

# | INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

---

## TEMA 1 – INTRODUÇÃO À IA

A *Inteligência Artificial* tem se notabilizado na segunda década do Século XXI como a ciência que possibilitou o advento das máquinas inteligentes. Como a “inteligência”, produto da atividade cerebral e mental do ser humano, pode se manifestar fora dele? Quando o tema é relativo às criações tecnológicas construídas pelo ser humano ao longo da sua história e evolução sobre o planeta, a Inteligência Artificial (IA) emerge como uma das áreas contendo provavelmente as conquistas mais importantes alcançadas pela humanidade. De acordo com Medeiros (2018), a Inteligência Artificial está posicionada no ápice do desenvolvimento tecnológico da raça humana.

Ainda que a utilização de ferramentas não seja exclusiva do ser humano, a Inteligência Artificial está relacionada também com o desenvolvimento de ferramentas. Desta forma, o ser humano tem construído ferramentas desde o alvorecer da raça humana, e uma ferramenta consiste na extensão da mente humana para a transformação de algo sobre o ambiente (Pozo, 1998). A construção de ferramentas e sua posterior evolução permitiu o alcance da qualidade de vida que a raça humana desfruta nos dias de hoje.

Entretanto, as ferramentas não são apenas aquelas que transformam alguma coisa no ambiente. As palavras também são uma espécie de ferramenta mental, utilizada tanto para comunicação quanto para auxiliar a estruturar o pensamento (Pozo, 1998). Dessa forma, as ferramentas foram se tornando mais e mais complexas ao longo do tempo.

Nesta linha de raciocínio, pode-se considerar o computador como uma ferramenta de alta complexidade, que permitiu “corporificar” o pensamento lógico que se manifesta no sistema cérebro/mente. Assim, um raciocínio pode ser visualizado num computador, utilizando as regras da lógica criadas pelo pensamento humano. Máquinas podem, portanto, “pensar”, a partir de certo ponto de vista. O homem exterioriza as ferramentas e tarefas cognitivas a partir do seu intelecto para que possa se adaptar melhor ao ambiente, ou mesmo alterá-lo (Dennett, 1997, p. 122).

Para que se possa conceituar a Inteligência Artificial, a pergunta central se constitui sobre saber primeiramente o que é “inteligência”. Pode-se identificar uma série de conceitos a partir de diferentes áreas que trataram o tema e seus respectivos pesquisadores. Conforme o psicólogo Howard Gardner (1995, p. 21),

---

é a “capacidade de resolver problemas ou elaborar produtos que sejam importantes num determinado ambiente ou comunidade cultural”. Para o pesquisador de IA Marvin Minsky (1985, p. 71), “nossas mentes contêm processos efetuados por meio de agentes que nos capacitam a resolver problemas que consideramos difíceis”.

Para o psicólogo cognitivo Robert Sternberg (2010, p. 474), é a “capacidade que o ser humano tem para aprender com a experiência”. E para Jean Piaget, um teórico bastante estudado em termos de aprendizagem, significa “Interações do indivíduo com o ambiente, envolvendo um equilíbrio entre a assimilação e acomodação” (Lefrançois, 2013).

A partir destes conceitos, podemos elencar alguns elementos comuns que se parecem ou são comuns entre eles (Medeiros, 2018), dando indícios do que vem a se caracterizar como Inteligência Artificial:

- Capacidade de resolução de problemas;
- Aprendizado com o ambiente;
- Desenvolvimento de estruturas cognitivas;
- Orientação a metas e objetivos.

Dessa forma, podemos ver que a IA significa a jornada do ser humano, na busca da compreensão de suas funções mais nobres. A IA é uma busca pelo metaconhecimento (ou seja, como sabemos o que sabemos?) e pelo autoconhecimento (de que forma nós sabemos?). Pode-se dizer que a meta fundamental da IA é entender os mecanismos complexos de funcionamento do sistema cérebro-mente, para então reproduzi-los (artificialmente...).

Russel e Norvig (2004) definem a Inteligência Artificial a partir de duas dimensões: processos de pensamento (pensar como um ser humano ou pensar de forma racional) ou processos de ação ou comportamento (pensar ou agir). A combinação entre eles produz quatro definições para a IA:

- Sistemas que pensam como seres humanos;
- Sistemas que pensam racionalmente;
- Sistemas que agem como seres humanos;
- Sistemas que agem racionalmente.

Quadro 1 – Framework para definições de IA em categorias

	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, 2004.

Para Luger (2013, p. 1), a IA “pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa da automação do comportamento inteligente”. Tanto as técnicas quanto a conceituação teórica devem estar baseadas em princípios consistentes e implementadas com base em estruturas de dados e a codificação de algoritmos, todos estes baseados em linguagens de programação.

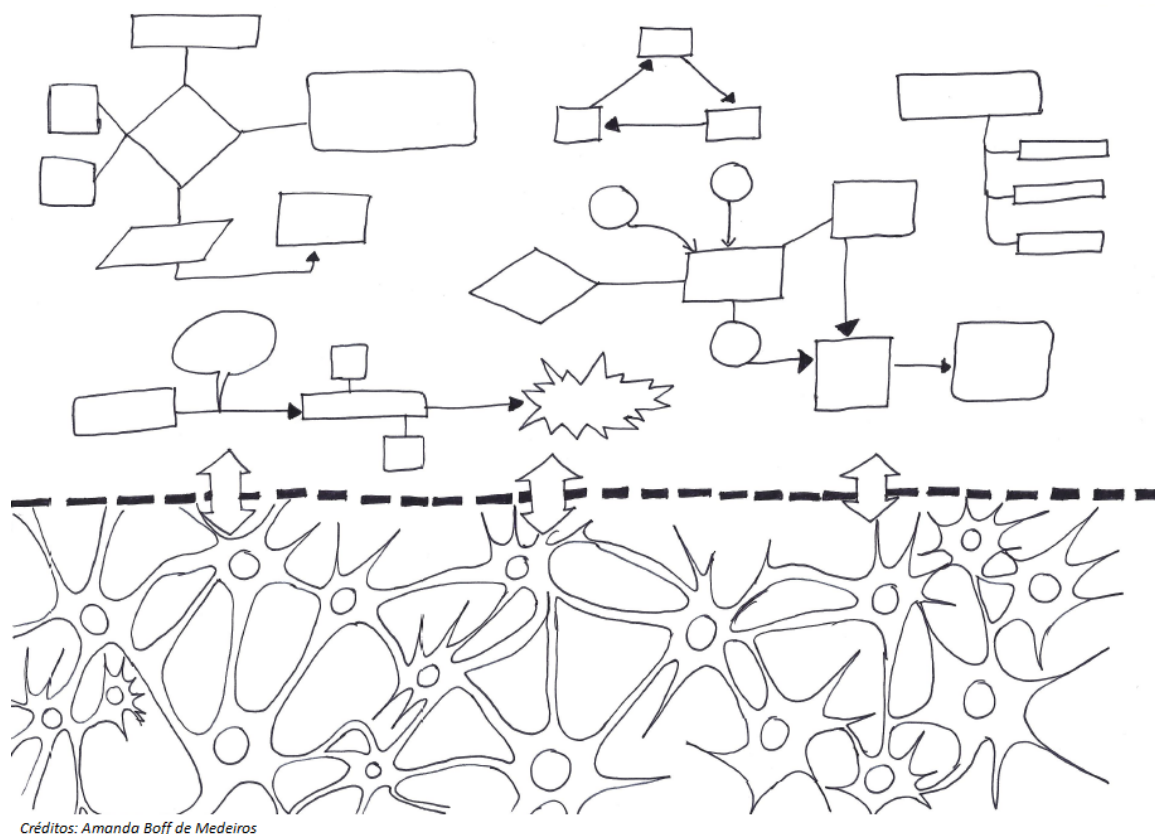
## TEMA 2 – O PROBLEMA MENTE-CÉREBRO

A IA pode ser também classificada de acordo com a perspectiva adotada quanto à origem e o substrato do raciocínio. Proveniente da discussão na Filosofia sobre o problema cérebro-mente (Figura 1), a IA pode adotar uma perspectiva ou outra para fundamentar a criação dos algoritmos para a simulação dos processos de raciocínio (Figura 2). Se considerarmos que o **cérebro** é o responsável pelo raciocínio e que este se dá por meio das interações eletroquímicas entre neurônios, por meio de suas sinapses, então a IA pode ser estudada por meio do **paradigma conexionista**. Neste paradigma, é necessária a concepção de elementos unitários que interagem entre si, os neurônios artificiais, de forma a perfazer certas atividades como reconhecimento de padrões ou regressão de dados. A estrutura se constitui em camadas de neurônios que estão conectadas conforme a finalidade da rede neural e o algoritmo básico se preocupa com o treinamento desta rede. Este treinamento pode ser feito de forma supervisionada (também se diz “com um professor”) ou de forma auto-organizada ou não supervisionada (Medeiros, 2018, p. 22).

No entanto, se ao invés de levar em consideração o processamento de neurônios interconectados e se considerar o tratamento de símbolos que a **mente** executa, então, a base para se criar a IA é o **paradigma simbólico**. O pensamento abstrato e o raciocínio lógico são a base para que, por meio de linguagens de programação, se escrevam algoritmos que trabalhem de forma simbólica. Dentro da Inteligência Artificial há uma série de representantes nesta

linha de pesquisa, tais como os sistemas especialistas, a programação lógica e os sistemas baseados em conhecimento (Medeiros, 2018, p. 23).

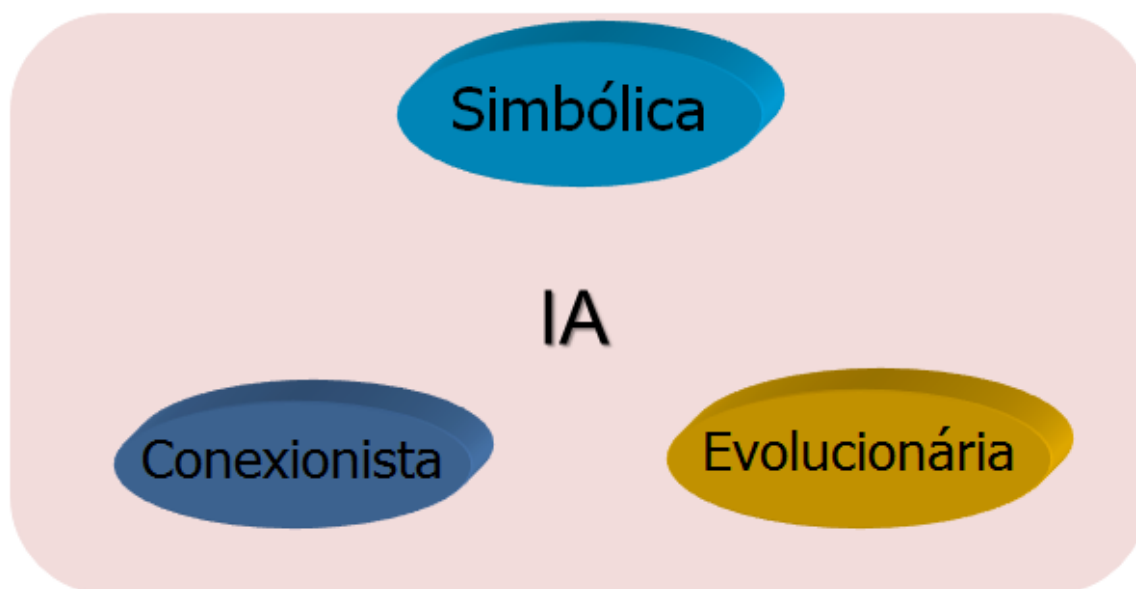
Figura 1 – Ilustração do Problema Mente-Cérebro



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 2 – Inteligência Artificial e suas linhas de pesquisa

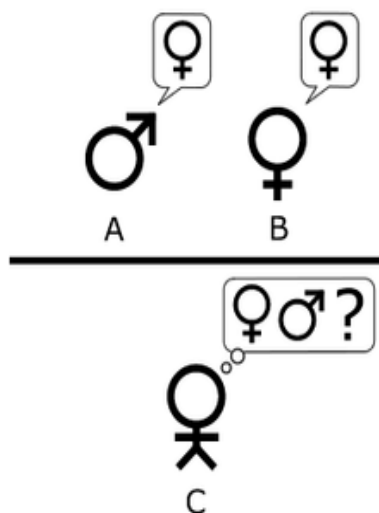


### TEMA 3 – BREVE HISTÓRICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O ponto de partida para os estudos da Inteligência Artificial como uma ciência começa nos idos de 1950, quando Alan Turing formula a questão “Pode uma máquina pensar?”. Na época, os primeiros computadores digitais já haviam sido construídos. Alguns deles podiam fazer tarefas inteligentes, colocando em risco a conjectura de que a inteligência seria uma capacidade exclusivamente humana.

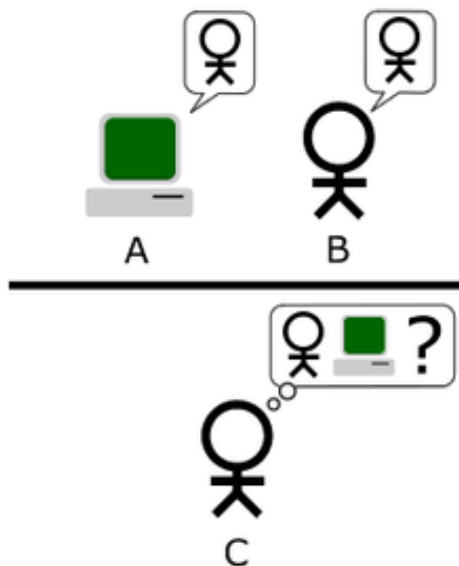
Mas para entender a essência do que é o pensamento, uma resposta para esta pergunta, Turing muda a estratégia de definição e, ao invés de colocar foco na forma como uma máquina é construída, propõe a utilização de um teste para saber se uma máquina pode “pensar” ou não. Assim, Turing propõe uma variação do jogo de imitação: três pessoas, um interrogador C faz perguntas a um homem X e a uma mulher Y, sem saber o sexo de cada um. Por meio de um conjunto de perguntas, o interrogador segue perguntando a cada um para descobrir quem é quem.

Figura 3 – Jogo de adivinhação que inspirou Turing



Turing propõe uma variante de um jogo muito popular, no qual o objetivo era descobrir se um interlocutor era um homem ou uma mulher (Figura 3). Assim, no jogo proposto por Turing, deve-se descobrir quem é o ser humano e quem é a máquina.

Figura 4 – Variante do jogo para o teste de Turing



Pode ser que o interrogador não venha a perceber quem é quem, ou seja, que a máquina venha a passar no teste. Na verdade, o jogo objetiva identificar, em outras palavras, se o comportamento linguístico da máquina é indistinguível daquele exibido por um ser humano. Caso seja constatado, não há razão para não atribuir a essa máquina a capacidade de pensar (Figura 4).

Mas que inteligência é realmente testada? O Teste de Turing não testa diretamente se um computador se comporta de forma inteligente - testa apenas

se um computador está se comportando como um humano. Porém, o comportamento humano e comportamento inteligente não são exatamente a mesma coisa!

Oficialmente, a Inteligência Artificial tem o seu surgimento como um campo da ciência 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 destes 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
<b>John McCarthy (1927-2011)</b>	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> ).
<b>Marvin Minsky (1927-2016)</b>	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, na qual a inteligência surge como um produto da interação de partes não-inteligentes.

<b>Nathaniel Rochester (1919-2001)</b>	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.
<b>Claude Shannon (1916-2001)</b>	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.
<b>Norbert Wiener (1894-1964)</b>	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.
<b>Frank Rosenblatt (1928-1971)</b>	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 <i>Perceptron</i> em 1957, um dispositivo eletrônico construído de acordo com princípios biológicos e que mostrava capacidade de aprendizado. Desenvolveu e estendeu a ideia do <i>perceptron</i> em diversos artigos e no seu livro "Princípios de Neurodinâmica".

---

## TEMA 4 – LINHA DO TEMPO PARA A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

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.

Na Figura 5, 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 5 – Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha conexionista da Inteligência Artificial

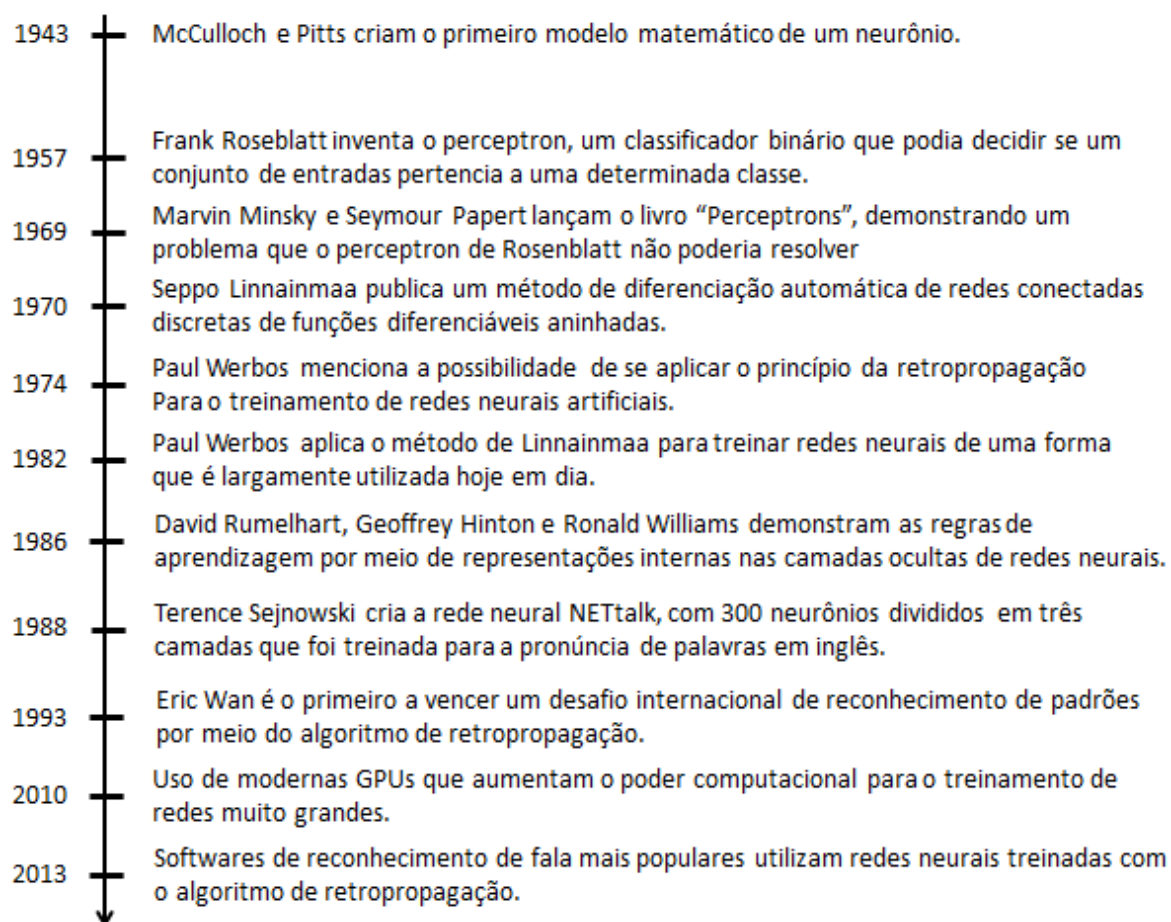
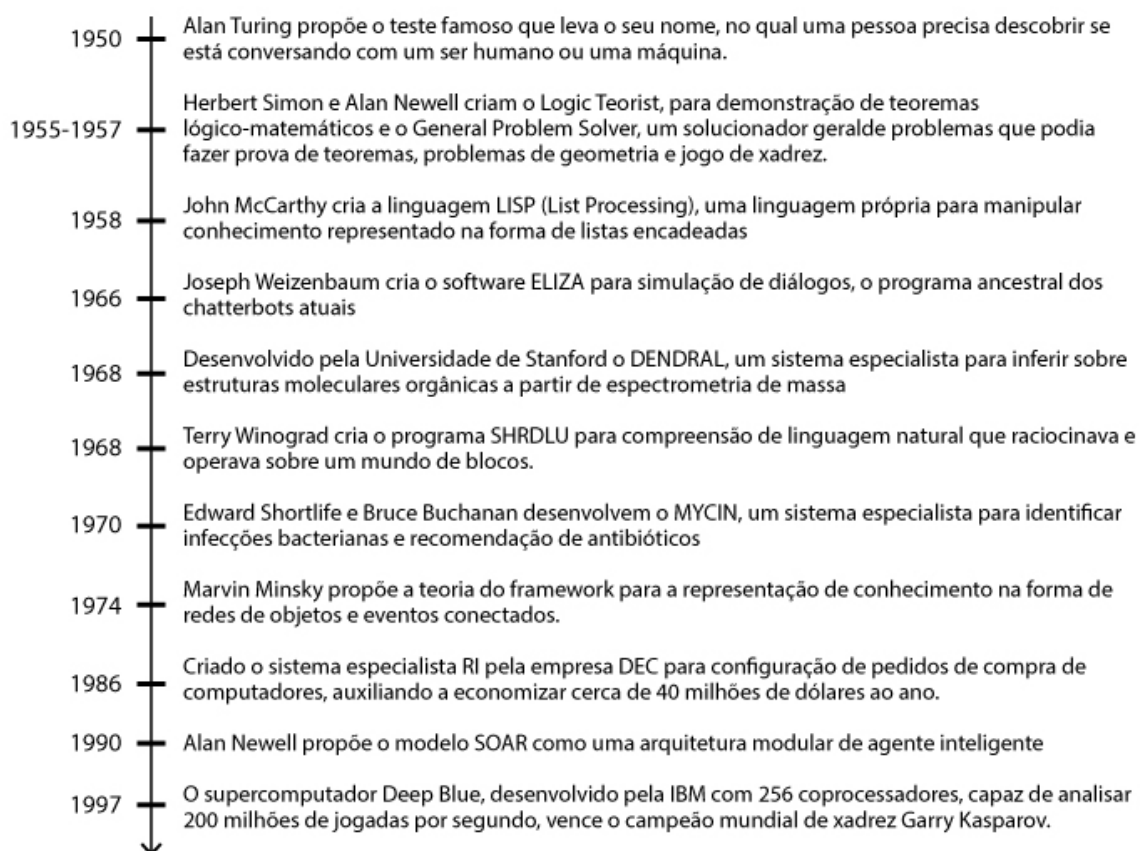


Figura 6 – Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha simbólica da Inteligência Artificial



De forma geral, durante o desenvolvimento da IA, o otimismo quanto à decifração dos mecanismos da inteligência humana induziu a muitas promessas e, na sequência, decepções. Isto se deu tanto por 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 6, 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

---

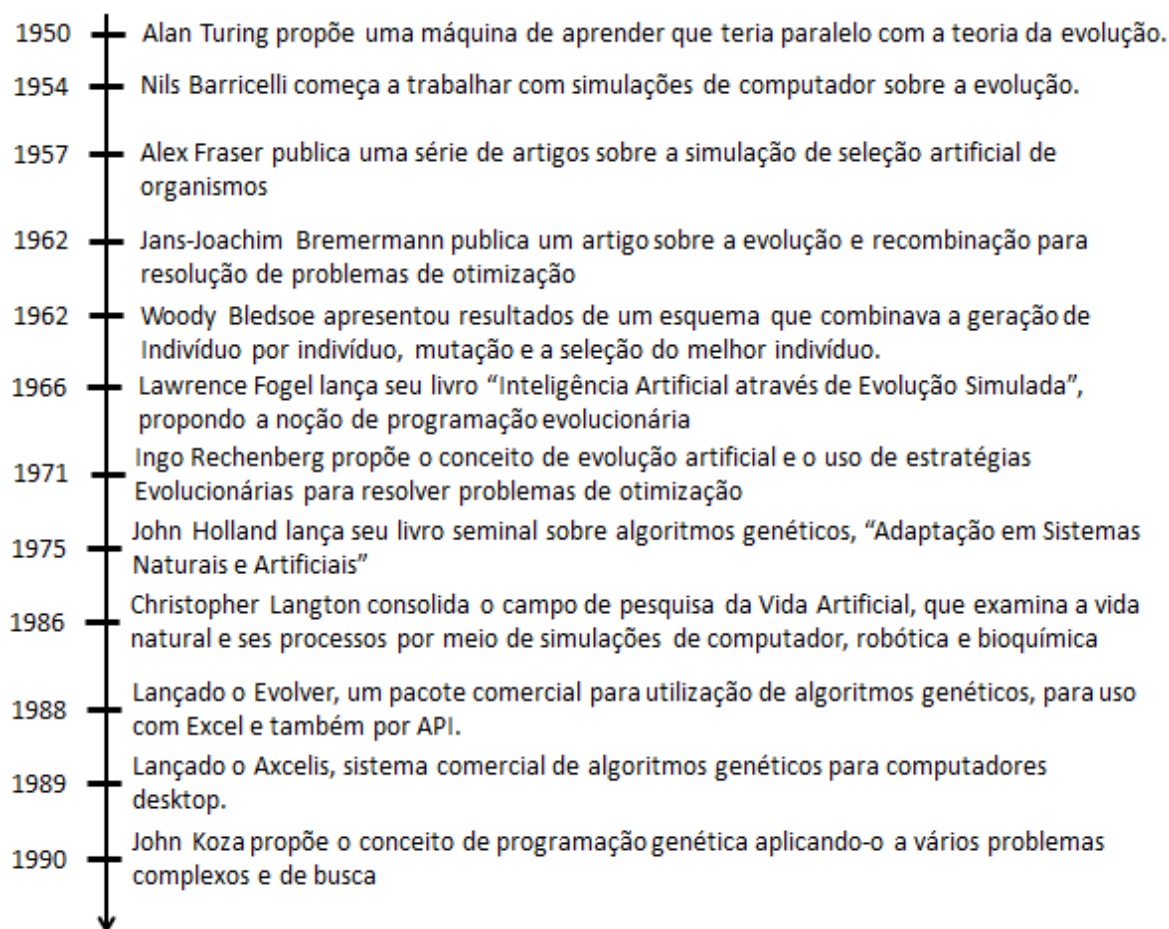
baseados em lógica proposicional e de primeira ordem. O principal motivo do fracasso foi a subestimação da complexidade computacional dos problemas.

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–), o objetivo foi o de simular o comportamento de um especialista humano ao resolver problemas em domínios bem específicos. Como metodologias, utilizava 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 da subestimação 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 extra-solares. Na Figura 7, temos descrito uma linha do tempo com alguns eventos relacionados à linha evolucionária da Inteligência Artificial.

Figura 7 – Linha do tempo com alguns eventos relativos à linha evolucionária da Inteligência Artificial



## TEMA 5 – TENDÊNCIAS PARA A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O aumento da capacidade computacional, proporcionada pelo avanço da tecnologia de construção de processadores, permitiu atualmente que as pesquisas na área de Inteligência Artificial se concentrassem nas abordagens mais complexas da engenharia dos sistemas inteligentes. A quantidade massiva de dados gerados pela internet pode ser analisada de forma rápida por algoritmos inteligentes, na busca por padrões subjacentes a estes dados. Não apenas textos, mas áudio e vídeo podem ser analisados de forma eficiente, oportunizando o surgimento de uma série de tecnologias inteligentes à disposição do público, embutidos não somente em computadores ou notebooks, mas em celulares e outros dispositivos móveis.

Para se ter uma ideia do cenário à disposição da sociedade de hoje relacionado com pesquisas na área de IA, pode-se elencar algumas bastantes emblemáticas e disruptivas:

- 
- **Tecnologias de Armazenagem:** A empresa Amazon desenvolveu uma inovação em armazenagem (Tecnologia Kiva, 8ª geração) que, ao invés dos estoquistas irem até as prateleiras, a prateleira “vem” até o estoquista. Por meio da exploração do conceito de inteligência artificial distribuída, robôs espalhados pelo centro de distribuição erguem as prateleiras e seguem de forma ordenada, constituindo uma fila, de acordo com o processo de separação de pedidos, permitindo que o estoquista colete os produtos relativos a um pedido específico. Em seguida, os robôs levam as prateleiras de volta e liberam o caminho para que os outros robôs possam fazer o mesmo (Flipse, 2011);
  - **Drones de entrega:** A empresa Amazon tem testado uma tecnologia de drones de entrega na Inglaterra, com autonomia de carga de até 2,2 Kg em 30 minutos. Drones inteligentes, com nível de autocontrole altamente preciso irão revolucionar a vida do ser humano moderno. Serviços de entrega por drone consistem numa das indústrias mais promissoras de valor agregado em desenvolvimento (Jung; Kim, 2017);
  - **Exoesqueletos:** O uso de exoesqueletos é visto como uma tecnologia bastante promissora, tanto para a área da saúde, no sentido de devolver movimentos para pacientes com dificuldades de recuperação, bem como em fábricas para fazer com que o ser humano possa carregar objetos pesados, ou ainda em uso militar. A ideia geral é utilizar os pequenos movimentos para realimentar os mecanismos dos braços e pernas do exoesqueleto, proporcionando a força adequada para o movimento requisitado. Desta forma, o exoesqueleto “entende” e potencializa o movimento do ser humano (Chen et al, 2017);
  - **Robótica da Nova Geração:** robôs humanoides têm sido desenvolvidos por várias empresas. Como exemplo, o robô Atlas, desenvolvido pela Boston Dynamics, é um robô que possui alta mobilidade, equipado com sistema de visão estéreo e *laser*, com 28 graus de liberdade de movimento. Que se locomove com alto grau de equilíbrio e levanta-se de forma autônoma quando cai (Feng et al, 2014). Outro robô, também desenvolvido pela mesma empresa, é o BigDog. Tendo a forma quadrúpede, o BigDog consegue carregar até 180 Kg de carga. Consegue atravessar diferentes tipos de terreno, sem perder o equilíbrio. Já é utilizado por militares americanos para transporte. A empresa tem planos para comercialização

---

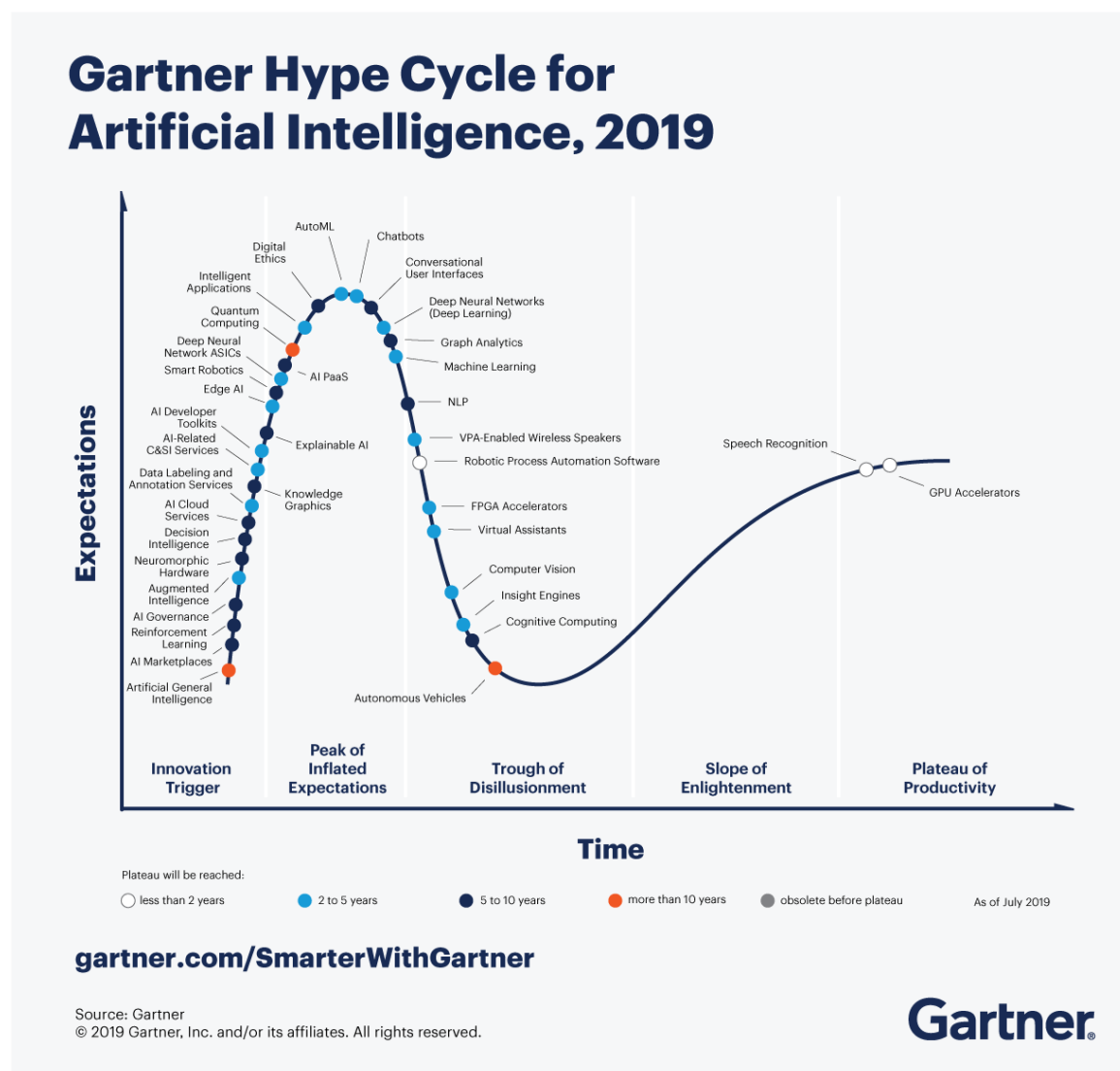
futura de versões “*slim*” deste robô (Simpson, 2008). Outro robô que tem chamado a atenção é a Sophie, que se destaca por ter sido construída com os mais recentes avanços em Inteligência Artificial (IA) que permitem, por exemplo, aprender e ganhar experiência com a interação com seres humanos. Além disso, sua aparência e amplo repertório de gestos faciais que possui, aproxima-o significativamente do padrão humano. Sua presença ganhou notoriedade por suas apresentações em pelo menos alguns eventos das Nações Unidas e também por ter recebido a cidadania saudita, sendo o primeiro robô do mundo a ter esse *status* (Kalra; Chadha, 2018);

- **Carros Autônomos:** em testes avançados por várias companhias ao redor do mundo, os carros autônomos constituem uma inovação disruptiva que caracteriza uma mudança de paradigma emblemática, desde o surgimento dos veículos automotores no início do Século XX. Os veículos são equipados com diversos recursos inteligentes, como manutenção de faixas, frenagem automática e controle de cruzeiro adaptativo. Sistemas monitorados por uma rede extensiva em conjunto com recursos guiados por visão computacional são o futuro dos veículos autônomos. Prevê-se que a maioria das empresas lançará veículos totalmente autônomos no advento da próxima década. O futuro dos veículos autônomos é uma era ambiciosa de transporte seguro e confortável (Bimbraw, 2015);
- **Interfaces Cérebro-Computador:** a capacidade computacional crescente tem permitido a criação de algoritmos que detectam padrões da atividade cerebral de pessoas, que permitem correlacionar com movimento corporal. Desta forma, interfaces invasivas (com implante do sensor sobre o córtex cerebral) ou não invasivas (semelhante aos sensores de EEG), têm surgido no sentido de proporcionar uma extensão do cérebro à atividade motora de um braço mecânico ou robô. Dessa forma, os sinais captados do cérebro são correlacionados a movimentos e depois utilizados em algoritmos de *machine learning* (aprendizado de máquina) para permitir a movimentação diretamente pelo “pensamento” (Hochberg, 2012).

Com relação às tendências, outro estudo significativo é o *Hype Cycle* para a Inteligência Artificial, desenvolvida pelo Gartner, Inc (Figura 8). O estudo indica que a IA está chegando às empresas de maneiras bem diversas, com as soluções centradas nas tecnologias de aprendizado de máquina (*Machine Learning*). Outra

tecnologia que tende a se consolidar nas agendas das empresas é relacionada com a Inteligência Artificial Conversacional, por conta do sucesso de várias inovações surgidas, tais como a Alexa da Amazon, o Assistente do Google, dentre outras.

Figura 8 – *Hype Cycle* indicando as tendências para os próximos anos com relação às tecnologias da Inteligência Artificial



Fonte: Gartner, 2020.

**A Inteligência Artificial Aumentada** (*Augmented Artificial Intelligence*) é um modelo de “parceria” centrada no ser humano de pessoas e IA trabalhando em conjunto para a melhoria da performance cognitiva. O foco está no papel assistivo da IA com relação ao desenvolvimento de competências humanas avançadas. IA interagindo com pessoas pode auxiliar no sentido da redução de erros e desenvolvimento de trabalho rotineiro, podendo melhorar as interações

---

com clientes, serviços para os cidadãos e cuidados com os pacientes na área da saúde. A meta principal da IA aumentada é ser mais eficiente com automação, enquanto complementa com um toque humano e senso comum no gerenciamento de riscos na automação da tomada de decisão (Goasduff, 2019).

Os **chatbots** se consolidaram como a face da IA e tem impactado em várias áreas da comunicação humana, sendo por texto ou baseado em voz, ou uma combinação de ambos, embasados em *scripts* de respostas para atendimento a clientes em vários segmentos. Aplicações comuns existem na área de recursos humanos, *help desk* em TI e autosserviço, modificando de maneira peculiar a forma como serviços são oferecidos a clientes. A mudança de “o usuário aprende com a interface” para “o *chatbot* aprende com o que o usuário quer”, enseja implicações profundas para integração, produtividade e treinamento nos espaços de trabalho (Goasduff, 2019).

O **aprendizado de máquina** (*machine learning*) pode auxiliar na resolução de problemas de negócios, tais como o tratamento personalizado do cliente, recomendações na cadeia de suprimentos, monitoramento de preços dinâmicos, diagnósticos médicos ou ainda auxiliar na detecção de lavagem de dinheiro. O aprendizado de máquina usa modelos matemáticos para a extração de conhecimento e identificação de padrões embutidos nos dados. A adoção desta tecnologia cresce, à medida que as organizações se deparam com um crescimento exponencial dos volumes de dados e avanços significativos na infraestrutura de computação (Goasduff, 2019).

---

## REFERÊNCIAS

BIMBRAW, K. Autonomous Cars: Past, Present and Future - A Review of the Developments in the Last Century, the Present Scenario and the Expected Future of Autonomous Vehicle Technology. **Proceedings ICINCO 2015** – 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, v. 1, p. 191-198, 2015. 10.5220/0005540501910198.

CHEN, B.; MA, H.; GUAN, X.; FENGYAM, L. A wearable exoskeleton suit for motion assistance to paralysed patients. **Journal of Orthopaedic Translation**, v. 11, p. 7-8, 2017.

DENNETT, D. C. **Tipos de Mentes: Rumo a uma compreensão da consciência**. Rio de Janeiro: Rocco, 1997.

FENG, S.; WHITMAN, E.; XINJILEFU, X.; ATKESON, C. Optimization Based Full Body Control for the Atlas Robot – Video. In: **Proceedings of IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots**, Madrid, Spain, 2014.

FLIPSE, M. **Altering and Improving Kiva Some suggestions for improvement of the current Kiva system**. Report 1473379, Vrije Universiteit, Artificial Intelligence Department, 2011.

GOASDUFF, L. Top Trends on the Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2019. **Smarter With Gartner**, 12 set. 2019. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-on-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2019/>>. Acesso em: 4 mar. 2020.

HOCHBERG, L.; BACHER, D.; JAROSIEWICZ, B. et al. Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm. **Nature**, v. 485, p. 372-375, 2012. Doi: 10.1038/nature11076

JUNG, S.; KIM, H. Analysis of Amazon Prime Air UAV Delivery Service. **Journal of Knowledge Information Technology and Systems**, v. 12, n. 2, 2017.

KALRA, H. K.; CHADHA, R. A Review Study on Humanoid Robot SOPHIA based on Artificial Intelligence. **International Journal of Technology and Computing (IJTC)**, v. 4, n. 3, mar. 2018.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem** – tradução da 5ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

- 
- LINDEN, R. **Algoritmos Genéticos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2012.
- MEDEIROS, L. F. de. **Inteligência Artificial Aplicada: Uma Abordagem Introdutória**. Curitiba: InterSaberes, 2018.
- PENROSE, P. **A Mente Nova do Rei**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 178-204, 1998.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial** – tradução da 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- SIMPSON, M. A. **Boston Dynamics**: Quadruped Rough Terrain Robot Prototype. Phys.org., mar. 2008. Disponível em: <<https://phys.org/news/2008-03-boston-dynamics-quadruped-rough-terrain.html>>. Acesso em: 4 mar. 2020.
- STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**: tradução da 5ª edição americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.