



Inteligência Artificial  
Prof. Luiz Antonio Ferraro Mathias

## Inteligência Artificial

### Objetivo

A disciplina de Inteligência Artificial (IA) objetiva proporcionar ao aluno um conhecimento básico de inteligência artificial, apresentando de forma teórico-prática as informações necessárias para aplicação dos conceitos que norteiam esta área de pesquisa. Foca ainda na capacitação do aluno para distinguir tipos de conhecimento sendo utilizados em uma aplicação dita inteligente e criação de modelos que utilizem técnicas e algoritmos baseados em IA para resolução de problemas que não possam ser resolvidos pelo uso de técnicas convencionais.

### Introdução

A inteligência artificial (IA) tornou-se a mais nova etapa desta evolução tecnológica, sucedendo aos processadores que eram capazes de efetuar cálculos e que, depois, evoluíram para a utilização de sistemas programáveis (como conhecemos hoje). No modelo de IA, ocorre o processamento de informações baseadas em aprendizado de experiências anteriores, algo similar ao que ocorre em relação ao funcionamento cérebro humano, uma vez que este recebe informações e vai processando-as para adquirir aprendizados.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### Inteligência Humana

As características vinculadas ao conceito de inteligência, como a capacidade de resolver problemas, de raciocinar, de se adaptar ao meio ambiente, foram e continuam sendo piamente reconhecidas ao longo dos anos. Desde muito tempo até os dias de hoje, pensa-se que esse conjunto de características diferencia positivamente as pessoas, dando a elas um lugar especial na sociedade. Isso foi apontado antes mesmo de o conceito de inteligência e sua medição serem práticas de estudiosos científicos. Hoje já se sabe que a inteligência de fato existe em todas as pessoas em maior ou menor grau.

De acordo com Richardson (1999 apud DALGALARRONDO, 2008, p. 277), “A inteligência é um conceito fundamental da psicologia moderna que todos utilizam; entretanto, quase ninguém consegue defini-la de modo definitivo ou pelo menos amplamente convincente.”.

“Funções psicológicas ou conjuntos de funções graças às quais o organismo se adapta ao seu meio produzindo combinações originais de condutas, adquire e explora conhecimentos novos e, eventualmente, raciocina e resolve os problemas de uma maneira conforme as regras destacadas pelas formalizações da lógica”. (DORON & PAROT, 2001).

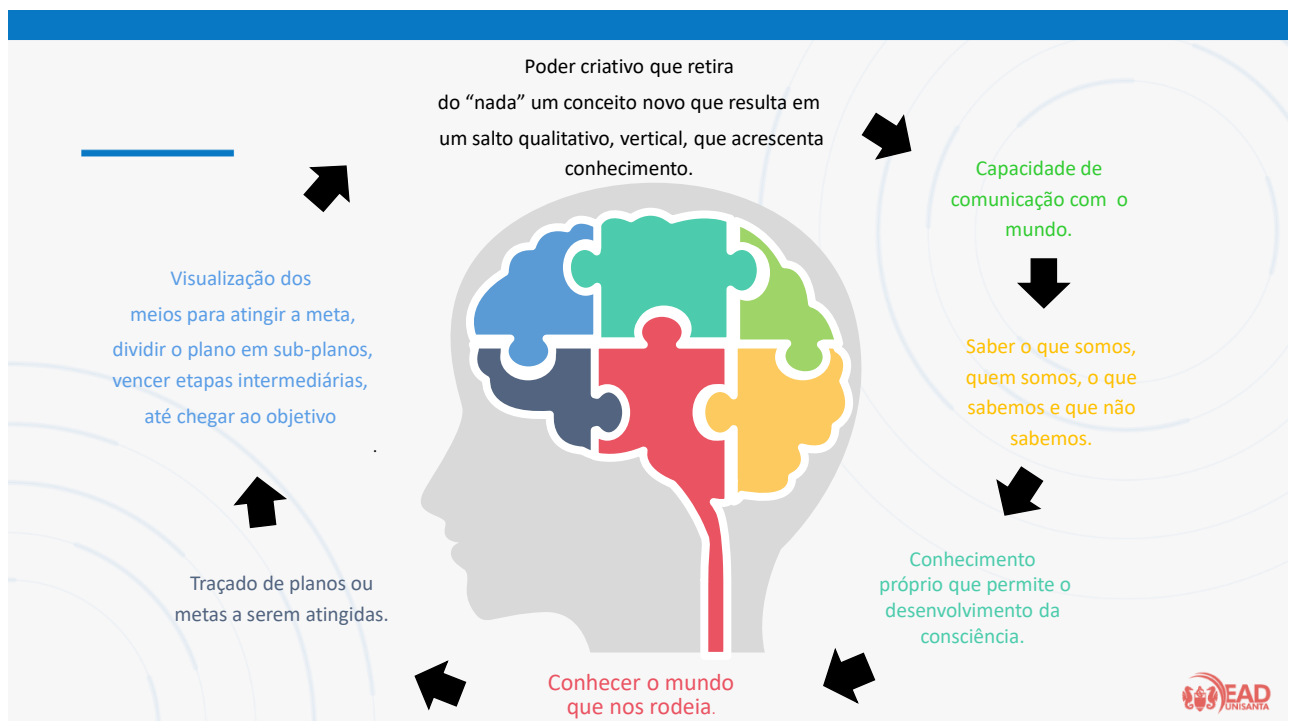


## Fundamentos da Inteligência Artificial

Em outras palavras, a inteligência humana é a consequência de um conjunto de funções que o ser humano naturalmente detém, podendo ajudar na adaptação ao meio que vive, e que ao longo do tempo vão se desenvolvendo e crescendo, como por exemplo, as tomadas de decisões e as escolhas feitas quando confrontado aos obstáculos. Outros elementos que constituem a inteligência do ser humano, como o raciocínio, a memória, linguagem verbal e/ou corporal, e as emoções, são peças fundamentais para o próprio desenvolvimento, nos quais sem elas o indivíduo não seria capaz de se tornar independente e preparado para sobreviver.

Para Sobral (2013), a inteligência humana é a capacidade de enfrentar novas situações, resolvendo problemas utilizando conceitos concretos e abstratos. O mesmo, por sua conceitua que: “[...] a inteligência é um “potencial inato2” a ser desenvolvido de acordo com a personalidade, o meio ambiente e o contexto socioeconômico e histórico-cultural do sujeito.

Uma avaliação detalhada de todos os aspectos relativos à aquisição e desenvolvimento da inteligência nos permite um melhor entendimento daquilo que podemos chamar de “ação inteligente”. O conhecimento é o que faz que seja possível o encadeamento e desenvolvimento da inteligência. Diante da dificuldade de definirmos claramente o que vem a ser a inteligência, podemos descrever algumas das características identificadas nos seres ditos como inteligentes.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### Inteligência Artificial

Com o passar do tempo, o ser humano ambicionou a criação de um ser semelhante ao seu, um ser artificial com capacidade exponencial de inteligência para poder talvez substituir o humano em suas atividades e ações cotidianas, para isso, desde os anos 40 vem sendo desenvolvida e aprimorada, a chamada “Inteligência Artificial” que, ao decorrer dos anos, vem se mostrando uma área de estudo com potencial para ajudar e complementar a Inteligência Humana.

“É a ciência e engenharia de criar máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes. Está relacionada à tarefa semelhante de utilizar computadores para entender a inteligência humana, porém a Inteligência Artificial não necessariamente deve se confinar aos métodos que são biologicamente observáveis”. (JOHN MCCARTHY, 2007, p. 2, tradução nossa).

Desde o começo da utilização dos computadores pelos seres humanos existe uma tentativa de usufruir da capacidade de processamento dessas máquinas para a simulação do comportamento humano. Com o passar dos anos, diversas pesquisas foram sendo desenvolvidas com o foco nesse sentido.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

Nascida no âmbito da Ciência da Computação, a Inteligência Artificial também conhecida popularmente como IA foi criada em 1940. Sua ideia originou-se da junção de várias áreas de conhecimento ao longo da história, que contribuíram de maneira significativa para o seu desenvolvimento, como: Filosofia, Matemática, Economia, Neurociência, Psicologia e Engenharia de Computadores. Pensado de forma a dar mais uma utilidade para o computador, com o intuito de emular a forma que o humano pensa, a IA possui algumas categorias como: máquinas que pensam como seres humanos; máquinas que se comportam como seres humanos; máquinas que pensam racionalmente e máquinas que se comportam de forma racional. É difícil impor uma definição assertiva para o que é inteligência artificial, mas a ideia é tentar por meio dessa emulação do raciocínio humano, gerar soluções para problemas complexos. Segundo Coppin (2010, p.4) “Inteligência Artificial envolve utilizar métodos baseados no comportamento inteligente de humanos e outros animais para solucionar problemas complexos”.

A IA abrange uma vasta área de conhecimento que consiste em técnicas como: Lógica Fuzzy, Redes Bayesianas, Redes Neurais Artificiais, Aprendizado de Máquina, dentre outras. Um exemplo de aplicação que faz uso de inteligência artificial é tradutor do Google, por exemplo. Este famoso tradutor artificial é um dos vários sistemas de inteligência artificial que lidam com o processamento de linguagem natural. No início, era movido a uma tecnologia chamada SMT (*Statistical Machine Translation* – Tradução automática estatística), onde todas as palavras eram traduzidas para o inglês através de referências cruzadas nas bases de dados da própria Google. Com o avanço das tecnologias, este mecanismo sofreu mudanças. A partir de 2016, as traduções passaram a ser processadas por IA, capazes de processar e traduzir frases inteiras. Em essência, ele usa um método de aprendizado relacionado a muitos casos relacionados, isto é, não se baseia no aprendizado ou na aplicação das regras gramaticais de cada idioma, mas sim baseada no contexto de cada sentença.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

A partir da inteligência humana, várias e diversas inovações tecnológicas que empregam técnicas de IA foram desenvolvidas, e suportadas por algoritmos inteligentes ou algoritmos de aprendizado que, entre muitos outros propósitos, são usados para identificar tendências econômicas, prever crimes, diagnosticar doenças, prever nossos comportamentos digitais etc.

De acordo com Barreto (2001) e Baranauskas (2011), é possível dividir a história da Inteligência Artificial entre as seguintes fases:

### I. Época Pré-Histórica

Nesta época, informações sobre mecanismos empregados pela mente humana eram desconhecidos. Teve como objetivo criar seres e mecanismos que apresentassem um comportamento inteligente, estendendo-se até 1875, ano em que o médico e histologista italiano Camilo Golgi consegue visualizar células nervosas do bulbo olfatório. A época obteve como sucesso mecanismos baseados em autômatos, porém foi limitada pela dificuldade que estes apresentavam para serem utilizados.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### II. Época Antiga (1875 - 1943)

Surge a lógica formal (Russell e Gödel); O cérebro humano é reconhecido como o órgão responsável pela inteligência; David Hilbert, matemático alemão, acredita que tudo pode ser “axiomatizado” (reduzido) à lógica, porém este é refutado por Gödel com o teorema de incompletude da aritmética; Bases da Inteligência Artificial Simbólica e Conexionista são propostas juntamente ao modelo de neurônio proposto por McCulloch e Pitts. O objetivo desta época foi compreender melhor a inteligência humana.

### III. A gestão da Inteligência Artificial (1943 - 1956)

Programas de xadrez são escritos por Shannon e Turing para máquinas com a arquitetura de von Neumann; Primeiro computador baseado em redes neurais é desenvolvido por Minsky e Edmonds em 1951. O objetivo desta época foi simular a inteligência humana em situações previamente determinadas, porém foi limitada pela capacidade de processamento computacional.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### IV. Época Barroca: o entusiasmo da IA (1956 - 1969)

Newell e Simon desenvolvem o “General Problem Solver” (1957), programa projetado a fim de simular o comportamento humano na resolução de problemas; John McCarthy desenvolve a linguagem de programação LISP (1958); J. Alan Robinson propõe o “princípio da resolução”, algoritmo de provas e teoremas para a lógica de primeira ordem (1963); Pesquisas de redes neurais passam a se popularizar, como o livro “Perceptrons” publicado por Minsky e Papert em 1969. Esta época teve como objetivo, expandir as aplicações de inteligência artificial quanto ao uso de abordagens simbólicas e conexionistas.

### V. Época das “Trevas” (1969 - 1981)

Falta de verbas forçaram a paralização de pesquisas; Edward Feigenbaum (e outros) em Stanford passam a investigar novas metodologias para sistemas especialistas; primeiras aplicações da lógica fuzzy ou lógica nebulosa passam a surgir, como o controle inteligente de Mamdani. O objetivo desta época foi encontrar soluções práticas para a inteligência artificial.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### VI. O Renascimento (1981 – 1987)

Popularização de sistemas especialistas; Pesquisas feitas por John Hopfield em 1982 sobre redes neurais artificiais ganham credibilidade; Computadores de “quinta geração”, fomentado no Japão em 1981, fazendo uso da linguagem de programação PROLOG. O objetivo desta época foi incentivar novamente, a utilização das abordagens simbólicas e conexionistas.

### VII. Época Contemporânea (1987 – atualmente)

Redes neurais passam a serem fortemente empregadas no campo da física; Dúvidas sobre as possíveis aplicações de sistemas especialistas passam a surgir; Pesquisas envolvendo redes de crença neural começam a ser realizadas; Buscadores inteligentes aplicados à web; Emprego da inteligência artificial em: reconhecimento de voz, mineração de dados e casas inteligentes.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

A inteligência artificial busca, através de símbolos computacionais, construir mecanismos e/ou dispositivos que simulem a capacidade do ser humano de pensar, resolver problemas, ou seja, de ser inteligente. O estudo e desenvolvimento desse ramo de pesquisa, conforme exposto anteriormente, tiveram início na Segunda Guerra Mundial. Os principais idealizadores foram os seguintes cientistas: Hebert Simon, Allen Newell, Jonh McCarthy e vários outros, que com objetivos em comum tinham a intenção de criar um “ser” que simulasse a vida do ser humano.

Os problemas alvo da IA envolvem: grande complexidade (número, variedade e natureza das tarefas); não há “solução algorítmica”, mas existe conhecimento; e modelagem do comportamento de um ser inteligente (conhecimento, aprendizagem, iniciativa etc.).



## Fundamentos da Inteligência Artificial

As pesquisas em IA remontam da década de 40 com destaques para:

### 1940

Desenvolvimento de um ramo de pesquisa interessado na realização da representação das células nervosas do ser humano no computador. Esta linha de pesquisa motivou o desenvolvimento de uma formalização matemática para o neurônio e concepções sobre a forma de aprendizado deste, ou seja, como os neurônios armazenam informações.

### 1950

Nesta década iniciou-se o estudo na linha de pesquisa psicológica com o emprego da programação através de comandos de lógica de predicados aprimorando assim as aplicações que utilizassem esquemas de raciocínio. Desta forma se tornou possível o aperfeiçoamento de jogos, aplicações matemáticas e simuladores. Esta década foi marcada ainda pela implementação do primeiro simulador de redes neurais artificiais e do primeiro neurocomputador.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### 1960

Foram identificados avanços nas pesquisas relacionadas à linha biológica, mais precisamente aos conceitos das redes neurais artificiais. Ainda nesta linha de pesquisa, a década representou a descoberta da Inteligência Artificial. Acreditava-se ser possível o desenvolvimento de ferramentas que realizassem tarefas humanas como pensamento e compreensão da linguagem, ou seja, a representação do raciocínio apenas presente nos seres humanos. Em 1969, dois grandes pesquisadores (Marvin Minski e Sigmour Papert) publicaram um livro (*Perceptrons*) no qual defendiam a tese de que os modelos de redes neurais artificiais não possuíam sustentação matemática para terem credibilidade. Este documento gerou um ostracismo entre os pesquisadores da linha biológica.

### 1970

Década negra para a linha biológica, mesmo com a existência de novas pesquisas envolvendo concepções de redes neurais. Tais pesquisas levaram ao desenvolvimento de modelos baseados nas potencialidades de redes de neurônios interagindo entre si, representadas na forma de mapas cerebrais, ambiente no qual havia o compartilhamento de recursos. Na linha psicológica as pesquisas culminaram com a demonstração do óbvio, ou seja, a impossibilidade de representação numa máquina dos estados mentais humanos. A Empresa Rand Corporation cria os *Sistemas Especialistas*, ampliando a Inteligência Artificial tradicional.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### 1980

As redes neurais artificiais recuperam sua credibilidade através dos trabalhos desenvolvidos pelo físico John Hopfield que provou em 1982 ser possível a simulação de um sistema físico através de um modelo baseado na teoria das RNA's. Ele construiu uma rede neural com a capacidade de simular a memória associativa humana, de acesso pelo conteúdo, e não pelo endereço como nos computadores digitais. Na IA tradicional ampliaram-se as técnicas e aplicações baseadas em *Sistemas Especialistas*.

### 1990

Um volume expressivo de aplicações foi implementado com as técnicas de RNA's, consolidando as redes neurais como parte integrante do estudo da Inteligência Artificial. Por considerar que os paradigmas biológico e psicológico são complementares e necessários para o desenvolvimento de sistemas mais sofisticados e evoluídos, começam a ser concebidos os *Sistemas Híbridos*, os quais possuem como foco de abrangência, uma forma mais completa da representação do comportamento humano.





## Fundamentos da Inteligência Artificial

### Test de Turing

O matemático britânico Alan Turing , personalidade bastante influente no desenvolvimento da ciência da computação formulou em 1950 um teste (*jogo da imitação*) que segundo ele, definiria o ponto em que a máquina computacional estaria “*pensando*”.

O teste consistia em uma conversa que envolvia dois humanos e um computador, todos os três tentando parecer humanos e colocados em ambientes isolados de tal forma que um não pudesse visualizar o outro. Uma das pessoas participantes era um árbitro e se não conseguisse identificar claramente qual dos outros integrantes era o computador, então se dizia que este último passou no teste com sucesso.

Ou seja, o computador era “inteligente” se o árbitro que participou do teste não fosse capaz de dizer se foi o computador ou o ser humano que respondeu às suas perguntas. Existem alguns programas inteligentes que “conversam em português”, criados com o objetivo de passar no Teste de Turing, conversando com os usuários como se fossem pessoas de verdade como a Sete Zoom (<http://www.inbot.com.br/sete/>).



## Fundamentos da Inteligência Artificial

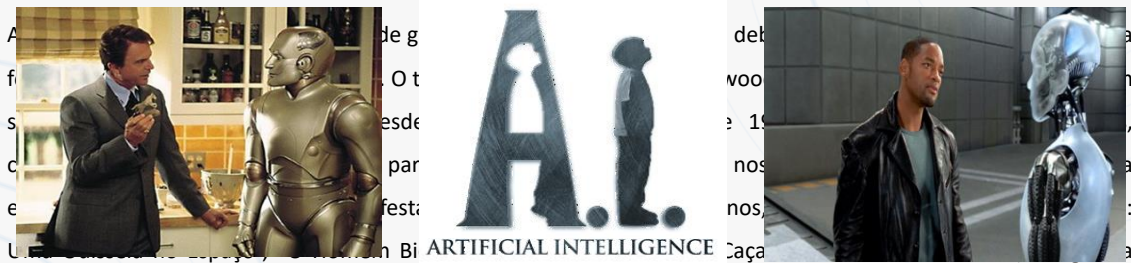
### Homem X Máquina

E uma resposta prática do quanto a área de IA avançou veio em 1997, quando a máquina derrotou o homem em um jogo de xadrez. O campeão soviético Garry Kasparov foi derrotado em uma das rodadas pelo computador Deep Blue, da IBM, em partidas que repercutiram ao redor do mundo. O Deep Blue adotava um método de cálculo via força bruta que analisava possibilidades, previa respostas e sugeria o melhor movimento.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### Inteligência Artificial retratada em filmes de Hollywood



Artificial)” e “Eu Robô”.



## Fundamentos da Inteligência Artificial

### Paradigmas de pesquisa em IA

A Inteligência Artificial aborda atualmente um conjunto de paradigmas de pesquisa (algo que está relacionado a determinadas crenças e pressupostos que temos sobre a realidade, sobre como as coisas são – ontologia - e sobre a forma como acreditamos que o conhecimento humano é construído - epistemologia). Estes paradigmas de IA envolvem:

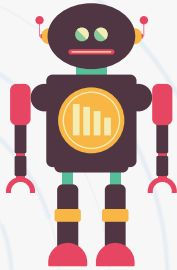


## Fundamentos da Inteligência Artificial

A

### Simbólico ou Cognitivo

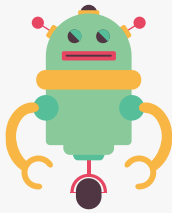
- Sistemas Especialistas
- Agentes
- Raciocínio Baseado em Casos
- Processamento de linguagem natural
- Aprendizado de máquina



B

### Conexionista

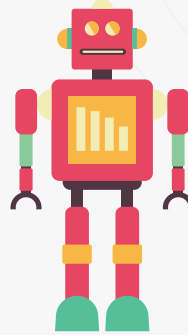
- Redes Neurais Artificiais
- Mapas Auto-organizáveis



C

### Evolucionista

- Estratégias Evolucionárias
- Algoritmos Genéticos
- Programação Genética



D

### Estatístico ou Probabilístico

- Redes Bayesianas
- Lógica Fuzzy (Nebulosa)

