

Inteligência Artificial



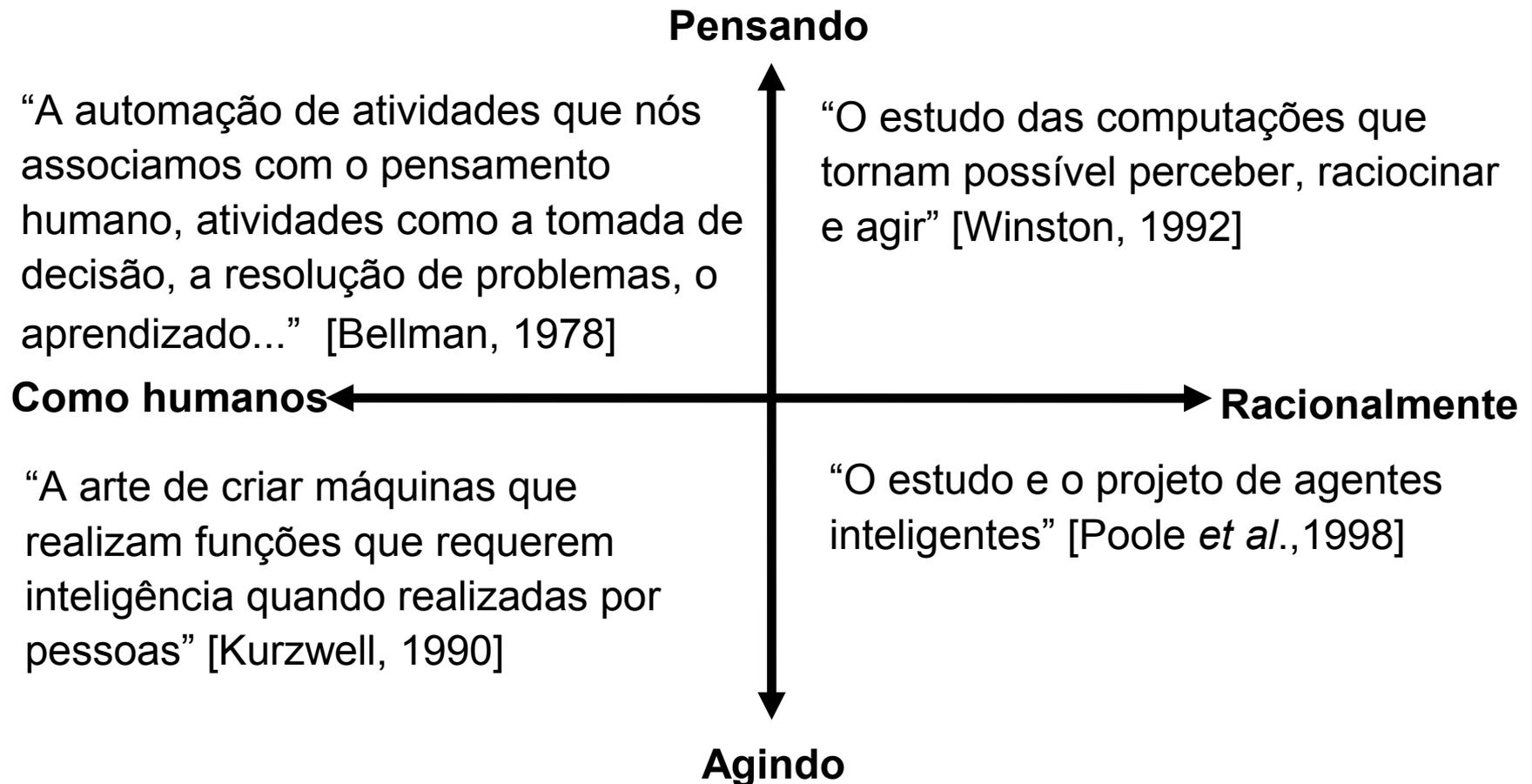
Prof. Dr. Sérgio Silva
Prof^a. Josiane M. Pinheiro

Baseado no Cap. 2 do livro de Stuart Russel e Peter Norving - "Inteligência Artificial", 2^a ed.

O que é Inteligência Artificial?

- Durante milhares de anos procuramos entender como pensamos
 - Como um mero punhado de matéria pode perceber, compreender, prever e manipular um mundo muito maior?
- A IA tenta além de entender, também **construir entidades inteligentes**
- Subcampos
 - Área de uso geral: aprendizado e percepção
 - Tarefas específicas: jogos de xadrez, demonstração de teoremas matemáticos, criação de poesia e diagnóstico de doenças
- Um campo universal: sistematiza e automatiza tarefas intelectuais

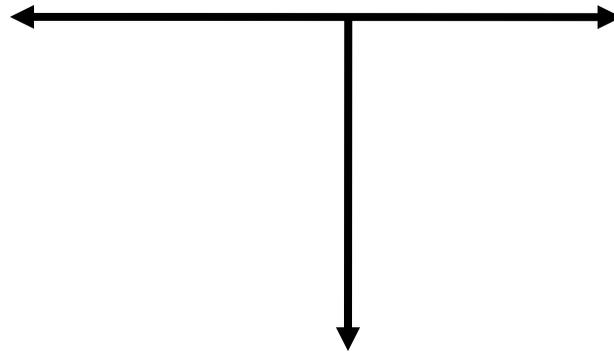
Quatro pontos de vista sobre AI



Agindo como humanos

- Alan Turing (1950) propõe o **Teste de Turing**
 - “*Computing Machinery and Intelligence*”
[<http://www.abelard.org/turpap/turpap.htm>]
 - As máquinas podem se comportar inteligentemente?
 - Teste operacional para comportamento inteligente: O JOGO DA IMITAÇÃO
 - Previu que, em 2000, as máquinas teriam 30% de chance de enganar uma pessoa leiga por 5 minutos

Agindo como humanos



O Interrogador



Agindo como humanos

- Para passar no Teste de Turing é necessário:
 - Processamento de Linguagem Natural
 - Representação de Conhecimento
 - Raciocínio Automático
 - Aprendizagem de máquina

- Teste de Turing Total
 - Visão Computacional
 - Robótica

Agindo como humanos

- Eliza e Júlia são softwares que tentaram passar no teste
- Atualmente pesquisadores em IA tem dedicado pouco esforço para passar no teste de Turing
 - Acreditam que é mais importante estudar os princípios básicos da inteligência do que reproduzir um ser inteligente
 - O desafio do vôo artificial
 - Teve sucesso quando os pesquisadores pararam de imitar os pássaros e estudaram a aerodinâmica

Pensando como humanos

- Programas pensam como humanos => como os humanos pensam?
- Como a mente humana trabalha por dentro?
 - Através de introspecção
 - Através de experimentos psicológicos
- Uma teoria precisa do funcionamento da mente => possibilidade de expressar a teoria no computador

Pensando como humanos

- Newell e Simon (1961) – *General Problem Solver* (GPS)
 - Estavam preocupados em comparar as formas de seu raciocínio às formas do raciocínio humano para resolver os mesmos problemas
- **Ciência Cognitiva** – modelos computacionais da IA + técnicas experimentais da psicologia
 - Tentar construir teorias precisas e testáveis a respeito dos processos de funcionamento da mente humana
- IA e ciência cognitiva ajudam uma a outra, especialmente em áreas de visão computacional, linguagem natural e aprendizagem

Pensando racionalmente

- Aristóteles => tentou codificar o pensamento correto (processos de raciocínio irrefutáveis, incontestáveis)
 - Silogismos = conclusões corretas para premissas corretas
 - “Sócrates é um homem” e “Todo homem é mortal”, então “Sócrates é mortal”
- As leis do pensamento deveriam governar as operações da mente => início da lógica
- Desenvolvimento da lógica formal (séculos 19 e 20) => fornece uma notação precisa para declarar sobre todos os tipos de coisas do mundo e as relações entre elas
- Em 1965 existiam programas que podiam resolver *qualquer* problema solucionável descrito em notação lógica
 - Se não houver uma solução o programa pode nunca mais parar

Pensando racionalmente

- A tradição **logicista** da IA tenta desenvolver tais programas para criar sistemas inteligentes
- Obstáculos da abordagem:
 - Dificuldade de passar conhecimento informal para termos formais (notação lógica) – principalmente quando o conhecimento é impreciso
 - Existe uma grande diferença entre ser capaz de resolver um problema e fazer isto na prática
 - Problemas pequenos podem esgotar os recursos computacionais se não tiverem alguma orientação de quais etapas de raciocínio ele deve tentar primeiro

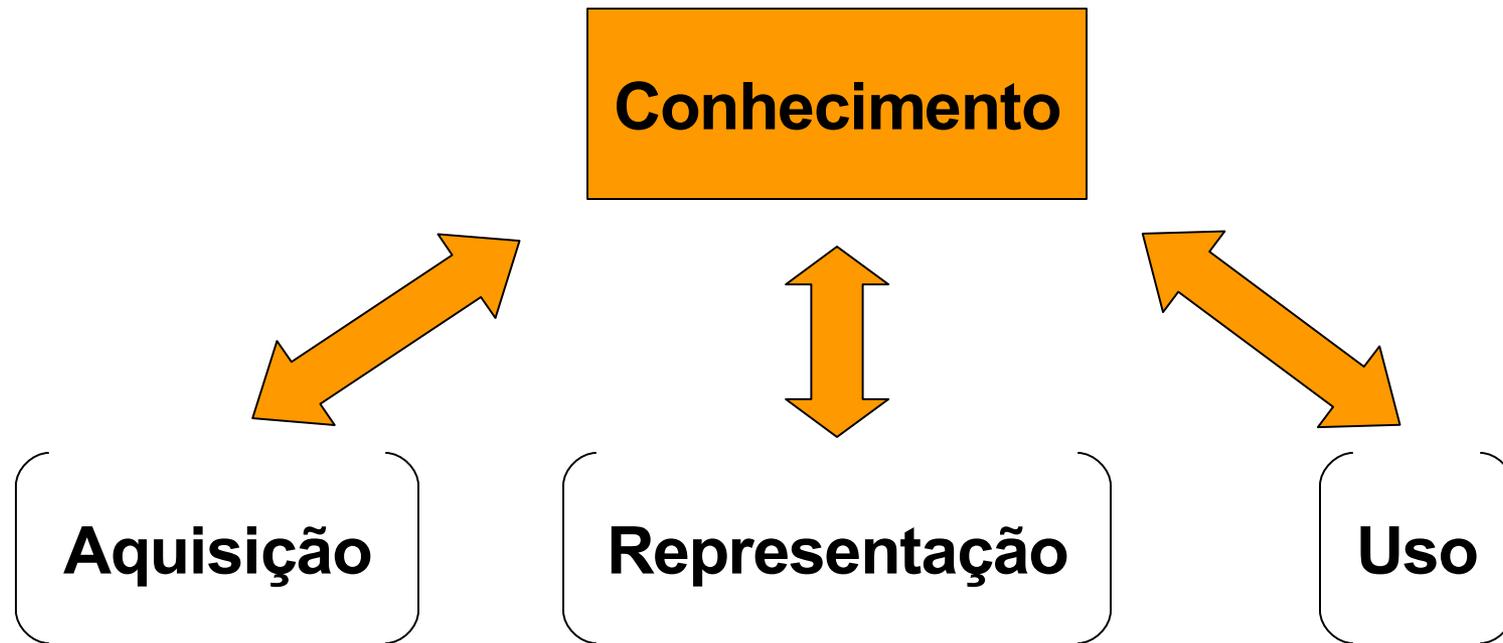
Agindo racionalmente: o agente racional

- Agente computacional X programas
 - Operar sob controle autônomo, perceber seu ambiente, adaptar-se às mudanças ser capaz de assumir metas
- Agente racional => age para alcançar o melhor resultado (esperado)
- Comportamento Racional → FAZER A COISA CERTA → aquilo que maximiza o objetivo, dada a informação disponível
- Fazer inferências corretas é parte de uma agente racional
 - Agir racionalmente é raciocinar logicamente sobre o objetivo que uma dada ação irá alcançar, e então agir

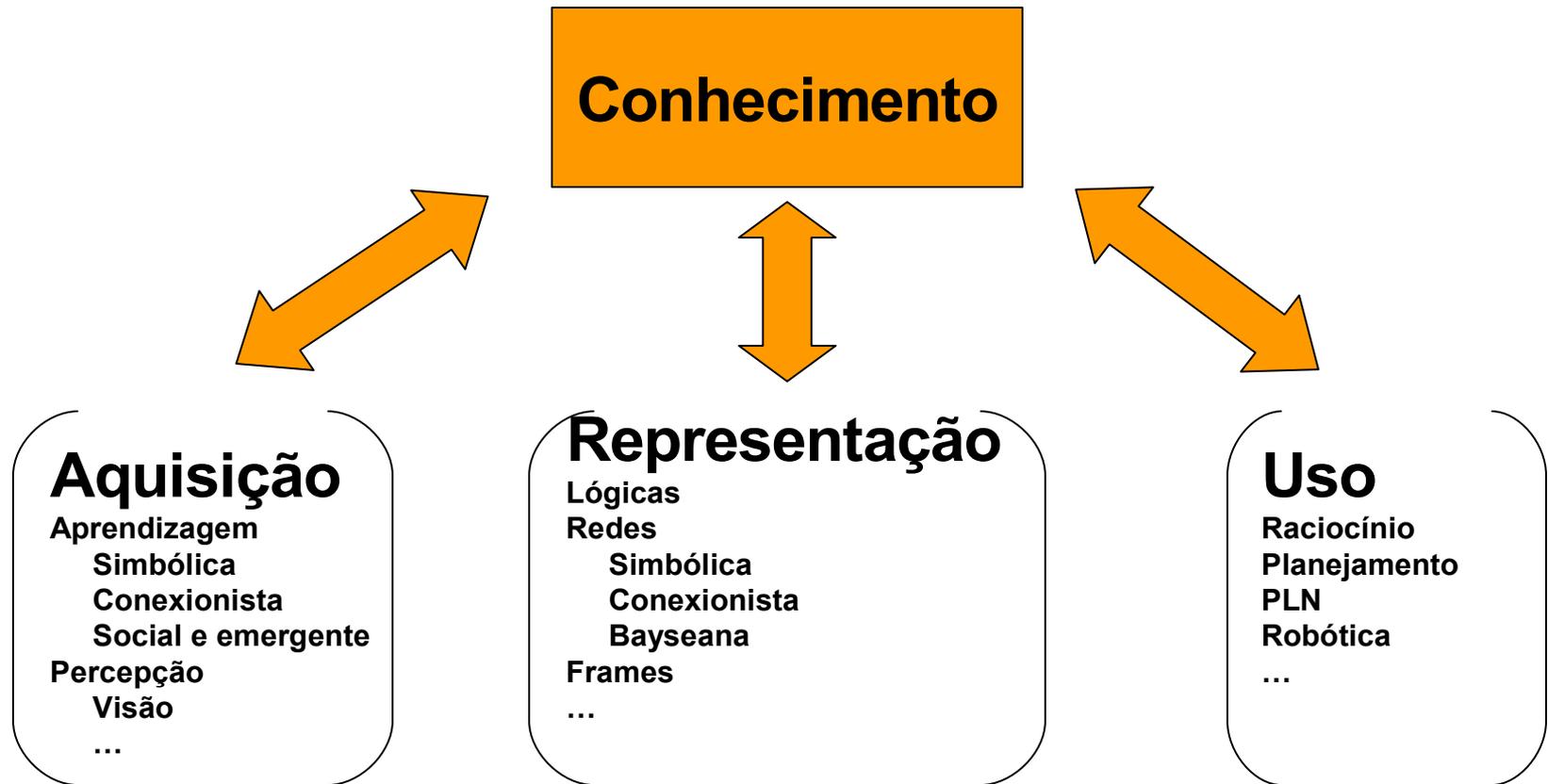
Agindo racionalmente

- Inferência correta não representa toda a racionalidade
 - Algo deve ser feito, mas não existe algo comprovadamente correto
 - Agir racionalmente às vezes não envolve inferência. Ex: tirar a mão de algo quente
- Obs.: Limitações computacionais tornam a racionalidade perfeita inalcançável.

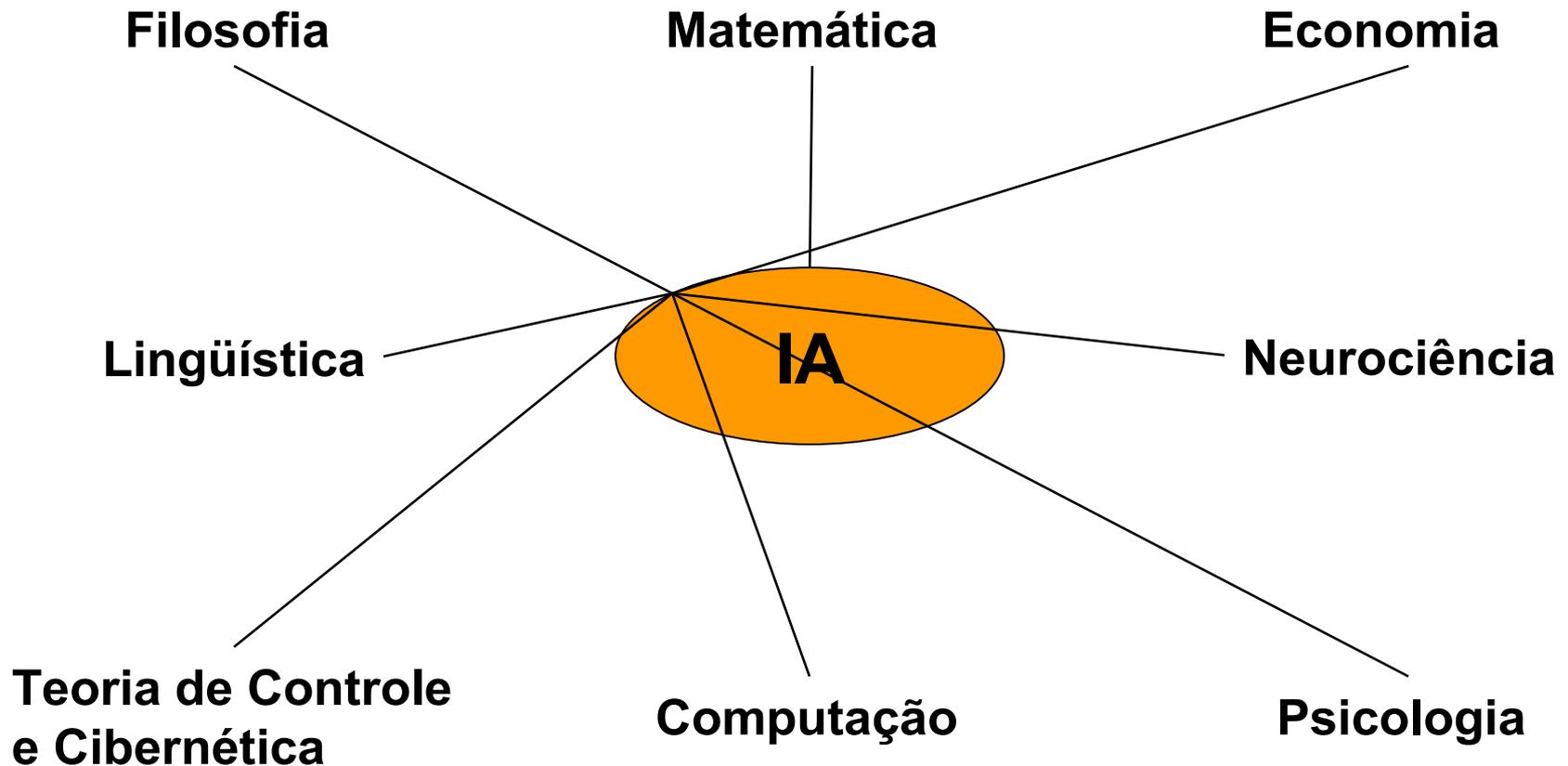
Qual é o núcleo do problema?



Sub-áreas de IA



Fundamentos da inteligência artificial



Filosofia (428 B.C. - presente)

- Lógica e métodos de raciocínio
 - Aristóteles (384-322 a.C.) – **silogismos**, noção de intuição
 - Ramon Lull (1315) – artefato mecânico para raciocínio útil
 - Thomas Hobbes (1588-1679) – raciocínio semelhante à computação numérica
 - Leonardo da Vinci (1500) – projeto de uma calculadora mecânica
 - Wilhelm Leibniz (1623) – primeira máquina de calcular conhecida

- A mente como um sistema físico
 - René Descartes (1596-1650) – **Dualismo** – mente isenta das leis da física (matéria)
 - **materialismo**, onde todas as coisas do mundo (inclusive o cérebro e a mente) opera segundo leis físicas

Filosofia (428 B.C. - presente)

- A origem do conhecimento
 - Francis Bacon's (1561-1626) - **empirismo**, conhecimento está baseado na observação e na experiência
 - Hume (1739) - **princípio da indução** - regras gerais são adquiridas pela exposição e repetidas associações entre seus elementos
 - Ludwig Wittgstein (1889-1951) e Bertrand Russel (1872-1970) - **positivismo lógico** - observações que correspondem ao sensores de entrada
 - Carnap e Carl Hempel (1905 - 1997) – **teoria da confirmação** – tentava compreender como o conhecimento pode ser adquirido a partir da experiência

- Racionalidade

Matemática (800-presente)

- Representação formal e lógica clássica
 - George Boole (1847) - linguagem formal para fazer inferências lógicas - **lógica booleana**
 - Gottlob Frege (1879) - formou a **lógica de predicados** de primeira ordem, que é utilizada em boa parte dos sistemas atuais (RC)
 - Alfred Tarski (1902-1983) - teoria que mostra como relacionar objetos em uma lógica a objetos do mundo real

- Algoritmos de prova
 - Kurt Gödel (1931) - **teorema da incompletude**, existem afirmações verdadeiras que são indecidíveis – sua verdade não pode ser estabelecida por qualquer algoritmo

Matemática (800-presente)

□ Indecidibilidade

- Alan Turing (1936) - modelo da máquina de Turing - determinar se um problema é ou não decidível (um problema é decidível se existe um algoritmo para ele)

□ Intratabilidade

- Cobham (1964) e Edmonds (1965) – intratabilidade - o tempo de execução dos problemas chamados intratáveis crescem exponencialmente em relação ao tamanho de suas instâncias

□ Teoria da NP-Compleitude

- Steven Cook (1971) e Richard Karp (1972) – método para reconhecer um problema intratável

Matemática (800-presente)

□ Teoria da Probabilidade

- Gerolamo Cardano (1501-1576) - teoria da probabilidade
- Tomas Bayes (1702-1761) – análise Bayesiana - regras para quantificar probabilidades subjetivas (tratamento de incerteza)

Economia (1776-presente)

- Economia: estuda como as pessoas fazem escolhas que levam a resultados preferenciais (utilidade)
- Utilidade
 - Léon Walras (1834-1910)
 - Frank Ramsey (1931)
- Teoria dos jogos e o comportamento econômico
 - John Von Neumann e Oskar Morgenstern (1944)
- Teoria da decisão = teoria da probabilidade + teoria da utilidade
 - Wellman (1965)
- Pesquisa operacional
 - Richard Bellman (1957) – processos de decisão de Markov

Neurociência (1861-presente)

- Como o cérebro processa informações?
 - Paul Broca (1861) – estudos em deficiência da fala em pacientes com cérebros danificados
 - Camillo Golgi (1873) – técnica de coloração para observar neurônios no cérebro
 - Santiago Ramon Cajal (1852-1934) – estudos pioneiros das estruturas de neurônios no cérebro
 - Hans Berger (1929) – eletroencefalógrafo – medição da atividade do cérebro intacto

Psicologia (1879-presente)

- Fenômenos de percepção e controle
 - H. S. Jennings (1906) – Introspecção
 - John Watson (1878-1958)- **behaviorism** (comportamentalismo) – medidas objetivas de percepção – estímulo e resposta
- O cérebro como um dispositivo de processamento de informações
 - Willian James (1842-1910) – Psicologia Cognitiva
- Passos entre a percepção e as ações
 - Kenneth Craik (1943) - especificou três passos chaves de um agente baseado em conhecimento:
 - (1) O estímulo é transformado em uma representação interna;
 - (2) A representação é manipulada por um processo cognitivo que deriva novas representações internas; e
 - (3) Esta representação é traduzida em uma ação.

Computação (1940-presente)

- A inteligência artificial necessita de duas coisas: inteligência e um artefato. Atualmente o computador é o artefato mais adequado.
 - Alan Turing e sua equipe
 - Máquina eletromecânica de Heath Robinson (1940) - decifrar mensagens Alemãs
 - Colossus (1943) – máquina de uso geral – utilizava válvulas
 - Konrad Zuse (1941) - Z-3 – primeiro computador programável, pontos flutuantes e a 1ª linguagem de programação de alto nível: Plankalkül
 - John Atanasoff e Clifford Berry (1942) – ABC – Primeiro computador eletrônico
 - John Mauchly e John Eckert - ENIAC (2º guerra - primeiro computador digital de propósito geral) – mais famoso pq seus conceitos ainda são utilizados
- Evolução do software: sistemas operacionais, linguagens de programação e ferramentas necessárias para escrever programas sofisticados

Teoria de controle e cibernética

- Projetos de sistemas que maximizem o objetivo
 - Ctesíbio de Alexandria (+ ou - 250 a. C.) – primeira máquina autocontrolada – um relógio de água com um regulador que mantinha o fluxo de água constante
 - James Watt (1736 – 1819) – regulador de máquinas a vapor
 - Cornelis Debbell (1572 – 1633) – Termostato e o submarino
 - Norbert Wiener (1894 - 1964) – Teoria de controle – possibilidade de máquinas dotadas de inteligência

Lingüística (1957-presente)

- Representação de conhecimento e gramática
 - B. F. Skinner (1957) - *Verbal Behavior* - Abordagem comportamentalista para o aprendizado da linguagem
 - Chomsky - exibiu como a teoria comportamentalista não está direcionada a noção de criatividade na linguagem
 - Ela não explicava como uma criança podia compreender e formar frases que nunca tinha ouvido antes.
 - IA + Lingüística = Lingüística computacional ou PLN
 - Compreensão da linguagem exige compreensão do assunto e do contexto (e não somente sintaxe)
 - Representação do Conhecimento – como colocar o conhecimento em uma forma que o computador possa utilizar – vinculado à linguagem

História da inteligência artificial

- **A gestação da inteligência artificial (1943-1956)**
 - Warren McCulloch e Walter Pitts (1943) – modelo de neurônios artificiais
 - Cada neurônio poderia estar “ligado” ou “desligado”
 - Troca para ligado ocorria como resposta aos estímulos para um número suficiente de neurônios vizinhos
 - Idéia de que as redes seriam capazes de aprender
 - Donald Hebb (1949) – regra de atualização dos pesos da rede
 - Marvin Minsky e Dean Edmonds (1951) – SNARC o primeiro computador de redes neurais, possuía 40 neurônios
 - Alan Turing (1950) – artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”

História da inteligência artificial

- **O nascimento da Inteligência Artificial (1956)**
 - John McCarthy, Minsky, Claude Shannon e Nathaniel Rochester (1956) – seminário de dois meses, com 10 participantes
 - Allen Newell e Herbert Simon – Logic Therorist – programa de raciocínio
 - McCarthy sugere o nome **Inteligência Artificial**

História da inteligência artificial

□ **Entusiasmo inicial, grandes expectativas (1952-1969)**

- A classe intelectual preferia acreditar que “uma máquina nunca poderá realizar X”
 - Os pesquisadores em IA respondiam naturalmente demonstrando um X após o outro
- Newell e Simon - *General Problem Solver* (GPS) - Programa projetado para resolver problemas como os humanos
- Nathaniel Rochester e Herbert Gelernter (1959) – Geometry Problem Solver – podiam demonstrar teoremas complicados para alunos de matemática
- Arthur Samuel (1952) – série de programas para jogar damas que podiam aprender

História da inteligência artificial

- McCarthy (1958) - **Lisp** - Um ano mais nova que FORTRAN
 - Advice Taker – 1º sistema de IA completo – princípios centrais de RC e raciocínio
 - Escassez e custo dos recursos computacionais => *time sharing*
- J. A. Robinson – método de resolução – algoritmo completo para demonstração de teoremas em lógica de primeira ordem
- Minsky - **Micromundos** - Problemas em um contexto limitado que requer inteligência para resolver
 - Ex: Mundo de blocos
- Frank Roseblatt (1962) – Perceptrons e o teorema de convergência

História da inteligência artificial

□ Uma dose de realidade (1966-1974)

- Herbert Simon – “futuro visível” – computadores lidarão com uma variedade de problemas correspondente à mente humana
 - previsão: dentro de dez anos um computador seria campeão de xadrez e provaria um teorema matemático significativo
- Dificuldade de tratar problemas complexos (exemplos testados eram muito simples)
- Principais problemas nas abordagens adotadas:
 - Os programas possuíam pouco, ou nenhum conhecimento sobre o problema objeto
- Problema de tradução Russo <-> inglês
 - Tradução exige conhecimento do assunto

História da inteligência artificial

- Intratabilidade de alguns problemas que AI estava tentando resolver (antes da teoria da NP-completude)
 - Ilusão do poder computacional ilimitado, computadores 1.000.000 x mais rápidos não resolvem o problema – explosão combinatória
 - Problemas NP-completos existem e novas abordagens devem ser adotadas
 - Machine evolution (algoritmos genéticos de hoje)
- Limitações fundamentais nas estruturas "básicas" que estavam sendo utilizadas para gerar um comportamento inteligente
 - Ex: Estrutura até então utilizada para representar redes neurais
 - Minsky (1969) – Os perceptrons podem aprender qualquer coisa que eles são capazes de representar, mas eles podem representar muito pouco.
- Cai o mito que em pouco tempo teríamos máquinas "super inteligentes"

História da inteligência artificial

- **Sistemas baseados em conhecimento (1969-1979)**
 - *Weak methods* (pouca informação sobre o domínio) – necessidade maior de computação
 - Surgimento dos Sistemas Especialistas
 - Conhecimento e regras sobre uma determinada especialidade
 - Separação entre conhecimento e mecanismo de raciocínio
 - Buchanan e outros – DENDRAL (1969) – conhecimento de química reduz a quantidade de computação
 - Feigenbaum e outros – MYCIN – diagnóstico de doenças infecciosas (450 regras)
 - Problemas do mundo real – representação de conhecimento teve que melhorar
 - Surgimento de novas LRCs
 - **Frames** (Minsky), abordagem mais estruturada baseada em classes e hierarquia de objetos

História da inteligência artificial

- **A IA se torna uma indústria (1980 – hoje)**
 - Digital Equipment Corporation – R1 (ajuda a configurar pedidos de novos sistemas de computadores)
 - Economia de 40 milhões de dólares (1986)
 - 1988
 - O grupo de IA da DEC tinha 40 sist. especialistas entregues
 - Du Pont - 100 SEs em uso e 500 em desenvolvimento
 - Economia de 10 milhões de dólares
 - Projetos ambiciosos no Japão e EUA (1981) – nunca atenderam suas metas
 - Indústria da IA: 1980 alguns milhões – 1988 bilhões de dólares

História da inteligência artificial

□ **O retorno das redes neurais (1986-presente)**

- Desenvolvimento continuou em outras áreas (física, psicologia)
- Recriação do algoritmo "*back-propagation*" (4 grupos diferentes)
- IA Tradicional x Redes Neurais

□ **Eventos recentes (1987-1995-2000)**

- Avanços e utilização de tecnologia para reconhecimento de imagem e fala/som.
- *Belief networks*, "probabilidade" que permite formalismo para tratar incertezas.
- Desenvolvimento de mecanismos lógicos para tratar incerteza.
 - Ex: lógica *fuzzy*, lógica modal, etc.

O estado-da-arte

- O que pode ser feito (usando IA) atualmente?
 - Planejamento autônomo e escalonamento (NASA)
 - Jogos: Deep Blue da IBM derrota Garry Kasparov campeão mundial de xadrez
 - Controle autônomo: Sistema de visão computacional ALVINN treinado para dirigir um automóvel
 - Diagnóstico: Programas de diagnóstico médico com explicação
 - Planejamento logístico e programação de execução de transporte
 - Robótica: Ao ponto de ajudarem em microcirurgias
 - Reconhecimento de linguagem e resolução de problemas