

Inteligência Artificial

Introdução e Histórico

Prof. Fabio Augusto Faria

Material adaptado de Profa. Ana Carolina Lorena e livro “Inteligência Artificial, S. Russell e P. Norving”

1º semestre 2021



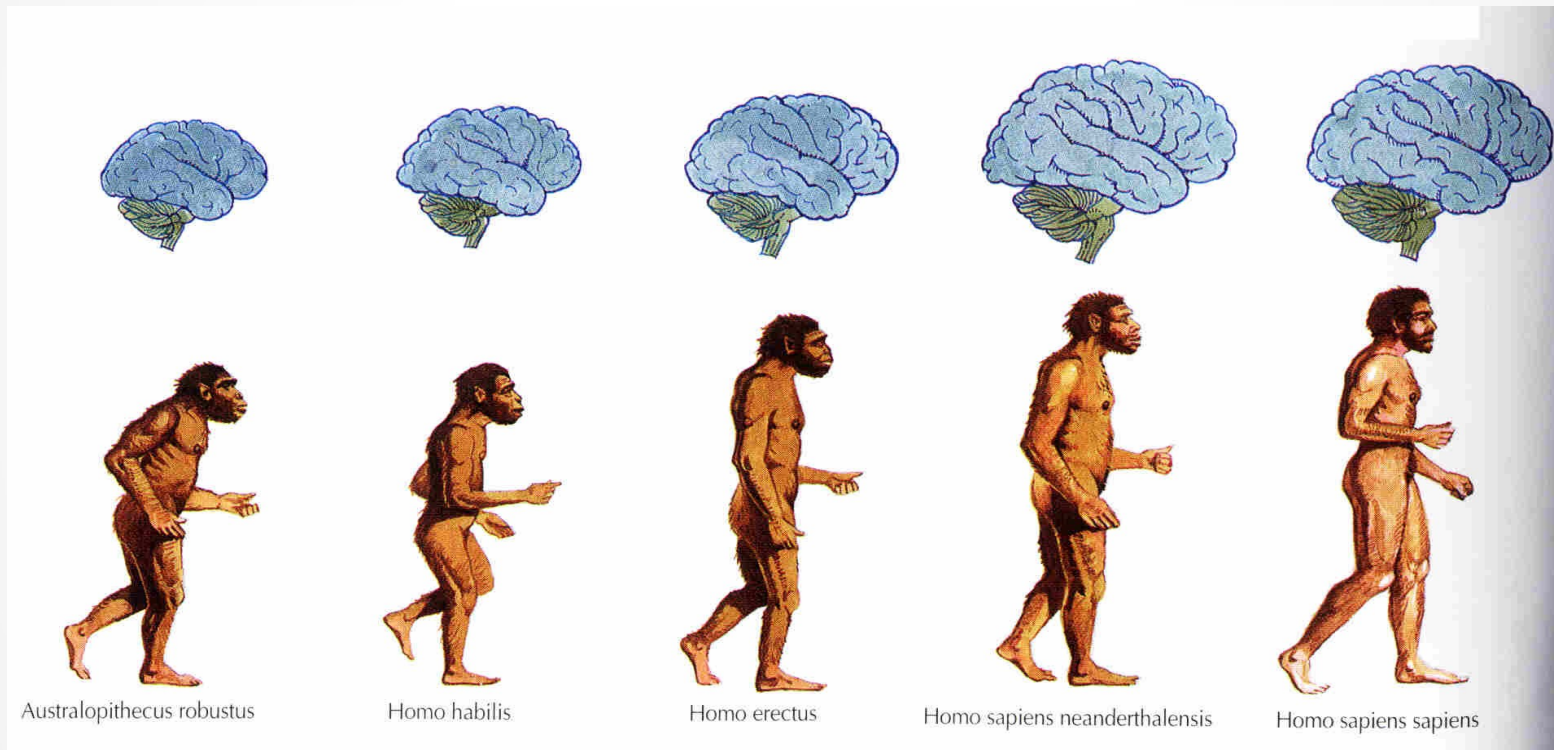
Inteligência

- Capacidade mental de:
 - Raciocinar,
 - Planejar,
 - Resolver problemas,
 - Abstrair ideias,
 - Compreender ideias e linguagens
 - Aprender

Definição ampla: seria a inteligência o nome de um conjunto de habilidades?

Inteligência

- Tomando o *Homo sapiens* como modelo
 - Latim para homem sábio, homem racional



Inteligência Artificial (IA)

- Ciência recente
 - Surgiu após a Segunda Guerra Mundial
 - Nome cunhado em 1956
 - Possui vários subcampos
 - Aprendizado de Máquina
 - Agentes Inteligentes
 - Sistemas Especialistas
 - Processamento de Linguagem Natural
 - etc

Inteligência Artificial

- Diferentes linhas de estudos:

	<i>Fidelidade a desempenho humano</i>	<i>Racionalidade (ideal de inteligência)</i>
<i>Processos de pensamento e raciocínio</i>	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
<i>Comportamento</i>	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Pensam como humano

- Automatização de atividades **associadas ao pensamento humano**
 - Tomar decisões, resolver problemas, aprender, etc
- Modelagem **cognitiva**
 - Ciência cognitiva
 - Construir teorias a respeito do funcionamento da mente humana
 - Tem obtido bons resultados principalmente em:
 - Visão
 - Linguagem natural



Agem como humano

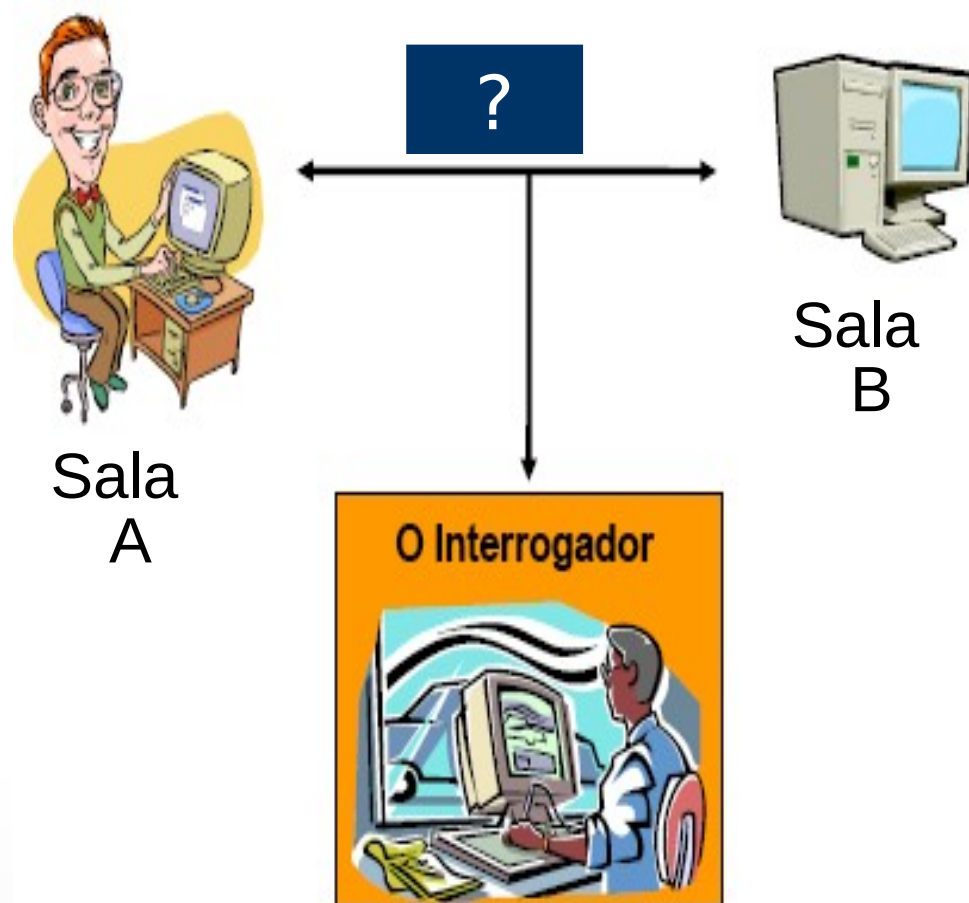
- Máquinas que executam funções que **exigem inteligência** quando feitas por humanos
- Fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas por pessoas

Agem como humano

- **Teste de Turing** (1950)

Artigo *Computing Machinery and Intelligence*

Se uma máquina puder passar por Jogo da Imitação, então poderíamos dizer se esta máquina é inteligente, ou não



Agem como humano

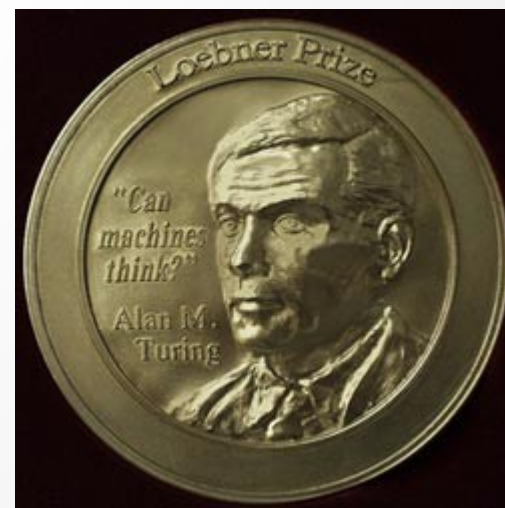
- Máquina teria que ter ao menos:
 - Processamento de linguagem natural
 - Representação de conhecimento
 - Raciocínio automatizado
 - Alguma forma de aprendizado

Teste: www.turinghub.com



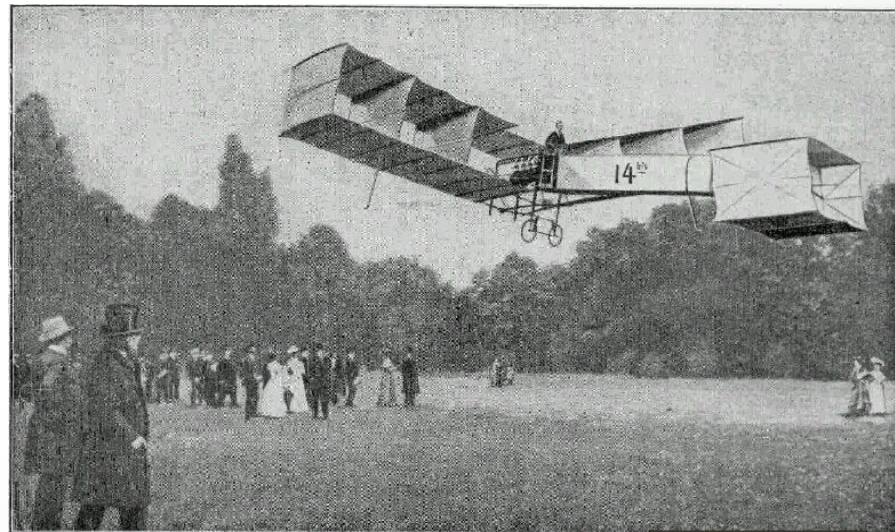
Agem como humano

- **Prêmio Loebner** (<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>):
 - Uma medalha de ouro e \$100000
 - Nenhum ganhador desde 1991
 - Medalha de bronze e \$4000 para o mais “*human-like*” todo ano



Agem como humano

- Na prática:
 - Cientistas estudam mais princípios básicos da inteligência do que tentar reproduzir um exemplar
 - Aviões foram inventados considerando aerodinâmica, não reprodução de pássaros



Pensam racionalmente

- Leis do pensamento

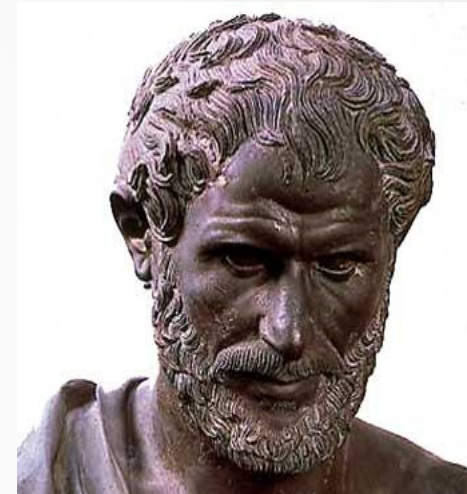
- Aristóteles

- Codificar o “pensamento correto”

- Processos de raciocínio irrefutáveis

- Silogismos

- *Estruturas de argumentos que sempre resultam em conclusões corretas quando recebem premissas corretas*



- Lógica: formalização

- Notação para declarações sobre coisas do mundo e sobre suas relações

Silogismo

Silogismo

Todo homem é mortal (premissa 1)
Os brasileiros são homens (premissa 2)
Logo, os brasileiros são mortais
(conclusão)

Raciocínio certo, baseado em premissas corretas

Todo alado voa (premissa 1)
Os cavalos têm asa (premissa 2)
Logo, os cavalos voam (conclusão)

Raciocínio certo, mas baseado em premissas falsas

Agem racionalmente

- Abordagens de **agentes racionais**
 - *Agente*: algo que age
 - Outros atributos desejáveis:
 - Controle autônomo
 - Perceber ambiente
 - Adaptar-se a mudanças
 - *Agente racional*: age para alcançar o melhor resultado (real ou esperado)

www.psnw.com/~jnz5/cc

WHY WE DON'T WANT INTELLIGENT AGENTS TO GET TOO INTELLIGENT.



Inteligência Artificial

- Definição mais geral:

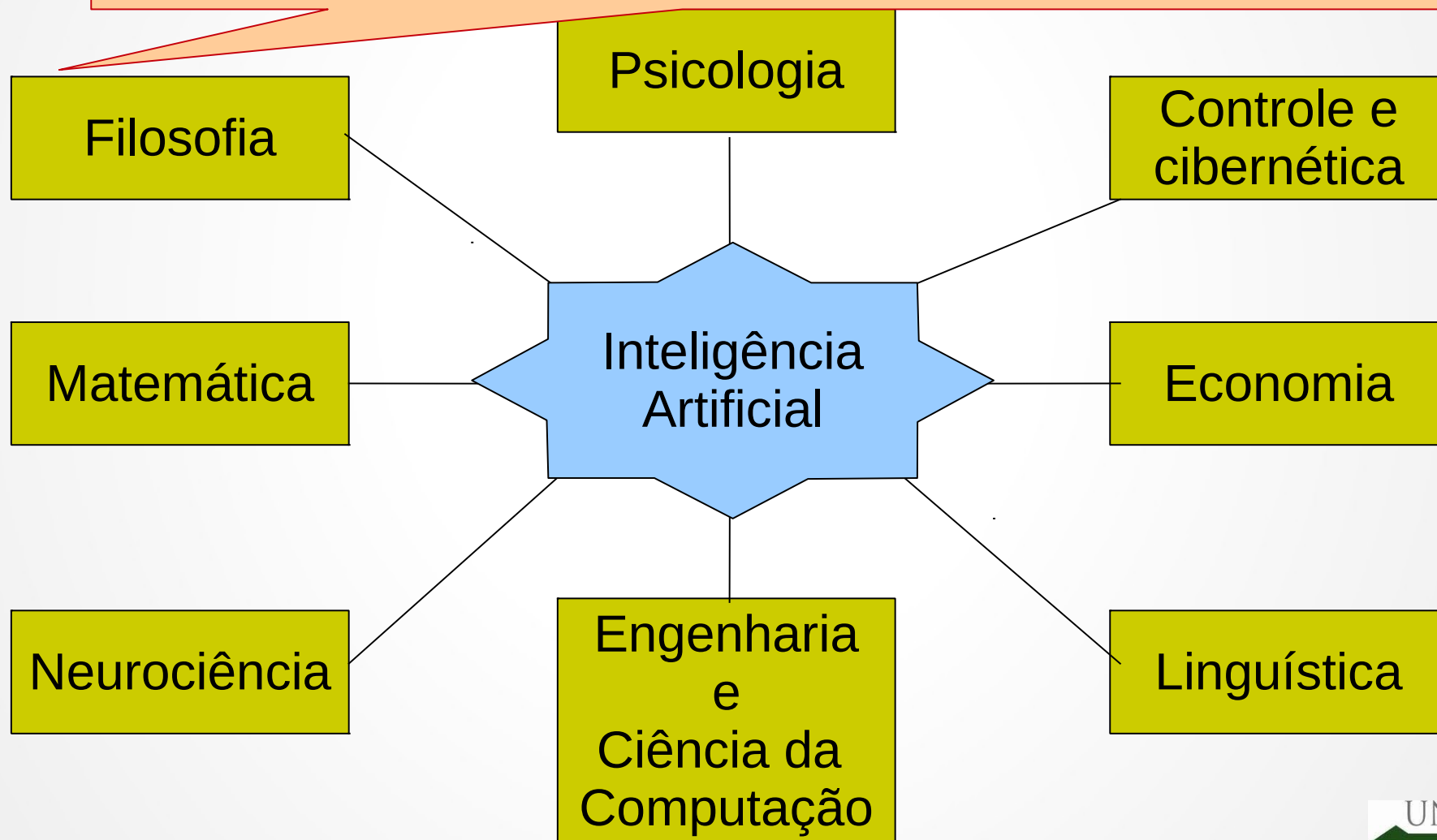
Ramo da **ciência da computação** que lida com a automação do pensamento e comportamento inteligente

- Na prática:

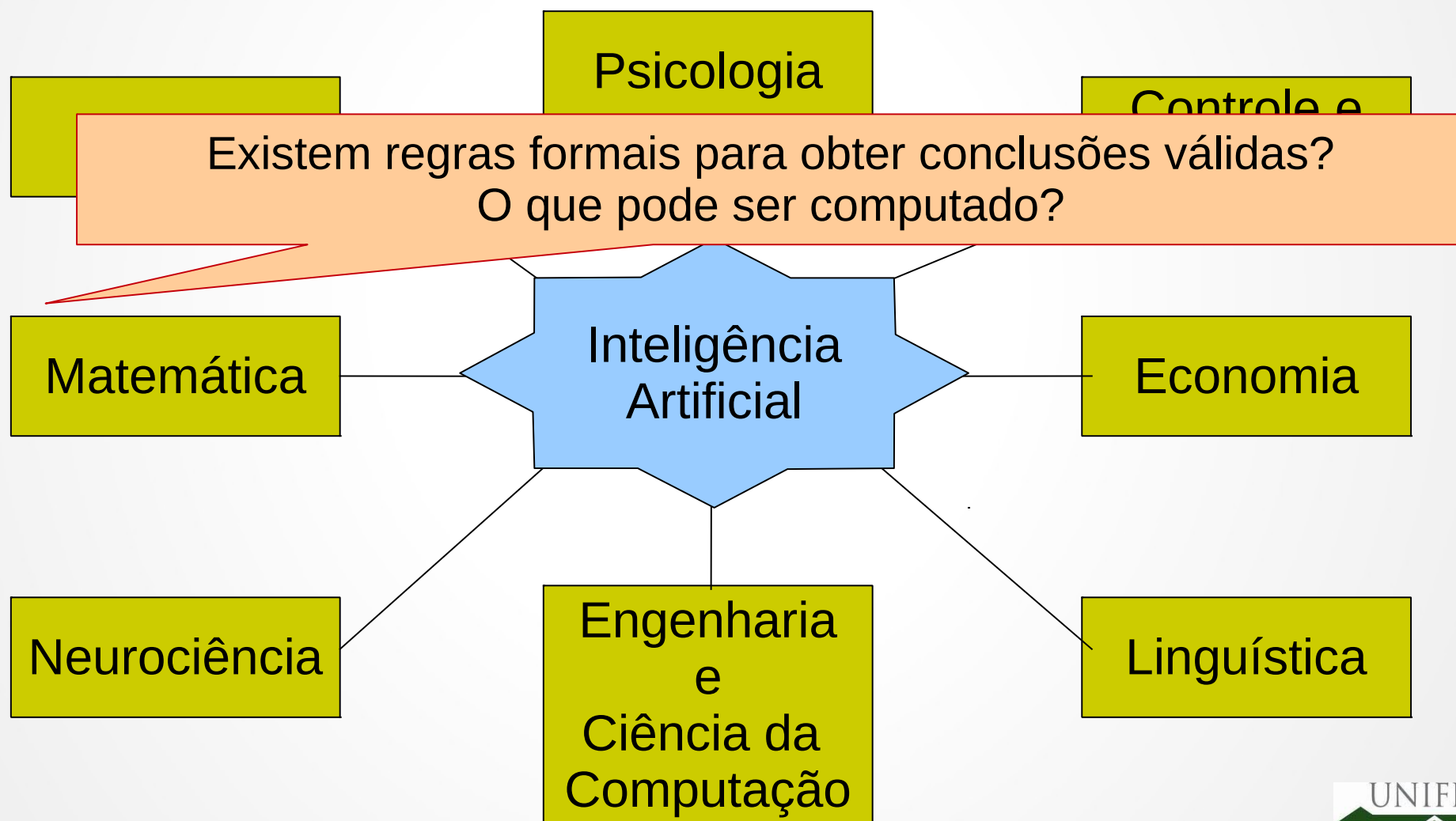
- Pesquisadores usualmente focam em alguma característica particular da inteligência
- E constroem então sistemas para auxiliar os humanos na solução de problemas complexos

Fundamentos da IA

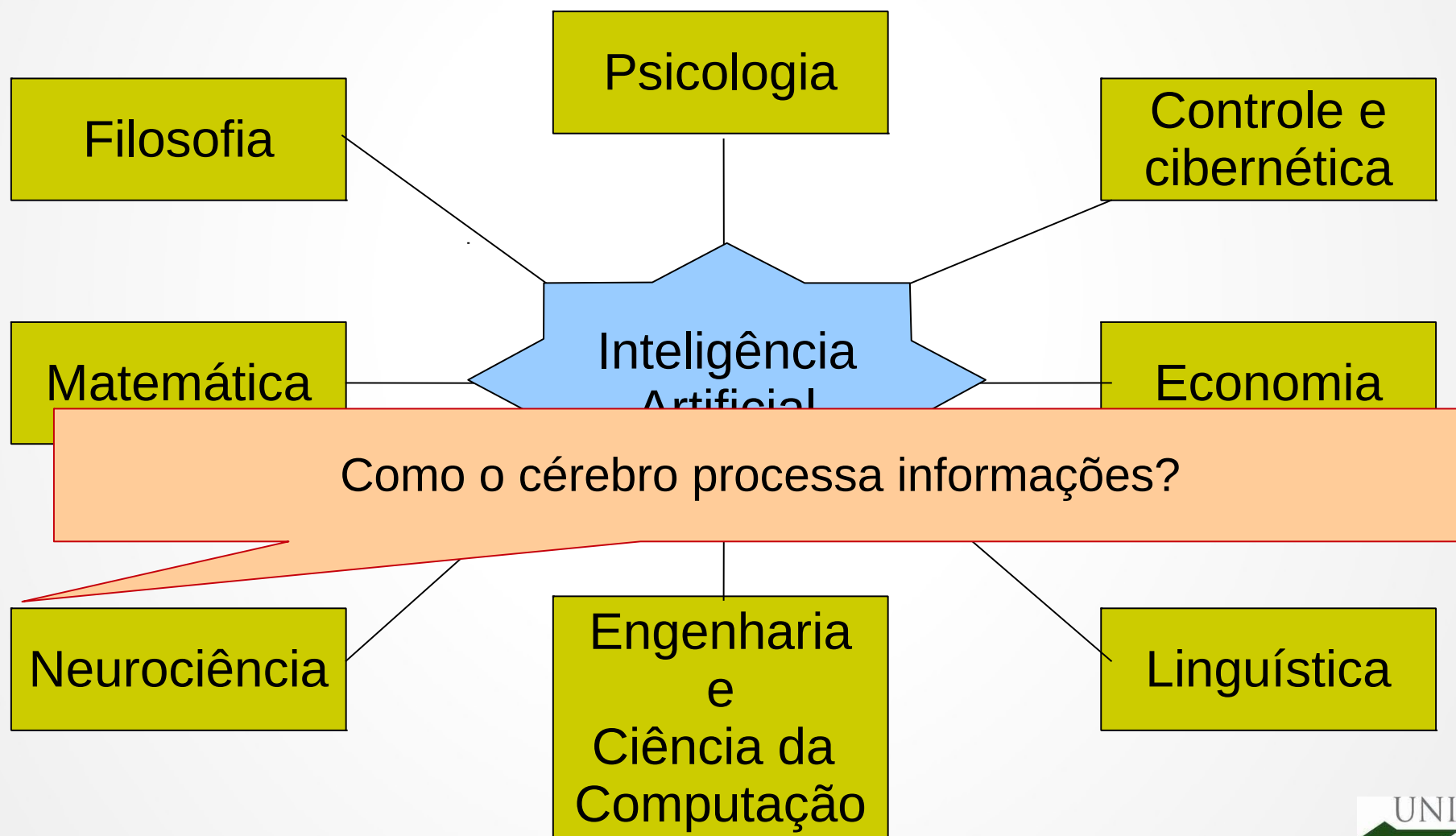
De onde vem o conhecimento?
Como a mente se desenvolve a partir de um cérebro físico?



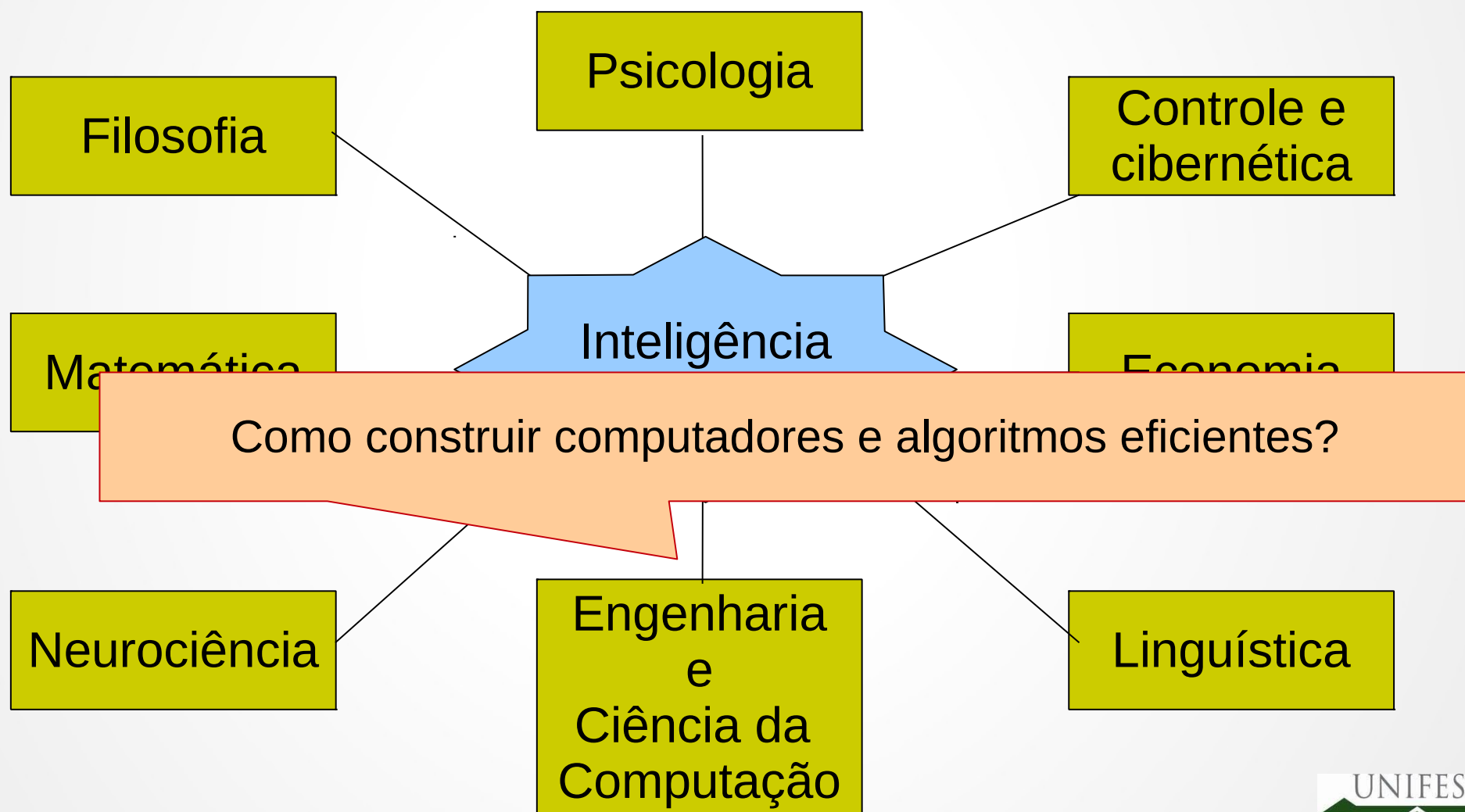
Fundamentos da IA



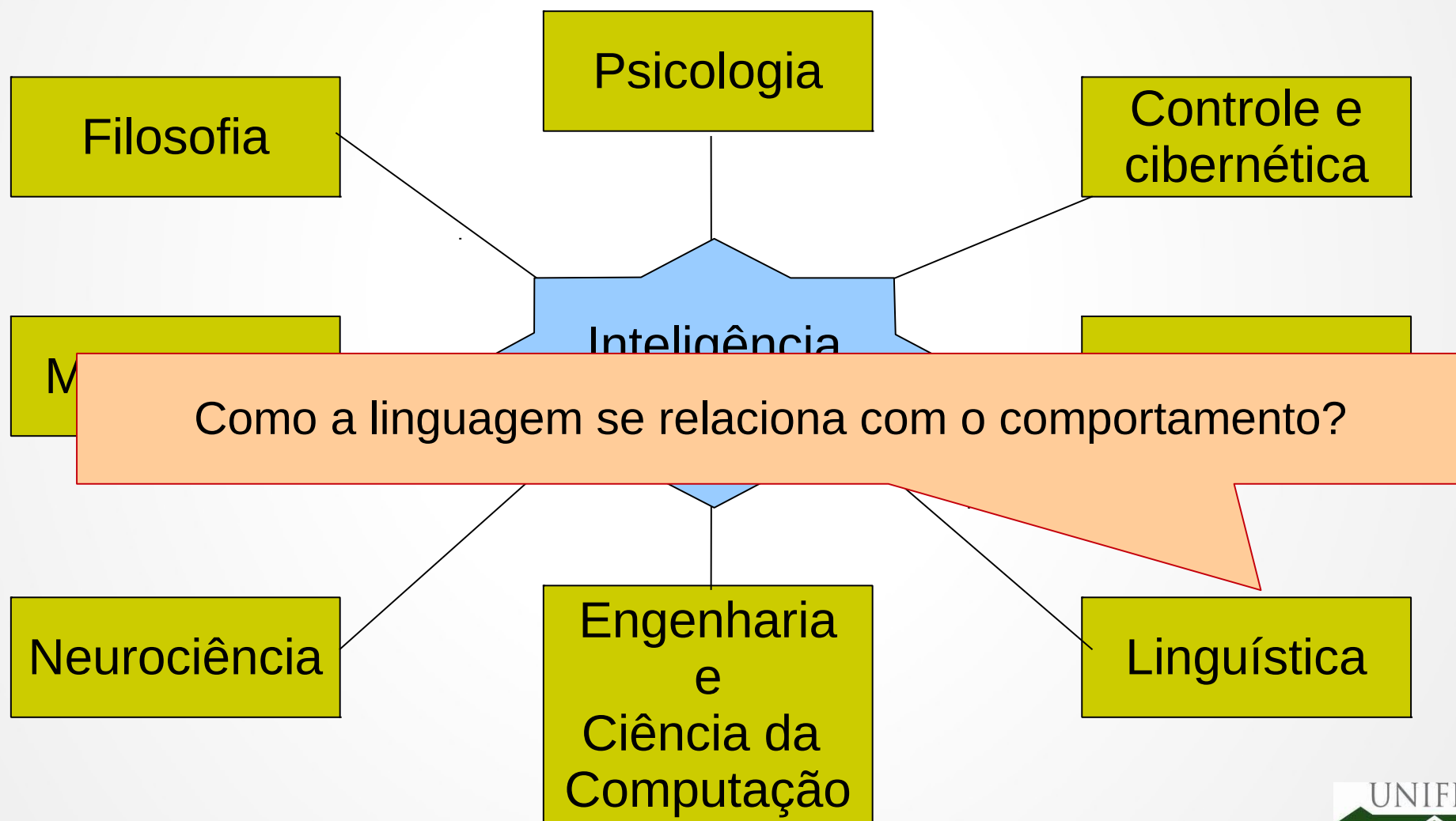
Fundamentos da IA



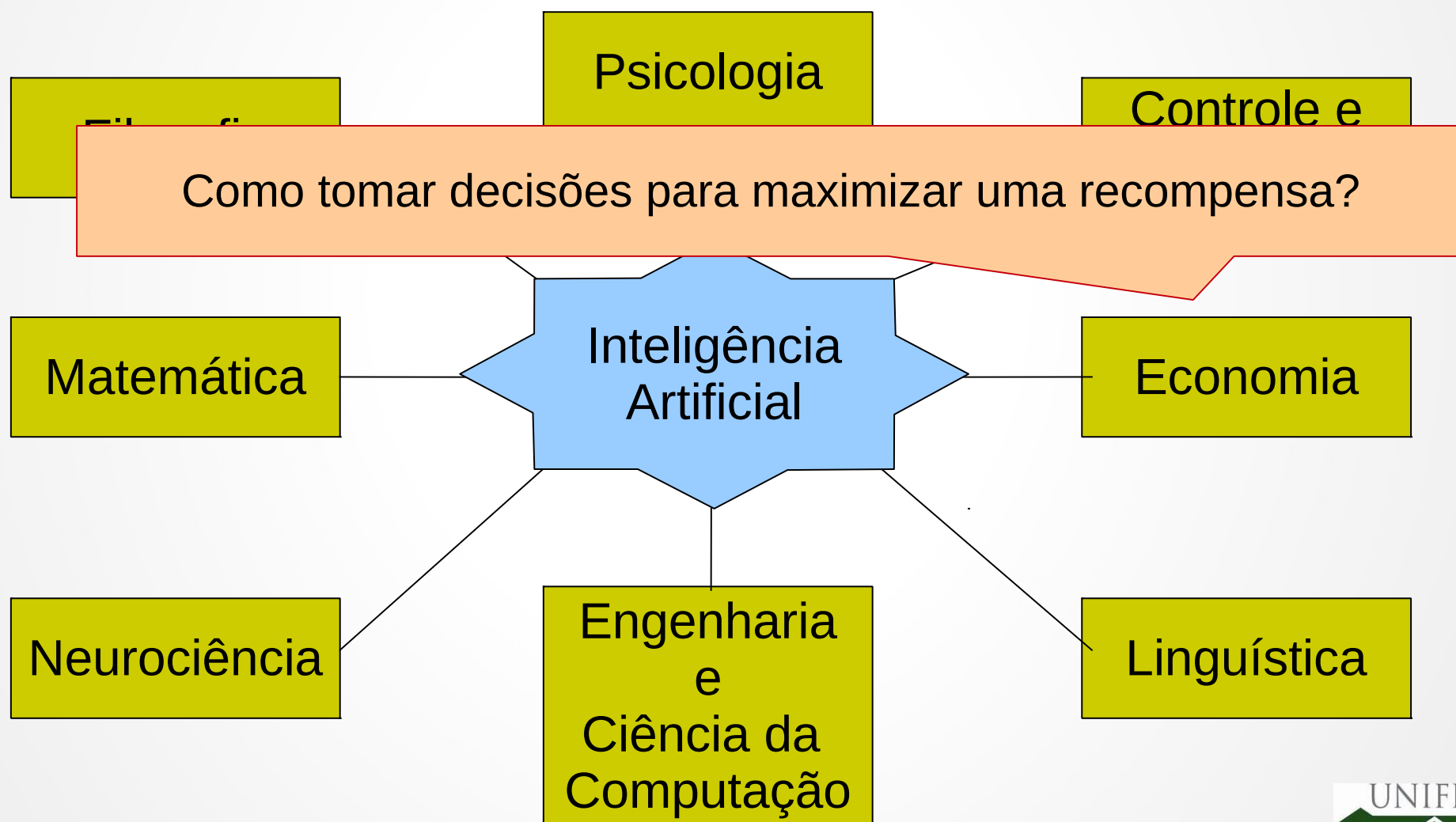
Fundamentos da IA



Fundamentos da IA

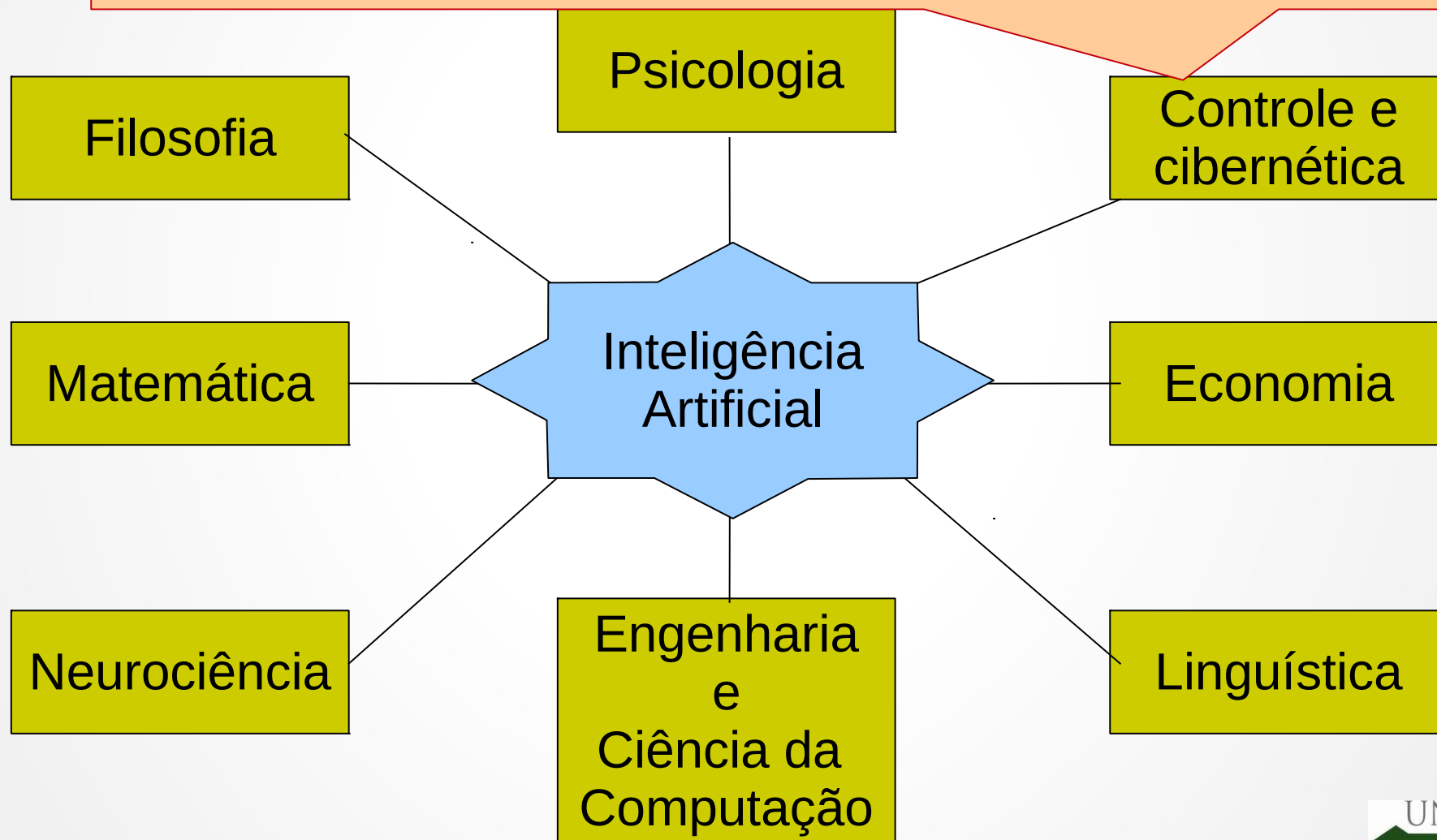


Fundamentos da IA



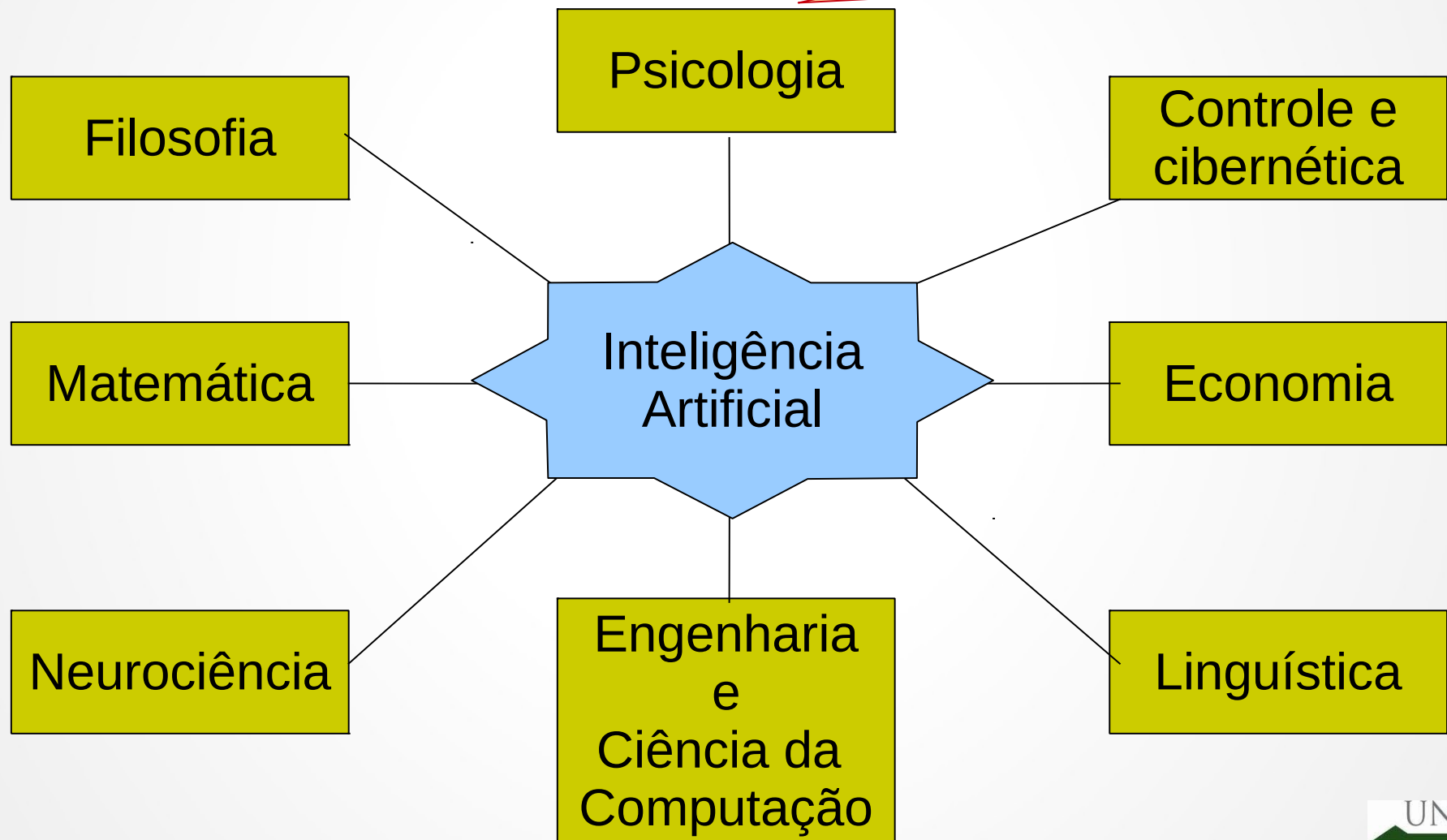
Fundamentos da IA

Como artefatos podem operar sob seu próprio controle?



Fundamentos da IA

Como seres humanos e animais pensam e agem?



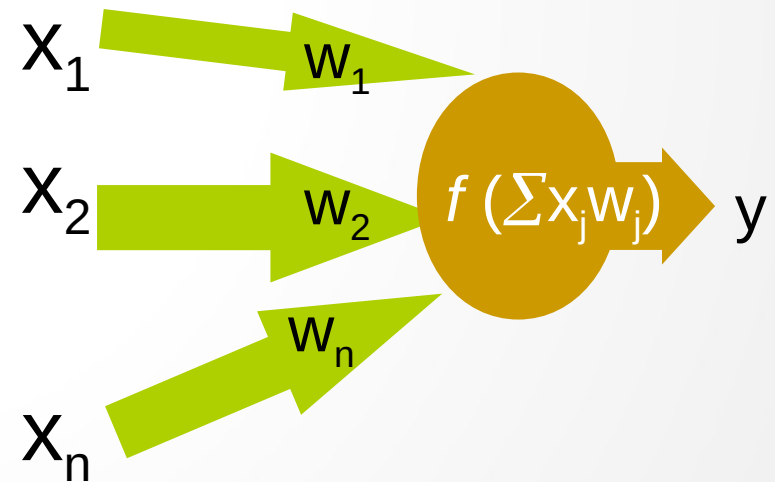
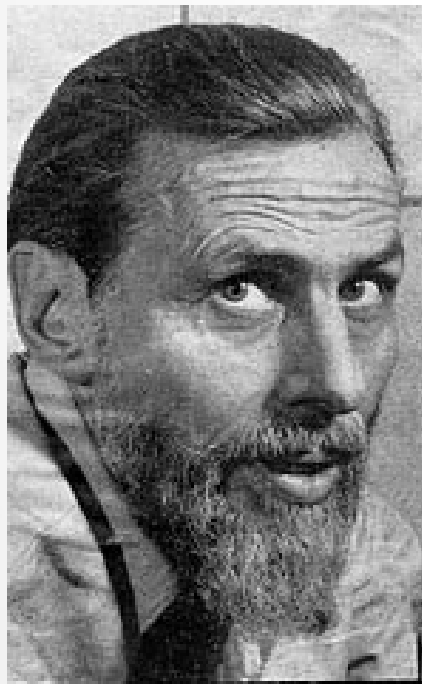
História da IA

- Fases:

1. Gestação (1943-1955)
2. Nascimento (1956)
3. Entusiasmo inicial (1952-1969)
4. Uma dose de realidade (1966-1973)
5. Sistemas baseados em conhecimento (1969-1979)
6. IA se torna uma indústria (1980 até atualidade)
7. Retorno das Redes Neurais (1986 até atualidade)
8. IA se torna uma ciência (1987 até a atualidade)
9. Os agentes inteligentes (1995 até a atualidade)
10. A explosão de dados (2001 até a atualidade)
11. Aprendizagem Profunda: "O milagre!" (2006 ou 2010 até a atualidade)

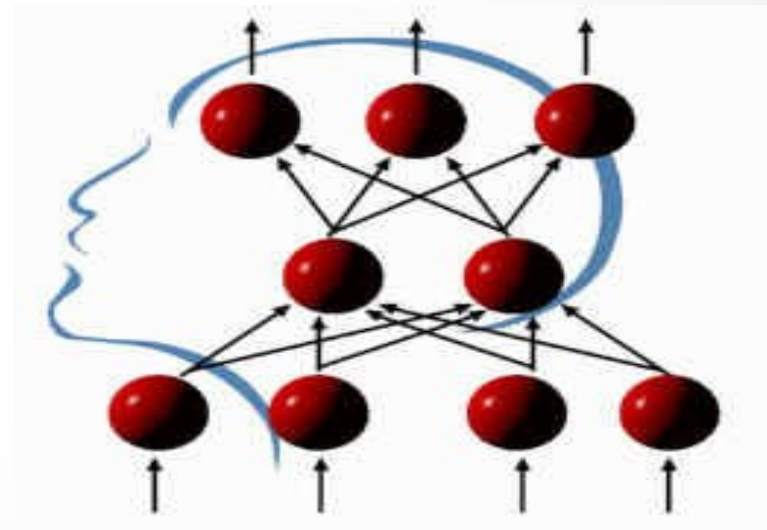
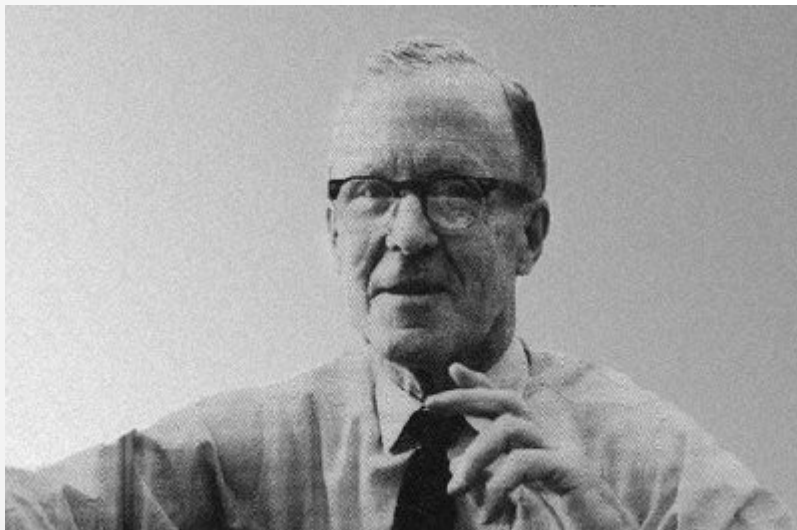
Gestação da IA

- MacCulloch e Pitts – 1943
 - Modelo de neurônio artificial



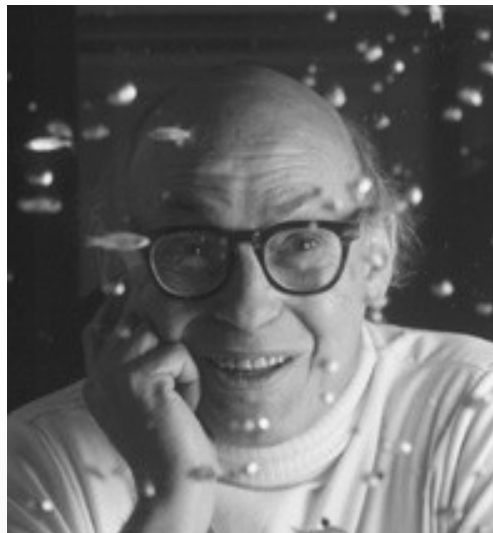
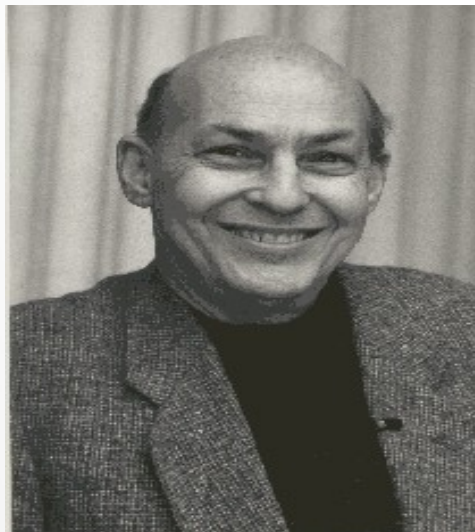
Gestação da IA

- Hebb (1949)
 - Primeira regra para aprendizado de Redes Neurais Artificiais



Gestação da IA

- Minsky e Edmonds (1951)
 - Primeiro computador implementando Redes Neurais Artificiais
 - SNARC (*Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator*)
 - 3000 válvulas para simular RNA com 40 neurônios



Nascimento da IA

- Conferência de Dartmouth (1956)
 - Reunião sobre “como construir máquinas inteligentes”
 - Proposta do nome IA para a área
 - J. McCarthy



Nascimento da IA

- Conferência de Dartmouth (1956)
 - Entre os trabalhos apresentados:
 - Programa Logic Theorist (LT)
 - Demonstrou teoremas
 - Uma das demonstrações era menor que a contida em livro

Um dos primeiros programas que manipulavam informação não numérica

Muitos argumentaram que uma máquina inteligente como um ser humano seria criada em não mais que uma geração

Entusiasmo inicial

- Primeiros anos da IA foram repletos de sucessos
 - Surpresa pelos computadores realizarem tarefas remotamente inteligentes
 - Não seriam apenas máquinas de calcular sofisticadas?

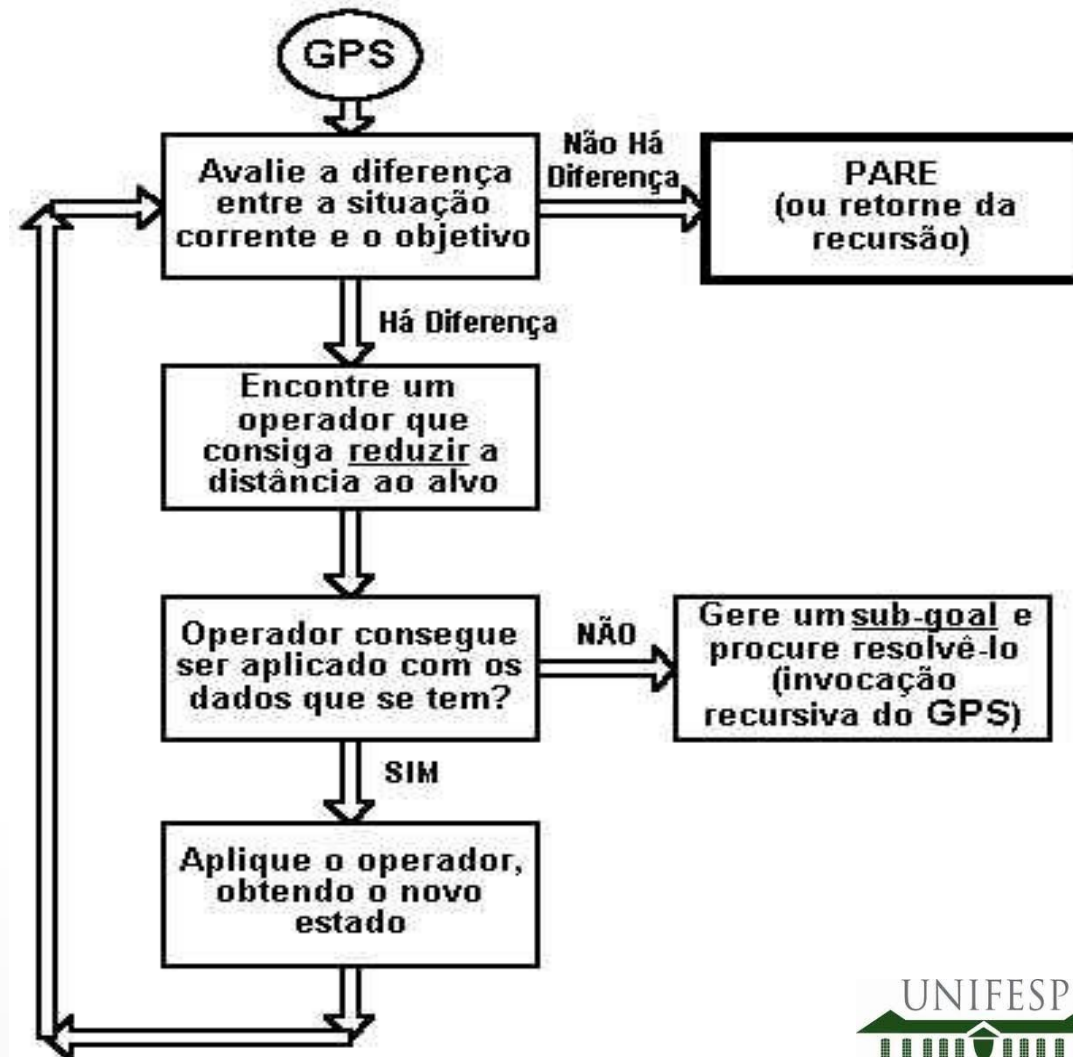


Entusiasmo inicial

- Newell e Simon (1957)

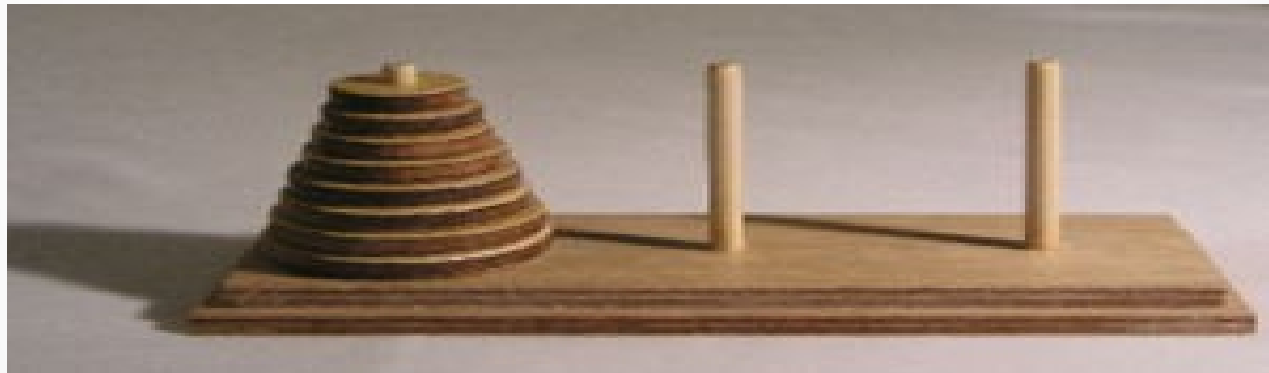
- *General Problem Solver (GPS)*

- Imitar protocolos humanos na resolução de problemas
 - “pensar de forma humana”



Entusiasmo inicial

- Na prática, GPS resolvia problemas suficientemente formalizados e pequenos
 - Ex.: Torre de Hanoi



Entusiasmo inicial

- A. Samuel (1952)
 - Programa para jogos de damas
 - Aprendeu a jogar em nível amador elevado

Provou o contrário do que era o senso comum:

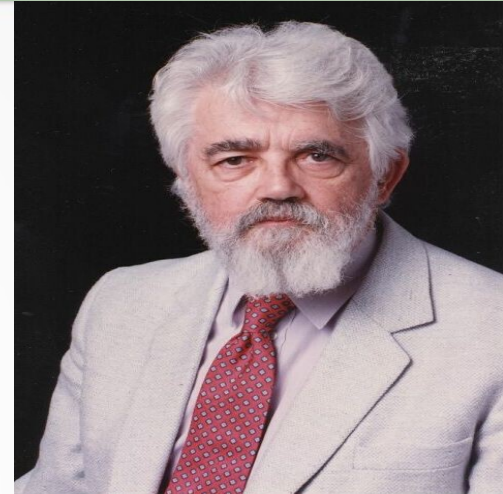
- A ideia de que os computadores podiam fazer somente o que era dito para eles



Os programas de Samuel aprendiam rapidamente a jogar, melhor que seu criador

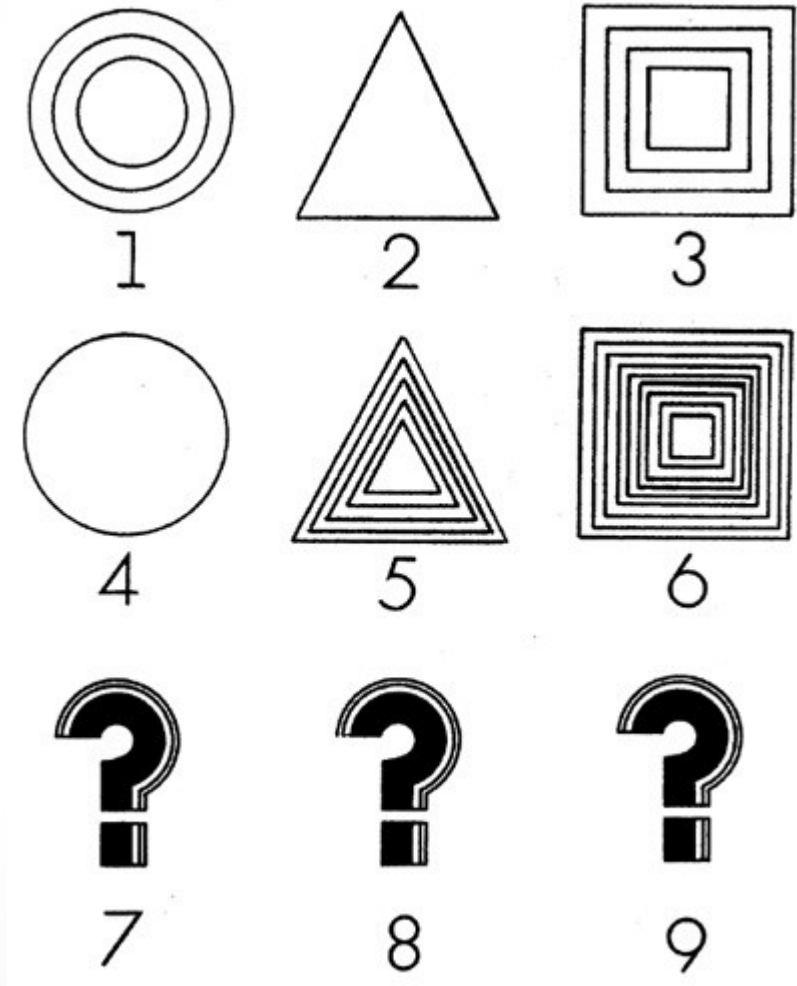
Entusiasmo inicial

- J. McCarthy (1958)
 - Ano histórico
 - Criou a linguagem LISP
 - Criou o *time-sharing*
 - Para aproveitar melhor recursos de computação
 - Criou o sistema *Advice Taker*
 - Considerado primeiro sistema de IA baseado em lógica
 - Procura incorporar conhecimento geral



Entusiasmo inicial

- Minsky e os micro-mundos
 - Problemas em um contexto limitado, mas que precisam de inteligência para serem resolvidos
 - Exemplos:
 - SAINT (1963): resolver problemas de cálculo integral
 - STUDENT (1967): resolvia problemas clássicos de álgebra
 - ANALOGY (1968): resolvia problemas de analogia geométrica, que aparecem em testes de QI



Entusiasmo inicial

O mais famoso micromundo (1968) é o **mundo dos blocos**

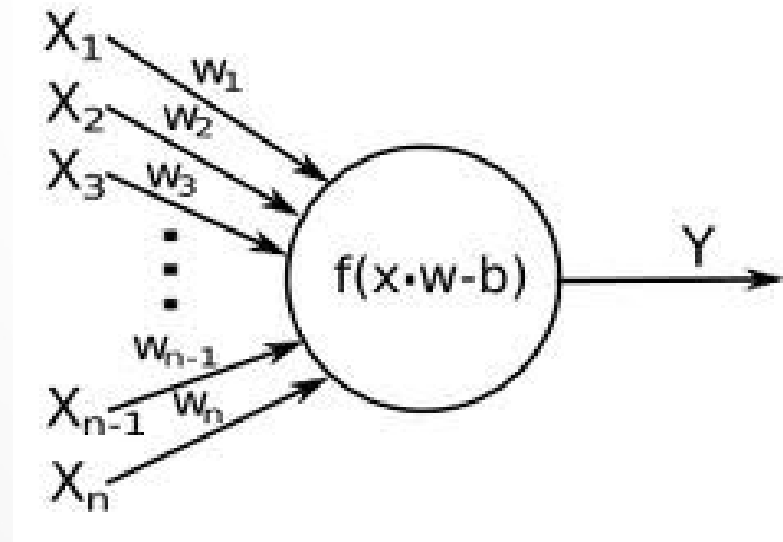
Consiste em reorganizar os blocos, dado um conjunto de blocos colocados em uma mesa de uma certa maneira, utilizando a mão de um robô que pode erguer um bloco de cada vez



Exemplo de aplicação: Robô Shakey (1969)
<http://www.youtube.com/watch?v=RhrLHkVuerc>

Entusiasmo inicial

- Em RNAs
 - Redes Adaline de Widrow e Hoff (1960)
 - Perceptron de Rosenblatt (1962)
 - Possuem algoritmos para aprendizado



Dose de realidade

- Houve ousadia nos prognósticos iniciais de sucesso em IA
 - Ex.: H. Simon previa que em 10 anos computadores seriam campeões de xadrez
 - Demorou 40 anos (Deep Blue)
 - Primeiros sucessos foram em problemas simples e de pequena escala
 - Exemplo de tradução de texto russo para inglês (1957)
 - Correto: “o espírito está disposto mas a carne é fraca”
 - Obtido: “a vodca é boa mas a carne é podre”

Dose de realidade

Um primeiro tipo de dificuldade:

- Os programas “generalistas” continham pouco, ou nenhum, conhecimento do assunto que tratavam
 - Tinham sucesso usando manipulações sintáticas simples, como por exemplo o ELIZA (1965) de J. Weizenbaum
- Programa interativo que desenvolve um diálogo com o usuário tendo como base um **terapeuta rogeriano**

Artigo disponível em:

<http://i5.nyu.edu/~mm64/x52.9265/january1966.html>

Eliza applet:

<http://jerz.setonhill.edu/if/canon/eliza.htm>

(uma iniciativa mais recente: <http://alice.pandorabots.com>)

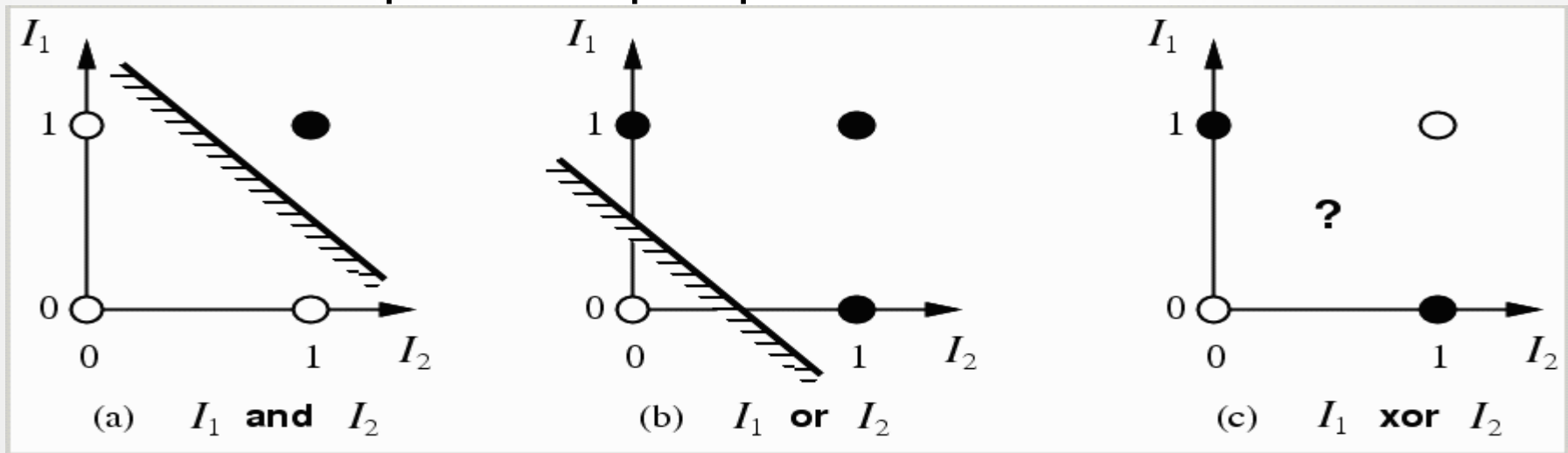
Dose de realidade

Um segundo tipo de dificuldade:

- A intratabilidade de muitos problemas que a IA estava tentando resolver
- Os primeiros programas funcionavam, de forma geral, tratando somente os *toy-problems*
- Não se levava em consideração complexidade de algoritmos
 - Incapacidade de conviver com a “explosão combinatória” foi razão alegada para cortes a projetos na Inglaterra

Dose de realidade

- Um terceiro problema:
 - Limitações fundamentais de estruturas usadas para gerar comportamento inteligente
 - Ex.: Minsky e Papert (1969) mostram que Perceptron não é capaz de resolver alguns problemas simples
 - Porta lógica ou-exclusivo (XOR)
 - Provocou queda em pesquisas com RNAs



Sistemas Baseados em Conhecimento

Debate “Generalistas” x “Especialistas”

- *Generalistas*: resolvedor “geral” de problemas
 - Tentativas iniciais em IA
- *Especialistas*: problemas com muito conhecimento detalhado sobre domínio específico



Sistemas Baseados em Conhecimento

- DENDRAL (1969)

- E. Feigenbaum, Lenderberg e Buchanan



Identificar produtos químicos a partir de:

- uma listagem de fórmulas químicas armazenadas
- espectrogramas de massa (registro de fragmentos de um elemento químico separados de acordo com sua massa atômica)

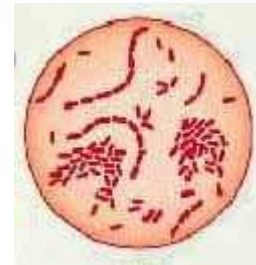
O conhecimento de Química, inserido no sistema, reduz a quantidade de computação



Sistemas Baseados em Conhecimento

- MYCIN (1972)

- E. Shortliffe



- Diagnosticar meningite e outras infecções bacterianas, e prescrever tratamento
- Representação de conhecimento baseada em regras probabilísticas (em torno de 500 regras)
- Acima de 90% de acerto (melhor que alguns especialistas)
- Introduziu explicação e boa interface com usuário (*shell*)

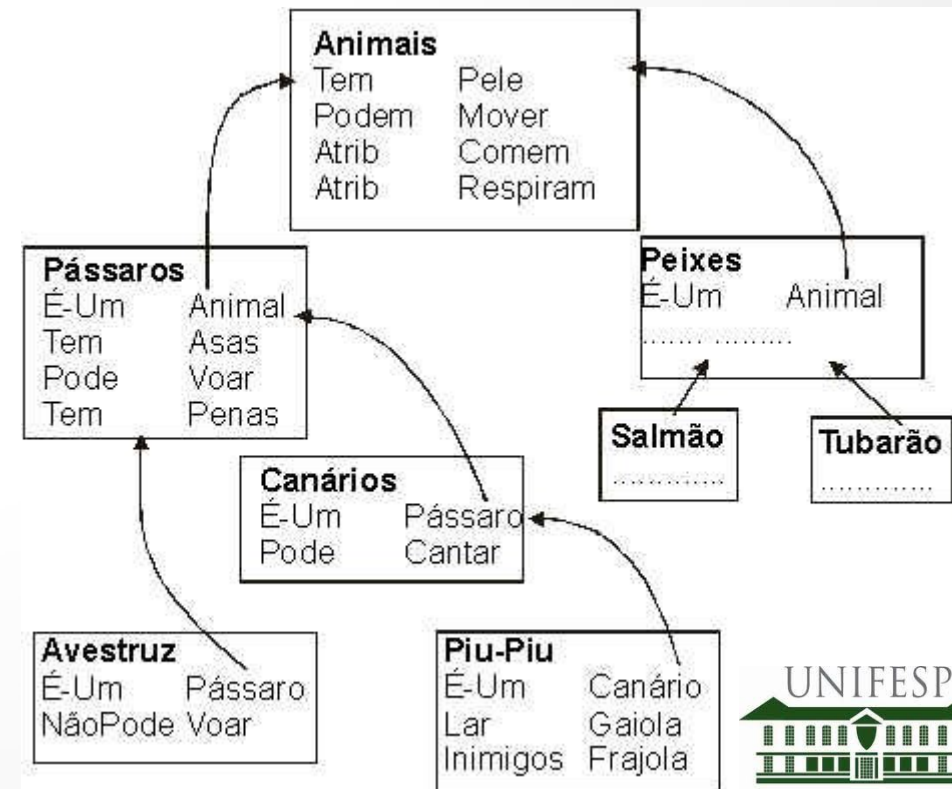
Sistemas Baseados em Conhecimento

Exemplo de Regra do MYCIN

```
if the infection is meningitis and  
    the type of infection is bacterial and  
    the patient has undergone surgery and  
    the surgery-time was < 2 months ago and  
    the patient got a ventricular-urethral-shunt  
then infection = e.coli(.8) or klebsiella(.75)
```

Sistemas Baseados em Conhecimento

- Aumento da demanda por esquemas de representação do conhecimento
 - Diferentes linguagens de representação e raciocínio
 - Ex.: Prolog
 - Ex.: Frames de Minsky



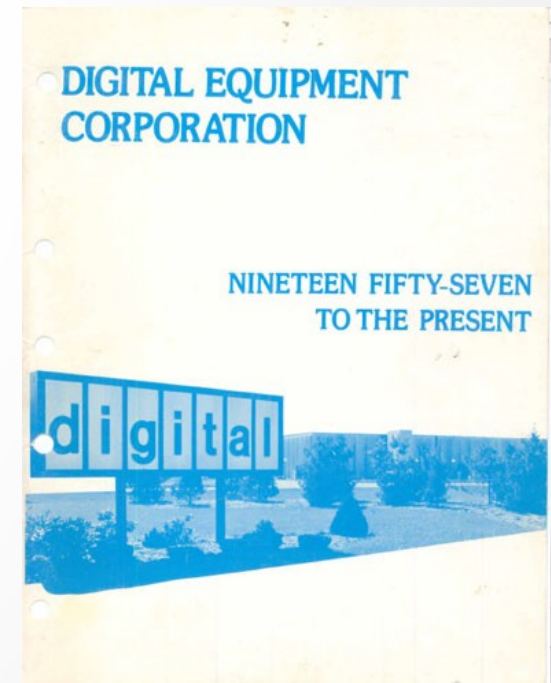
IA se torna indústria

O primeiro sistema especialista de sucesso comercial foi o R1 da DEC (*Digital Equipment Corporation*)

- Sistema para ajudar a configurar pedidos de novos computadores
- Economia de 40 milhões de dólares/ano

Empresa Du Pont

- Centenas de sistemas especialistas
- Economia de 10 milhões de dólares/ano



IA se torna indústria



Quem descobriu um
depósito de
molibdênio em Mount
Toulman (EUA),
em 1980?



O sistema especialista PROSPECTOR

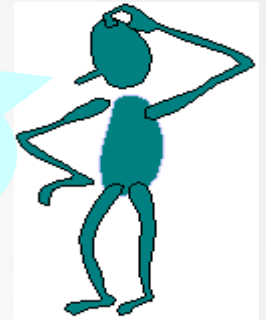
Usando dados geológicos, geofísicos e geoquímicos, o
PROSPETOR fez a previsão da existência de um depósito
de molibdênio

Isto foi comprovado posteriormente

IA se torna indústria



Quem ganhou no
Xadrez de Garry
Kasparov, em 1997?



DEEP BLUE

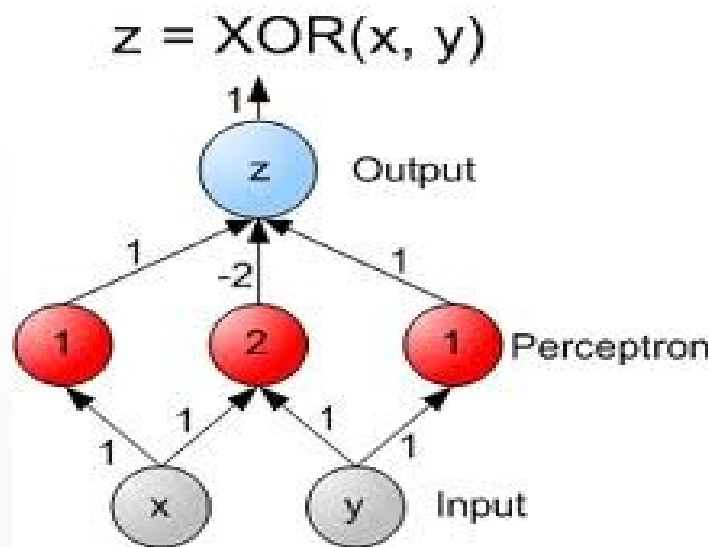
- Capaz de analisar 200 milhões de jogadas por segundo
- Usando um método clássico da IA, o MINIMAX com cortes $\alpha\beta$ e heurísticas



<http://www.research.ibm.com/deepblue/>

Retorno das RNAs

- Pesquisas em RNAs ressurgiram fortemente a partir de 1980
 - Devido principalmente ao algoritmo *back-propagation*
 - Rumelhart e MacClelland (1986)
 - Aprendizado em RNAs com múltiplas camadas
 - Que possuem um maior poder de representação



IA se torna ciência

- Uso de teorias existentes como base
- Mais formalismo
- Menos tentativa-e-erro
- Adoção de métodos científicos

Os Agentes Inteligentes

- Muito usados em aplicações na Web

- *Bots*

Exemplos: coletar informações, recomendar produtos, etc.

A explosão de dados

- Projetos genoma, blogs, redes sociais, notícias, etc
- Será possível extrair conhecimento relevante com técnicas simples, pelo fornecimento de uma grande massa de dados?
 - Preocupar mais com os dados

<http://pt.akinator.com/>

<https://www.wolframalpha.com/>

A explosão de dados

- Projetos genoma, blogs, redes sociais, notícias, etc
- Será possível extrair conhecimento relevante com técnicas simples, pelo fornecimento de uma grande massa de dados?
 - Preocupar mais com os dados

<http://pt.akinator.com/>

<https://www.wolframalpha.com/>

Aprendizagem Profunda: "O milagre!"

2006 - Hinton declarou que sabia “como funcionava o cérebro” e introduziu a idéia de aprendizagem não-supervisionada e *deep belief nets* (‘neural networks’ to ‘deep learning’).

2010 – A base Imagenet foi criada pelo grupo da pesquisadora Fei-Fei Li (Stanford).

Até 2012 - Large Scale Visual Recognition Challenge (LSVRC) tinha taxas de erros de 28% à 26%.

2012 - Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, e Geoff Hinton conseguiram taxa de erro de 16% no desafio (Alexnet + GPU).

2016 - Hikvision Research Institute (ShanghaiTech University) consegue 1% em *Scene Classification*.

Aprendizagem Profunda: "O milagre!"

2018 - Turing Award para os criadores do Deep Learning.



Yoshua Bengio



Geoffrey Hinton



Yann LeCun

Referências

Cap 1 livro Russel e Norvig

Profa Maria das Graças B. Marietto, UFABC

Extras

- “RNA, O RETORNO” - *Deep Learning*