



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

APLICADA

AULA 1



Prof. Luciano Frontino de Medeiros



CONVERSA INICIAL

Nesta aula você verá uma introdução sobre Inteligência Artificial, como podemos classificar as definições básicas, o conceito de agente inteligente e um breve histórico da Inteligência Artificial. Estes conceitos iniciais dão subsídios para se estudar na sequência as linhas de pesquisa e o detalhamento de cada uma destas abordagens.

TEMA 1: INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Quando falamos das criações tecnológicas construídas pelo ser humano ao longo da sua história, a **Inteligência Artificial** (IA) surge como uma das áreas de conquistas mais importantes alcançadas pela humanidade. Quando dirigimos um carro, fazemos uma busca na Internet, acionamos um eletrodoméstico, conversamos com um celular, controlamos uma fábrica automatizada, já estão envolvidos vários algoritmos e dispositivos criados para simular em certa medida o pensamento ou a ação humana de maneira a facilitar diversas operações. A IA permite que as ferramentas criadas pelo ser humano alcancem um alto nível de complexidade.

Quando a IA surgiu, em meados da década de 1950, havia uma grande expectativa de que em pouco tempo, com o avanço da tecnologia dos computadores, chegaríamos a máquinas que teriam o mesmo patamar de inteligência da humanidade. Apesar desta expectativa, o que aconteceu foi a constatação de uma série de fracassos e decepções obtidos nos projetos de construção de IA, muito disso em função da subestimação dos processos inteligentes que acontecem em nosso cérebro ou mente. Entretanto, mesmo com tais fracassos, surgiram uma série de produtos durante as pesquisas, que fizeram outros campos da Ciência da Computação evoluir, surgindo áreas tais como a Engenharia de Software, Bancos de Dados e Processamento Compartilhado. Podemos afirmar que a IA representa o ápice da história da tecnologia, desde as ferramentas manipuladas em pedra pelos primeiros



hominídeos, passando pelas idades dos metais, os primeiros dispositivos e relógios que utilizavam rodas dentadas, até o advento da computação. O homem exterioriza as ferramentas a partir do seu intelecto como forma de adaptar-se melhor ao ambiente ou mesmo alterá-lo. A tecnologia conta, a partir da IA, com a simulação de processos inteligentes que auxiliam no reconhecimento de padrões, na tomada de decisão ou na execução de tarefas repetitivas.

Entretanto, as pesquisas relacionadas à IA têm características diferenciadas, de acordo com a forma com a qual se abordam as questões de inteligência. Por um lado, pode-se considerar a forma como os neurônios se comunicam, própria da fisiologia do cérebro. Por outro, pode-se considerar a maneira como a mente lida com símbolos e abstrações. Antes, é necessário conceituar a IA e, para isso, é preciso saber primeiro o que é **inteligência**. Como podemos definir a inteligência? Todos os seres vivos que possuem um cérebro são, de certa forma, inteligentes? Ou apenas o ser humano que tem este privilégio? Máquinas podem ser inteligentes? Mas a que tipo de inteligência nos referimos? Pode-se notar que a intenção de definir “inteligência” não parece ser algo simples ou trivial.

TEMA 2: DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Não há uma maneira única de conceituar a Inteligência Artificial, por termos uma série de elementos que se manifestam de maneira diferenciada e também quanto às diferentes interpretações em como os processos de IA se correlacionam com os mecanismos do cérebro e da mente humana.

Russel e Norvig (2004, p. 5) compilam diferentes definições a partir da classificação em **processos de pensamento**, relativos aos mecanismos de raciocínio e **processos de ação ou comportamento**, relativos ao comportamento do artefato. Transversalmente a estes processos, considera-se também a similaridade com relação ao ser humano ou a alguma racionalidade envolvida. Dessa forma, produz-se quatro quadrantes em que as definições podem ser classificadas.



Figura 1: Definições de IA classificadas em quatro quadrantes

	Ser humano	Racionalidade
Pensar	Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
Agir	Sistemas que agem como seres humanos	Sistemas que agem racionalmente

Fonte: adaptado de Russel e Norvig (2005, p. 5).

Quadro 1: Definições conforme os quatro quadrantes

Quadrante	Definições
Pensar como ser humano	<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem...<i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal”. (HAUGELAND, 1985).</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado”. (BELLMAN, 1978).</p>
Pensar racionalmente	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais”. (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985).</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir”. (WINSTON, 1992).</p>



Agir como ser humano	“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas”. (KURZWEIL, 1990).
Agir racionalmente	“A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes”. (POOLE et al., 1998).

Fonte: adaptado de Russel e Norvig (2004, p. 5).

Enquanto o “pensar” se refere aos mecanismos implícitos existentes no cérebro/mente, o “agir” se refere à manifestação no mundo real de um comportamento inteligente. Por exemplo, quando falamos de um software inteligente que envolva tomada de decisões baseadas em um ser humano especialista, estamos de acordo com a definição sobre “pensar como um ser humano”.

Já no caso de um sistema inteligente, que execute raciocínios de acordo com regras da lógica (por exemplo, utilizando um programa PROLOG – programação lógica), caracteriza a definição do “pensar racionalmente”. Um sistema de jogo de xadrez, que execute as regras de acordo com regras definidas, também se caracteriza por esta definição.

Para saber mais...

O computador Deep Blue, desenvolvido pela IBM na década de 1990, tornou-se famoso por vencer o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov. Veja no *link* a seguir ou por meio do QR Code ao lado.

<<http://operamundi.uol.com.br/conteudo/noticias/9727/hoje+na+historia+1996++kasparov+derrota+o+computador+deep+blue+da+ibm.shtml>>.





O comportamento inteligente requer que exista uma ação sobre o ambiente, sendo característico da automação e da robótica. No caso de um robô antropomórfico, que execute movimentos similares ao ser humano (por exemplo, o robô Asimo, desenvolvido pela Honda, que caminha, corre, empurra carrinho de supermercado e serve cafezinho), é classificado na definição do “agir como um ser humano”.

Para saber mais...

Conheça o robô Asimo, um projeto desenvolvido pela empresa japonesa Honda, idealizado para executar diversas tarefas do cotidiano feitas pelo ser humano, por meio do endereço abaixo, ou do QR Code ao lado.

<<https://www.youtube.com/watch?v=Mp0IJz78zEM>>.



No caso de robôs que executem alguma atividade no ambiente, de forma diferente de como um ser humano faria, caracteriza a definição do “agir racionalmente”. Por exemplo, um robô aspirador de pó executa um algoritmo de limpeza desviando de obstáculos de acordo com sensoramento de proximidade feito por ele. Um robô de solda em uma fábrica também pode ser considerado nesta definição.



Para saber mais...

O conceito de robô (do inglês *robot*) provém da palavra *robota*, cunhada pelo escritor nascido onde é hoje a República Tcheca, Karel Capek, significando trabalho compulsório ou escravo. Karel Capek escreveu a peça de teatro R.U.R., contando a história do cientista Rossum, que desenvolveu uma substância utilizada na história para a fabricação de humanoides. Acesse no *link* “Robôs do Passado”, <http://www.select.art.br/robos-do-passado/>, ou por meio do QR Code ao lado.



TEMA 3: LINHAS DE PESQUISA

Os estudos na área de Inteligência Artificial são o resultado de uma confluência de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, sejam da Filosofia, Matemática, Engenharia de Computação, Ciências Cognitivas, Psicologia, Cibernética, dentre outras. Muitos cientistas começaram as pesquisas nas suas áreas de origem e depois foram avançando em outras pertinentes à pesquisa de IA.

Mas a própria dúvida que permanece referente ao funcionamento do cérebro, ou da mente, que tem suas ramificações na Filosofia e na Psicologia Cognitiva, influencia na forma como se constrói os dispositivos inteligentes.

Se formos pela perspectiva de que existe o **cérebro** e seus elementos mais básicos, os neurônios e as sinapses conectando-os, então o desejo é o de construir cérebros artificiais, com neurônios artificiais que simulem a forma como a eletroquímica dos cérebros biológicos funcionam. Mas no caso da perspectiva de que existe uma **mente** que funciona a partir do processamento de símbolos, como um software que é executado sobre um hardware (o cérebro fisiológico),



então o desejo é o de construir dispositivos que lidem com estes símbolos da mesma forma que a mente humana funciona.

No primeiro caso, temos uma linha de pesquisa dentro da IA que se denomina **conexionista**, a qual está interessada na arquitetura de dispositivos que simulem as células biológicas que interagem para o surgimento de processos inteligentes. Dentro da linha conexionista, temos como exemplo as **redes neurais artificiais** e os **sistemas imunológicos artificiais**. As redes neurais artificiais (RNA) constituem um campo de pesquisa em que a preocupação é lidar com tarefas tais como o reconhecimento de padrões, a previsão e a tomada de decisão utilizando redes de unidades conectadas, treinadas a partir de algoritmos que funcionam baseados em amostras do mundo real e podem assim aprender a classificar padrões (HAYKIN, 2001). Os sistemas imunológicos artificiais são baseados no funcionamento do sistema imunológico que aprende de uma forma muito rápida sobre elementos estranhos (antígenos) que entram em um sistema vivo e que desencadeiam uma reação contrária, com a produção de anticorpos para eliminar os antígenos (MEDEIROS et al., 2008).

No segundo caso, temos a linha de pesquisa denominada **simbólica**. A linha simbólica busca lidar com processos inteligentes, utilizando linguagens baseadas em lógica e construção de redes semânticas para solucionar problemas e simular conhecimento especialista para contextos de diagnóstico. Os sistemas derivados desta linha de pesquisa se denominam ainda de **sistemas baseados em conhecimento**. Nessa linha são derivadas as pesquisas sobre a linguagem **LISP** (BITTENCOURT, 1998, p.169), que trabalha com representação de conhecimento na forma de listas, e a linguagem de programação lógica **PROLOG**, (PALAZZO, 1997, p. 2), que permite a manipulação de símbolos por meio de representação de conhecimento na forma de fatos e regras. Os **sistemas especialistas** (RUSSELL; NORVIG, 2004, p. 24) são uma das áreas mais relevantes dentro da linha simbólica, referindo-se a sistemas em que o conhecimento de um especialista humano em uma área bem delimitada é representado em uma linguagem, de forma a permitir o diagnóstico de situações e a execução de ações que seriam feitas como se fosse por um ser

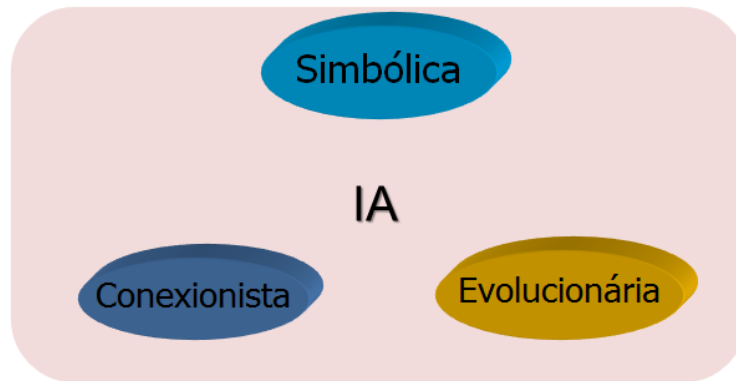


humano. Portanto, é importante salientar que na linha simbólica, a preocupação se volta à forma como a mente pensa, e não como o cérebro nas suas partes e divisões funciona.

Ainda na área simbólica, temos as pesquisas que são feitas na área de **ontologias**. As ontologias se referem a representações de conhecimento alcançadas por consenso, em áreas específicas de domínio do conhecimento humano, que podem ser manipuladas tanto por seres humanos quanto por agentes inteligentes. As ontologias permitem tanto a representação quanto os procedimentos para inferência e raciocínio sobre tal representação, possibilitando o desenvolvimento da **Web Semântica** (CORCHO et al., 2008).

Outra linha de pesquisa que se soma às linhas simbólica e conexionista e que foge do esquema mente-cérebro é a denominada **linha evolucionária**. As pesquisas da IA na linha evolucionária se baseiam na forma como se processa a evolução biológica sobre o planeta, e busca simular tais processos evolucionários em sistemas de computador para a resolução de problemas. Dentro desta linha de pesquisa, podemos encontrar uma das áreas mais exploradas que são os **algoritmos genéticos**. Os algoritmos genéticos são caracterizados como uma classe de algoritmos de busca. Eles implementam o conceito de uma solução inicial, a qual evolui ao longo da execução do algoritmo, em que são aplicados operadores que simulam a seleção natural biológica, o cruzamento de cromossomos e a mutação genética, produzindo soluções melhores ao longo de várias gerações (LINDEN, 2012). Outra área bastante estudada é a **programação genética**. Aqui não há a preocupação de se fazer programas, mas o próprio algoritmo cria programas iniciais e blocos de programas que vão se combinando e evoluindo de acordo com o objetivo a ser alcançado, até chegar em programas capazes de executar a tarefa. Também são aplicados à programação genética processos equivalentes à seleção natural biológica e à mutação genética (KOZA, 1992).

Figura 1: Inteligência Artificial e suas linhas de pesquisa



TEMA 4: BREVE HISTÓRICO

A Inteligência Artificial tem o seu surgimento oficial como um campo de pesquisas científicas a partir de 1956, por ocasião da Conferência de Dartmouth. A proposta era de uma conferência de verão de 2 meses no Dartmouth College (Hanover, New Hampshire) sobre temas como computação automática, computação com uso da linguagem natural, redes neurais, aleatoriedade e criatividade e abstrações. Os proponentes eram John McCarthy (Dartmouth College), Marvin Minsky (Harvard University), Nathaniel Rochester (IBM) e Claude Shannon (Bell Laboratories). No Quadro 2, temos uma biografia desses proponentes e mais alguns pesquisadores da então nascente área de IA.

Quadro 2: Algumas personalidades e pesquisadores que auxiliaram a criação do campo da IA

Personalidade	Descrição
John McCarthy (1927-2011)	Considerado um dos fundadores, foi o primeiro a cunhar o termo Inteligência Artificial, um dos organizadores da Conferência de Dartmouth. Desenvolveu a família de linguagens de programação LISP, que trabalha basicamente com listas de dados. Teve influência no desenvolvimento da linguagem ALGOL e popularizou a ideia de compartilhamento de tempo (<i>time sharing</i>).



Marvin Minsky (1927-2016)	Cientista cognitivo, considerado cofundador da área de Inteligência Artificial e organizador da Conferência de Dartmouth. Foi cofundador do laboratório de Inteligência Artificial do MIT. Tem como principal contribuição a construção do primeiro computador baseado em redes neurais. Escreveu com Seymour Papert o livro “Perceptrons”, no qual descreveu a incapacidade do perceptron simples para resolver certos problemas, como o problema do XOR. Desenvolveu uma teoria da mente como uma sociedade de agentes, em que a inteligência surge como um produto da interação de partes não inteligentes.
Nathaniel Rochester (1919-2001)	Considerado cofundador da Inteligência Artificial, engenheiro e pesquisador da IBM. Liderou um grupo de estudos em vários projetos na área de reconhecimento de padrões e teoria da informação. Dentre outros projetos, o grupo simulou o comportamento de redes neurais abstratas em um computador IBM 704.
Claude Shannon (1916-2001)	Matemático americano, engenheiro eletrônico e criptógrafo, é considerado o pai da teoria da informação. Propôs uma medida de incerteza de informação que é o fundamento da teoria matemática da comunicação. Também foi participante e organizador da Conferência de Dartmouth, e é considerado como um dos inventores do circuito digital e do computador digital.
Norbert Wiener (1894-1964)	Foi um matemático estadunidense, conhecido como o fundador da cibernética. O primeiro a visualizar que a informação como uma quantidade era tão importante quanto a energia ou a matéria. Trabalhou para o governo americano no desenvolvimento de sistemas de mira automática. Desenvolveu o estudo dos sistemas autorregulados e o conceito de retroalimentação negativa. Foi integrante das conferências Macy, entre 1946 e 1953, contribuindo para a consolidação da teoria cibernética.



**Frank Rosenblatt
(1928-1971)**

Psicólogo americano, considerado uma espécie de "homem da renascença" devido à sua excelência em várias áreas, incluindo computação, matemática, neurofisiologia, astronomia e música. Inventou o Perceptron em 1957, um dispositivo eletrônico construído de acordo com princípios biológicos e que mostrava capacidade de aprendizado. Desenvolveu e estendeu a ideia do perceptron em diversos artigos e no seu livro "Princípios de Neurodinâmica".

Conforme a divisão das linhas de pesquisa, também podemos dividir o histórico da IA em diferentes eventos. De forma geral, nos dias de hoje as aplicações em mecatrônica e robótica não utilizam apenas elementos derivados de uma teoria ou outra, mas abordagens híbridas, buscando explorar o que de melhor cada técnica ou algoritmo pode oferecer, de acordo com os problemas em questão.

Para saber mais...

O link com o documento sobre a chamada do projeto de pesquisa de verão em Inteligência Artificial, de autoria de John McCarthy, Marvin Minsky, Nataniel Rochester e Claude Shannon está disponível em: <<http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>>, ou por meio do QRCode ao lado.

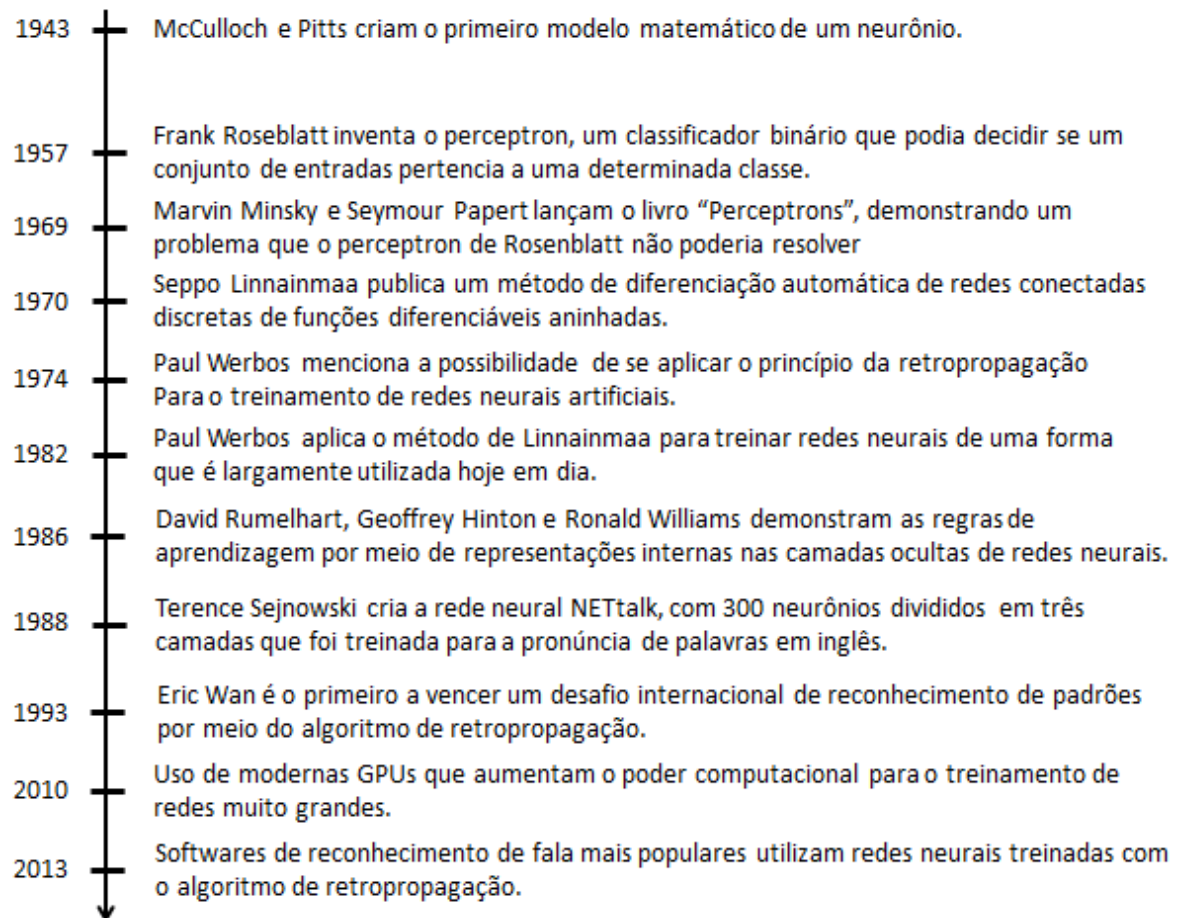


Na Figura 2 temos uma linha do tempo demonstrando alguns dos eventos que aconteceram no desenvolvimento da linha conexionista. Basicamente, os neurônios foram descobertos no início do século XX pelo neurofisiologista espanhol Santiago Ramon y Cajal (1852-1934). Em 1943 nasce a área de redes neurais com a primeira modelagem de McCulloch e Pitts de um neurônio artificial.



As redes neurais se disseminam a partir da pesquisa de Frank Rosenblatt, com a criação do seu perceptron, um classificador binário baseado em entradas provenientes de sensores e que podia decidir se tais entradas pertenciam a uma classe específica.

Figura 2: Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha conexionista da Inteligência Artificial



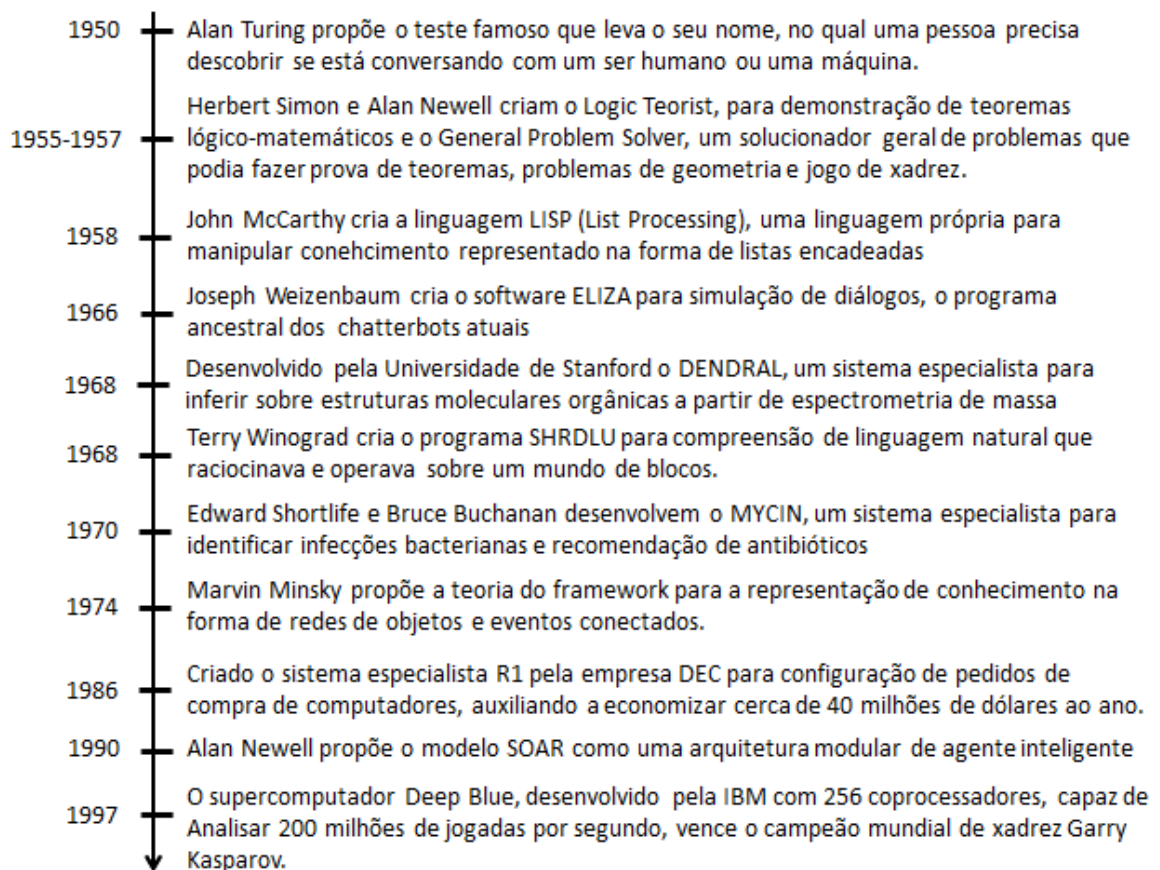


Para saber mais...

Frank Rosenblatt fez uma série de contribuições com os estudos sobre o perceptron. Acesse em: <http://csis.pace.edu/~ctappert/srd2011/rosenblatt-contributions.htm>, ou por meio do QRCode ao lado.



Figura 3: Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha simbólica da Inteligência Artificial



De forma geral, durante o desenvolvimento da IA, o otimismo quanto à decifração dos mecanismos da inteligência humana induziu muitas promessas



e, na sequência, decepções. Isso se deu tanto pelo um desconhecimento dos princípios que fundamentam a inteligência quanto pelos limites práticos relativos à capacidade de processamento dos computadores que estavam disponíveis à época das pesquisas (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Os pesquisadores da área de Inteligência Artificial eram bastante ousados quanto às previsões do sucesso das pesquisas. Em 1957, Herbert Simon previa que em dez anos um jogo de xadrez seria campeão mundial e um teorema matemático relevante seria provado por um computador. Ainda que não tenham levado dez, tais previsões se realizaram em quarenta anos. Na Figura 3, temos descrita uma linha do tempo com alguns eventos relacionados à linha simbólica.

A história da IA simbólica é dividida em três períodos: **clássica**, **romântica** e **moderna**. A **era clássica** (1956-1970) tinha como objetivo a simulação da inteligência humana, utilizando solucionadores gerais de problemas e sistemas baseados em lógica proposicional e de primeira ordem. O principal motivo do fracasso foi a subestimação da complexidade computacional dos problemas.

Na **era romântica** (1970-1980), o objetivo já era o de simular a inteligência humana em situações predeterminadas, utilizando formalismos de representação do conhecimento adaptados ao problema, e não mais gerais como proposto na era anterior. Mesmo assim, o motivo do fracasso foi a subestimação da quantidade de conhecimento necessária para resolver mesmo o problema mais banal do cotidiano. Entretanto, surgiram vários conceitos que impulsionaram algumas áreas da ciência da computação como a orientação a objeto, os ambientes de desenvolvimento e software e o processamento de tempo compartilhado.

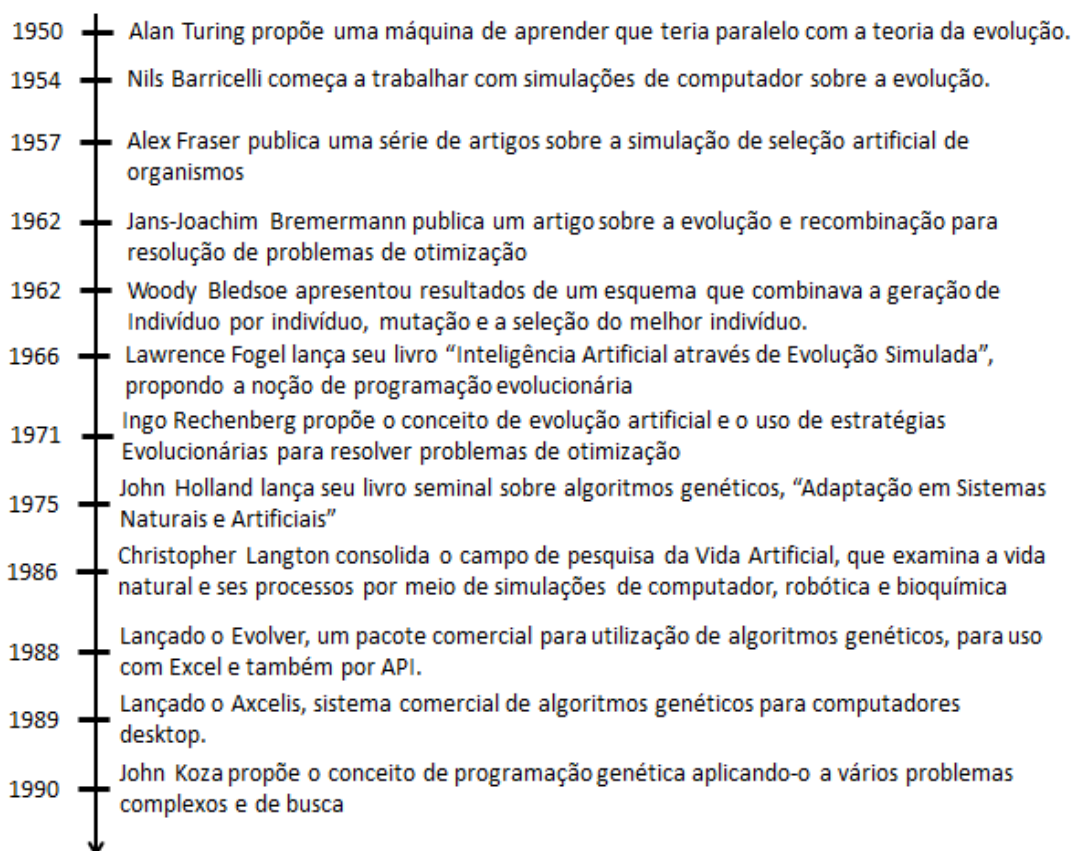
Na **era moderna** (1980 até este momento), o objetivo foi o de simular o comportamento de um especialista humano ao resolver problemas em domínios bem específicos. Como metodologias, utilizavam-se sistemas de regras de produção, modelos de representação de conhecimento com incerteza e também algumas abordagens conexionistas. Ainda assim, o motivo do fracasso continuou sendo o das subestimações do problema de aquisição de



conhecimento. Porém outras áreas da computação foram beneficiadas com as pesquisas, tais como a engenharia de software e bancos de dados.

A linha evolucionária se caracteriza pelo uso da teoria da evolução natural e seus conceitos em simulações de computador e algoritmos para resolução de problemas. Os modelos mais conhecidos são relativos à área de algoritmos genéticos, programação genética, autômatos celulares e vida artificial. Algoritmos genéticos são aplicados em problemas de otimização, na busca de soluções ótimas em problemas intratáveis. Hoje se utiliza os conceitos de algoritmos genéticos e programação evolucionária em arquitetura de circuitos eletrônicos, programação de jogos, previsão do tempo, descoberta de identidades matemáticas e modelagem de sistemas planetários extrassolares. Na Figura 4, temos descrita uma linha do tempo com alguns eventos relacionados à linha evolucionária da Inteligência Artificial.

Figura 4: Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha evolucionária da Inteligência Artificial





SÍNTESE

Nesta primeira aula iniciamos com a introdução ao estudo da Inteligência Artificial, sua importância como área de pesquisa em franca expansão reunindo conhecimentos de diversas áreas e pesquisadores. Aprendemos sobre as diferentes definições de Inteligência Artificial conforme os quatro quadrantes originados dos critérios dos processos de raciocínio e processos de comportamento. Foram abordadas também as linhas de pesquisa da IA: simbólica, conexionista e evolucionária, as quais demonstram diferentes perspectivas na construção de sistemas inteligentes de acordo, respectivamente, com a mente, o cérebro ou a teoria da evolução de Darwin. Um breve histórico da Inteligência Artificial foi apresentado, enfatizando alguns dos principais pesquisadores, tais como Marvin Minsky, John McCarthy, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, Frank Rosenblatt. Para cada linha de pesquisa em detalhe foram evidenciados alguns dos principais eventos e pesquisadores. A partir deste preâmbulo, estamos aptos a começar o estudo dos diferentes conteúdos e técnicas de Inteligência Artificial, a começar pelo próximo capítulo, abordando os agentes inteligentes.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial – Ferramentas e Teorias**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A. Ontologías. In: **Inteligencia Artificial**. McGraw-Hill. 2008.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e prática**. Porto Alegre, Bookman, 2001.

KOZA, J. **Genetic Programming**. Boston-MA: MIT Press, 1992.



LINDEN, R. **Algoritmos Genéticos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2012.

MEADOWS, M. S. **Nós, Robôs**: Como a ficção científica se torna realidade. São Paulo: Cultrix, 2011.

MEDEIROS, L. F. **Redes Neurais em Delphi**. 2. ed. Florianópolis: Visualbooks, 2007.

_____; RAUTENBERG, S.; BASTOS, R. C.; TODESCO, J. L. A Strategy for Minimizing the Processing Time of the AINET Algorithm in the Construction of Radial Basis Function Networks. In: DAGLI, C. H.; ENKE, D. L.; BRYDEN, K. L.; CEYLAN, H.; GEN, M. (Org.). **Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks**: Computational Intelligence in Architecting Engineering System. New York: ASME, 2008, v. 18, p. 479-484.

PALAZZO, L. A. M. Introdução a Prolog. Pelotas: Editora UCPel, 1997.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. tradução da 2. edição. Rio de Janeiro: Campus, 2004.