

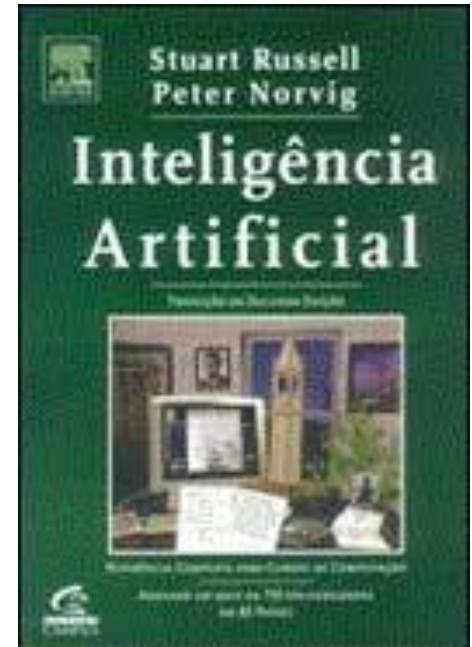
# **Introdução à Inteligência Artificial**

Aula 1

Prof Lucas Cambuim

# Introdução à Inteligência Artificial

- Página web:  
<http://www.cin.ufpe.br/~lfsc/cursos/iaa>
- Material:
  - Livro texto: Inteligência Artificial, Russell & Norvig, Editora Campus.
  - Slides do curso disponibilizados na página web.
- Contato:  
[lucascambuim@gmail.com](mailto:lucascambuim@gmail.com)  
[lfsc@cin.ufpe.br](mailto:lfsc@cin.ufpe.br)



# Introdução à Inteligência Artificial

## Ementa

- Inteligência Artificial
  - Apresentação da disciplina, Visão de IA, histórico, técnicas e aplicações práticas (Cap 1)
  - Agentes inteligentes (Cap 2)
  - Resolução de problemas por meio de busca (Cap 3 e 4)
  - Representação de conhecimento e raciocínio através da lógica (Cap. 7, 8 e 9)
  - Aprendizagem a partir de observações (Cap. 18 e 20)
- Introdução a aprendizagem de máquina
  - Árvores de Decisão
  - Redes Neurais Artificiais
  - Mapas auto-organizáveis - SOM
  - Algoritmos Genéticos
  - Sistemas Difusos

# Introdução à Inteligência Artificial

- Avaliação
  - Listas de exercícios (L1, L2)
  - Duas Provas (T1, T2)
- Nota da primeira unidade:  $N1 = (0.7 * T1 + 0.3 * L1)$
- Nota da segunda unidade:  $N2 = (0.7 * T2 + 0.3 * L2)$
- A média final é  **$M = (N1 + N2)/2$**

# Introdução

Capítulo 1 – Russell & Norvig

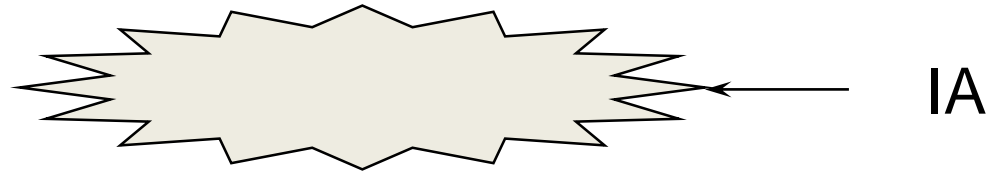
# O que é Inteligência Artificial (IA)?

- Há milhares de anos o homem busca entender como **pensamos**.
  - Como somos capazes de **perceber, compreender, prever e manipular** o mundo?
    - Filosofia, psicologia e neurociência tentam responder essas questões.
- O campo da Inteligência Artificial vai mais além.
  - Tenta também **construir** sistemas ou entidades inteligentes.
- Atualmente a IA abrange uma variedade de temas.
  - Áreas de uso geral como aprendizado e percepção.
  - Tarefas específicas como jogos de xadrez, detecção de fraudes, tradução automática, reconhecimento de voz, veículos autônomos

# O que é Inteligência Artificial (IA)?

- Surgiu na década de 50
- Objetivo: desenvolver sistemas para realizar tarefas que, no momento
  - são melhor realizadas por seres humanos que por máquinas, **ou**
  - não possuem solução algorítmica viável pela computação convencional

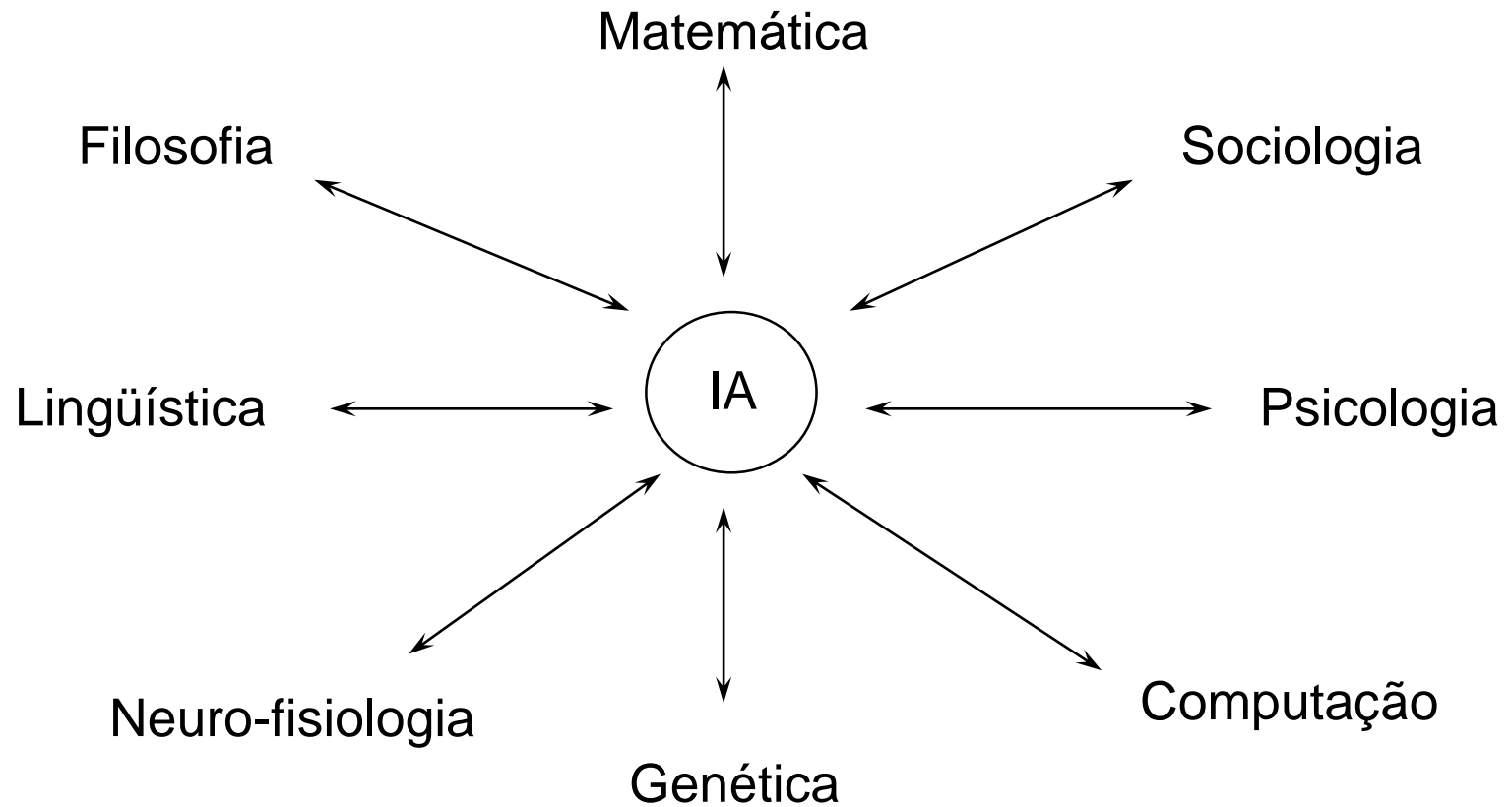
problemas que não possuem  
uma solução algorítmica



problemas solúveis  
por seres humanos

Se o ser humano pode, por que não a máquina?  
(tese de Church-Turing)

# Interação com outras disciplinas





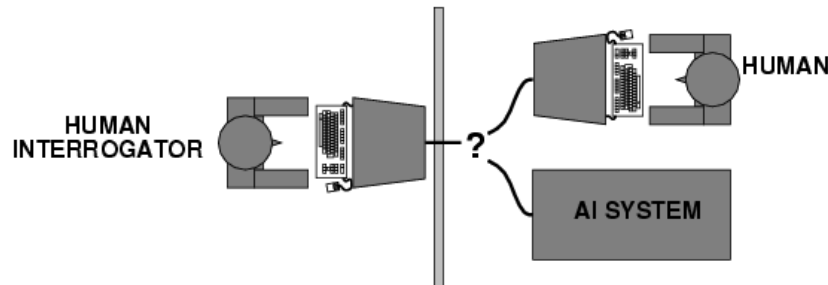
# O que é um sistema inteligente?

- As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:
  - Evolução em direção ao paradigma dos agentes

	Humano	Racional
Pensamento	<b>Sistemas que pensam como seres humanos</b>	<b>Sistemas que pensam racionalmente</b>
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

# Agindo de forma humana (anos 50 – 70): Teste de Turing

- Turing em 1950 propôs o famoso Teste de Turing no artigo “Computing machinery and intelligence”.
- O teste foi proposto para fornecer uma **definição operacional** de inteligência.
- O computador passará no teste se um interrogador humano, depois de propor algumas perguntas por escrito, não for capaz de distingui-lo de um humano.



# Agindo de forma humana (anos 50 – 70): Teste de Turing

- Para passar no teste, o computador precisaria ter como capacidades:
  - Processamento de linguagem natural
  - Representação de conhecimento
  - Raciocínio automatizado
  - Aprendizado de máquina
- O teste evita a interação física direta para focar na inteligência.
  - O chamado “Teste de Turing Total” inclui um sinal de vídeo para testar habilidades de percepção e também permite manipulação de objetos (robótica).
- A crítica principal em relação ao teste é que ele não é uma definição a partir de princípios básicos e sim de imitação.

# O que é um sistema inteligente?

- As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	<b>Sistemas que pensam como seres humanos</b>	<b>Sistemas que pensam racionalmente</b>
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

# Pensando de forma humana: modelagem cognitiva (anos 50 – 60):

- A modelagem cognitiva surgiu nos anos 60 para tentar construir teorias precisas e verificáveis sobre os processos de funcionamento da mente humana.
- Como validar?
  - Top-down: Prevendo e testando o comportamento de sujeitos humanos (ciência cognitiva).
  - Bottom-up: Identificação direta de dados neurológicos (neurociência cognitiva).
- Boas inspirações (GPS, Sistemas Especialistas,...) mas fraca justificativa para os resultados obtidos
- Hoje em dia são áreas separadas de IA.

# O que é um sistema inteligente?

- As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

# Pensando racionalmente (anos 60-70): “leis do pensamento”

- Filósofo grego Aristóteles: tentou codificar os raciocínios corretos = silogismos.
  - “Sócrates é um homem; todos os homens são mortais; então, Sócrates é mortal”.
  - O estudo dessas leis deu início ao campo da lógica = notação e regras de derivação para pensamentos (*McCarthy*).
- Existem programas que, em princípio, podem resolver qualquer problema solucionável descrito em notação lógica.
- Obstáculos na prática:
  - Não é fácil enunciar o conhecimento informal em termos formais.
    - limitação dos tipos de inferências
  - Esgotamento dos recursos computacionais.
  - Qual é o propósito prático do “pensamento”?

# O que é um sistema inteligente?

- As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Humano	Racional
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente



# Agindo racionalmente: a abordagem do agente racional

- Comportamento **racional** = agir corretamente na hora certa.
- Agir corretamente = fazer o que é esperado para atingir seus objetivos, dada a **informação disponível**.
- Não necessariamente envolve pensamentos (raciocínios lógicos).
  - A ação pode ser resultado de um reflexo.
    - Ex.: Tirar a mão de um objeto quente.
  - O raciocínio lógico deve ser usado para alcançar um objetivo.
- Abrangente (atividades), unificador (domínios da IA), excelente framework para projeto e análise de programas.

# Agentes Racionais

- Um **agente** é algo que percebe e age.
- Esse curso se concentrará nos princípios gerais de agentes racionais e nos componentes para construí-los.
- Abstratamente, um agente é uma função que mapeia uma seqüência de percepções em uma ação.
  - $[f: P^* \rightarrow \mathcal{A}]$
- Para cada tipo de ambiente e tarefa, buscamos o agente com a melhor performance.
- Às vezes limitações computacionais impedem a racionalidade perfeita.
  - Racionalidade limitada: fazer o melhor possível dentro das limitações computacionais.

# O que é um sistema inteligente?

- As abordagens para o estudo de IA se dividem em 4 categorias:

	Fidelidade ao desempenho humano	Racionalidade
Pensamento	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Comportamento	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Visão do livro e do curso

# A “Pré-História” da IA

- Filosofia (de 428 A.C. até a atualidade)
  - Lógica, métodos de raciocínio, mente como um sistema físico, origens do aprendizado (indução), racionalidade
- Matemática (cerca de 800 até a atualidade)
  - Representações formais, algoritmos, computabilidade, intratabilidade, probabilidade
- Economia (de 1776 até a atualidade)
  - Conceito de utilidade, teoria da decisão, teoria dos jogos
- Neurociência (de 1861 até a atualidade)
  - Substrato físico para a atividade mental
- Psicologia (de 1879 até a atualidade)
  - Percepção e controle motor, técnicas experimentais
- Engenharia da computação (de 1940 até a atualidade)
  - Construção de computadores rápidos, ambientes computacionais, conceitos de programação
- Linguística (de 1957 até a atualidade)
  - Representação do conhecimento e gramática

# Breve Histórico da IA

- 1943 McCulloch & Pitts: Modelo booleano do cérebro
- 1950 Turing publica "Computing Machinery and Intelligence"
- 1956 Encontro em Dartmouth: o termo "Inteligência Artificial" é criado
- 1950s Primeiros programas de IA, incluindo o jogador de damas de Samuel, o Logic Theorist de Newell & Simon e o Geometry Theorem Prover de Gelernter.
- 1965 Robinson descobre um método de raciocínio lógico completo
- 1966—73 IA enfrenta o problema da complexidade computacional. A pesquisa em redes neurais quase desaparece.
- 1969—79 Desenvolvimento de sistemas especialistas
- 1980-- IA (sistemas especialistas) se torna uma indústria
- 1986-- Retorno das redes neurais
- 1987-- IA se torna uma ciência
- 1995-- Surgimento de agentes inteligentes
  - » Popularizados na internet

# Aplicações

- Sistemas especialistas: Atividades que exigem *conhecimento especializado e não formalizado*
  - Tarefas: diagnóstico, previsão, monitoramento, análise, planejamento, projeto, etc.
  - Áreas: medicina, finanças, engenharia, química, indústria, arquitetura, arte, computação,...
- Computação:
  - engenharia de software (sobretudo na Web)
  - programação automática
  - interfaces adaptativas
  - bancos de dados dedutivos e ativos
  - mineração de dados (data mining)
  - sistemas distribuídos, etc.

# Aplicações

- Matemática: demonstração de teoremas, resolução simbólica de equações, geometria, etc.
- Pesquisa operacional: otimização e busca heurística em geral
- Jogos: xadrez, damas, go, etc.
- Processamento de linguagem natural: tradução automática, verificadores ortográficos e sintáticos, interfaces para BDs, etc.
- Sistemas tutores: modelagem do aluno, escolha de estratégias pedagógicas, etc.
- Percepção: visão, tato, audição, olfato, paladar...
- Robótica (software e hardware): manipulação, navegação, monitoramento, etc.

# Paradigmas de IA

Mas que conjunto de técnicas e filosofias são utilizados para de fato implementar a inteligência artificial?

- Simbólico: metáfora linguística
  - ex. sistemas de produção, agentes,...
- Conexionista: metáfora cerebral
  - ex. redes neurais
- Evolucionista: metáfora da natureza
  - ex. algoritmos genéticos, vida artificial,
- Estatístico/Probabilista
  - ex. Redes Bayesianas, sistemas difusos



# Paradigma Simbólico

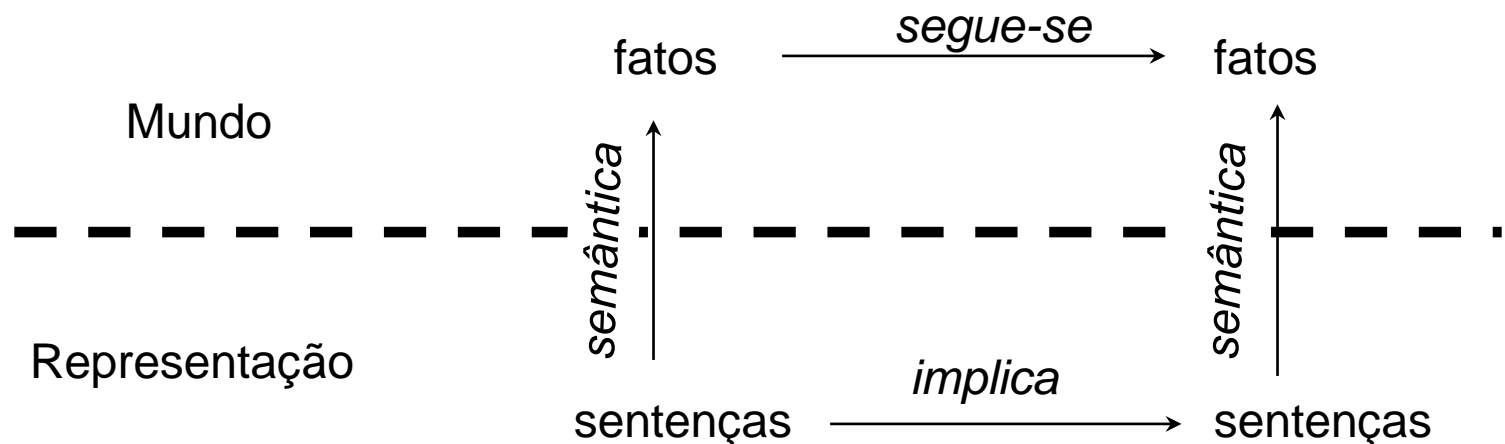
- West é criminoso ou não?
  - “A lei americana diz que é proibido vender armas a uma nação hostil. Cuba possui alguns mísseis, e todos eles foram vendidos pelo Capitão West, que é americano”
- Como resolver automaticamente este problema de classificação?
- Segundo a IA (*simbólica*), é preciso:
  - Identificar o **conhecimento** do domínio (modelo do problema)
  - Representá-lo utilizando uma **linguagem** formal de representação
  - Implementar um mecanismo de **inferência** para utilizar esse conhecimento

# Conhecimento: organizando...

- Programa em IA = Agente racional
  - entidade de software que **age** em um ambiente segundo um **princípio de racionalidade**
- Para poder ser racional é preciso ter conhecimento sobre:
  - quais são suas propriedades relevantes do mundo
  - como o mundo evolui
  - como identificar os estados desejáveis do mundo
  - quais as conseqüências de suas ações no mundo
  - como medir o sucesso de suas ações
  - como avaliar seus próprios conhecimentos

# Conhecimento: Representação e Uso

- Raciocínio:
  - processo de construção de **novas sentenças** a partir de outras sentenças.
- Deve-se assegurar que o raciocínio é plausível (*sound*)



# Revisitando o caso do cap. West

- A)  $\forall x,y,z \text{ Americano}(x) \wedge \text{Arma}(y) \wedge \text{Nação}(z) \wedge \text{Hostil}(z) \wedge \text{Vende}(x,z,y) \Rightarrow \text{Criminoso}(x)$
- B)  $\forall x \text{ Guerra}(x, \text{USA}) \Rightarrow \text{Hostil}(x)$
- C)  $\forall x \text{ InimigoPolítico}(x, \text{USA}) \Rightarrow \text{Hostil}(x)$
- D)  $\forall x \text{ Míssil}(x) \Rightarrow \text{Arma}(x)$
- E)  $\forall x \text{ Bomba}(x) \Rightarrow \text{Arma}(x)$
- F)  $\text{Nação}(\text{Cuba})$
- G)  $\text{Nação}(\text{USA})$
- H)  $\text{InimigoPolítico}(\text{Cuba}, \text{USA})$
- I)  $\text{InimigoPolítico}(\text{Irã}, \text{USA})$
- J)  $\text{Americano}(\text{West})$
- K)  $\exists x \text{ Possui}(\text{Cuba}, x) \wedge \text{Míssil}(x)$
- L)  $\forall x \text{ Possui}(\text{Cuba}, x) \wedge \text{Míssil}(x) \Rightarrow \text{Vende}(\text{West}, \text{Cuba}, x)$

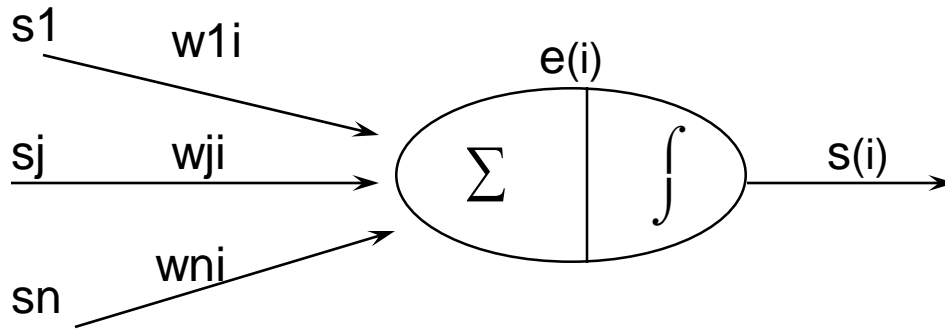
- 
- 
- M)  $\text{Possui}(\text{Cuba}, M1)$  - *Eliminação: quantificador existencial e*
- N)  $\text{Míssil}(M1)$  *conjunção de K*
- O)  $\text{Arma}(M1)$  - *Modus Ponens a partir de D e N*
- P)  $\text{Hostil}(\text{Cuba})$  - *Modus Ponens a partir de C e H*
- Q)  $\text{Vende}(\text{West}, \text{Cuba}, M1)$  - *Modus Ponens a partir de L, M e N*
- R)  $\text{Criminoso}(\text{West})$  - *Modus Ponens a partir de A, J, O, F, P e Q*

# Paradigma Conexionista

## Redes Neurais

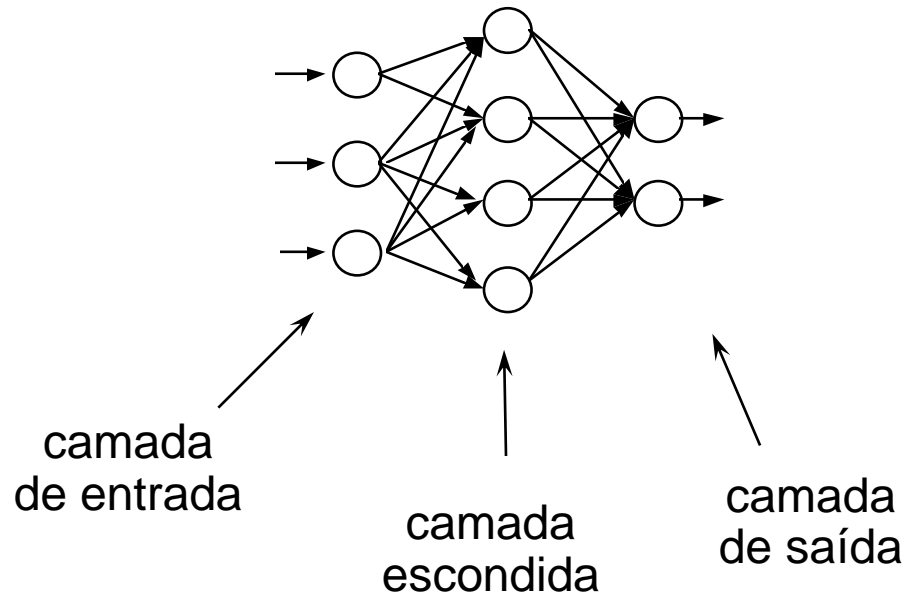
- Definição “Romântica”:  
Técnica inspirada no funcionamento do cérebro, onde neurônios artificiais, conectados em rede, são capazes de aprender e de generalizar.
- Definição “Matemática”:  
Técnica de aproximação de funções por regressão não linear.
- É uma outra abordagem:
  - linguagem -> redes de elementos simples
  - raciocínio -> aprender diretamente a função entrada-saída

# Redes Neurais

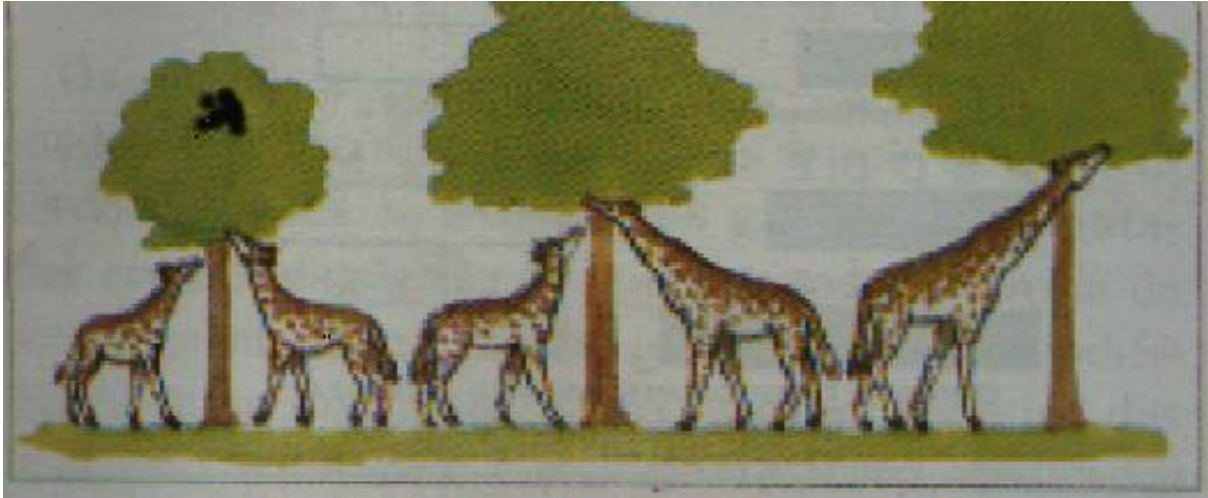


$$e(i) = \sum w_{ji} \times s_j$$

$$s(i) = f(e(i))$$



# Paradigma Evolutivo

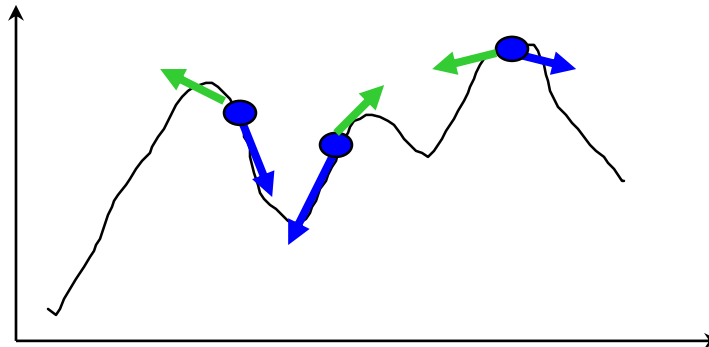


- EVOLUÇÃO

- diversidade é gerada por cruzamento e mutações
- os seres mais adaptados ao seus ambientes sobrevivem (seleção natural)
- as características genéticas de tais seres são herdadas pelas próximas gerações

# Paradigma Evolutivo

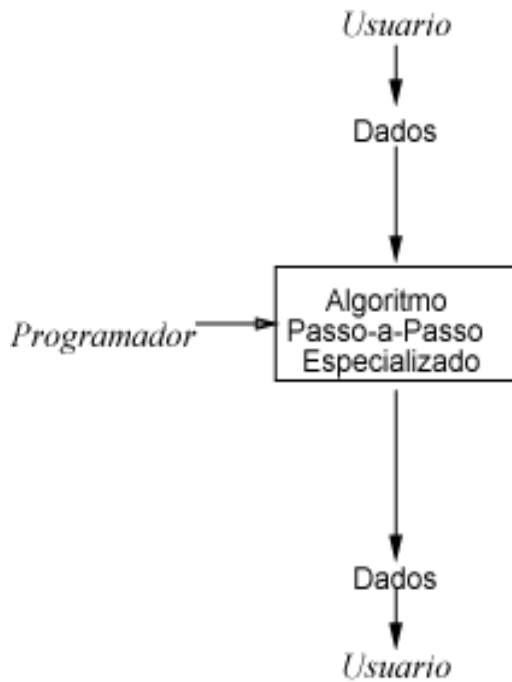
- Definição:
  - Método probabilista de busca para resolução de problemas (otimização) “inspirado” na teoria da evolução
- Idéia:
  - indivíduo = solução
  - faz evoluir um conjunto de indivíduos mais adaptados por cruzamento através de sucessivas gerações
  - fitness function  $f(i): \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$



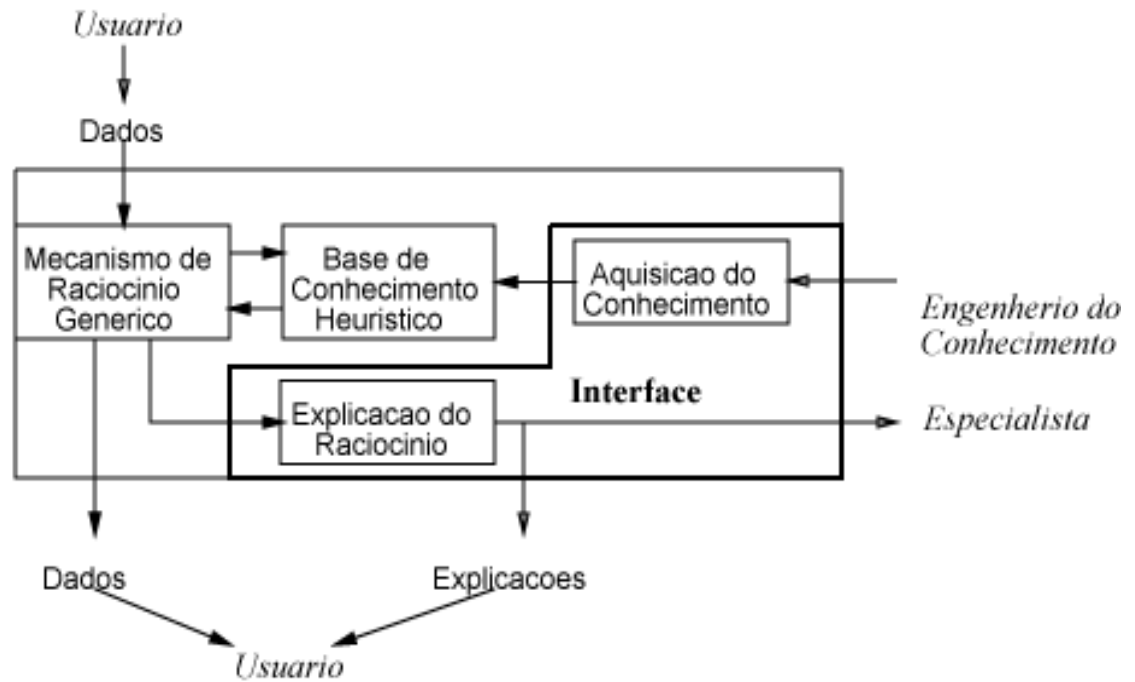


# Sistemas Simbólicos: arquitetura

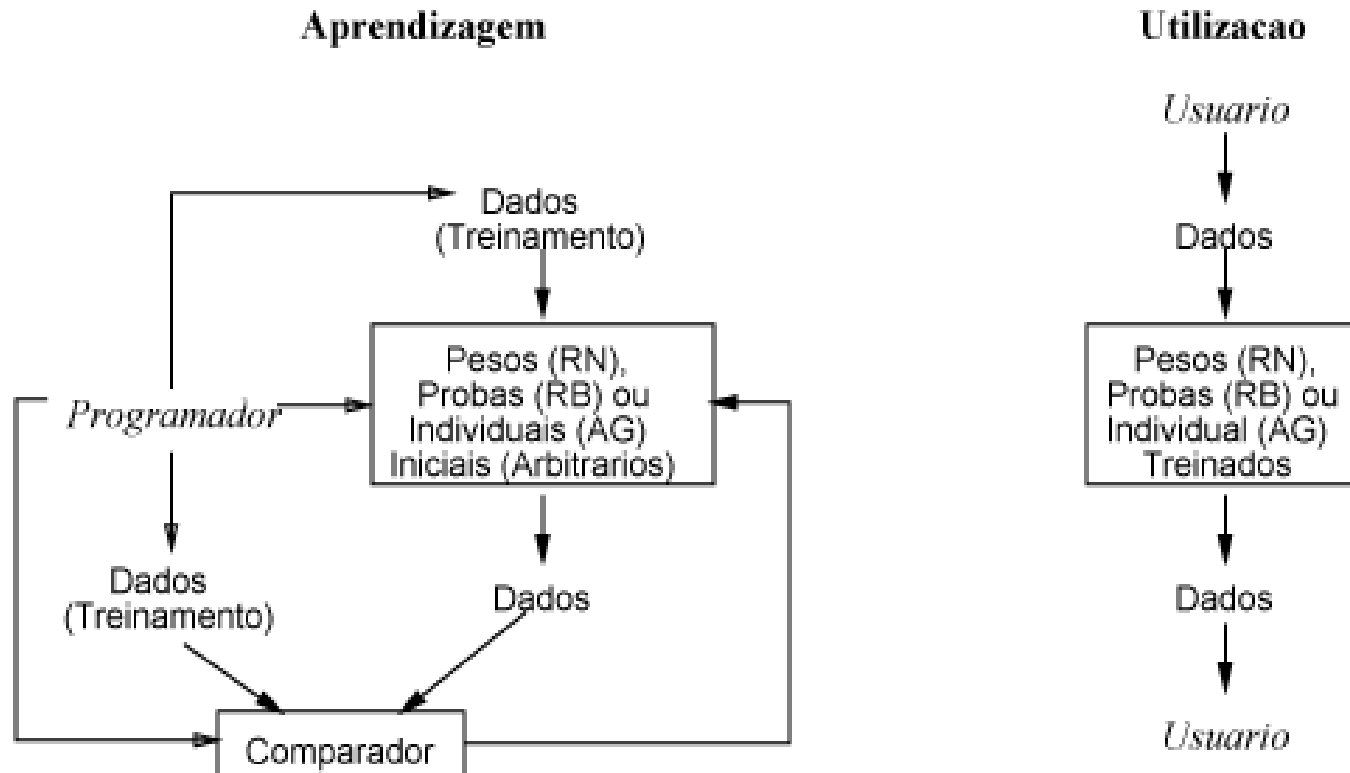
Computacao Convencional



Computacao Inteligente Simbolica

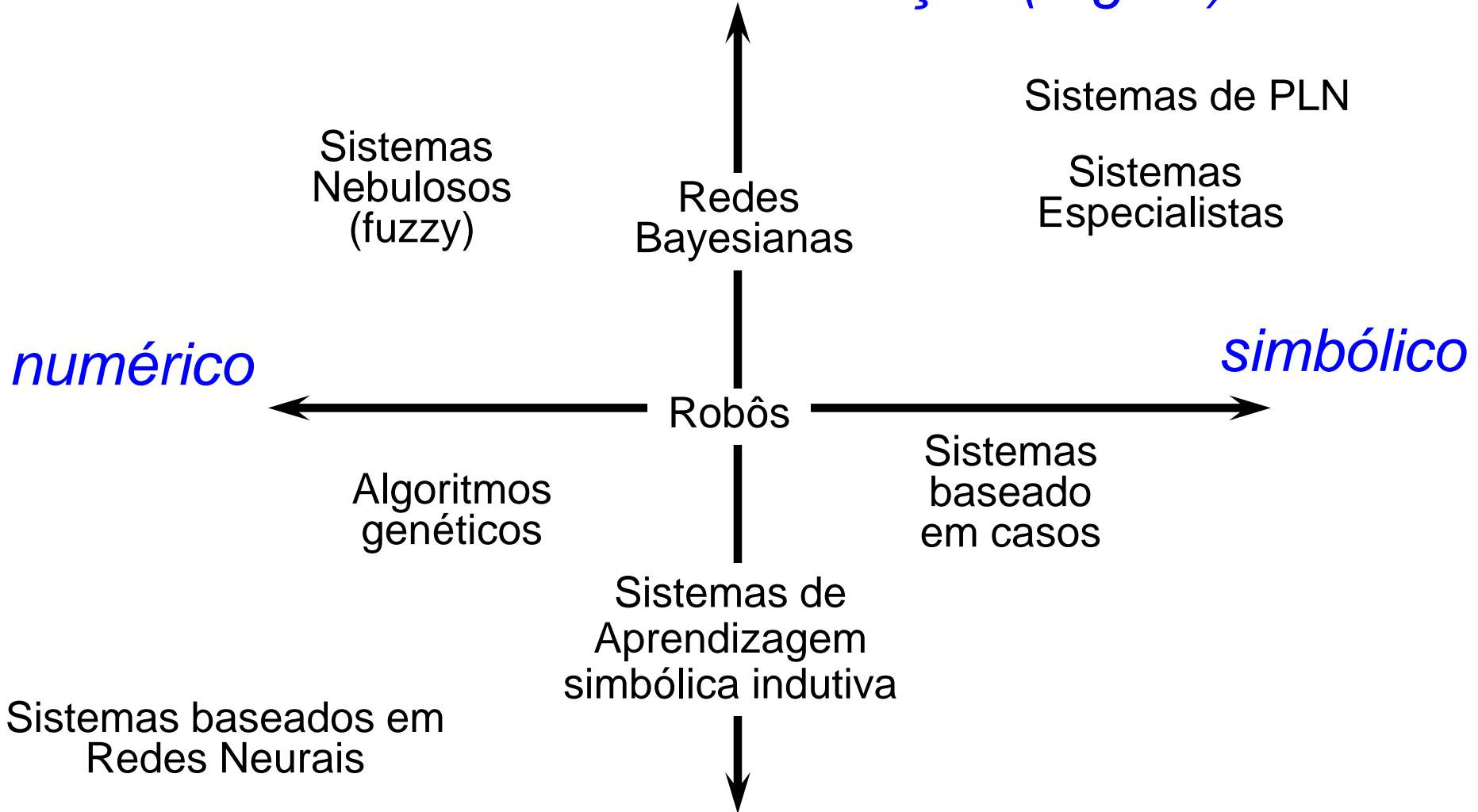


# Sistemas sub-Simbólicos: arquitetura



# Tensões Centrais da IA

*conhecimento em intenção (regras)*



*conhecimento em extensão (exemplos)*

# Problemas genéricos da IA

- Representação de conhecimento (RC)
- Aquisição de conhecimento e Aprendizagem (ACA)
- Busca heurística e resolução de problemas (BH)
- Planejamento (PL)
- Tratamento de incerteza (TI)
- Reconhecimento de padrões (RP)
- Ambientes/linguagens de desenvolvimento
- Avaliação de sistemas

# Problemas genéricos e aplicações

	<b>R C</b>	<b>A C A</b>	<b>B H</b>	<b>P L</b>	<b>T I</b>	<b>R P</b>
<b>Sist. Espec.</b>	++	++	+		+	
<b>PLN</b>	++	+	+	++		+
<b>Robótica</b>	+	++	+	++	++	++
<b>Percepção</b>	+	++	+		++	++
<b>Jogos</b>	+		++	+	+	
<b>Tutores</b>	++	++	+	++		

# Paradigmas e problemas genéricos

	<b>R C</b>	<b>A C A</b>	<b>B H</b>	<b>P L</b>	<b>T I</b>	<b>R P</b>
<b>sim bólico</b>	++	++	++	++	+	
<b>conexion.</b>		++			++	++
<b>evolucion.</b>	+	++	+		+	++
<b>estatist.</b>	+	++			++	++

# Paradigmas e aplicações

	<b>sim b ó l i c o</b>	<b>conexion</b>	<b>evolucion</b>	<b>estat</b>
<b>Sist. Espec.</b>	++	+		
<b>PLN</b>	++	+		+
<b>Robótica</b>	++			+
<b>Percepção</b>		++	+	++
<b>Jogos</b>	++		+	
<b>Tutores</b>	++			

# Computação convencional x IA: classes de problemas

- Solução matemática (NÃO), conhecimento (SIM)  
=> IA simbólica
- Modelo do problema (NÃO), exemplos de solução (SIM)  
– => IA (aprendizagem)
- Autonomia, adaptabilidade, interoperabilidade, ...  
– => IA simbólica
- Repositório de conhecimento especialista (expertise)  
– => IA simbólica



# Computação convencional x IA: metas

- Tarefas para as quais os seres humanos são
  - **ineficientes x eficientes**
- Completeza da entrada
- Fornecimento de explicações inteligíveis
- Adaptabilidade para novas instâncias do problema
- Privilégio das soluções heurísticas

# Computação convencional x IA: metas

- Algoritmo passo a passo x Mecanismo geral de inferência + conhecimento ... ou então aprendido
- Dados e controle embutidos em código procedimental x Separação entre conhecimento declarativo e controle
- SPIV (specify prove implement verify) x RUDE (run understand debug edit)
- Linguagens de programação: imperativas x “alto-nível” (funcional, lógica, baseada em restrições)
- IA: Usa metáforas de *sistemas naturais* (neurônio, evolução, memória, sociedade, língua,...)

# IA no Brasil

- Fracamente representada nas *graduações* em computação
  - no máximo, 1 disciplina obrigatória
  - no melhor dos casos, depois do sexto período
  - Ementa restrita e desatualizada
- Economicamente ainda incipiente
  - por falta de demanda ou de profissionais bem formados?
- Visão “destorcida e incompleta” do que é IA
- No exterior é o contrário
  - MIT, Stanford, Carnegie Mellon, Berkeley, Imperial College, Cambridge
  - Mercado fatura alto