


# Inteligência Artificial

Prof. Marcos Quinet  
Pólo Universitário de Rio das Ostras – PURO  
Universidade Federal Fluminense – UFF

## No capítulo anterior...

- Conceitos básicos;
- Abordagens da I.A. (lógica simbolista vs. Lógica conexionista);
- Dificuldades no processamento da I.A. (pressupostos falsos);
- Áreas de problemas da I.A.;
- (Breve) história da I.A. e áreas de pesquisa.



# Capítulo 2

## Fundamentos da inteligência artificial

---

# Introdução

- Ao se falar em inteligência artificial, a primeira dificuldade que surge não se refere ao planejamento e modelagem do sistema, e sim a definição de “inteligência”.
- Como discutido anteriormente, os problemas são divididos em quatro áreas, e para cada uma delas, a complexidade se enquadra em um nível distinto, portanto, dizer que o sistema é inteligente também se enquadra em uma definição distinta deste conceito.

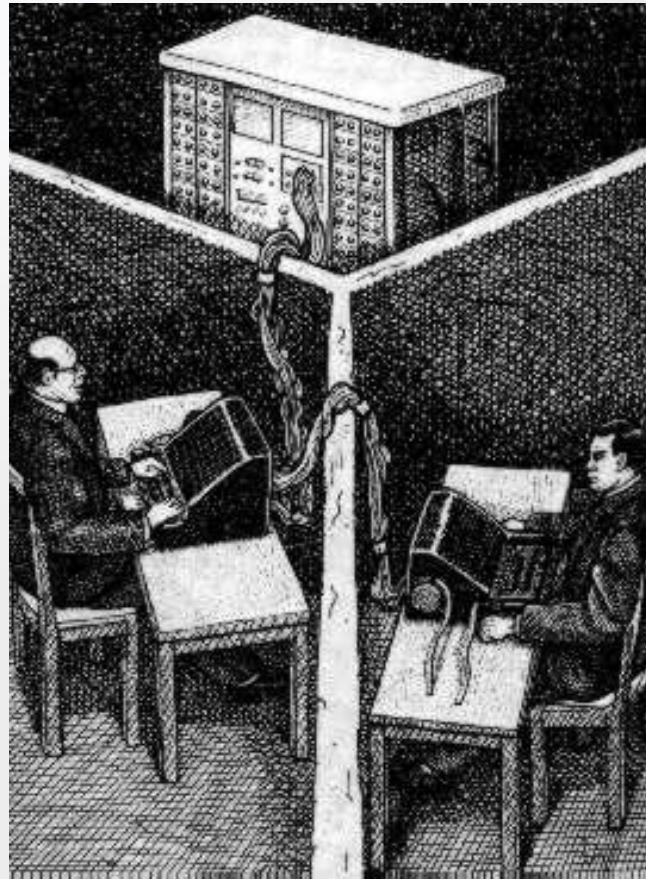
# Teste de Turing

- Basicamente, um sistema inteligente é um sistema que é bem-sucedido nas ações que desempenha. A partir deste conceito, o primeiro modelo para fornecer uma definição operacional e satisfatória de se medir a inteligência de um sistema foi através do **teste de Turing**.
- Proposto por Alan Turing em 1950, consiste em um teste onde um sistema seria aprovado no teste se fosse capaz de responder corretamente as perguntas de um interrogador humano – uma entidade inegavelmente inteligente.

# Teste de Turing

- O interrogador humano é colocado em uma sala junto a um terminal eletrônico, enviando perguntas e recebendo respostas através deste a um suposto participante da conversa em outra sala.
- Se após enviar algumas perguntas e receber algumas respostas, como em um diálogo normal entre duas pessoas sobre um assunto qualquer, o interrogador humano não for capaz de determinar com certeza se as respostas vêm de uma pessoa ou não, então o sistema é aprovado no teste de Turing e, conseqüentemente, é considerado inteligente.

# Teste de Turing



No teste de Turing, o interrogador pode ser colocado para interagir tanto com outro ser humano quanto com um computador

# Teste de Turing

- Apesar de aparentemente trivial, para ser capaz de ser aprovado neste teste, o sistema precisa apresentar as seguintes capacidades:
  - Processamento de linguagem natural: permitir que se comunique com sucesso em um idioma natural;
  - Representação de conhecimento: armazenar o que sabe ou ouve;
  - Raciocínio automatizado: usar as informações armazenadas para responder as perguntas e tirar novas conclusões;
  - Aprendizado de máquina: ser capaz de se adaptar a novas circunstâncias para detectar e extrapolar padrões.



# Teste de Turing

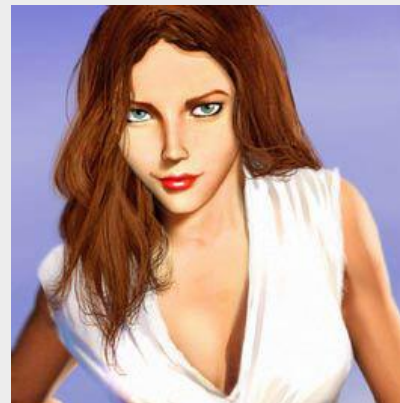
- No teste proposto inicialmente por Turing, a interação entre interrogador e sistema é toda feita através de um terminal, evitando assim a interação física direta, pois segundo o pesquisador, a simulação física de uma pessoa não é necessária para a representação da inteligência.
- Há ainda o teste de Turing total, onde o interrogador pode testar as habilidades de percepção através de objetos físicos. Para isto, o sistema precisa adicionalmente ter recursos implementados das seguintes áreas:
  - Visão e percepção de imagens: para perceber objetos;
  - Robótica: para manipular objetos e movimentar-se.

# Teste de Turing

- O teste de Turing permanece relevante até hoje, mesmo passados mais de 50 anos, mas atualmente os pesquisadores não dedicam tanto esforço a aprovação no teste pois consideram mais importante o estudo dos princípios básicos da inteligência do que reproduzir uma entidade que a apresente.
- Ainda sobre o problema da linguagem natural, até os dias atuais é considerado muito difícil por necessitar além de vocabulário e gramática, são necessárias muitas informações sobre um assunto para que suposições não expressas sejam reconhecidas.

# Teste de Turing – dever de casa

- Acesse os sites:
  - Robô Ed: <http://www.ed.conpet.gov.br/br/>
  - Sete Zoom: <http://www.inbot.com.br/sete/>
- Bata um papo com o Ed e a Sete, testando suas capacidades de respostas. Identifique pontos fracos e fortes



# Linhas de pesquisa da I.A.

- A inteligência artificial difere-se de ramos com objetivos similares, como a teoria de controle, pesquisa operacional ou teoria da decisão, pois desde o início abraçava a idéia de reproduzir faculdades humanas como a **criatividade, auto-aperfeiçoamento e uso da linguagem**
- Porém, devido a diferentes graus de sucesso nestes e em outros aspectos, as formas de abordagem de alguns aspectos, especialmente da definição de “sistemas inteligentes” foram alteradas, gerando diferentes linhas de pesquisa.

# Linhas de Pesquisa da Inteligência Artificial

---

Abordagem Simbolista vs. Conexionista

# A abordagem simbolista para a definição da I.A.

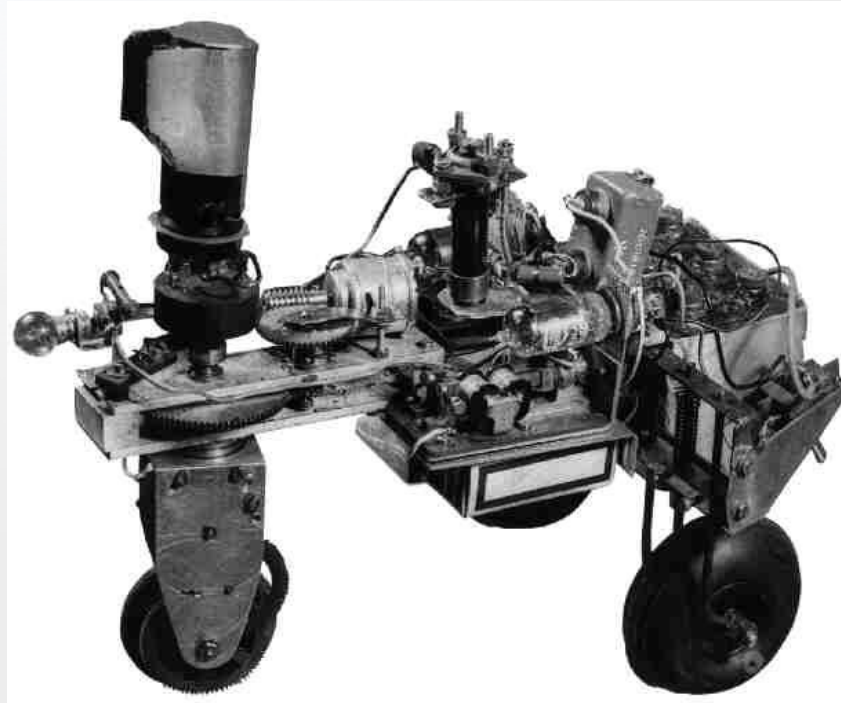
- Esta linha de pensamento propõe uma abordagem onde os problemas podem ser modelados matematicamente, portanto, possíveis de serem solucionados computacionalmente.
- Esta abordagem surgiu a partir dos estudos de Newell e Simon, que propuseram o seguinte paradigma: todos os processos mentais poderiam ser simulados em uma máquina que pudesse processar (criar, concatenar, destruir, copiar) símbolos (estruturas com uma sintaxe bem definida e às quais se podem associar significados).

# Abordagem Simbolista

- De uma forma mais direta, a inteligência seria um processo de busca por soluções de problemas no qual as heurísticas (conselhos, conhecimentos ou experiências adquiridas ao longo do tempo) têm o papel fundamental de guiar o sistema por caminhos eficientes.
- Um exemplo de sistema inteligente que foi aprovado no teste de Turing é o sistema autômato do pesquisador Grey Walter, um dos pioneiros na criação de robôs autônomos, criou um experimento que ficou muito famoso e conhecido como 'a Tartaruga de Walter', que tinha este nome devido ao seu formato e velocidade de movimentação



# Tartaruga de Walter



- **Tartaruga de Walter, sem seu 'casco'**



# Tartaruga de Walter

- A tartaruga de Walter era um autômato que se movia através de rodas, possuía sensores fotoelétricos que lhe permitiam captar a luz ambiente e bateria própria para realizar suas ações.
- Esta tartaruga era sensível a luz, pois tentava se mover para as partes do ambiente com iluminação mais forte (ou mais fraca, dependendo da interpretação do problema), e podia se ligar a tomadas presentes do ambiente para recarregar-se, processo que simulava sua alimentação

# Tartaruga de Walter

- Segundo os paradigmas da lógica simbolista, a tartaruga de Walter desempenha corretamente as funções para as quais foi projetada, inclusive sendo aprovada no teste de Turing, mas isto quer realmente dizer que ela é inteligente?
  - A tartaruga se aproximava da luz porque se sentia atraída por ela (ou se afastava por se sentir incomodada)?
  - Ela procurava as baterias porque sentia fome?
- Estes são conceitos que, segundo alguns pesquisadores, estão intrinsecamente ligados a definição de inteligência e que, por não estarem presentes na tartaruga e em outros sistemas semelhantes, estes não podem ser considerados verdadeiramente inteligentes

# O problema do quarto chinês

- John Searle, professor filósofo da universidade de Berkeley, contribuiu com as definições fundamentais de I.A. ao propor o problema do quarto chinês:
  - Uma pessoa, que não entende chinês é colocada em um quarto fechado, com uma pequena abertura para o exterior da China, equipado com um livro de regras em uma linguagem que compreende, folhas de papel em branco e folhas com inscrições em chinês
  - Pela abertura, passam folhas de papel com caracteres chineses. A pessoa deve consultar em seu livro de regras, que para cada caracter da folha de entrada, pode corresponder uma ação, que pode ser incluir novos caracteres, remover, buscar um caracter nas folhas que já possuía, etc., e escrever certos caracteres chineses em uma folha em branco, e devolvê-la pela abertura

# O problema do quarto chinês

- Nesta definição, a pessoa faz o papel de UCP, o livro de regras é um programa, as folhas em branco são o dispositivo de armazenamento e as folhas já escritas em chinês são o banco de dados
- Do exterior do quarto, observamos um sistema que recebe instruções em chinês e gera resultados corretos em chinês, o que, de acordo com a definição de Turing, é um sistema inteligente

# O problema do quarto chinês



# O problema do quarto chinês

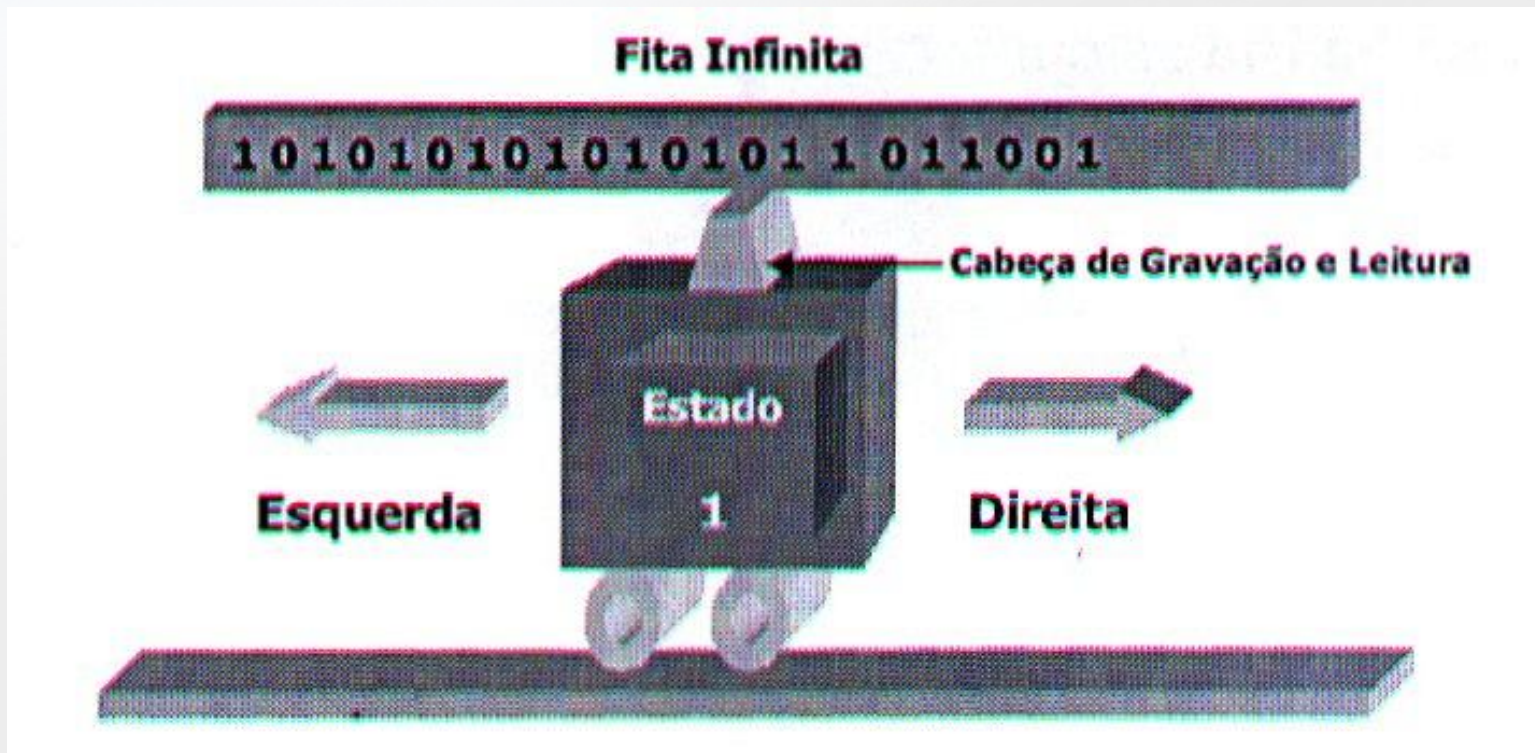
- Porém, a pessoa dentro do quarto não sabe chinês, logo, não está havendo nenhuma compreensão do que está fazendo, logo, na visão de Searle, “a execução de um programa correto não gera necessariamente a compreensão”, e este sistema não teria um real grau de inteligência.
- Searle definiu como sendo inteligência artificial forte “um sistema computacional capaz de entender, sentir e possuir consciência de si mesmo”.

# Simulação da inteligência em programação

- Outra importante contribuição de Alan Turing na pesquisa de sistemas inteligentes foi a proposta de um modelo abstrato de uma máquina genérica que fosse capaz de executar um algoritmo. Este modelo, apresentado a seguir, é chamado simplesmente de “Máquina de Turing”. Suas principais características são:
  - Presença de memória interna para o armazenamento de seu estado atual; no seu modelo básico, apenas 1 bit de informação;
  - Uma cabeça de leitura e gravação de dados, representando seu meio de comunicação com o mundo;
  - Pode mover-se para a esquerda, direita ou simplesmente ficar parada;
  - Através dos seus movimentos, percorre um meio físico (por exemplo, para o modelo original, uma fita magnética infinita), interagindo com ele, lendo, gravando ou executando instruções contidas nele.



# Máquina de Turing



- Modelo teórico da máquina de Turing



# Máquina de Turing

- Tão importante quanto estas características, é necessário um algoritmo para definir as ações da máquina de Turing. Antes de serem definidas estas operações, é necessário estabelecer um **formato de instruções**.
- Como a idéia básica desta máquina é ler informações da fita e reagir a elas através de ações, trata-se de um modelo reativo, onde um conjunto de informações, tanto do agente quanto do ambiente, definirá um **momento**, ao qual se previsto e programado, irá gerar uma **atitude** por parte da máquina de Turing. Esta relação pode ser resumida da forma:

**momento x → atitude y**

# Máquina de Turing

- O momento atual  $x$  é definido pelo:
  - Estado atual da máquina (E)
  - Símbolo presente na fita neste instante (I)
- A atitude futura  $Y$  será:
  - O novo estado da máquina (N)
  - O novo símbolo a ser gravado na fita (O)
  - O movimento que a máquina fará (M)
- Desta forma, a máquina de Turing opera segundo o seguinte formato:

$$E, I \rightarrow N, O, M$$

# Máquina de Turing

- Uma vez definido o formato das instruções, falta somente a implementação de um algoritmo baseado neste formato de instruções. A seguir é apresentado um exemplo de operações para a máquina de Turing:
  - $0, 0 \rightarrow 0, 0, \text{direita};$
  - $0, 1 \rightarrow 1, 1, \text{direita};$
  - $1, 0 \rightarrow 0, 1, \text{parar};$
  - $1, 1 \rightarrow 1, 1, \text{direita};$

# Máquina de Turing

- Como entrada de dados, temos o seguinte conjunto de dados a serem lidos na fita: 00111000, e o estado inicial interno da máquina igual a 0. A partir desta configuração de dados de entrada, o seguinte conjunto de operações será selecionado das instruções programadas:
  - Passo 1: 0, 0  $\rightarrow$  0, 0, direita;
  - Passo 2: 0, 0  $\rightarrow$  0, 0, direita;
  - Passo 3: 0, 1  $\rightarrow$  1, 1, direita;
  - Passo 4: 1, 1  $\rightarrow$  1, 1, direita;
  - Passo 5: 1, 1  $\rightarrow$  1, 1, direita;
  - Passo 6: 1, 0  $\rightarrow$  0, 1, parar;
  - Fim.
- **Pergunta:** que tarefa a máquina de Turing realizou com a programação fornecida?

# Máquina de Turing

- O modelo estabelecido pela máquina de Turing contempla a possibilidade de gravar em uma parte reservada da fita o seu próprio algoritmo, o que permite que a própria máquina altere seu comportamento.
- A fita passa a representar não somente o mundo externo (de onde a máquina extrai informações e para o qual dirige suas ações), mas também um mundo interno, que contém o próprio modo da máquina reagir ao mundo externo, modo este modificável ao longo de sua existência e interação com o mundo externo. Esta possibilidade confere a máquina uma autonomia e uma capacidade de aprendizado próprias dos seres humanos, que não parecem obedecer a algoritmos imutáveis, mas que modificam suas idéias e tem reações imprevisíveis, criativas e novas.

# Tentativa de estabelecimento de uma definição para I.A.

- A abordagem simbólica admite que não é possível definir inteligência sob um conceito que seja aceito por todos como um consenso. Alguns de seus aspectos parecem impossíveis de se definir; nestes casos, eles podem ser descritos por suas características. Alguns dos aspectos atuais de maior grau de dificuldade de definição na I.A. são:
  - Capacidade de comunicação → grau variável;
  - Conhecimento próprio → consciência;
  - Conhecimento do mundo → informações ao seu redor;
  - Traçado de planos e metas → visualização de meios para uma meta;
  - Criatividade → criação de um novo conhecimento.

# Como definir inteligência artificial?

- Não existe uma única definição, absoluta e imutável. Tudo depende dos aspectos que estão sendo considerados na resolução de um problema. Muitas vezes, a I.A. é referenciada como o estudo de “algo que não se sabe exatamente o que é”, como, por exemplo, a biologia.
- De acordo com a abordagem simbolista, os problemas a serem estudados seguirão uma metodologia de 3 fases:
  - Escolher uma atividade inteligente para estudo;
  - Desenvolver uma estrutura lógico-simbólica capaz de imitá-la;
  - Comparar a eficiência desta estrutura com a atividade inteligente real.

# Exemplo de um sistema de I.A.

- Um sistema de I.A. existe para desempenhar alguma atividade cuja interação com o ambiente no qual está inserido, o “mundo real” exista em algum nível, mesmo que mínima. Por exemplo, considere um sistema de I.A. criado para conversar com um usuário. Alguns elementos que podem ser encontrados neste sistema são:
  - Um dicionário (usado no reconhecimento das palavras);
  - Um sistema de captura de som (que permita reconhecer diferentes timbres e alturas de vozes)
  - Um sistema de vídeo (para um processo de reconhecimento de expressões faciais)



# Exemplo de um sistema de I.A.

- A partir destas informações, é possível o desenvolvimento de um sistema que consiga estabelecer um **contexto**, e a partir deste, interagir com ações inteligentes. Por exemplo, se uma pessoa disser a este sistema a frase: “Olá, como vai?”, ele pode ser capaz de identificar e armazenar o seguinte conjunto de informações em variáveis previamente estabelecidas:
  - Alt\_voz = normal
  - Ref\_1 = saudação
  - Ref\_2 = questionamento
  - Ref\_3 = estado operacional
  - Expressão = tranquilo
- E a partir deste conjunto de informações coletadas, selecionar uma ação apropriada, no caso, uma resposta a pergunta feita pelo interlocutor.