f8I9YvciEw>

ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
IDENTIDADE	Alguns conceitos têm a característica de prover um critério ou princípio de identidade para seus indivíduos que permita distingui-los e contá-los. Uma heurística útil para chegar a tal conclusão é verificar se é possível contar os indivíduos.	O conceito Maçã provê um critério de identidade aos indivíduos por ele classificados se faz sentido perguntar “quantas maçãs há nesta caixa?”. Em contrapartida, o conceito Vermelho não provê tal critério se não faz sentido perguntar “quantos vermelhos há nesta caixa?”.

	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
RIGIDEZ	Conceitos rígidos: têm a característica de serem necessariamente aplicáveis a seus indivíduos enquanto eles existirem.	O conceito Pessoa é rígido se todos os indivíduos por ele classificados, e.g. João , não podem deixar de ser Pessoa enquanto existirem.
	Conceitos anti-rígidos: têm a característica de serem aplicáveis a seus indivíduos de maneira contingente.	O conceito Estudante é anti-rígido se todos os indivíduos por ele classificados, e.g. João , podem deixar de ser Estudante e ainda continuar existindo.
	Conceitos semi-rígidos: têm a característica de serem eventualmente aplicáveis a alguns de seus indivíduos, e necessariamente aplicáveis a outros.	O conceito Sentável é semi-rígido se é aplicado necessariamente a alguns dos indivíduos por ele classificados, e.g. uma cadeira , e também é aplicado eventualmente a outros, e.g. um caixote .

ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

		DESCRIÇÃO	EXEMPLO
DEPENDÊNCIA	Um conceito C_1 é relacionalmente dependente de outro C_2 se para instanciar C_1 os indivíduos precisam participar de uma determinada relação com instâncias de C_2 . Neste trabalho, consideram-se os seguintes tipos de dependência:		
	Dependência Genérica: se a relação que caracteriza a dependência pode mudar.	Um coração é genericamente dependente do tipo Pessoa , se ele deve sempre instanciar a relação parte-de , porém com um indivíduo qualquer do tipo Pessoa , que pode mudar. Neste caso, considera-se a possibilidade de transplante.	
	Dependência Específica: se a relação que caracteriza a dependência não pode mudar.	Um coração é especificamente dependente de uma pessoa , se ele deve instanciar a relação parte-de sempre com um mesmo indivíduo do tipo Pessoa , que não pode mudar. Neste caso, desconsidera-se a possibilidade de transplante.	
	Dependência Existencial: um tipo de dependência específica, em que a relação que caracteriza a dependência é tal que o indivíduo dependente existe somente se o outro indivíduo do qual aquele depende também existir.	O exemplo anterior é de dependência existencial se o coração , para existir, deve sempre instanciar tal relação. Noutro caso, considera-se a possibilidade de que o coração possa continuar existindo fora da pessoa .	

ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

		DESCRIÇÃO	EXEMPLO
FORMAL		Relações formais valem pela simples existência dos indivíduos que ela relaciona, ou seja, não dependem de uma entidade interventora para valer. Podem ser classificadas como internas ou externas .	
		Relações formais internas implicam em dependência existencial entre os indivíduos relacionados. Assim, a relação vale sempre que o indivíduo dependente existir.	A relação parte-de (geralmente ¹) implica em dependência existencial de uma das partes. Por exemplo, se um coração é parte essencial de uma pessoa , significa que este coração é existencialmente dependente desta pessoa , e que esta relação vale enquanto o coração existir.
		Relações formais externas são tipicamente relações de comparação entre propriedades dos indivíduos relacionados. Assim, valem sempre que os indivíduos e as referidas propriedades existirem.	A relação mais-pesado-que entre João e José é verdade enquanto os dois indivíduos existirem e o peso de João for maior que o de José .



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

MATERIAL

DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Relações materiais são aquelas que dependem de uma entidade interventora para valer.	A relação casado-com entre João e Maria é verdade enquanto existir um indivíduo interventor casamento mediando-os.

O potencial semântico de uma dada ontologia é medido pelo **MODELO CONCEITUAL**, e este está fundamentalmente relacionado com o compromisso ontológico passível de ser representado por este **modelo**, em que aspectos epistemológicos e ontológicos convivem.



Assim, a abordagem epistemológica nos coloca diante de questões que visam responder sobre a natureza do conhecimento de um dado domínio, colocando o foco na discussão da relação entre **conhecedor** e o que pode ser **conhecido**.

ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Já a abordagem ontológica pretende identificar qual é a forma e a natureza da realidade e, portanto, o que é que se pode saber sobre ela. Ambas as abordagens são temas de discussão desde os estudos filosóficos na Antiguidade Clássica, e também, como a literatura da Ciência da Informação tem evidenciado, estas questões já vem sendo tema de pesquisa de diversos estudiosos na atualidade.

A perspectiva epistemológica fornece bases teóricas para as ontologias, em especial as de fundamentação, e influenciam as escolhas que se encontram representadas nos conceitos nelas presentes:



ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

"Ontologia não é epistemologia, mas tem uma relação complexa com a epistemologia. Ontologia versa primariamente sobre as entidades, relações e propriedades do mundo, as categorias de coisas. Epistemologia versa sobre as entidades percebidas do mundo e as que se acreditam existir, suas relações e propriedades, isto é, maneiras de conhecer ou verificar coisas."

Poli e Obrst (2009, p. 3)

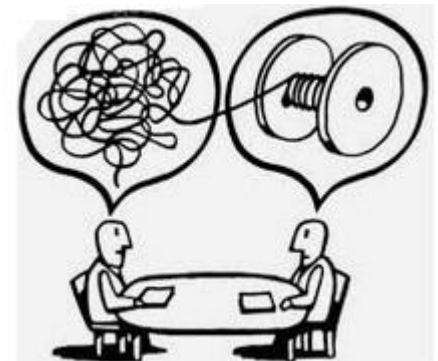
ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Dessa forma, a perspectiva EPISTEMOLÓGICA é apoiada por crenças sobre a natureza da realidade e da verdade, que podem ser adotadas a partir de um acordo em um dado domínio, a partir de pressupostos ontológicos, ou seja, diferente da perspectiva epistemológica a perspectiva ontológica permitiria estabelecer quais classes de conceitos seriam admissíveis, suas relações e sua MODELAGEM em relação a aspectos tais como existência no espaço e tempo.



Websemântica implementação interessante envolvendo ontologias.

<https://youtu.be/mzvot402R8s>



Referência de Criação e Apoio ao Estudo

Material para Consulta e Apoio ao Conteúdo

- GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. A Unified Foundational Ontology and some Applications of it in Business Modeling. CAiSE Workshops, p. 129–143, 2005.
- GUIZZARDI, G. *et al.* An Ontologically Well-Founded Profile for UML Conceptual Models. Advanced Information Systems Engineering, p. 112–126, 2004.
- ABRAHÃO, E. Modelagem conceitual de ontologia de tarefa para as operações agrícolas da cana-de-açúcar. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – USP.
 - <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-12032018-140056/publico/ElcioAbrahamoCorr18.pdf>

