

# Introdução a Engenharia Mecatrônica

Guilherme N. Ramos  
gnramos@unb.br

2016/2



## Pesquisa

[www.cic.unb.br/professores/](http://www.cic.unb.br/professores/)

[www.cic.unb.br/pesquisa/laboratorios/](http://www.cic.unb.br/pesquisa/laboratorios/)

## Laboratório de Redes de Computadores

Os projetos desenvolvidos no âmbito do **COMNET** abordam diversas disciplinas da Ciência da Computação, com ênfase nos seguintes tópicos:

- Redes ópticas
- Engenharia de tráfego
- Sistemas Distribuídos
- Tolerância ao erro
- Detecção de Intrusão em Sistemas Distribuídos
- Redes Sem Fios (*ad hoc*, móveis, redes de sensores)
- Internet das Coisas (IoT)
- Sistemas Multiagentes e Computação Forense, dentre outros

Para maiores informações:

- visite nossa página <http://comnet.cic.unb.br/>
- Ou e-mail para [bordim@unb.br](mailto:bordim@unb.br)!

## Software Engineering Academics and Research Interest



- Software Product Line (Development & Verification)
- Ambient Assisted Living,
- Aspect Oriented Programming
- Email: [valves@unb.br](mailto:valves@unb.br)



- Software Product Line
- Service Oriented Architecture
- Functional Programming.
- Static analysis (software evolution)
- Email: [rbonifacio@unb.br](mailto:rbonifacio@unb.br)



- Dependability Analysis
- Self-adaptive systems
- Model driven analysis and development
- Goal-oriented requirements engineering
- Email: [genaina@unb.br](mailto:genaina@unb.br)

▪ **Membros:**

Profes. de outros Depts.
Alunos de Pós-Grad. (+10)
Alunos de Graduação (+40)

Profes. do CIC
• Alexandre Zaghetto
• Bruno Macchiavello
• Camilo Dórea
• Díbio L. Borges
• Flávio de Barros Vidal
• Ricardo L. de Queiroz

▪ **Linhas de Pesquisa:**

- **Visão Computacional** - reconhecimento biométrico, *tracking*,
- **Processamento de Imagens** - codificação de vídeo, multiview, 3D,
- **Acústica e áreas afins.**

▪ Mais informações: [www.lisa.unb.br](http://www.lisa.unb.br) ou c/ os Profs.



**Homo Sapiens (homem sábio)**  
 Porque o que nos diferencia é a inteligência.

Filósofos e psicólogos (e cientistas da computação e muitos outros):

- Como funciona o cérebro?
- Como funciona a mente humana?
- Não-humanos podem ter uma mente humana?



**Artificial**  
 Algo que não ocorre naturalmente.

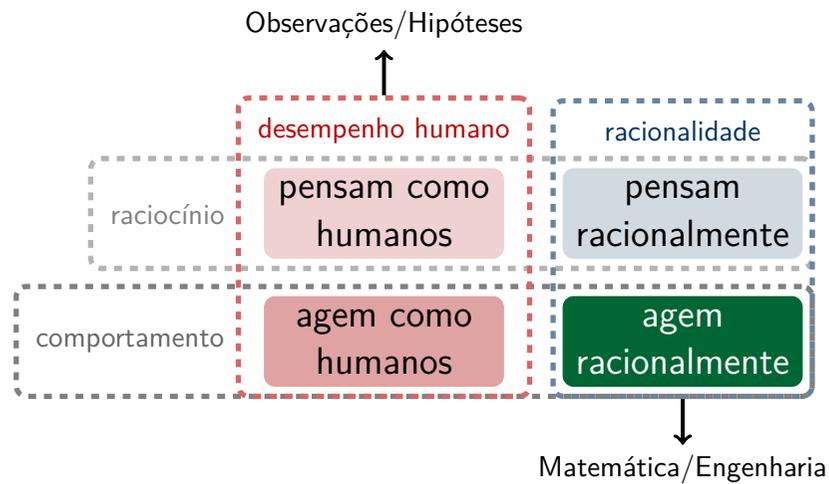
**Inteligência**  
 Capacidade de resolver problemas.



**Inteligência Artificial (John McCarthy - 1955)**  
 Ciência e engenharia de criar máquinas inteligentes<sup>1</sup>, especialmente programas de computador inteligentes.

<sup>1</sup> *Inteligência* é a parte computacional da habilidade de atingir objetivos.

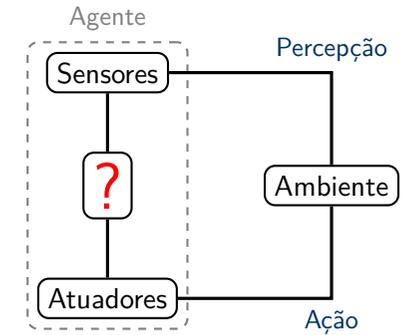
## Inteligência Artificial



## Agentes & Resolução de Problemas

### Agente

Algo que percebe o ambiente em que está e que age sobre ele.

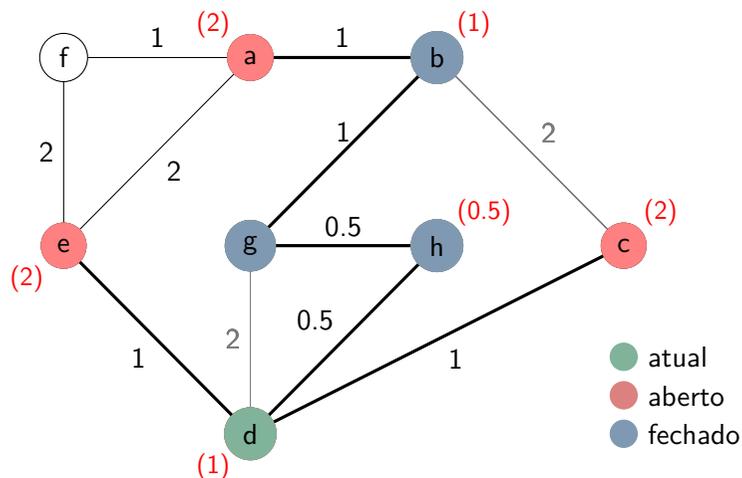


### Agente Inteligente

Faz o que acha ser certo, em função do que sabe, para tentar conseguir o que quer.

## Agentes & Resolução de Problemas

Algoritmo Dijkstra - Exemplo:  $g \rightarrow f$



## Agentes & Resolução de Problemas



### Objetivo

Estado(s) do ambiente que limita(m) as ações do agente, direcionando seu comportamento.



### Busca pro Soluções

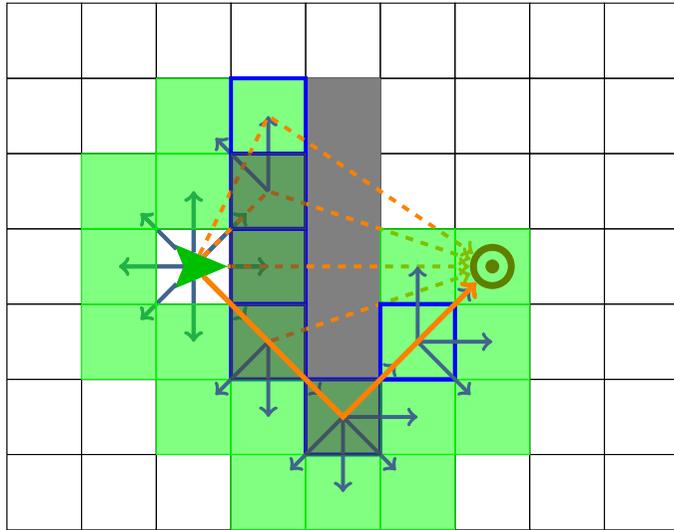
A tarefa do agente é encontrar a [melhor] *sequência de ações/estados* que o levará ao(s) objetivo(s).

Resolução:

- 1 Formulação do objetivo, de acordo com a atual percepção e da função de desempenho.
- 2 Formulação do problema, decidir quais ações e estados considerar (dado um objetivo).

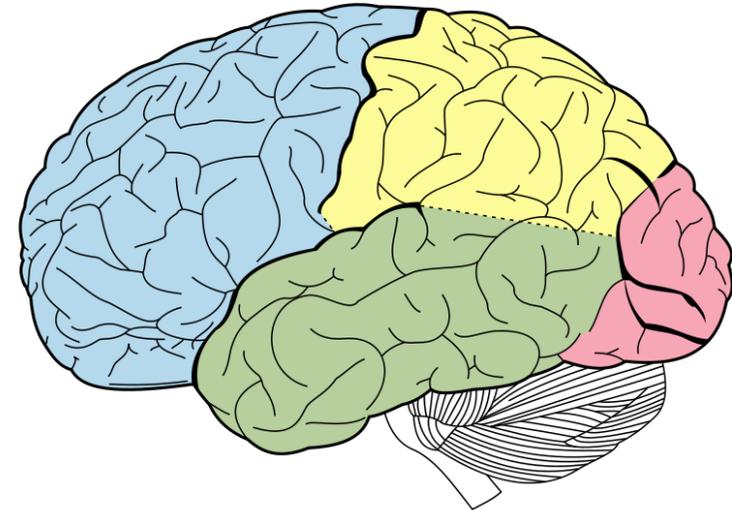
## Agentes & Resolução de Problemas

A\*



## Matematicamente funciona...

... mas e se não soubermos exatamente?

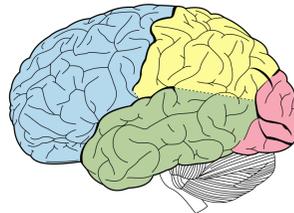


## O cérebro

Nosso cérebro infere o funcionamento de coisas a partir de observações, sem entender perfeitamente como elas funcionam.

Aprendemos a modelar o comportamento, e podemos usar isso para:

- Aproximação de funções
- Classificação
- Processamento de dados
- Robótica
- etc.



Um cérebro artificial poderia ser inteligente?

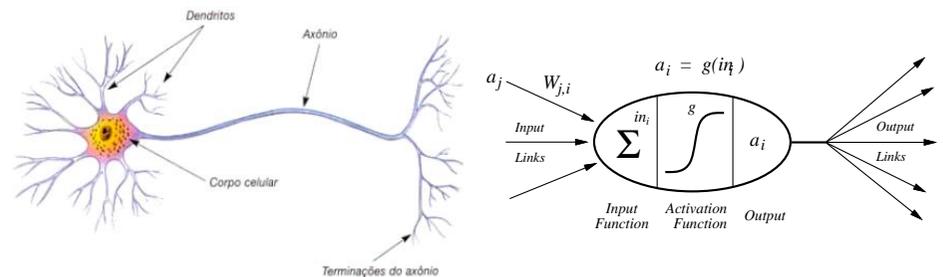
## Redes Neurais Artificiais

### Hipótese

Atividade mental consiste de atividade eletroquímica entre as [redes de] células do cérebro (neurônios).

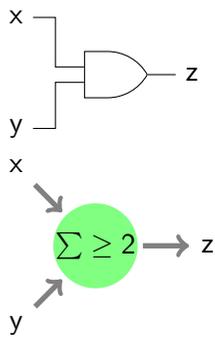
### McCulloch e Pitts

Modelaram de forma simples um neurônio artificial que dispara quando uma combinação linear das entradas excede um limiar  $L$ .



## Redes Neurais Artificiais

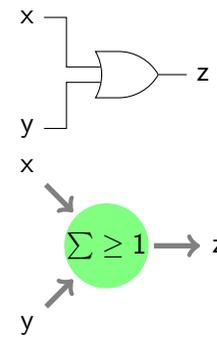
### Porta Lógica **E**



x	y	z
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

## Redes Neurais Artificiais

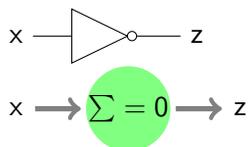
### Porta Lógica **Ou**



x	y	z
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

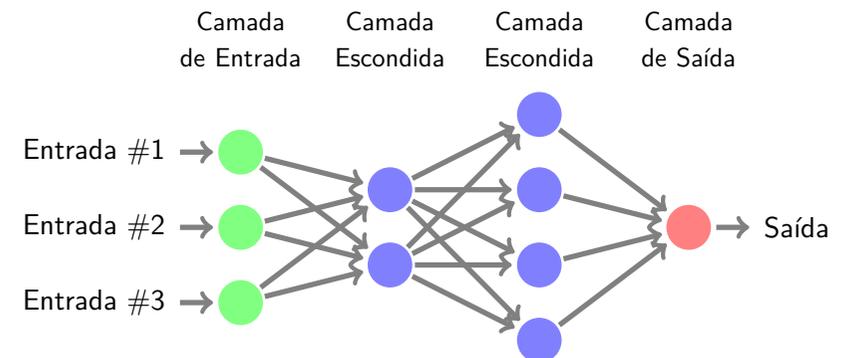
## Redes Neurais Artificiais

### Porta Lógica **NOT**



x	z
1	0
0	1

## Redes Neurais Artificiais



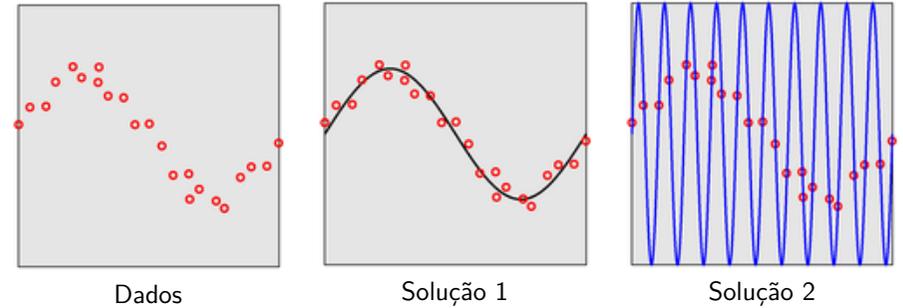
## Redes Neurais Artificiais

RNAs podem fazer tudo que um computador digital faz. **E muito mais!**

- Computam funções arbitrariamente complexas.
- Aprendem comportamentos.
- Lidam com ruído (na entrada).
- Generalizam o comportamento para lidar com dados desconhecidos.
- etc.

## Redes Neurais Artificiais

Como definir a qualidade/topologia?



## Algoritmo Genético

### Algoritmo

Sequência finita de instruções para executar uma tarefa:

- bem definidas e não ambíguas;
- executáveis com uma quantidade de esforço finita;
- executáveis em um período de tempo finito.

### Genética

Ciência dos genes, da hereditariedade e da variação dos organismos. Ramo da biologia que estuda a forma como se transmitem as características biológicas de geração para geração.

### Algoritmo Genético

Técnica de busca utilizada na ciência da computação para achar soluções aproximadas em problemas de otimização e busca, usando ideias inspiradas pela biologia evolutiva.

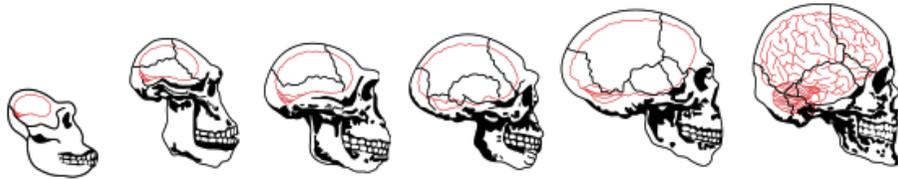
## Algoritmo Genético



# Algoritmo Genético

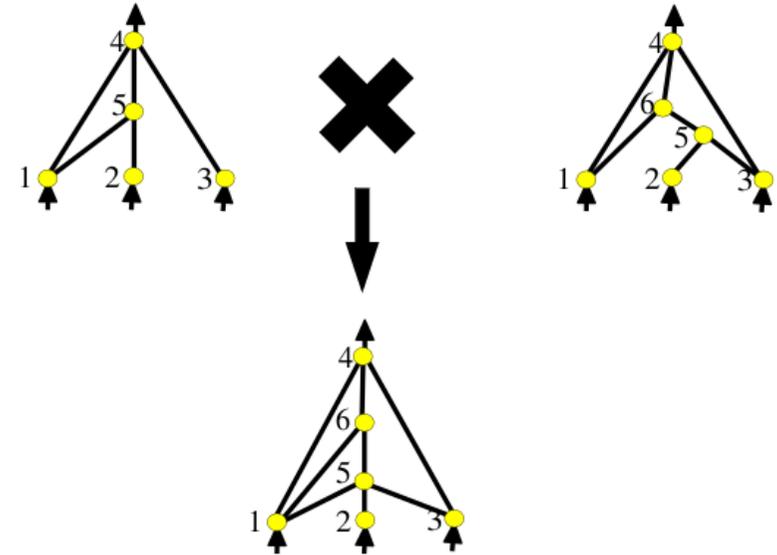
## Stanley et. al - Neuro-evolução

Evolução de uma rede neural por meio de um algoritmo evolucionário.

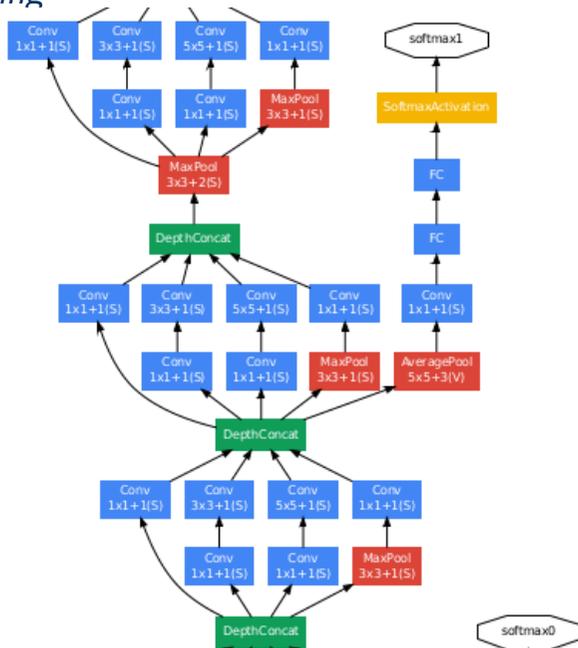


# Algoritmo Genético

## NeuroEvolution of Augmenting Topologies (NEAT)



# Deep Learning



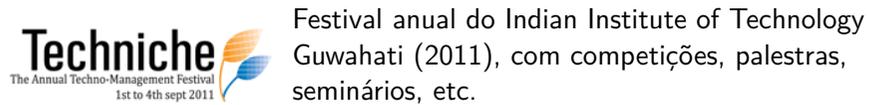
# Cleverbot

<http://cleverbot.com/>



## Cleverbot

<http://cleverbot.com/>



Baseados em 1334 testes,

63.3% dos humanos foram considerados humanos.

59.3% dos cleverbots foram considerados humanos.

## Watson

<http://www.ibm.com/innovation/us/watson/index.html>



Sistema computacional de inteligência artificial da IBM capaz de responder perguntas feitas em *linguagem natural*.

## Watson

Em 2011 venceu o jogo de perguntas *Jeopardy!* contra:

- 1 Brad Rutter, maior vencedor (\$) do jogo.
- 2 Ken Jennings, recordista de tempo vencendo o jogo.

Watson tinha melhor desempenho que os humanos em todas as categorias de perguntas, mas tinha dificuldades em perguntas com dicas pequenas (poucas palavras).

Watson tinha acesso a  $200 \cdot 10^6$  páginas de conteúdo<sup>2</sup> (em 4TB).

<sup>2</sup>Inclusive a Wikipédia.

## Pac-man

Comportamentos:

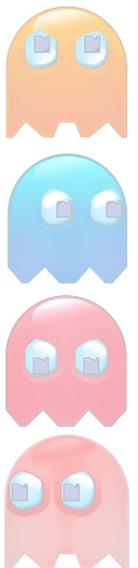
**Caça** - perseguem o Pac-man.

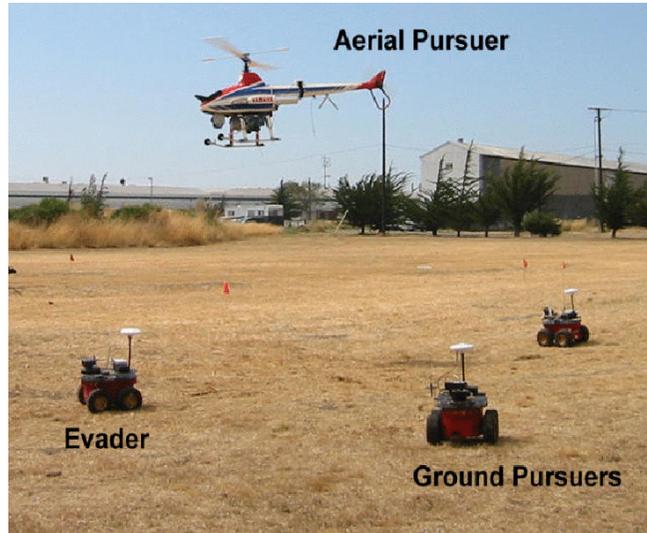
**Passeio** - vão para seus cantos.

**Fuga** - andam aleatoriamente pelo labirinto.

Inteligência:

- 1 *Passeio* por 7 segundos, então *Caça* por 20 segundos.
- 2 *Passeio* por 7 segundos, então *Caça* por 20 segundos.
- 3 *Passeio* por 5 segundos, então *Caça* por 20 segundos.
- 4 *Passeio* por 5 segundos, então *Caça*.





## Seleção de comportamentos em múltiplos agentes autônomos com aprendizagem por reforço em ambientes estocásticos

Engenharia Mecatrônica - Trabalho de Graduação 2

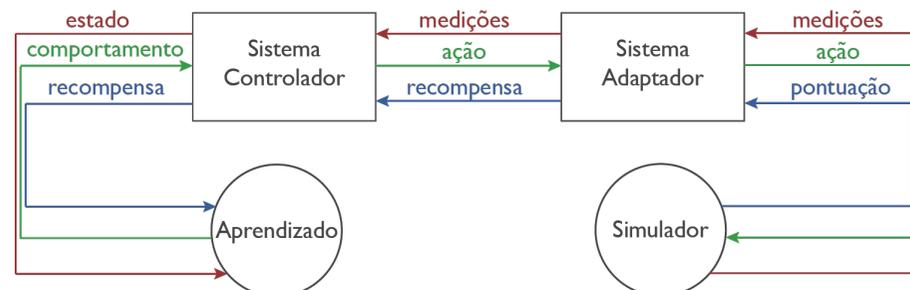
Aluno: Matheus Vieira Portela - 10/0017959

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Novaes Ramos

## Aprendizado por Reforço

“É possível que múltiplos agentes, em problemas de caça-predador, aprendam comportamentos cooperativos utilizando programação bayesiana e Q-learning com aproximação de funções?”

Matheus Portela



## Aprendizado por Reforço

[https://www.youtube.com/watch?v=W\\_gxLKSsSIE](https://www.youtube.com/watch?v=W_gxLKSsSIE)

