

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

INTRODUÇÃO

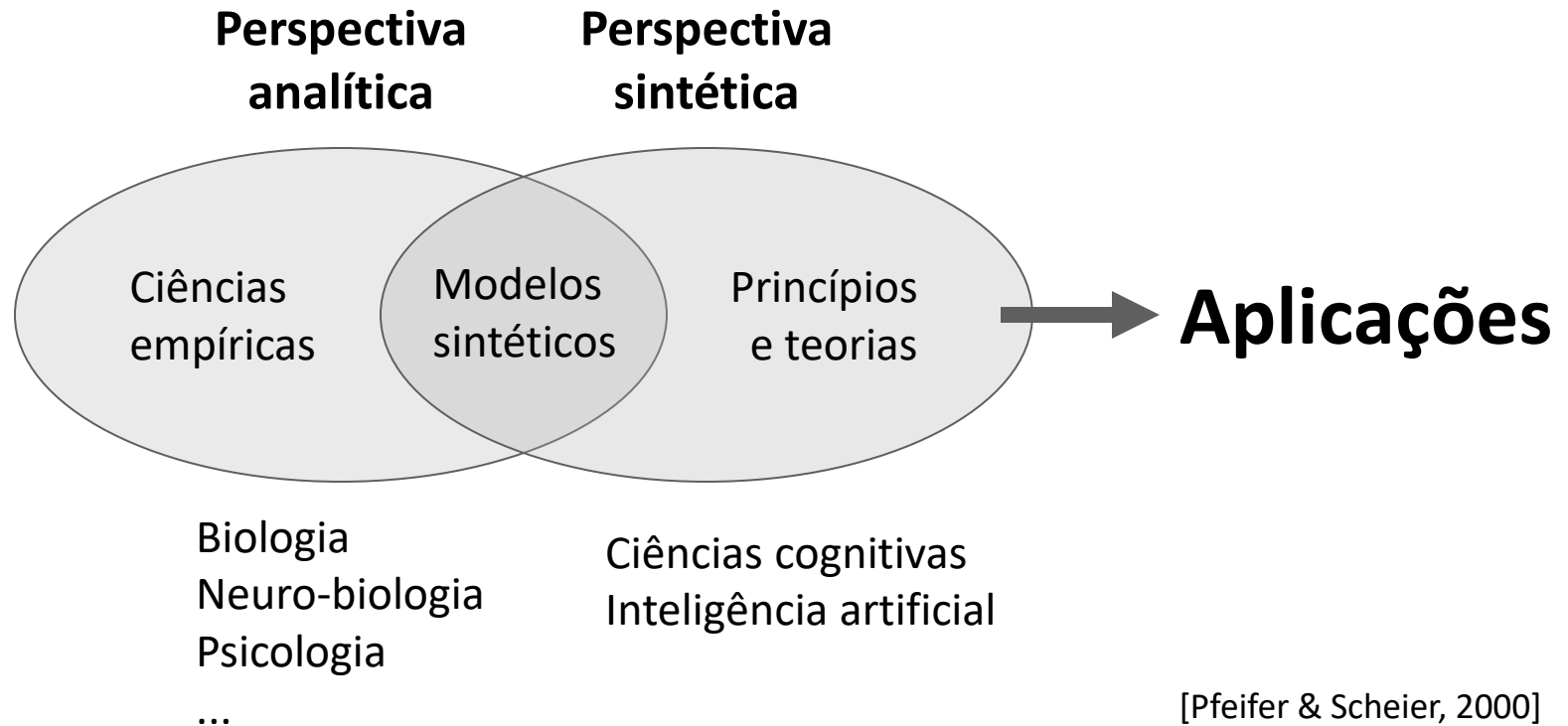
Luís Morgado

ISEL-DEETC

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Artificial Intelligence, or AI, is the field that studies the synthesis and analysis of computational agents that act intelligently.

[Poole & Mackworth, 2010]



[Pfeifer & Scheier, 2000]

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

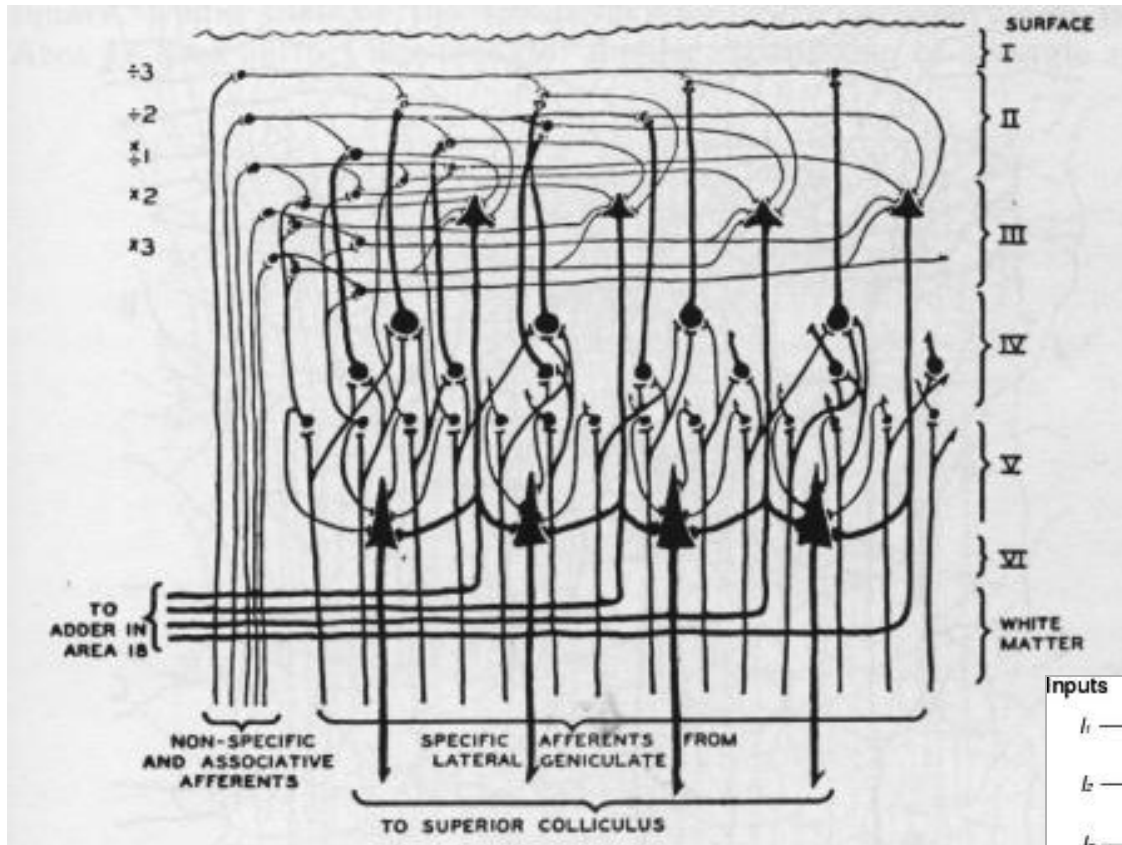
- **1ª Fase** (anos 30, 40 e 50): Impacto fundamental nas arquiteturas e paradigmas computacionais:
 - Teoria da Computação
 - Cibernética
 - Teoria dos Sistemas
 - Arquiteturas Computacionais



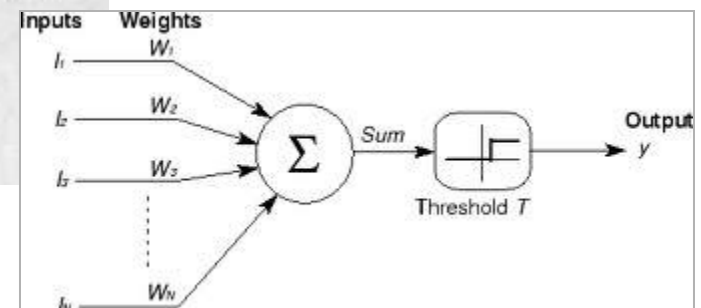
A ***Arquitetura de von Neumann*** continua a ser a **principal arquitetura de suporte dos sistemas computacionais actuais**.

MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

McCullock & Pitts publicam *“A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”* (1943)

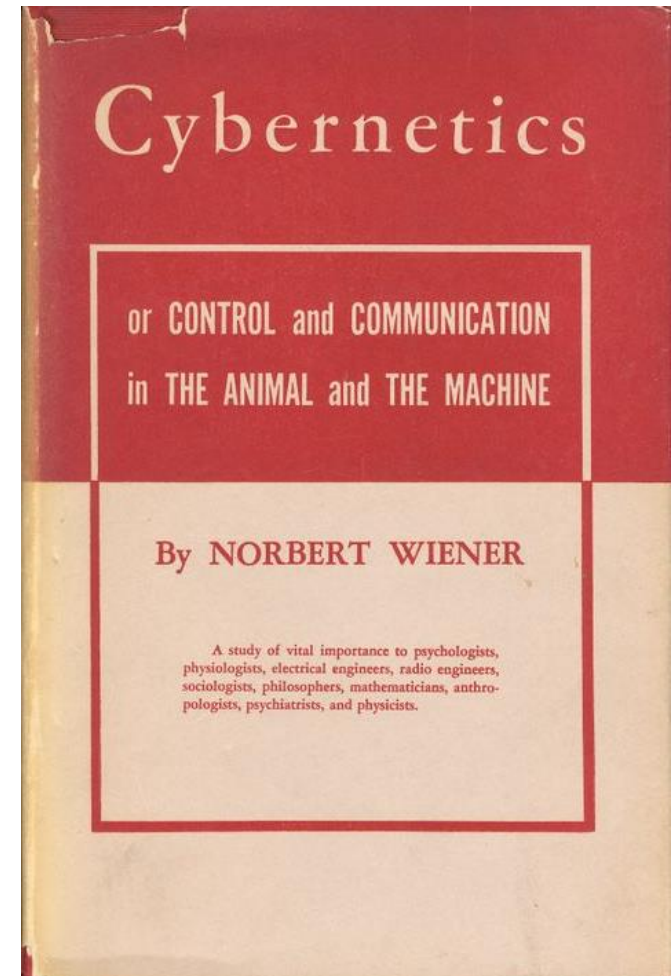
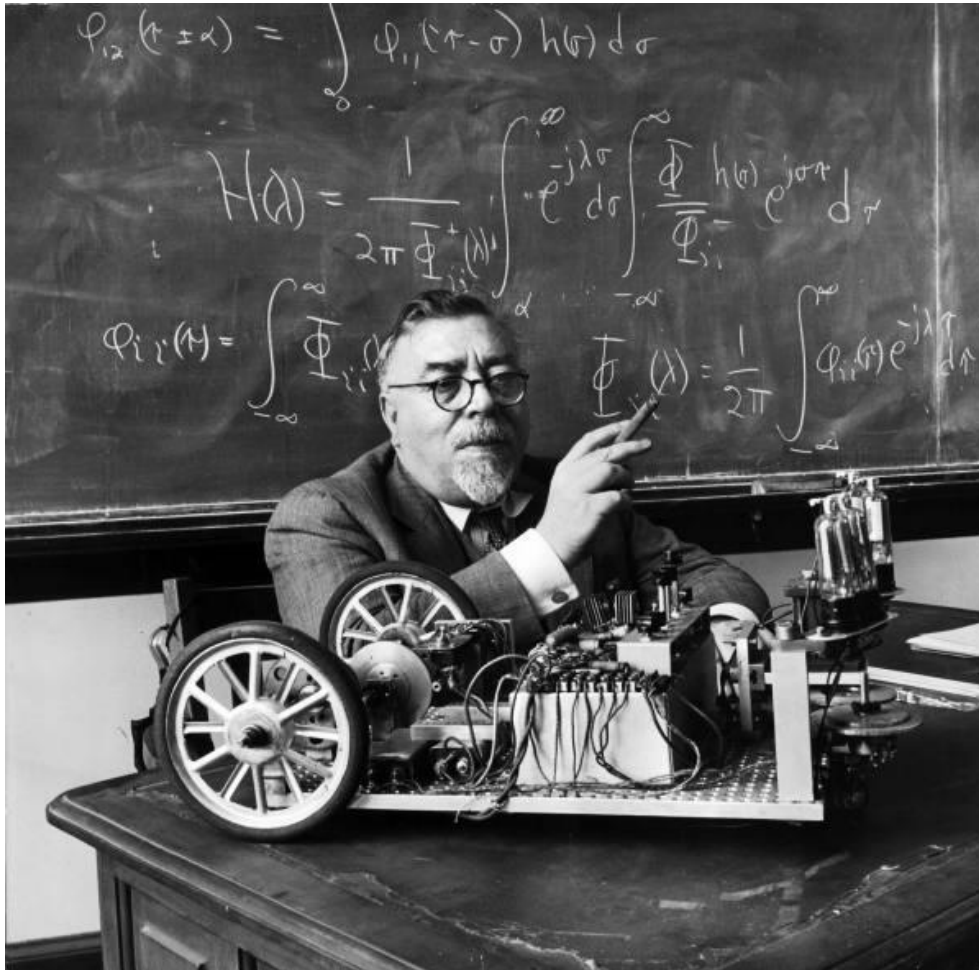


BULLETIN OF Mathematical Biophysics	
CONTENTS	
A MATHEMATICAL THEORY OF PHOTOPHOSPHORIC PROTEIN HENRY E. STANTON	91
A THEORY OF ELECTRICAL POLARITY IN CELLS: II ROBERT A. WILLARDSON	161
GREEN'S FUNCTIONS IN BIOLOGICAL POTENTIAL PROBLEMS ALVIN R. WOODBURY	167
FURTHER CONTRIBUTIONS TO THE MATHEMATICAL ANALYSIS OF VISUAL ABSTRACTS N. RABINOVICH	177
SOME OBSERVATIONS ON THE SIMPLE NEURON CIRCUIT WALTER PITTS	171
DELAYED ADSORPTION AND DIFFUSION IN COLLOIDAL MEDIA BERNARD BRANSON	171
AN EXPRESSION FOR THE RATE OF RETURN OF AN ION AFTER ARTIFICIAL DEPOLARIZATION R. E. SANDER	179
LETTER TO THE EDITOR An Extension of Spatio-Math due to Neurophysiology LEONARD E. HARRIS, JR.	185
VOLUME FOUR SEPTEMBER 1942 NUMBER THREE	



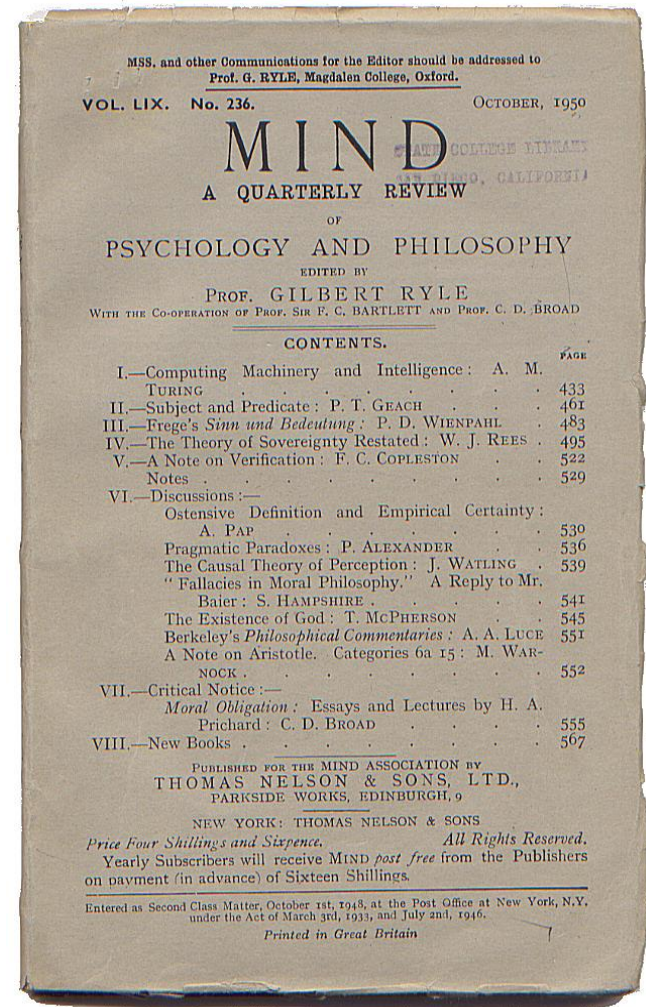
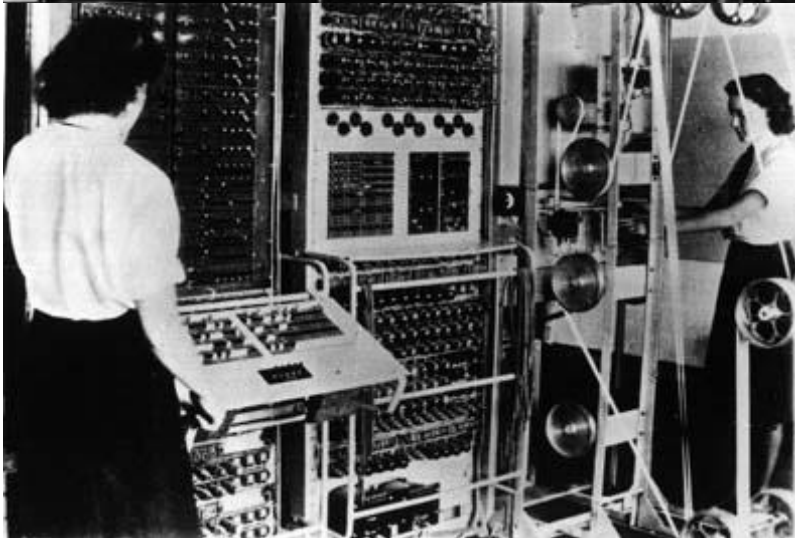
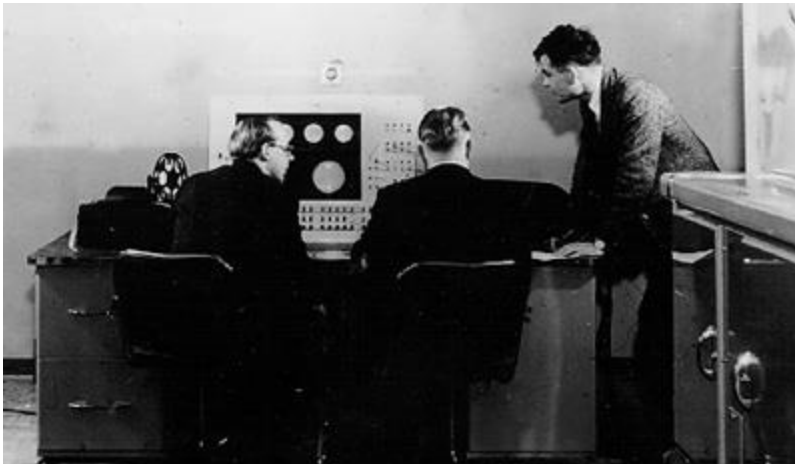
MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

Norbert Wiener publica “*Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*” (1948)



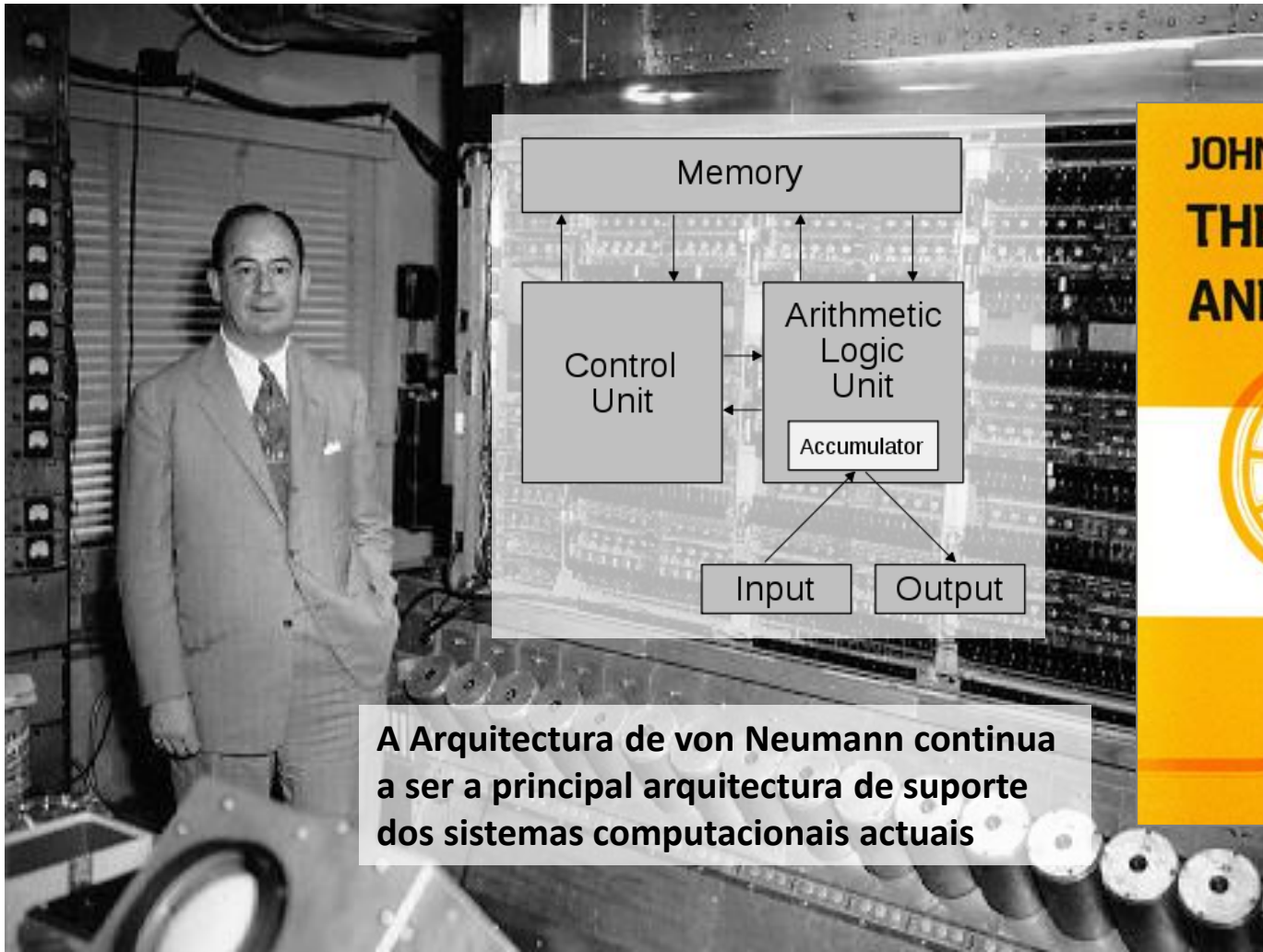
MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

Alan Turing publica "*Computing Machinery and Intelligence*" (1950)



MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

John von Neumann publica “*The Computer and the Brain*”
(1958)



A Arquitetura de von Neumann continua a ser a principal arquitetura de suporte dos sistemas computacionais actuais

MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

Claude Shannon publica uma análise detalhada do jogo de xadrez com base em técnicas de procura (1950)

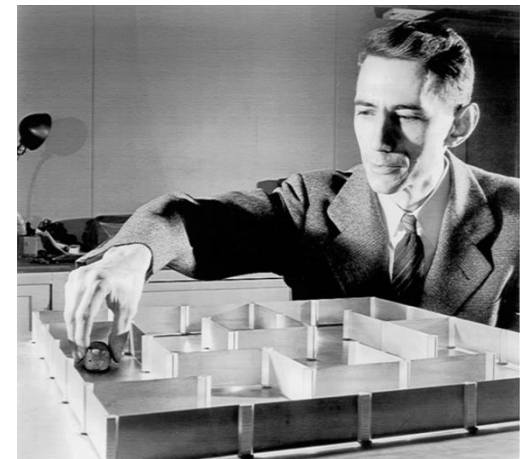


Shannon's chess machine, 1950

Computer pioneer Claude Shannon and chess champion Edward Lasker at MIT, ponder the computational aspects of playing chess at Shannon's early relay-based chess machine.

[<http://www.computerhistory.org>]

$$H = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$$

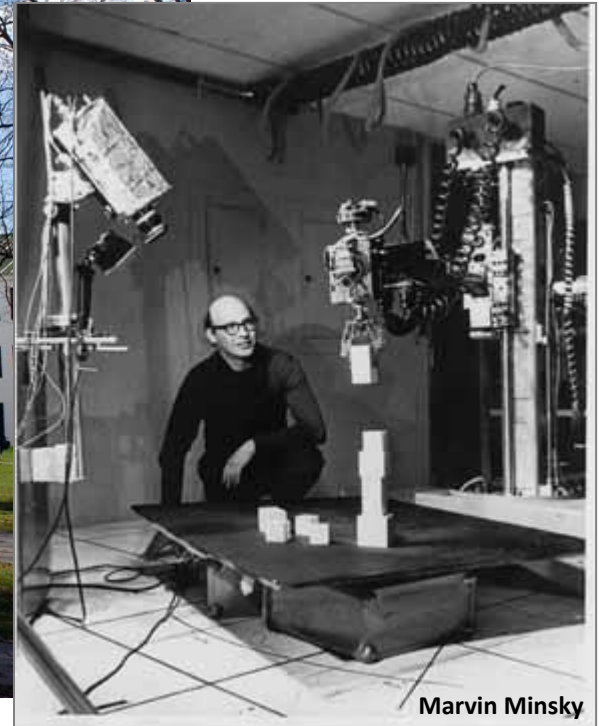
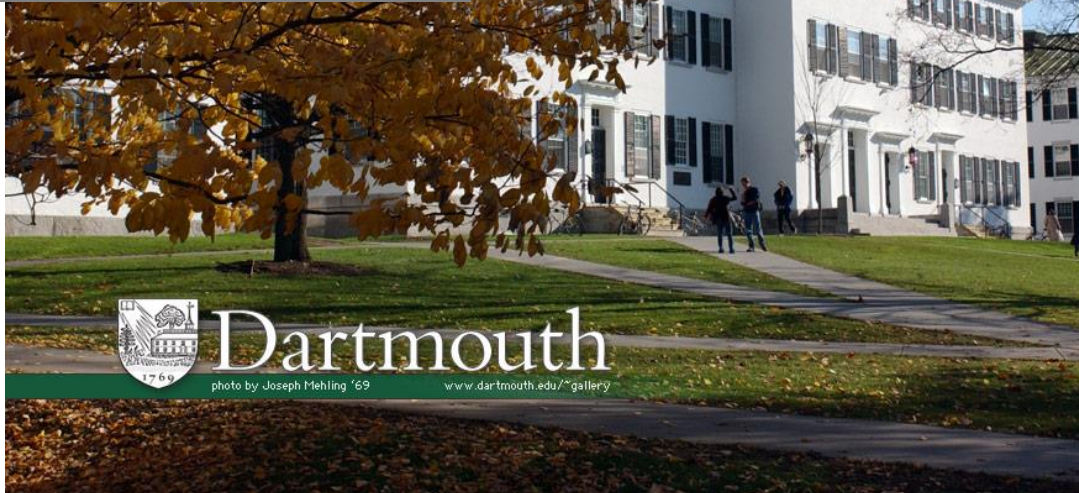
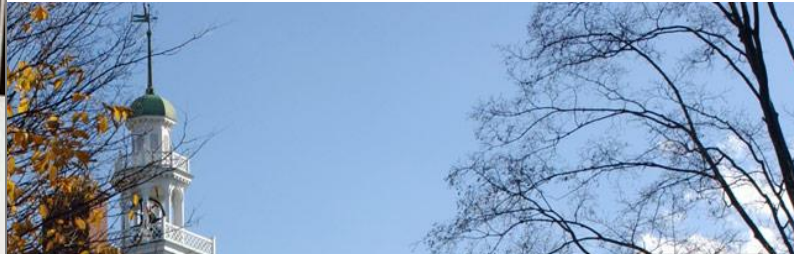


MARCOS DE EVOLUÇÃO DA IA

John McCarthy propõe a designação *Inteligência Artificial* como tópico da *Dartmouth Conference* (1956)



John McCarthy



Marvin Minsky

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

- **2ª Fase** (anos 50, 60):
 - Linguagem LISP (McCarthy 1956)
 - Tornou-se uma das linguagens que mais influenciou os paradigmas computacionais e a ciência da computação
 - Representação de Conhecimento (e.g. Quillian 1966)
 - Influência importante no desenvolvimento do paradigma orientado por objectos, em particular com o surgimento das representações baseadas em Frames (Minsky 1975)
 - Métodos de inferência (e.g. Robinson 1965)
 - Programação em lógica
 - Permitiu mais tarde o desenvolvimento da linguagem PROLOG

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

- **Anos 60,70:** Problemas

- Progresso mais lento do que o esperado

- Expectativas demasiado altas

- Problemas de escalabilidade

- Ambientes de laboratório muito simplificados

- **Complexidade computacional**

- Explosão combinatória

- Aparentes limitações fundamentais de algumas técnicas utilizadas

- Enfatizadas como impedimentos ao progresso
(e.g. limitações de redes neurais)



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

- **3ª Fase** (anos 80): O retomar do progresso
 - Progressiva implantação na indústria
 - Técnicas de inteligência artificial utilizadas em múltiplas aplicações concretas
 - **5Gen** (*Fifth Generation Project*) - Japão
 - Retorno das redes neurais
 - Algoritmo de retro-propagação (*backpropagation*)
 - Diferentes arquiteturas de redes neurais
 - Implantação de novas áreas de investigação
 - Algoritmos genéticos
 - Vida artificial
 - Sistemas periciais
 - Aprendizagem
 - Planeamento automático
 - Visão artificial

**Tentativa de replicar
comportamentos humanos
em sistemas artificiais!**

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

4ª Fase (anos 1990, 2000):

– Integração com múltiplas tecnologias:

- *Automated vehicles control*
- *Supply chain control*
- *Knowledge management*
- *Search engines*
- *Fraud detection*
- *Preemployment selection*
- *Tax audit screening*
- *Network management*
- *Email filtering*
- *Business intelligence*
- *Stock market advising*
- *Adaptive hardware*
- *Image analysis*
- ...

Um estudo do Departamento de Comércio dos EUA, de 1994, estimava que **70% a 80% das empresas da *Fortune 500* utilizavam tecnologia de IA.**

Focos principais:

- **Aplicação prática**
- **Convergência tecnológica**

11-05-1997: DEEP BLUE VENCE CAMPEÃO MUNDIAL DE XADREZ



2011: IBM WATSON VENCE CONCURSO JEOPARDY



DeepMind ALPHA-GO (Jogo do Go)

2015: Pela primeira vez um computador vence um jogador profissional

2016: Alpha-Go vence um dos melhores jogadores profissionais de Go

2017: Alpha-Go Zero vence Alpha-Go

2017: AlfaZero vence 3 programas campeões mundiais também em xadrez e shogi



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

5ª Fase (actualidade):

- Maturidade
- Difusão generalizada

RETAILERS CITE THE TECHNOLOGY TRENDS SHAPING THE FUTURE PERCENTAGE OF RESPONDENTS PLANNING INVESTMENTS BY 2021



2021 70%

INTERNET OF THINGS

Giving a digital voice to people, processes and things to improve the customer experience, enhance supply chain visibility and expand revenue opportunities.



2021 68%

MACHINE LEARNING / COGNITIVE COMPUTING

Analytics and predictive models to help retailers personalize customer experiences and enhance inventory demand, forecasting and visibility.



2021 57%

AUTOMATION

Automation for packing and shipping orders, inventory tracking, checking in-store inventory levels and assisting customers in finding items.

APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA

SISTEMAS ROBÓTICOS

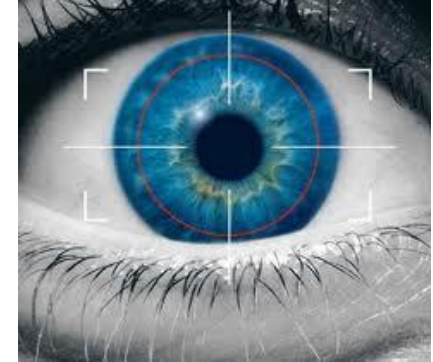
Domésticos, industriais, militares

iRobot®



APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA

RECONHECIMENTO DE PADRÕES E VISÃO ARTIFICIAL



APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA

JOGOS DE COMPUTADOR E APLICAÇÕES INTERACTIVAS



APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA

CONTROLO LOGÍSTICO

Gestão de materiais e transportes

Sistemas de armazenamento

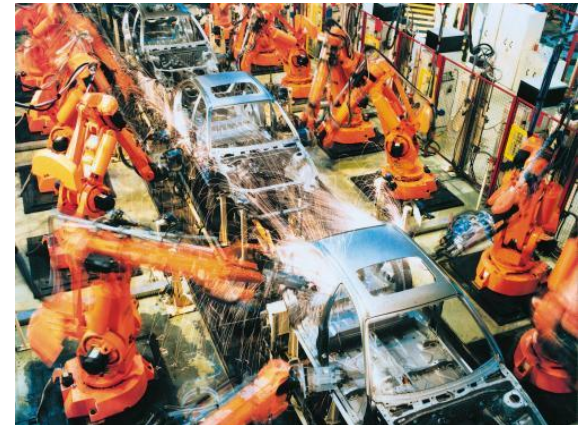
Instalações industriais



INSTALAÇÕES FABRIS

Automação de linhas de produção
(e.g. indústria automóvel)

Escalonamento de produção



SERVIÇOS DE LARGA ESCALA

Produção e distribuição de energia

Captação e distribuição de água

Telecomunicações



APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA

CORREIOS

Reconhecimento automático de endereços
Separação e encaminhamento de correio



BANCOS

Leitura automática de cheques
Verificação de assinaturas
Apoio à decisão na atribuição de crédito
Detecção automática de fraudes



MERCADOS FINANCEIROS

Gestão de investimentos
Transacções financeiras



TRANSPORTE INTELIGENTE (ITS)

PRINCIPAIS PARADIGMAS DE IA

CONEXIONISTA

A inteligência é uma propriedade emergente das interações de um número elevado de unidades elementares de processamento

SIMBÓLICO

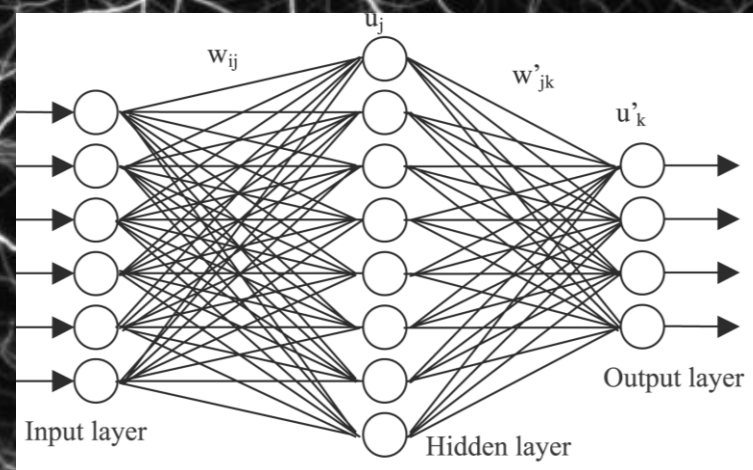
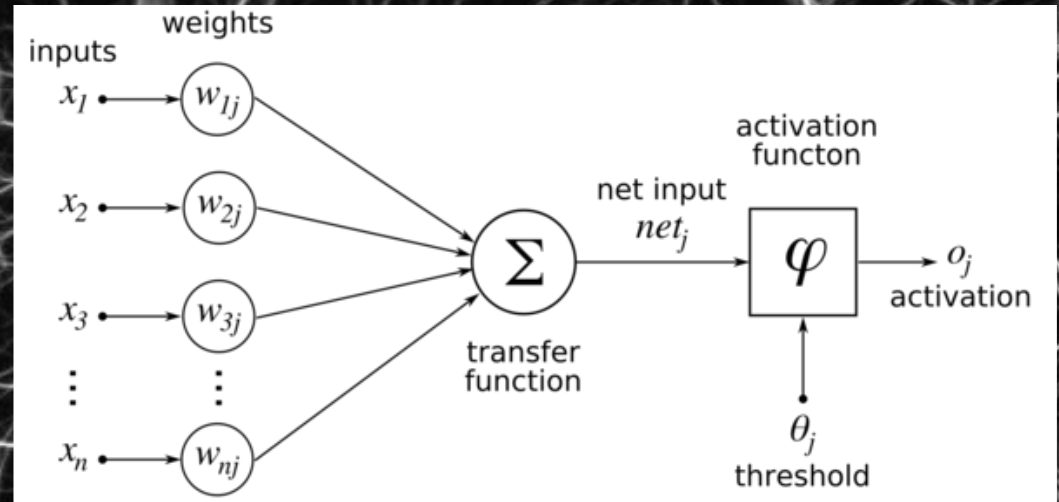
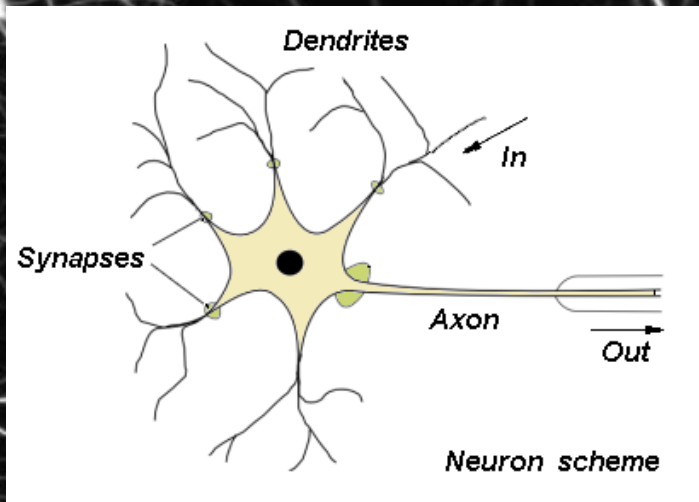
A inteligência é resultante da acção de processos computacionais sobre estruturas simbólicas

COMPORTAMENTAL

A inteligência resulta da dinâmica comportamental individual e conjunta de múltiplos sistemas a diferentes escalas de organização

PARADIGMA CONEXIONISTA

NEURÓNIO REDE NEURONAL



PARADIGMA SIMBÓLICO

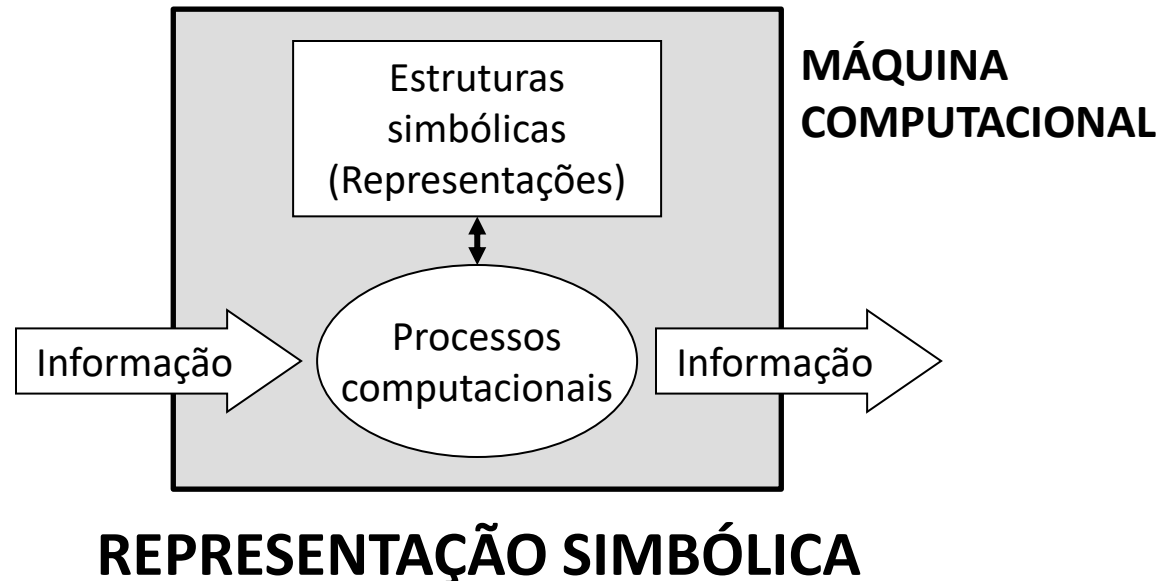
HIPÓTESE DO SISTEMA DE SÍMBOLOS FÍSICO

(Alan Newell e Herbert Simon, 1976)

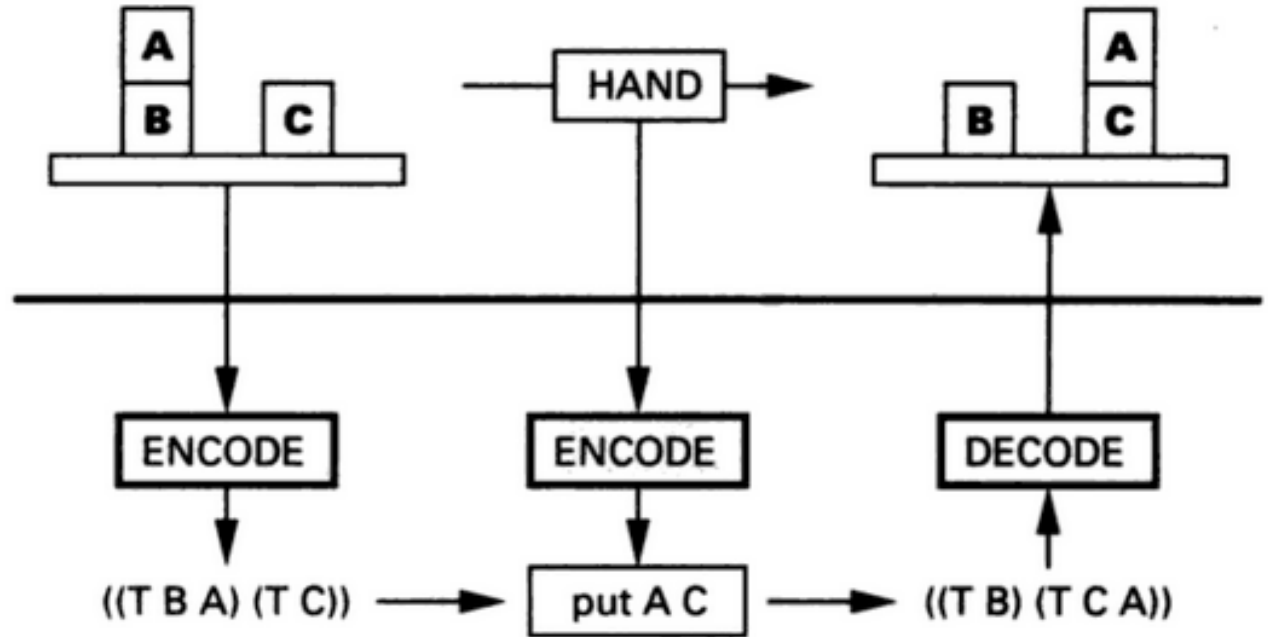
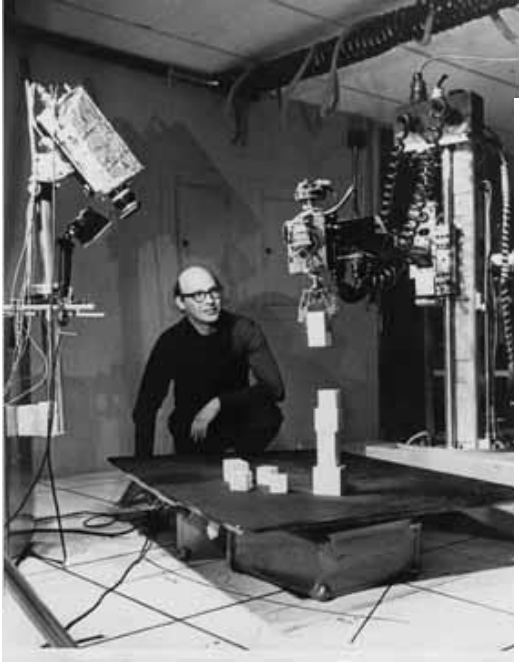
Um **sistema de símbolos físico** tem os **meios necessários e suficientes** para a **actividade inteligente em geral**.

Independentemente desta conjectura ser ou não verdade a computação simbólica tornou-se um dos suportes principais da inteligência artificial.

INTELIGÊNCIA = PROCESSOS + ESTRUTURAS SIMBÓLICAS



PARADIGMA SIMBÓLICO

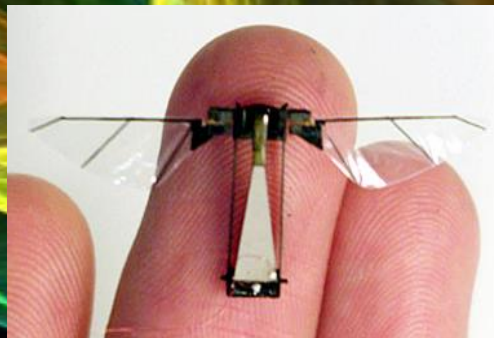
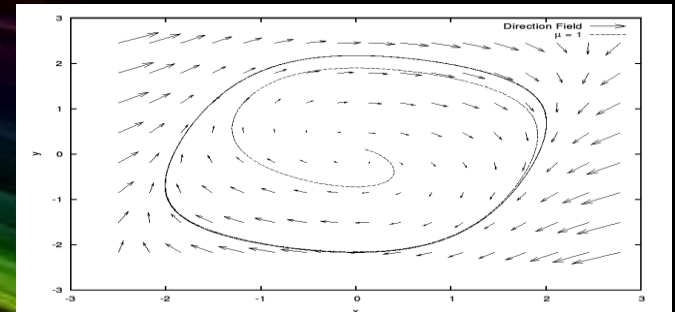


[Newell, 1994]

REPRESENTAÇÃO E PROCESSAMENTO SIMBÓLICO

PARADIGMA COMPORTAMENTAL

AGENTE
INTERACÇÃO
COMPORTAMENTO (EMERGENTE)
VIDA ARTIFICIAL

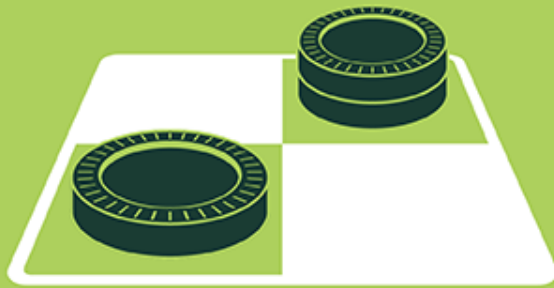


INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

- **Inteligência Artificial Restrita (*Fraca*)**
 - Inteligência definida no âmbito de uma tarefa específica
 - Jogar xadrez, reconhecer imagens
- **Inteligência Artificial Geral (*Forte*)**
 - Inteligência definida em âmbitos gerais
 - Aplicável a diferentes tarefas
 - Capacidade adaptativa

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Early artificial intelligence stirs excitement.



MACHINE LEARNING

Machine learning begins to flourish.



DEEP LEARNING

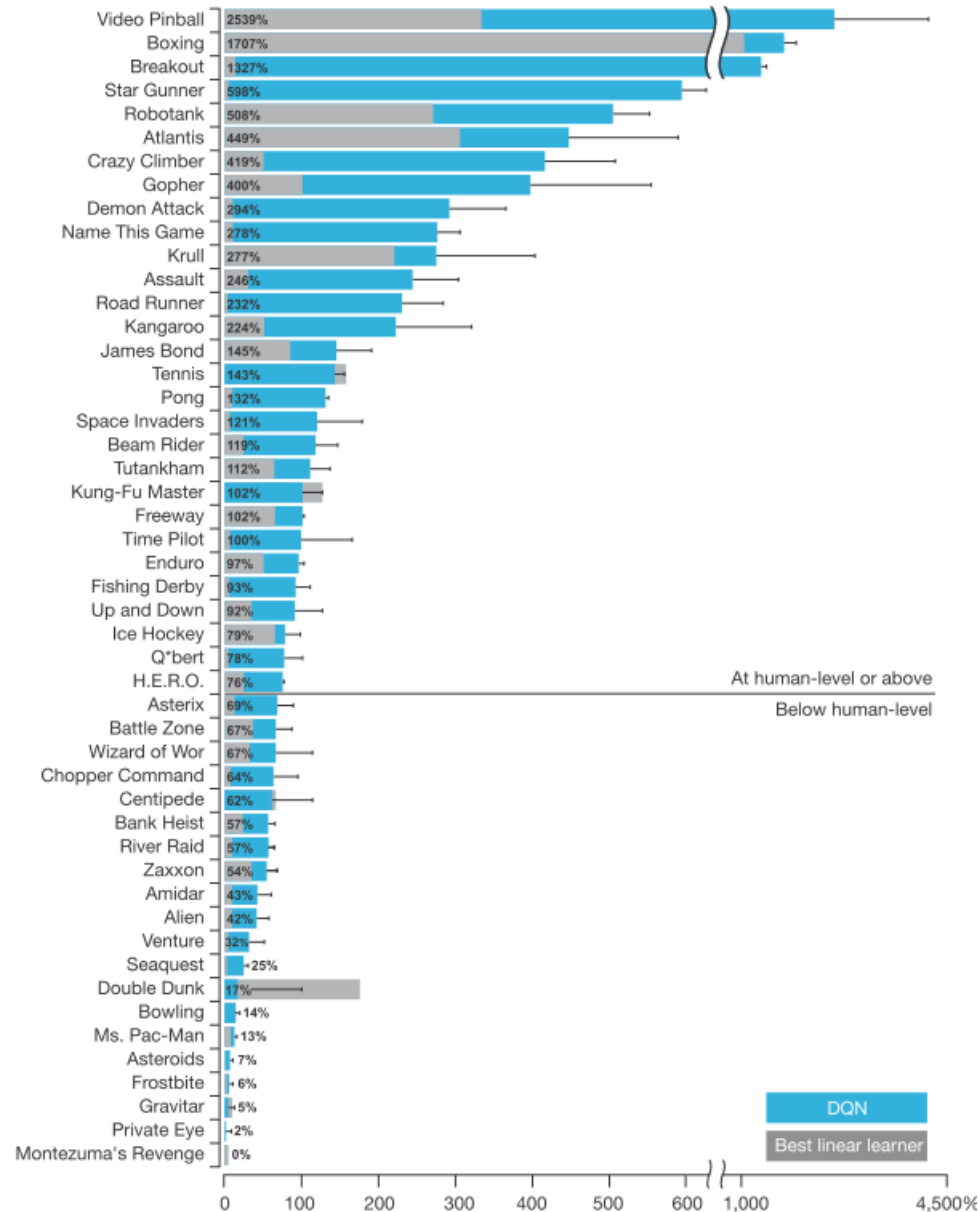
Deep learning breakthroughs drive AI boom.



Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL vs. NATURAL

[Human-level control through deep reinforcement learning, Volodymyr Mnih, *et al.*, 2015]



LIMITES COMPUTACIONAIS

COMPUTABILIDADE E NÃO-COMPUTABILIDADE

Existe alguma actividade que não possa ser feita de forma mecânica (algorítmica) ?

Um problema é solúvel algorítmicamente se existe uma Máquina de Turing que resolva esse problema.

EXISTEM PROBLEMAS INSOLÚVEIS ALGORITMICAMENTE!

(Alan Turing, 1936)



BIBLIOGRAFIA

[Poole & Mackworth, 2010]

D. Poole, A. Mackworth, *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*, Cambridge University Press, 2010.

[Gardner, 1993]

H. Gardner, *Frames Of Mind: The Theory Of Multiple Intelligences*, Basic Books, 1993.

[Ben-Jacob, 1998]

E. Ben-Jacob, *Bacterial Wisdom, Godel's Theorem and Creative Genomic Webs*, Physica A 48,57-76, 1998.

[Damásio, 2003]

A. Damásio, *O Sentimento de Si*, Publicações Europa-América, 2003.

[Mainzer, 1990]

K. Mainzer, *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind and Mankind (4th ed.)*, Springer, 2004.

[Franklin, 1997]

S. Franklin, *Artificial Minds*, Bradford Books, 1997