

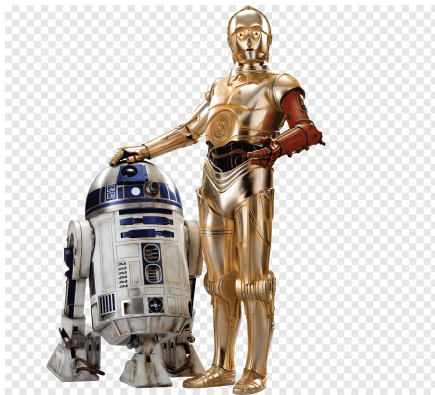
# Inteligência Artificial

## Fundamentos e Aplicações

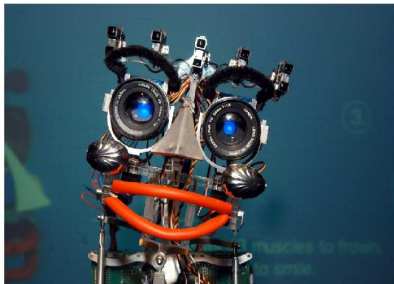
Profa. Jerusa Marchi

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Informática e Estatística

# Inteligência Artificial?

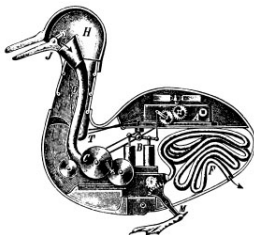


# Inteligência Artificial?



# Precursores

- Gregos (século I): Autômatos movidos com cordas e molas (<https://www.tecmundo.com.br/robotica/66432-tecnologia-conheca-6-robos-imaginados-antiguidade.htm>)
- Jacques de Vaucanson (1739): O pato



- Wolfgang van Kempelen (1770): Autômato Jogador de Xadrez ([https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical\\_Turk](https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_Turk))
- Charles Babbage (1834) e Ada Lovelace: Máquina Analítica

# Precursos Modernos

- Século XIX: Reformulações na lógica
  - ▶ George Boole - Álgebra Booleana
  - ▶ Gottlob Frege - Lógica de Predicados
  - ▶ Bertrand Russel e Alfred Whitehead - Correlação entre a Lógica e Matemática
- Século XX:
  - ▶ Wittgenstein - estrutura lógica implícita na linguagem
  - ▶ Quine, Carnap e Tarski - Formalização do raciocínio e do conhecimento, lógica moderna
  - ▶ Alan Turing - máquina de Turing, 1936
  - ▶ Claude Shannon - "A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits", 1938
  - ▶ John von Neumann - memória e programa armazenado

# Precursores Modernos

- Alan Turing ("Computing Machinery and Intelligence", 1950) - Máquinas podem pensar? Introdução do Teste de Turing
- John McCarthy, Marvin Minsky, Herbert Simon e Allen Newell (1956) - Workshop de verão no Dartmouth College, início da inteligência artificial enquanto ciência

# O que é Inteligência Artificial?

Ramo da ciência da computação ao mesmo tempo recente (oficialmente a IA nasceu em 1956) e muito antigo, pois a IA foi construída a partir de idéias filosóficas, científicas e tecnológicas herdadas de outras ciências, algumas tão antigas quanto a lógica, com seus 23 séculos.

# O que é Inteligência Artificial?

Algumas definições operacionais:

- “Uma máquina é inteligente se ela é capaz de solucionar uma classe de problemas que requerem inteligência para serem solucionados por seres humanos” (McCarthy e Hayes, 1969).
- “Inteligência Artificial é a parte da ciência da computação que compreende o projeto de sistemas computacionais que exibam características associadas, quando presentes no comportamento humano, à inteligência” (Handbook of AI, 1981).
- “Inteligência Artificial é o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais” (Charniak e McDermott, 1985).



# O que é Inteligência Artificial?

Conjunto de técnicas para resolver *problemas complexos*, isto é, problemas que, apesar de não terem solução *algorítmica*, são solucionados por *seres humanos*.

# O que é Inteligência Artificial?

## Objetivos da Inteligência Artificial

- Criação de teorias e modelos para a capacidade cognitiva.
- Implementação de sistemas computacionais baseados nestes modelos (arcabouços).
- Implementação de aplicações para a solução de problemas reais.

# Evolução

- Fase Clássica (1956 - 1970): infância
- Fase Romântica (1970 - 1980): adolescência
- Fase Moderna (1980 - 1990): adulta
- E Agora? - Revisitação das Fases à luz da Internet e da alta capacidade de processamento

# Fase Clássica (1956 - 1970)

Objetivo: simular a inteligência humana

- Métodos: Solucionadores Gerais de Problemas e Lógica
- Principal limitação: subestimação da complexidade computacional dos problemas
- Principais consequências:
  - ▶ desenvolvimento de técnicas para manipulação simbólica (técnicas de busca heurística)
  - ▶ desenvolvimento da área de complexidade computacional (explosão combinatória)
  - ▶ desenvolvimento de lógicas não-clássicas (lógica nebulosa, lógica modal, etc.)

# Fase Clássica (1956 - 1970)

## Alguns Sistemas Representativos:

- Logic Theorist - Allen Newell e Herbert Simon (1956)
  - ▶ Provador de teoremas
  - ▶ Provou 38 dos 52 teoremas do capítulo 2 do Principia Mathematica (Whitehead e Russel)
  - ▶ usava memória de forma exponencial ao número de variáveis lógicas
- LISP - McCarthy (1962)
  - ▶ Processamento de listas
  - ▶ Uma das mais usadas linguagens da área de IA

# Fase Clássica (1956 - 1970)

## Alguns Sistemas Representativos:

- Eliza - Weizenbaum (1966)
  - ▶ simula um diálogo em linguagem natural
  - ▶ reconhecimento de palavras chave nas frases
- STUDENT - Marvin Minsky e estudantes do MIT (1968)
  - ▶ resolvidor de problemas de álgebra
  - ▶ análise sintática da linguagem

## Fase Romântica (1970 - 1980)

Objetivo: simular a inteligência humana em situações pré-determinadas.

- Métodos: formalismos de representação de conhecimento adaptados ao tipo de problema, mecanismos de ligação procedural visando maior eficiência computacional
- Principal limitação: subestimação da quantidade de conhecimento necessária para tratar mesmo o mais banal problema de senso comum
- Principais consequências:
  - ▶ surgimento de conceitos como: tempo compartilhado, processamento simbólico de listas (LISP), ambientes de desenvolvimento de software e orientação a objetos
  - ▶ exigência de uma maior formalização matemática

# Fase Romântica (1970 - 1980)

## Alguns Sistemas Representativos:

- General Problem Solver - Allen Newell e Herbert Simon (1972)
  - ▶ prova de teoremas
  - ▶ resolver problemas como *Torre de Hanoi*, *Missionários e Canibais* e *Jarros d'água*
  - ▶ surgimento dos sistemas de produção
- SHRDLU - Winograd (1972)
  - ▶ mundo de blocos
  - ▶ o programa “compreende” as instruções
  - ▶ não há aprendizado
  - ▶ inspiração para a revisão de objetivos da IA



# Transição entre a Fase Romântica e a Fase Moderna

## Surgimento dos primeiros Sistemas Especialistas (SE)

- DENDRAL - Feigenbaum (1971) - Primeiro sistema especialista
- análise química de materiais

SE chamaram a atenção dos empresários

- idéia: colocar à venda um produto genérico (para ser vendido em caixas)
- Ferramenta para a construção de SE
- problema: o que inserir na ferramenta (aquisição e representação de conhecimento)

A IA está onde sempre esteve:  
na tentativa de entender o comportamento inteligente a ser modelado

## Fase Moderna (1980 - 1990)

Objetivo: simular o comportamento de um especialista humano ao resolver problemas em um domínio específico

- Métodos: Sistemas de regras, representação da incerteza, connexionismo
- Principal limitação: subestimação da complexidade do problema de aquisição de conhecimento
- Principais consequências:
  - ▶ A IA passa a ser vista não com fim, mas como meio.
  - ▶ desenvolvimento de diversas ferramentas para solucionar problemas específicos

## Fase Moderna (1980 - 1990)

- Linhas Simbólica, Conexionista e Evolutiva
- Dissociação entre a IA Fraca e Forte

# Linha Simbólica da IA

- Usar a capacidade de armazenamento e processamento de um computador para guardar e manipular *conhecimento* (Top-Down) *utiliza formalismos do tipo lógico para simular o comportamento inteligente expresso através da linguagem*
- Buscar meios eficientes para Representação e Manipulação de Conhecimento
- O conhecimento é codificado em regras do tipo **Se ... então** descritas em linguagem de alto nível
- O computador emula a metodologia e a atuação de um especialista humano: teste de hipóteses

## Modelos:

- Sistemas Especialistas
  - ▶ Aplicações: sistemas de auxílio jurídico, sistemas de auxílio médico, sistemas de auxílio à tomada de decisão (nível gerencial), sistemas de predição (bolsa de valores, meteorologia), tutores inteligentes (e-learning), jogos, etc.
- Raciocínio Baseado em Casos
  - ▶ Aplicações: sistemas de Help Desk, sistemas de auxílio a projetos (eng. civil, mecânica, elétrica), etc.
- Lógica Nebulosa ou Fuzzy
  - ▶ Aplicações: Sistemas de controle (industriais, tráfego urbano), sistemas elétricos e eletrônicos em geral (câmeras digitais, freios ABS, etc.)

# Linha Conexionista da IA

- Usar a capacidade de processamento de um computador para simular estruturas básicas, cuja ação conjunta resulta em um comportamento inteligente (Bottom-up)  
*visa à modelagem da inteligência humana através da simulação dos componentes do cérebro (neurônios)*
- Primeiros trabalhos (1943): desenvolvimento do primeiro modelo matemático de um neurônio, pelo neurofisiologista, filósofo e poeta americano Warren McCulloch, e pelo lógico Walter Pitts.
  - ▶ As linhas conexionista e simbólica nasceram praticamente juntas: o livro publicado após o encontro em Dartmouth College, em 1956, já continha um artigo a respeito de redes neurais.

# Linha Conexcionista da IA

Domínios onde são comuns aplicações da técnica de redes neurais:

- Reconhecimento de padrões em geral ( visão computacional, reconhecimento de face, voz, iris, digitais, caracteres escritos, etc.)
- Processamento de sinais (filtragem)
- Previsão (variação de carga elétrica, tráfego de redes de computadores, meteorologia, cotações da bolsa de valores, ataques a redes de computadores, etc.)
- Diagnóstico de falhas (em processos de produção), auxílio em diagnósticos médicos (tumores)
- Controle de processos (industriais, navegação robótica, controle de tráfego urbano, controle de tráfego aéreo, etc.)

# Linha Evolutiva da IA

- Usar a capacidade de processamento de um computador para simular estruturas básicas, cuja ação conjunta resulta em um comportamento inteligente (Bottom-up)  
*simula a evolução natural para encontrar soluções para problemas complexos*
- Ramo da ciência da computação que propõe um paradigma alternativo ao processamento de dados convencional: simular o processo de seleção natural, descrito por Darwin em *A origem das espécies* visando a solução de problemas complexos
- Não exige, para resolver um problema, o conhecimento prévio de uma maneira de encontrar uma solução ou qualquer tipo de modelo matemático do problema
- Primeiros trabalhos: 1960, Holland e outros biólogos e geneticistas interessados em simular os processos vitais em computador.



# Linha Evolutiva da IA

## Aplicações:

- Problemas de Otimização: rotas aéreas, terrestres, tráfego em redes de computadores, escalonamento de tarefas em fábricas, montagem de grades de horários (escolas, empresas), etc.
- Processamento de imagens: alinhamento de imagens (médicas, de satélites) obtidas da mesma área em momentos diferentes,
- Sistemas Classificadores

# Outras técnicas e seus domínios de Aplicação

## Processamento de Linguagem Natural (LLMs)

- tradução automática de texto
- identificação da linguagem falada (ação, transformar em texto)
- identificação da linguagem escrita (leitura, correção gramatical)
- chatbots de conversação em linguagem natural

## Ontologias: correlação de conceitos dentro de um domínio

- Aplicações: Busca inteligente de informações na Web (agentes inteligentes e web semântica), Comércio Eletrônico (e-commerce), Gestão de Conhecimento, etc.

# Outras técnicas e seus domínios de Aplicação

## IA Distribuída: Sistemas Multiagentes e Solução Distribuída de Problemas

- Sociedade da Mente - Minsky
- Aplicações: robótica, controle de tráfego aéreo, distribuição de energia elétrica, telecomunicações (Smart Cities).

## Robótica / Robótica Cognitiva

- representação de conhecimento
- percepção
- planejamento de trajetória
- controle
- tomada de decisão
- adaptação

# O que rola por ai?

Construção civil

Chão de Fábrica/Centros de Distribuição

Agricultura de larga escala

Colheita de frutas

Tecnologia Nacional para Manejo do Campo

IA na Pesca

Manutenção Automotiva

Veículos Autônomos - China

Veículos Autônomos - EUA

Saúde

Futuro?

IA 2027

# Inteligência Artificial

## Bibliografia:

- G. Bittencourt, *Inteligência Artificial: Ferramentas e Teorias*, 3<sup>a</sup> Edição, Editora da UFSC, Florianópolis, SC, 2006 (cap. 1)
- H. Gardner, *A Nova Ciência da Mente*, Editora EDUSP, 2003 (cap. 1 e 3)
- Artigo:
  - ▶ J. McCarthy, *What is Artificial Intelligence?*, 2004.