



# Ontologia Aplicada

Prof. Mauricio Almeida, PhD – [mba@eci.ufmg.br](mailto:mba@eci.ufmg.br)



# Roteiro

- › Considerações preliminares
- › O que é ontologia?
- › Ontologia em Filosofia:
  - Três sistemas influentes: Aristoteles, Kant, Husserl
  - Debate realismo x não realismo
- › Além da Filosofia: a ontologia aplicada
  - Ontologia em Ciência da Computação
  - Ontologia em Ciência da Informação
- › Discussão
- › Considerações finais
- › Exemplo

# 1. Considerações preliminares

- › Busca por “ontologia” no Google
- › Diferentes campos científicos:
  - Filosofia
  - Ciência da Computação
  - Ciência da Informação
- › Diferentes domínios do conhecimento:
  - Biologia
  - Medicina
  - Geografia
  - Direito
  - ...



## Considerações preliminares – cont.

- › Porque o termo “ontologia” tem sido tão citado?
- › Porque “ontologia” é um assunto tão importante?

Ontologia é a base para entender o mundo

O estudo da ontologia faz você pensar...

... e te ajuda a pensar de uma forma que você não pensava antes!

- › Como isso é possível??
- › Experiência de 2000 anos...



# Visão interdisciplinar

- › Várias possibilidades de definição e uso em cada campo científico
- › Algumas das principais idéias...
  - Filosofia:
    - › O que existe?
  - Ciência da Computação:
    - › Como organizar as coisas do mundo para fins de representação em um sistema?
  - Ciência da Informação:
    - › Como organizar as coisas do mundo para fins de recuperação da informação?
    - › Como entender o contexto e sua influência para fins de recuperação da informação?

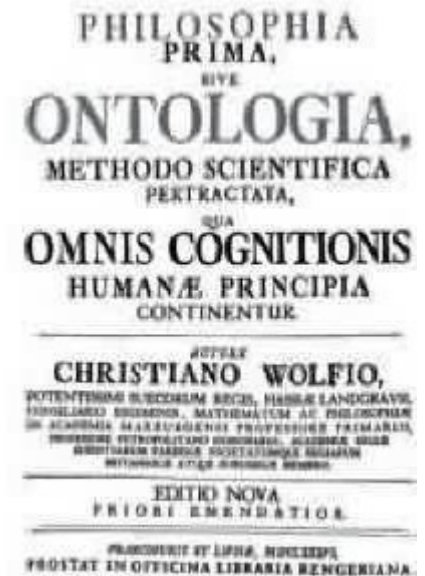


# Importante...

- › Qualquer apresentação sobre complexas teorias filosóficas requer filósofos experientes...
- › Muitos termos são **termos técnicos**...
- › Palavras de uso corrente para nós podem ter outros sentidos em cada campo científico
- › As traduções para certos termos podem variar...

## 2. O que é ontologia?

- › Metafísica:
  - Ramo da filosofia que estuda a realidade
- › Ontologia:
  - Uma disciplina da metafísica
  - Aborda as noções de ser, qualidade e quantidade, verdade e falsidade, ...
- › Questão subjacente a ontologia:
  - Que tipos de coisas podem existir?
  - Onde “tipo”  $\cong$  categoria
- › Tópico mais importante em ontologia:
  - A teoria das categorias



Cover of Christian Wolff's book *Philosophia prima sive Ontologia* from 1730



# Teoria das Categorias

- › Especificam como as categorias são organizadas em níveis hierárquicos
- › Formato: árvore invertida
- › Entidade de mais alto nível:
  - “entidade” ou “coisa”
- › Muito sistemas, muitas questões:
  - Como definir uma categoria?
  - Quantas categorias existem?
  - Existe uma única categoria geral?
  - Como distinguir uma categoria de outra?



# Ontologia em Aristóteles

- › Estudo da ontologia com outra designação
- › Uso do termo *Kategoria* = predicação
- › A “predicação” tenta responder a questão:
  - o que significa dizer que algo é sobre algo?
- › A predicação envolve:
  - **Sujeito**: é o algo sobre o qual alguma coisa é dita em uma declaração
  - **Predicado**: é o que a declaração diz sobre aquele algo, ou seja, sobre o sujeito
- › Exemplo:
  - **Aristóteles é um ser humano**

## › Primeiro sistema de Aristóteles

- Divide as coisas em dois ramos:
  - › o que é *dito-de* alguma coisa
  - › o que está *presente-em* alguma coisa
  
- Possibilidades de combinação:
  - › entidade1 é *dita-de* entidade2
  - ou...
  - › entidade1 não é *dita-de* entidade2
  
  - › entidade 1 está *presente-em* entidade2
  - ou...
  - › entidade 1 não está *presente-em* entidade2

# Ontologia em Aristóteles – cont.

- › Caso 1: entidade1 é *dita-de* entidade2
- › Exemplos:
  - homem é DITO-DE Aristóteles.
  - animal é DITO-DE homem
  - branco é DITO-DE essa cor (essa cor específica)
  - cor é DITO-DE branco
- › Define uma relação ontológica fundamental:
  - “Classificação”: relação entre o tipo e a coisa que é desse tipo (\*)
  - O que é *dito-de* uma entidade é *essencial* para a entidade
  - Entidades *ditas-de* outras são chamadas **universais**
  - Entidades não *ditas-de* outras são chamadas **particulares**

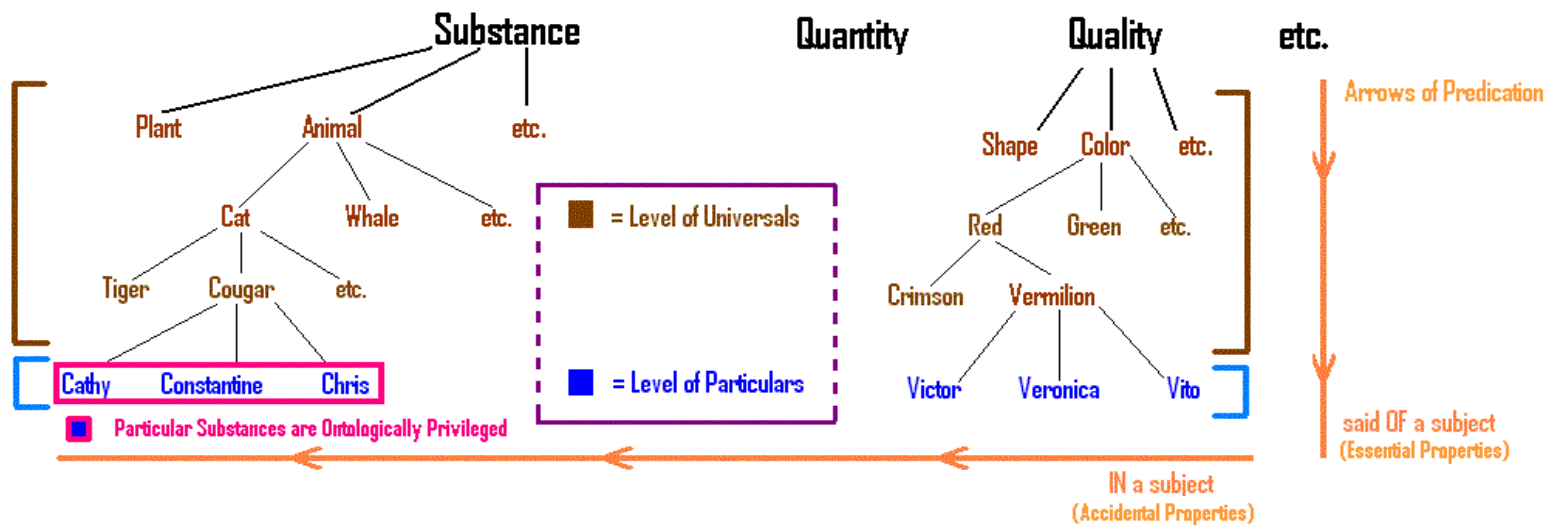
(\*) notes: Ambiguity in IS-A

## Ontologia em Aristóteles – cont.

- › **Caso 2:** entidade 1 está *presente-em* entidade2
  - Esse conhecimento X está PRESENTE-EM uma mente
  - Esse branco está PRESENTE-EM um corpo
  - Cor está PRESENTE-EM corpo
- › Define outra relação ontológica fundamental:
  - Dependência : relação entre uma entidade e outra entidade que não pode existir separadamente da primeira
  - O que está *presente-em* uma entidade é *acidental* (não-essencial) para a entidade
  - Entidades *presentes-em* outras = **acidentes**
  - Entidades não *presentes-em* outras = **não-acidentais**
  - Entidades não-acidentais que são universais = **essenciais**

# Ontologia em Aristóteles – cont.

- › Resumindo as possibilidades:
  - Entidades ditas-de e presentes-em
    - › universais acidentais
  - Entidades ditas-de e não presentes-em
    - › universais essenciais
  - Entidades não ditas-de e presentes-em
    - › particulares acidentais
  - Entidades nem ditas-de nem presentes-em
    - › substâncias primárias



# Ontologia em Aristóteles – cont.

## › Segundo sistema de Aristóteles

- Contém uma lista de tipos mais genéricos: categorias
- Propõe dez entidades genéricas
- Ontologia básica de Aristóteles

Aristotle term	Modern meaning	Example
<i>Ti esti, ousia</i>	Substance	man
<i>Poson</i>	Quantity	five-feet
<i>Poion</i>	Quality	white
<i>Pros ti</i>	Relation	half
<i>Pou</i>	Place	in the market-place
<i>Pote</i>	Date	yesterday
<i>Keisthein</i>	Posture	sitting
<i>Echein</i>	State	has clothes on
<i>Poitein</i>	Action	burning
<i>Paschein</i>	Passion	being burned

Fonte: Almeida (2013)

# Ontologia em Aristóteles – cont.

- › Categoria mais importante: **substância**
- › Características das substâncias:
  - Existem por si próprias; tem existência contínua
  - Se mantém como uma unidade, apesar de propriedades que adquirem ou perdem ao longo do tempo
  - Podem manter relações causais
  - Não possuem partes temporais
  - Não tem partes próprias que são por si mesmas substâncias
- › Questões:
  - Que questões Aristóteles usou para chegar as categorias?
  - Categorias aristotélicas são categorias de coisas, não da linguagem. Ex. tigre diz sobre o animal, não sobre a palavra
  - Como uma categoria é mais *fundamental* do que outra?

## Ontologia em Aristóteles – cont.

- › Característica fundamental que cada entidade possui → **essência real**
  - Porque uma entidade possui **propriedades essenciais**, ela é de um certo **tipo**...
  - ... para ser de um certo **tipo**, a entidade compartilhar um conjunto de propriedades necessárias e suficientes com outros membros daquele tipo
  - Existem outras propriedades não necessárias para participar de um tipo ...
  - ... são as **propriedades acidentais**: a entidade pode perdê-las sem perder sua essência real
- › Essências são a base da distinção entre categorias
  - Distinção genus-species (homem e racionalidade)
  - Divisão dicotômica (plantas e animais)



- › Mesmo termo, diferentes significados...
  - Estrutura sujeito-predicado se refere a **juulgamentos**
  - Nos julgamentos, a cognição se refere a ...
    - › ... objetos pela intuição (diretamente)
    - › ... objetos via conceitos (indiretamente)
  - Catálogo de coisas?
- › Categorias: originárias do sistema categorial humano
- › Ponto de partida: proposição aristotélica “S é P”
- › Aspectos para distinção de julgamentos:
  - quantidade
  - qualidade
  - relação
  - modalidade

# Ontologia em Kant – cont.

› **quantidade:** três possibilidades para o sujeito

---

Universal	Particular	Singular
All S All dogs have hair	Some S Some dogs have hair	This S Fido has hair

---

› **qualidade:** três possibilidades, mas para predicados

---

Affirmative	Negative	Infinite
P The book is red	Non-P The book is not red	Non-P (other Ps are possible) The book is not red, but it is yellow, blue, etc.

---

# Ontologia em Kant – cont.

› **modalidade:** três tipos de cópula sujeito-predicado

---

Problematical	Assertory	Apodictic
S is possibly P The table is possibly brown	S is effectively P The table is effectively brown	S is necessarily P The table is necessarily brown

---

› **relação:** três possíveis combinações (silogísticas) para julgamentos

---

Categorical	Hypothetical	Disjunctive
All S is P All pets are animals	If S is P, then S is R If a pet is a dog, then it is barking	S is P or R A dog is barking or a cat is meowing

---

## › Tabela de Julgamentos

I	Quantity of judgments	Universal
		Particular
		Singular
II	Quality	Affirmative
		Negative
		Infinite
III	Relation	Categorical
		Hypothetical
		Disjunctive
IV	Modality	Problematical
		Assertory
		Apodictic

## › Tabela de Categorias – Ontologia básica de Kant

— Quantity	▪ Unity
	▪ Plurality
	▪ Totality
— Quality	▪ Reality
	▪ Negation
	▪ Limitation
— Relation	▪ Inherence and Subsistence (substance and accident)
	▪ Causality and Dependence (cause and effect)
	▪ Community (reciprocity)
— Modality	▪ Possibility
	▪ Existence
	▪ Necessity

- › Fenomenologia:
  - Estudo dos fenômenos
  - Formas que as coisas aparecem para nós em diferentes formas da experiência consciente
- › Redução fenomenológica
  - Abster-se de perceber o mundo natural
  - Assumir posição transcendental para descrever a consciência pura
  - Permite perceber como um objeto é vivenciado, sem preocupação com sua existência
- › “Categoria”
  - Pertence ao reino das *essências formais*
  - Categorias de objetos x Categorias de significado

## › Distinção entre categorias

### – *Bottom-up*

- › parte da entidade *objeto-em-geral*
- › processo de *formalização* (retirada de conteúdo)
- › alcança as essências formais de mais alto nível
- › Ex. cão → um cão → cães

### – *Top-down*

- › parte de entidades essenciais
- › processo de *generalização* (adição de conteúdo)
- › alcança espécies materiais de mais alto nível
- › Ex. algo → este algo → algo em geral

### – Formalização:

- › organização da realidade abrangendo objetos e seus tipos
- › envolve relações parte-todo, dependência, etc

### – Ontologia formal é o estudo desses tipos de relações

### – Categorias são descritivas das mais altas essências de coisas possíveis, mas não de coisas em si

# Ontologia em Husserl – cont.

## › Ontologia básica de Husserl

— Fact (Concrete Entity)	I
▪ Individuals	I-1
▫ independent individuals (substrates)	I-1.1
▫ dependent individuals (moments)	I-1.2
▪ states of affairs	I-2
▪ events	I-3
▫ experiences	I-3.1
— Essence (Ideal Entity)	II
▪ Formal Essence	II-1
▫ Individual	II-1.1
▫ Species, Quality, Relation	II-1.2
▫ State of Affairs	II-1.3
▪ Material Essence	II-2
▪ Region (highest Material Species)	II-3
▫ Nature	II-3.1
▫ Consciousness	II-3.2
▫ Spirit (humanity)	II-3.3
— Meaning or Sense (Content of Experience)	III
▪ senses of individuals	III-1
▪ predicative senses of species, qualities, relations	III-2
▪ propositions	III-3

# Realismo e não-realismo

- › Aristóteles
  - categorias de coisas
  - linguagem é apenas uma pista
- › Kant
  - categorias de objetos cognitivos
  - intuição e conceitos são as pistas
- › Husserl
  - categorias descritivas das essências de coisas
  - não fornece um inventário de coisas
- › Debate secular: realistas ou não-realistas?



## Realismo e não-realismo – cont.

### › Realismo

- Existe um mundo físico independente da mente
- Universais são as entidades independentes
- Os particulares instanciam universais
- Universais explicam a similaridade entre particulares

### › Aristóteles, Kant, Husserl?

# Realismo e não-realismo – cont.

## › Não-realismo

- Vários tipos, depende do que se rejeita no realismo

- Nominalismo

- › Existem apenas particulares, universais são desnecessários
- › Similaridade entre objetos não é bom critério para criar categorias
- › Problemas de identidade e semelhança são resolvidos pensando nos particulares e nas relações entre eles

- Conceitualismo

- › Existem apenas particulares, não existem universais
- › Particulares não são suficientes para resolver problema de identidade e semelhança
- › Para resolver os problemas de identidade e semelhança é preciso considerar conceitos

## › Alguma similaridade?

## › Aristóteles, Kant, Husserl? (\*)

(\*) ex. novas teorias: Lakoff



# Além da Filosofia

- › Ontologia em Ciência da Computação
- › Ontologia em Ciência da Informação
- › Ontologia do Social

# Ontologia e a Ciência da Computação

- › Pluralidade de definições, ambiguidade
- › Dois usos genéricos principais:
  - teoria lógica expressa em uma linguagem artificial
    - › ontologia como artefato
  - referência a boas práticas para construir modelos
    - › ontologia como princípio
- › Sub-áreas de pesquisa envolvidas
  - Representação do Conhecimento (IA)
  - Web Semântica
  - Modelagem conceitual de sistemas de informação

# Ontologia e a Ciência da Computação – cont.

## › Sub-área: Representação do Conhecimento

– A ontologia... é um artefato

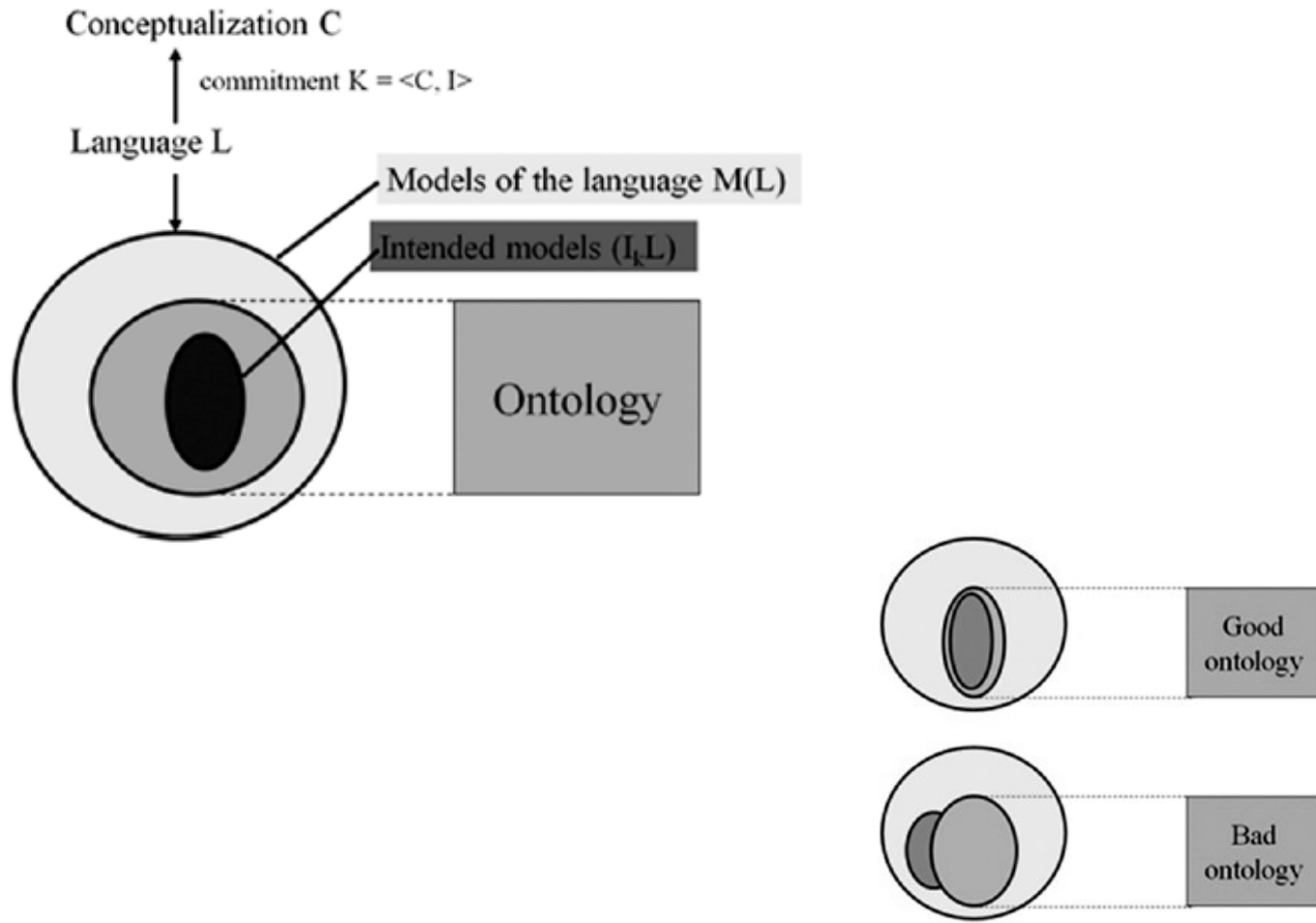
- › É uma conceitualização para descrever a realidade
- › Restringe o significado de termos que nomeiam coisas
- › É expressa em uma linguagem artificial, em geral lógica
- › Proporciona raciocínio automático para máquinas
- › Fomenta interoperabilidade entre sistemas

## › Sub-área: Web Semântica

– A ontologia... é um artefato

- › Uso similar a Representação do Conhecimento
- › É expressa em linguagens lógicas orientadas à Web (OWL)
- › Linguagens lógicas proporcionam raciocínio automático, mas a capacidade de inferência é ainda mais limitada

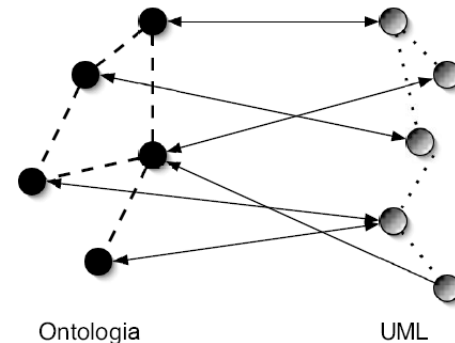
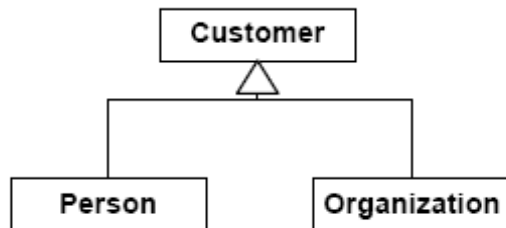
# Ontologia e a Ciência da Computação – cont.



vide pag. 1668 (artigo) penultimo parágrafo lado esquerdo

# Ontologia e a Ciência da Computação – cont.

- › Sub-área: modelagem conceitual de sistemas
  - A ontologia... é um conjunto de princípios
    - › Criação do modelo exige abstrações e generalizações
    - › Gera representações
    - › Requer *insights* metafísicos (nem sempre identificados)
    - › Produz modelo de maior qualidade para sistemas



# Ontologia e a Ciência da Informação

- › ... *“the problems with which information scientists have for so long been struggling, are now faced by a wider community of knowledge engineers.”*

(Vickery 1997, 285)

- › Sub-áreas de pesquisa envolvidas
  - Teoria da Informação
  - Representação da Informação e do Conhecimento
  - Recuperação da Informação



# Ontologia e a Ciência da Informação

## › Sub-área: Teoria da Informação

- A ontologia... é um arcabouço teórico para entender o que existe
  - › Status ontológico da informação
  - › Informação é proposição?
  - › Duas sentenças, mesma proposição
    - “Marte tem duas luas” e “*Mars has two moons*”

## › Sub-área: Representação da Informação e Conhecimento

- A ontologia... é um conjunto de princípios
  - › Uso similar ao dos sistemas de informação
  - › Gera representações
  - › Princípios ontológicos são subjacentes à teorias:
    - Triângulo (Frege, lógica) →
    - Triângulo (Ogden & Richards, linguística) →
    - Triângulo do Conceito (Ciência da Informação)

# Ontologia e a Ciência da Informação

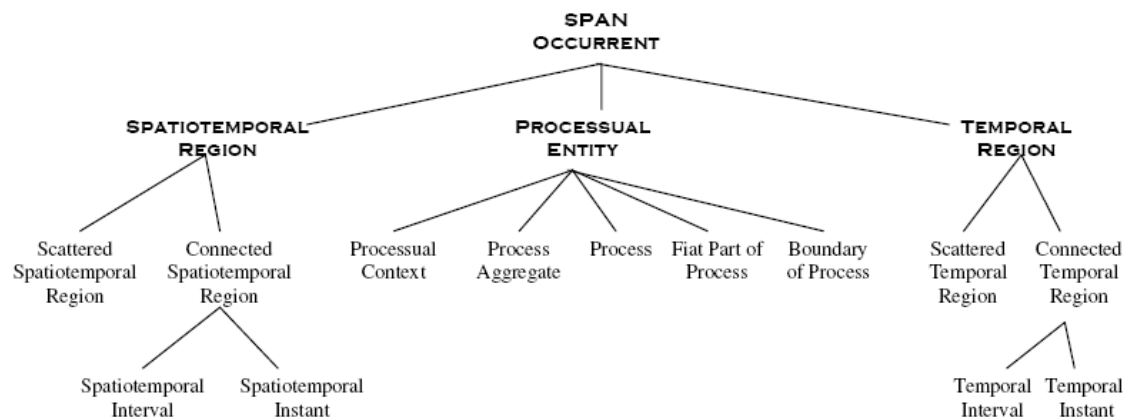
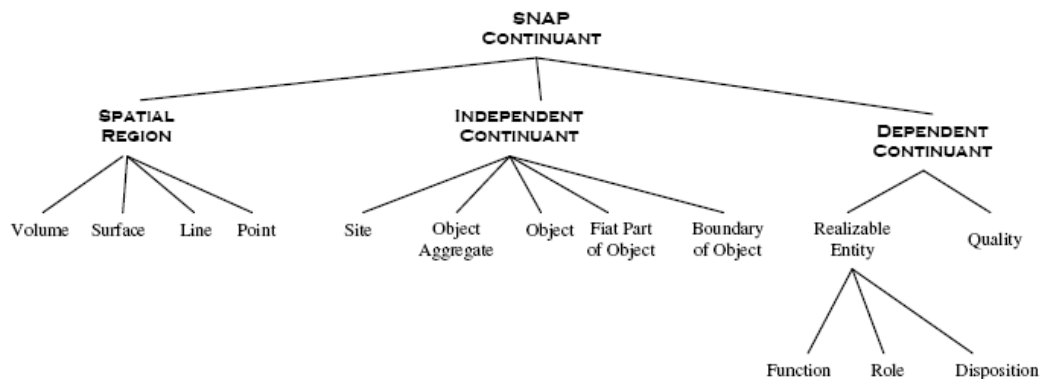
- › Sub-área: Recuperação da Informação
  - A ontologia é... um conjunto de princípios
    - › Sistemas de categorias visando expansão de consultas
    - › Ontologias, tesouros, taxonomias...
    - › Relações semânticas
    - › Princípios ontológicos estão subjacentes à teorias
    - › *Resemblance Families* (Wittgenstein)



# Discussão

- › Como comparar sistemas de categorias?
- › Novos sistemas de categorias filosóficos
- › Novos sistemas de categorias aplicados
  - Cyc
  - DOLCE:
  - BFO (*Basic Formal Ontology*)
  - *Ranganathan Classification System*

# Basic Formal Ontology





# Espectro

Distinction	Field	What is it?	Purpose	Example
Ontology as a discipline	Philosophy	Ontology as a system of categories	Understand reality, things that exist, and their characteristics	Systems of Aristotle, Kant, Husserl
Ontology as an artifact	Computer science	Ontology as a theory (logic-based)	Understand a domain and reduce it to models	BFO, DOLCE (generic)
		Ontology as a software artifact	Create vocabularies for representation in systems and generate inferences	OWL (KR language)
	Information science	Ontology as a theory (informal) Ontology as an informal conceptual system	Understand a domain and classify terms Create controlled vocabularies for information retrieval from documents	Ranganathan's Classification System A catalog, a glossary, a thesaurus

Fonte: Almeida (2013)



# Considerações finais

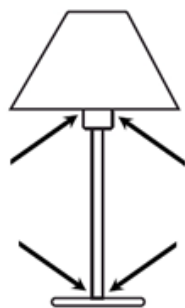
- › Ontologia
  - Ontologia Aplicada
    - › Ontologia na Ciência da Computação
    - › Ontologia na Ciência da Informação
    - › Ontologias de domínio
- › O que é o mais importante no estudo das ontologias aplicadas?
  - Artefatos? Princípios? Visão opaca...
- › Amplas possibilidades de pesquisa em CI
  - Categorização e representação?
  - Repositórios de conhecimento científico
  - Ontologia do social

# Exemplo – relações semânticas

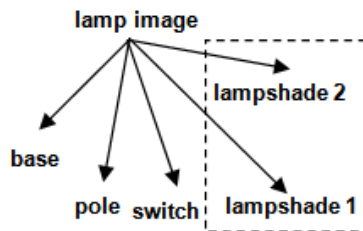
› Estudo ontológico das relações parte-todo

Whole	Part
a (certain) main	his head
a (certain) tree	its trunk
a house	its roof
a mountain	its summit
a battle	its opening shot
an insect's life	its larval stage
a novel	its first chapter

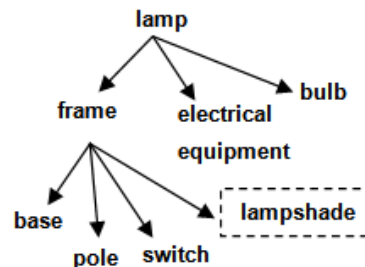
As relações de um todo para suas partes parece simples ...



(a) the object



(b) perceptual scheme



(c) conceptual scheme

Nem sempre ...

Avalie as relações todo-parte:

- (1) The handle is part of the mug.*
- (2) This cap is part of my pen.*
- (3) The left half is your part of the cake.*
- (4) The cutlery is part of the tableware.*
- (5) The contents of this bag are only part of what I bought.*
- (6) That area is part of the living room.*
- (7) The outermost points are part of the perimeter.*
- (8) The first act was the best part of the play.*



E outras ainda mais controversas...

*(9) The clay is part of the statue.*

*(10) Gin is part of a martini.*

*(11) Writing detailed comments is part of being a good referee.*

*(12) The conclusion is part of the argument.*

*(13) The domain of quantification is part of the model.*

*(14) The suffix is part of the official file name.*

*(15) Rationality is part of personhood.*