

# COMPUTADORES E INTELIGÊNCIA - UMA EXPLICAÇÃO ELUCIDATIVA SOBRE O TESTE DE TURING

*Welton Dias de Lima*

## **Resumo**

Muito se tem discutido acerca da Inteligência Artificial, assunto bem presente na ficção científica, mas cogita-se, com certa frequência, a relação entre homem e máquina, a forma como a mente humana computa e se esta mente realiza o processo semelhantemente a um computador. Pensando nisso, Alan Turing desenvolveu uma técnica para testar a capacidade de uma máquina de exibir um comportamento inteligente semelhante a um ser humano. Assim, esta pesquisa teve por objetivo entender quais os motivos que levaram Turing a escrever o artigo, compreender a dinâmica do Teste de Turing e conhecer o legado da obra na área da Computação e da Filosofia. Desta maneira, o artigo foi dividido em sete partes: (i) Introdução; (ii) O Jogo da Imitação; (iii) A Crítica do Novo Problema; (iv) Pessoas e Máquinas Envolvidas no Jogo; (v) Computadores Digitais; (vi) O Legado de Turing na Computação; e por último (vii), as Considerações finais.

**Palavras-chave:** Teste de Turing. Mente humana. Inteligência artificial. Linguagem. Máquina de Turing.

## **1 Introdução**

Em 1837, apenas vinte e três anos após a derrota de Napoleão em Waterloo,<sup>1</sup> deu-se início o período no qual o império britânico ficou conhecido como a maior potência mundial, graças à revolução industrial. O progresso tecnológico e econômico ganhava cada vez mais força e a palavra “máquina” estava em alta, aplicada em barcos a vapor, ferrovias ou fábricas que utilizavam a energia a vapor.

Foi exatamente dentro deste cenário que surgiu o mais importante e pioneiro trabalho em computação por processos mecânicos, a Máquina Analítica. Projetado pelo matemático Charles Babbage,<sup>2</sup> este engenho era um computador mecânico, capaz de armazenar 1000 números de 20 algarismos e que possuía um programa que podia

---

<sup>1</sup> MATTHEWS, Rupert. *WATERLOO: A batalha que mudou a história da Europa e selou o destino de Napoleão*. 2016, São Paulo, Editora Coquetel, 9. ed., p. 42.

<sup>2</sup> DALE, N. B.; LEWIS, J. *Ciência da computação*. Rio de Janeiro: LTC Ed., 2011.

modificar o funcionamento da máquina, fazendo-a realizar diferentes cálculos. O fato de se tornar de uso mais geral por possuir a capacidade de modificar suas operações, realizar diferentes cálculos e aplicar métodos de instruções por cartões perfurados é o que faz a grande diferença em relação às máquinas anteriores.

A condessa de Ada Lovelace, considerada a primeira mulher a ter escrito um algoritmo para ser processado por uma máquina, participou dos projetos de computação de Charles Babbage e ajudou a construir os algoritmos que permitiriam à máquina computar os valores de funções matemáticas. Ada Lovelace estava tão envolvida nos trabalhos que começou a desenvolver questionamentos sobre o funcionamento do equipamento. A máquina de Babbage pode pensar? Esta máquina tem capacidade de aprender? Esta objeção vem de uma dissertação da matemática em que a autora declara que “a Máquina Analítica não tem nenhuma pretensão de criar o que quer que seja, a máquina jamais seria inteligente”. Para Lovelace, a máquina faria apenas o que fosse programado, podendo realizar análises, mas não teria o poder de antecipar quaisquer relações analíticas ou verdades. Sua competência é ajudar a tornar disponível o que já está familiarizado com a execução de alguma tarefa.

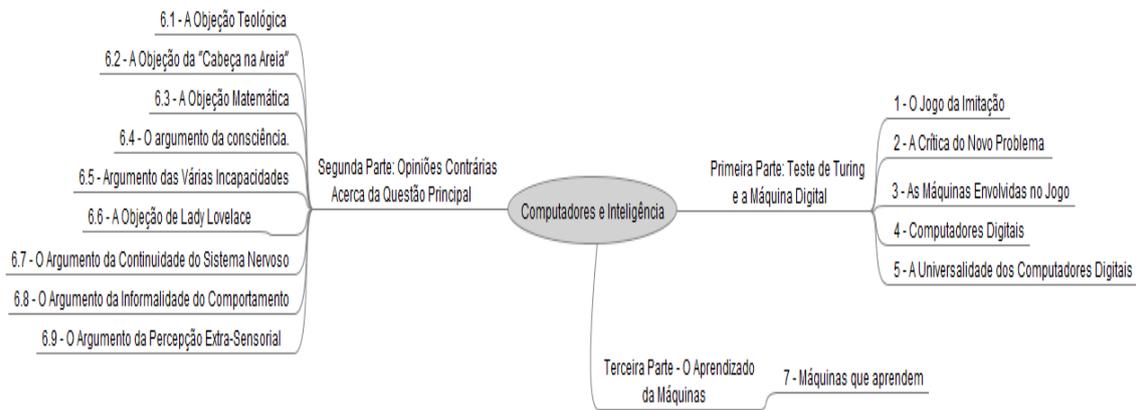
A conclusão da condessa tem um certo envolvimento teológico e filosófico. Se a inteligência é a capacidade de compreender, resolver novos problemas e conflitos, adaptar-se a novas situações, então, o pensar entra como um elemento fundamental para o processo de raciocínio lógico, podendo se dizer que o pensar é uma função da alma imortal do homem. Deus deu uma alma imortal para cada homem e mulher, mas não a nenhum outro animal ou máquina; portanto, nenhum animal ou máquina pode pensar.

O questionamento de Lovelace foi uma objeção disputada por Alan Turing em sua influente dissertação, publicada pela revista *Mind* com o título “Computadores e Inteligência” (nome original: *Computing Machinery and Intelligence*). O principal objetivo do artigo<sup>3</sup> era responder à questão se as máquinas podem pensar. Levando em consideração a importância do tema, a filosofia teve um interesse significativo nos questionamentos das máquinas pensantes; portanto, a pergunta de Turing serviu como um gatilho para o avanço dos estudos da filosofia da mente.

---

<sup>3</sup> TURING, Alan Mathison. *Computing machinery and intelligence*. England: Mind, v. 59, n. 236, 1950.

Figura 1 - Estrutura do Artigo “Computadores e Inteligência”



Fonte: TURING. Computing machinery and intelligence.

O trabalho ficou dividido em sete argumentações e mais nove objeções, que são dúvidas putativas relacionadas com a possibilidade de uma máquina realizar um pensamento equivalente a um ser humano.

## 2 O Jogo da Imitação

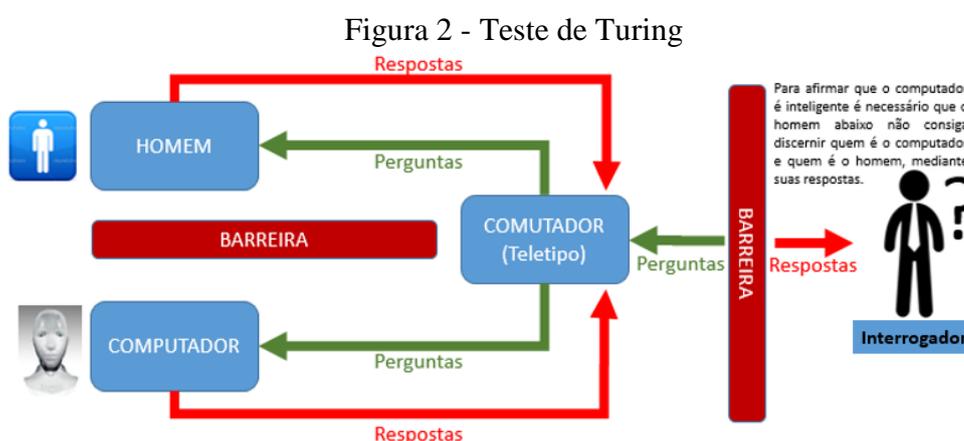
Ao evitar discussões filosóficas sobre a consciência, alma e livre arbítrio, Turing desenvolveu um teste prático para determinar se o computador poderia ser considerado inteligente, em outras palavras, uma forma de medir a inteligência da máquina. O teste ficou conhecido como *The Imitation Game*, O Jogo da Imitação, também intitulado como Teste de Turing,<sup>4</sup> em que o principal objetivo do jogo é testar a capacidade de uma máquina exibir comportamento inteligente equivalente a um ser humano.

O jogo funciona da seguinte forma. Envolve três participantes em salas isoladas: Um homem, uma mulher e um terceiro que vai ser o interrogador, que pode ser de qualquer sexo, e fica em um quarto separado das outras duas pessoas. O objetivo do jogo é fazer com que o interrogador determine corretamente quem é homem e quem é mulher; o interrogador tem que tomar essa decisão baseando-se apenas nas perguntas que ele pode fazer. Essas perguntas são respondidas apenas por meio de texto através de uma espécie de um terminal, em que os respondentes podem falar a verdade, podem mentir ou dar uma resposta evasiva, isto com a finalidade de iludir o interrogador. No jogo, o interrogador

<sup>4</sup> HODGES, Andrew. *Turing: Um filósofo da natureza*. São Paulo: Unesp, 2001, p. 40.

não pode ter nenhum tipo de contato com os participantes, ouvir suas vozes, nem conexão visual.

Agora tente imaginar que um dos interrogados foi trocado por uma máquina (Figura 2). Será que o interrogador consegue distinguir quem é a pessoa e quem é a máquina? Caso o interrogador não puder dizer consistentemente quem é quem, então o computador ganha o jogo. A pergunta que fica é: O que ocorre com a máquina quando ela toma o lugar de um dos participantes no jogo? Será que o interrogador teria o mesmo resultado se estivesse jogando com as duas pessoas? A máquina que passou no Teste de Turing pensa? E se pensa, a máquina pensa semelhantemente a um ser humano?



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

O teste não tem o propósito de apurar a predisposição de apresentar respostas certas para as perguntas, mas sim, verificar o quão próximas as respostas são dadas por um ser humano. O jogo é realizado por um canal de comunicação utilizando um teclado e uma tela para gerar o resultado. Turing sugeriu o uso de um teletipo, um dos poucos sistemas de comunicação restritos a texto existentes em 1950; para os dias de hoje, seria uma ferramenta de mensagem instantânea. O resultado do teste era fundamentado nas respostas dos entrevistados: a fluidez das palavras, a montagem das frases certas, se as respostas estavam fazendo sentido. Uma peça crucial de qualquer laboratório de testes deve ser a sala de controle. Turing nunca deixou claro, em seus testes, se o interrogador estava ciente que um dos participantes era um computador.

### 3 A Crítica do Novo Problema

Para falar sobre o dilema de Turing, é necessário adentrar na área da robótica, e a maior referência para desenvolver um estudo sobre o assunto são as obras do escritor de ficção científica, Isaac Asimov.



Mori, diante da situação, criou um conceito denominado O Vale da Estranheza. Este conceito não trata de um lugar que se possa visitar, mas sim, uma hipótese, no campo da robótica e da animação 3D, que diz que quando réplicas humanas se comportam de forma muito parecida, mas não idêntica a seres humanos reais, provocam repulsa entre observadores humanos. O termo apresentado é o resultado da análise de um gráfico (Figura 3) da reação positiva ou negativa das pessoas. Este comportamento é função daquilo que parece intuitivamente verdadeiro entre um ser humano e um robô.

À medida em que a aparência do robô vai ficando mais humana, as perguntas e respostas do interrogador vão se tornando mais emocionais, o diálogo com o robô vai se constituindo mais positivo e empático, até um dado ponto em que as respostas rapidamente podem se configurar uma forte repulsa. Ao olhar para um robô é violada a crença de normalidade, tanto cognitiva quanto culturalmente.

Figura 4 - Nova Versão do Teste de Turing



Fonte: Filme Ex Machina, 2015.

Hoje é possível observar uma nova versão do Teste de Turing (Figura 4), principalmente nos filmes de ficção. O interrogador realiza o teste com a máquina de fato, frente a frente. O interrogador sabe e tem consciência que aquilo que está à sua frente é uma máquina acoplada com um software de inteligência artificial. Mesmo sabendo que é um robô, a proposta do teste é fazer com que o interrogador consiga ver na máquina a consciência. Algo que seja humano. É possível que o interrogador venha a se envolver emocionalmente? Perceber na máquina sentimentos, como raiva, medo, alegria, amor.

Esse novo formato pode apresentar uma complexidade até maior em relação à versão anterior. O interrogador, na primeira versão, não sabe quem está do outro lado, podendo ser um humano ou uma máquina. Na nova proposta apresentada pelos filmes de ficção científica, é eliminada a presença humana. Mesmo levantada essa barreira, você consegue observar na máquina a consciência, sentimentos, expressões faciais, o processo de envelhecimento, ou seja, o objetivo deste novo formato do jogo é convencer o

interrogador de que o robô é de fato um humano e venha a ser convencido desta afirmação.

Para Turing, se o homem fosse imitar uma máquina, seria um triste espetáculo. Iria trair-se imediatamente pela sua indolência e imprecisão em aritmética, pois a máquina não se cansa de trabalhar, executa quadrilhões de cálculos por segundo, realiza as tarefas com perfeição de forma detalhada. Turing chegou a declarar que para vencer o enigma seria necessário criar um outro dispositivo; o ser humano, por si só, não teria condições de vencer esse equipamento. Por essa razão, a partir de uma máquina decodificadora de origem polonesa, Turing projetou a bomba eletromecânica, um equipamento eletromecânico que ajudaria a descriptografar as mensagens do enigma.

Por outro lado, Alan Turing coloca a máquina na posição das habilidades humanas: realizar uma dança, elaborar uma poesia, expressar uma emoção ao ouvir e tocar uma música, ao realizar o jogo da imitação. A melhor estratégia para a máquina será possivelmente algo que não seja a imitação do comportamento do homem de fato, mas sim, tentar dar as respostas que seriam naturalmente dadas por um homem.

A linguagem<sup>7</sup> é considerada uma das habilidades exclusivas do ser humano, um fenômeno altamente complexo. Pode-se dizer que os computadores são muito bons com números, mas ainda são muito dependentes no tratamento de texto, sendo necessários recursos de alto processamento para lidar com a comunicação e interpretação textual. Ainda que o texto apresente alguma anomalia textual, o cérebro humano consegue interpretar e dar sentido às frases, habilidade inexecutável pelo computador. Para simular a conversa humana, é necessário muito mais do que aumentar a memória ou a potência de cálculo. Veja o texto abaixo.

35T3 P3QU3N0 T3XTO 53RV3 4P3N45 P4R4 M05TR4R COMO NO554 C4B3Ç4  
CONS3GU3 F4Z3R CO1545 1MPR3551ON4ANT35! R3P4R3 N155O! NO COM3ÇO 35T4V4  
M310 COMPL1C4DO, M45 N3ST4 L1NH4 SU4 M3NT3 V41 D3C1FR4NDO O CÓD1GO  
QU453 4UTOM4T1C4M3NT3, S3M PR3C1S4R P3N54R MU1TO, C3RTO? POD3 F1C4R  
B3M ORGULHO5O D155O! SU4 C4P4C1D4D3 M3R3C3! P4R4BÉN5!

Quando Turing propôs o seu teste, ele o baseou na linguagem, isto porque a linguagem está intimamente ligada ao pensamento e à aprendizagem. É exatamente esse processo que Turing buscou aplicar no seu teste: a comunicação entre todos os envolvidos. O interrogador entra em uma conversa utilizando uma linguagem natural com

---

<sup>7</sup> RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. *Inteligência Artificial*. Trad. Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier Editora, 2013, p. 763.

um humano e/ou uma máquina projetada para produzir respostas indistinguíveis de outro ser humano.

#### **4 Pessoas e Máquinas Envolvidas no Jogo**

Na época quando o artigo foi escrito, a concepção de Turing em relação aos computadores digitais pode ser explicada afirmando que essas máquinas são planejadas para realizar quaisquer operações passíveis de serem feitas por um computador humano. Quando Turing pergunta “Podem as máquinas pensar?”, ele instiga o leitor a fazer uma reflexão crítica sobre o termo “máquina”.

Na física, máquina é todo e qualquer dispositivo que muda o sentido ou a intensidade de uma força com a utilização do trabalho; portanto, as máquinas podem ser divididas em automáticas e não-automáticas (ou manuais). As máquinas automáticas são aquelas em que a energia provém de uma fonte externa, como energia elétrica, térmica, entre outras; esses dispositivos executam sempre o mesmo trabalho ao receber energia, e têm como característica o fato de que o seu trabalho depende de instruções dadas pelo operador. As máquinas não-automáticas são aqueles dispositivos que precisam da ação permanente do operador para executar o trabalho. A máquina a que Turing se refere é o computador eletrônico ou computador digital desenvolvido para o processamento de dados.

Turing denomina um dos elementos do jogo de “Computador Humano”. Não há nada familiar ou impressionante no seu modo de agir, nada cuja mecânica seja tão maravilhosa, cujos sentidos sejam tão apurados do que o corpo humano. Existem mais de 6 bilhões de seres humanos vivendo na Terra e cada um é o resultado de um processo de 100 trilhões de células microscópicas. Apesar de todos os seres humanos serem 99,9% idênticos, não existem dois seres humanos exatamente iguais, células, tecidos, músculos, ossos, coração, cérebro; todos esses componentes, dentro de uma visão sistêmica, têm que unir forças para realizar as atividades básicas do dia a dia. E o que dizer do maior mistério do universo, a consciência. Este sentido ou percepção que o ser humano possui para distinguir o que é moralmente certo ou errado em atos, é um dos fatos fundamentais da existência humana; é a consciência que torna a vida digna de ser vivida. Se não fosse assim, nada na vida teria sentido ou valor, o ser humano seria como um *zumbi*, uma pessoa que vive a perambular e a agir de forma estranha e instintiva, privada de vontade própria e sem personalidade.

Por volta de 2000, Turing conjecturava que as máquinas com 100Mb de memória passariam facilmente no teste, mas talvez ele tenha se precipitado na sua previsão. Embora os computadores de hoje tenham uma memória muito superior aos computadores da primeira geração, poucos projetos tiveram êxito e os que funcionaram bem, concentram-se mais em encontrar formas astuciosas de enganar os interrogadores do que em utilizar a sua impressionante capacidade de cálculo.

A grande estrela da Inteligência Artificial é o software da IBM, Watson. Yorktown é uma região estadunidense localizada no Estado de Virgínia. Ali está localizado um dos maiores centros de pesquisa computacional desenvolvido pela IBM. Um supercomputador com aproximadamente 15 trilhões de bytes de memória foi desenvolvido para responder a qualquer tipo de pergunta em até três segundos, tempo suficiente para pesquisar 6 milhões de livros, enciclopédias e dicionários. O supercomputador foi colocado à prova em um programa de *reality show*, desafiando os dois maiores campeões de conhecimentos gerais dos Estados Unidos da América; e para que isso fosse possível, Watson recebe as perguntas eletronicamente, através de mensagem de texto, seleciona grupos de palavras e com elas faz as pesquisas. A máquina tem um índice de acerto de 75%, enquanto o índice de acertos de um ser humano é de 45%. Contrariamente aos seres humanos, o computador não fica nervoso ou intimidado com o erro; o ponto forte do Watson é calcular a probabilidade de suas respostas estarem corretas, por isso, quanto maiores eram as chances de a máquina acertar, mas alta era a sua aposta.

Na medicina, os médicos trabalham com muitas respostas para pensar no melhor tratamento a aplicar num paciente, Watson pode ser uma solução ideal para identificar qualquer tipo de doença e pesquisar as descobertas mais recentes nesse campo. Num futuro próximo, médicos e pacientes poderão recorrer a esse supercomputador para tirar dúvidas, e em tempo recorde, o computador dará todas as possibilidades de diagnósticos e tratamentos por ordem de probabilidade, cabendo ao médico dar a palavra final. Este supercomputador está sendo testado em dois hospitais estadunidenses.

## **5 Computadores Digitais<sup>8</sup> e o Legado de Turing**

---

<sup>8</sup> HODGES, Andrew. *Turing: Um filósofo da natureza*. São Paulo: Unesp, 2001. , p. 24.

Turing teorizou uma máquina que fosse capaz de resolver qualquer problema. O dispositivo não realizaria apenas um procedimento, mas vários; o equipamento não seria apenas programável, mas também reprogramável. A ideia do Turing era construir algo que fosse mais rápido que o cérebro, capaz de fazer cálculos e depois determinar o próximo passo a seguir, semelhantemente a um ser humano. Em outras palavras, Turing sustenta que este modelo teórico pode imitar o efeito de qualquer atividade da mente, mas o objetivo de Turing não é desprezar ou desvalorizar o poder natural do cérebro; pelo contrário, o argumento de Turing é simplesmente o de que o cérebro deve também ser considerado como uma máquina de estado discreto.

Depois da Segunda Guerra Mundial, Alan Turing gozou de um certo prestígio, trabalhou no laboratório nacional, onde criou um dos primeiros projetos para computadores e programas armazenados, o *Pilot ACE Computer*, e colaborou com o primeiro computador estadunidense, o famoso ENIAC.

Além de Turing, outros cientistas da computação ajudaram na construção dos computadores digitais, com destaque para o professor John Von Neumann. Em junho de 1948, Neumann aplicou os princípios de Turing e teve a primeira demonstração prática de um computador, criando assim uma arquitetura de computador que se caracteriza pela possibilidade de uma máquina digital armazenar seus programas no mesmo espaço de memória que os dados, podendo assim manipular tais programas. Esta arquitetura é um projeto modelo de um computador digital de programa armazenado que utiliza uma unidade de processamento (CPU) e uma de armazenamento (“memória”) para comportar, respectivamente, instruções e dados. A máquina proposta por Von Neumann reúne os seguintes componentes: (i) Uma memória; (ii) Uma unidade aritmética e lógica (ALU); (iii) Uma unidade central de processamento (CPU), composta por diversos registradores, e (iv) Uma Unidade de Controle (CU), cuja função é a mesma da tabela de controle da Máquina de Turing universal: buscar um programa na memória, instrução por instrução, e executá-lo sobre os dados de entrada.

Hoje, os computadores modernos utilizam o mesmo princípio da Máquina de Turing. Substituindo a fita, o papel e o marcador, as novas máquinas utilizam tecnologia bem mais sofisticada, com circuitos elétricos e uma série de interruptores como os que usamos para acender e apagar a luz, algo como uma representação elétrica do pensamento. Os circuitos integrados de hoje estão cada vez mais complexos e de menor tamanho, possibilitando a existência de calculadora do tamanho de um relógio de pulso e

computadores do tamanho da palma da mão, sem contar com a velocidade cada vez mais rápida e com a capacidade de armazenamento bem maior.

## **7 Consideração finais**

O ato de pensar desenvolve-se no espaço interior onde se inicia e processa o diálogo interno de cada um, pode ser considerado uma atividade mental ou espiritual, uma atividade do intelecto ou da razão, uma atividade discursiva ou intuitiva. O artigo de Turing inicia com a seguinte frase: “Proponho a seguinte questão: Podem as máquinas pensar?” Os filósofos passaram a ter um grande interesse pela pergunta, no sentido de fazer uma comparação entre as duas arquiteturas, a humana e a da máquina.

Para John Searle (1980), a consciência e o pensar são fenômenos biológicos, tais como a fotossíntese e a digestão; têm como característica a tradição do dualismo religioso, em que duas posições ou duas realidades são contrárias entre si, como o espírito e a matéria, o corpo e a alma, o bem e o mal, e que estejam em eterno conflito entre si. Searle defende a ideia de que o Teste de Turing não pode provar se uma máquina pode pensar, pois esta ação é uma característica inata do ser humano.

Depois de 50 anos da publicação “Computadores e Inteligência”, o artigo é objeto de intensa crítica, que tem se concentrado em torno de três pontos principais: (i) o fato de que o Teste não permite diferenciar entre “inteligência real” e “inteligência simulada”, ou seja, entre “ser inteligente” e “parecer inteligente”; (ii) o fato de que os resultados do Teste possuem validade muito limitada, porque dependem também da “inteligência” do interrogador, que é muito variável; (iii) e por último, o fato de que o Teste não avalia efetivamente a “inteligência” de uma máquina, mas apenas sua capacidade de parecer humana.

O fato, porém, é que o Teste de Turing representa ainda o principal ponto de partida para a discussão e a avaliação de sistemas computacionais ditos “inteligentes”; a obra é considerada como a base para os estudos sobre Inteligência Artificial.

Da mesma forma que o átomo passou por várias gerações de estudos, séculos de pesquisas e diversas propostas de modelos atômicos, este mesmo ritmo pode ser visto na evolução da Inteligência Artificial. Para o cientista Bostrom, a máquina inteligente será a última invenção que a humanidade precisará fazer. Isto poderá acontecer mais cedo ou mais tarde; na verdade ninguém o sabe precisar, mas a tecnologia apresenta algumas

evidências de atributos artificiais que vão bem mais além dos limites da máquina biológica.

## Referências

DALE, N. B.; LEWIS, J. *Ciência da computação*. Rio de Janeiro: LTC Ed., 2011.

HODGES, Andrew. *Turing: Um filósofo da natureza*. São Paulo: Unesp, 2001.

MATTHEWS, Rupert. *WATERLOO: A batalha que mudou a história da Europa e selou o destino de Napoleão*. 9. ed., São Paulo, Editora Coquetel, 2016.

MEADOWS, Mark S. *Nós, Robôs: Como a Ficção Científica se Torna Realidade*. São Paulo: Editora Cultrix, 2011.

RUSSEL, Stuart J.; NORVIG, Peter. *Inteligência Artificial*. 3. ed. Trad. Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier Editora, 2013.

SEARLE, J. R. Minds, brains and programs. *Behav. Brain Sci.*, v. 3, p. 417-424, Sept.1980.

TEIXEIRA, João de Fernandes. *Cérebro, Máquina e Consciência: Uma Introdução à Filosofia da Mente*. São Carlos: Editora da UFSCar, 1996.

TURING, Alan Mathison. *Computing machinery and intelligence*. England: Mind, v. 59, n. 236, 1950.