

# Fantasma na máquina

---

Lênin Cristi Fernandes

RA: 21030114

UFABC Q3 2016 - Programação Estruturada

Professor Jesús P. Mena-Chalco

## Alan Turing

Alan Turing foi um matemático, lógico, criptoanalista e cientista da computação também com trabalhos teóricos em biologia e altamente influente no campo da teoria da computação.

Ele proveu a formalização de conceitos como “algoritmo” e “computação” através de um modelo teórico de computador de uso geral conhecido como a “Máquina de Turing”. Ele é reconhecido como pai dos campos de teoria da computação e de inteligência artificial.

## Nascimento e educação básica

Nascido em 23 de Junho de 1912, seu pai era de uma família de mercadores escoceses e chegou a servir a coroa inglesa na Índia (Serviço Civil Indiano), sua mãe provinha de uma família protestante anglo-irlandesa ligada ao setor ferroviário. Em 1927 sua família se assentou em Guildford onde Turing frequentou a escola St. Michael's a partir dos seis anos. Aos treze ele foi recebido na escola Sherbone onde suas habilidades em matemática não seriam reconhecidas como na anterior pela linha mais clássica dessa instituição.

Especula-se que a doença e posterior trágica morte de seu melhor amigo a época de sua passagem por Sherbone, o jovem Christopher Morcom que segundo alguns biógrafos teria sido seu primeiro interesse amoroso, influenciaria decisivamente sua visão posterior num sentido mais ateu e materialista, uma vez que existem registros ainda desse período, como a carta que ele escrevera a mãe de Christopher, de sua crença em alguma forma de espírito e reencarnação.

## Alma Mater

Depois de Sherbone Turing ingressou em Cambridge frequentando-a de 1931 a 1934 e em seguida Princeton que iniciou em 1936 e onde conseguiu seu PhD em 1938.

Seu principal trabalho em Cambridge foi "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem" de 1936 onde ele reformulou os limites dos conceitos de prova e computação estabelecidos por Kurt Godel em 1931 que eram baseados em uma linguagem formal aritmética por dispositivos hipotéticos simples que seriam conhecidos depois como “Máquinas de Turing”.

Neste trabalho ele conseguiu provar que através dessas máquinas teóricas seria possível resolver qualquer operação matemática desde que apresentada como um algoritmo. Este trabalho foi apresentado pouco depois do trabalho equivalente de Alonzo Church através de seu cálculo lambda, ainda que considerado mais intuitivo que o segundo. John Von Neumann reconheceu posteriormente que o conceito central de computadores se baseou neste trabalho de Turing.

Em Princeton seu trabalho “Systems of Logic Based on Ordinals” de 1938 introduziu conceitos como da computação relativa e de máquinas de Turing capazes de utilizar “oráculos” ou máquinas abstratas usadas para estudar problemas de tomada de decisão, e tomar determinadas decisões não necessariamente computáveis. Essa adição as maquinas de Turing permitiu que solucionassem uma gama maior de problemas onde uma máquina puramente computacional não teria como decidir.

Sua produção tem um extenso volume de citações, 48809 no total com 12343 desde 2011, tendo um índice-h de 86 no total ou 23 desde 2011. Ironicamente seu trabalho mais citado é “The chemical basis of morphogenesis” com 10034 citações sendo que “On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem”, “Computing machinery and intelligence” e “Systems of logic based on ordinals” têm respectivamente 8947, 8725 e 958 citações, o que pode ser um indicativo da fraqueza relativa de tomar o volume total de indicações e mesmo o índice-h como índices absolutos, pois podem levar com frequência a discussão da dificuldade de se avaliar o impacto relativo de uma publicação em determinada área de conhecimento.

## Enigma

Seus estudos em criptoanálise o levaram a se apresentar em quatro de Setembro de 1939 no Bletchley Park, uma facilidade de pesquisas da inteligência britânica, um dia depois da declaração de guerra do Reino Unido a Alemanha.

Sob o comando do GC&CS, um departamento da inteligência britânica responsável pelas comunicações, ele construiu um equipamento eletromecânico apelidado de “bomba” que se tornaria o meio primário de ataque a mensagens cifradas pela máquina de criptografia alemã conhecida como “Enigma”.

Turing produziu dois estudos neste período “The Applications of Probability to Cryptography” e “Paper on Statistics of Repetitions” que demonstraram ter tanto valor estratégico para o GC&CS e seu sucessor atual o GCHQ que eles não haviam sido liberados para o arquivo nacional do Reino Unido até 2012, pouco antes do centenário de seu nascimento. Um matemático do GCHQ na época da liberação afirmou que o fato dos estudos terem ficado mais de 70 anos sob sigilo era uma demonstração clara de sua importância.

No final de 1941 ele e sua equipe em Bletchley Park teriam conseguido reduzir as perdas em navios numa ordem de 100 mil toneladas ao mês, mas enfrentando uma séria escassez de recursos que colocava em risco o andamento do projeto e esgotados os canais tradicionais para solicitação de fundos, ele tomou a atitude de quebrar a cadeia de comando e enviar uma carta diretamente a Winston Churchill, explicando seus avanços e argumentando que o emprego de recursos financeiros em seu projeto de inteligência era mais eficiente que o emprego deles em campo. Sua carta teve um efeito imediato e ao final da guerra havia mais de 200 “bombas” em funcionamento.

A interferência de sua equipe no desenrolar da Guerra não só decodificando mensagens, mas confirmando que os Alemães haviam mordido a isca plantada pela contra inteligência aliada e estavam protegendo os locais errados na preparação para o iminente desembarque na Normandia foi reconhecida como decisiva.

## Sua morte

Sua morte por envenenamento com cianeto em oito de Junho de 1954 é motivo de discussão até hoje. Existem defensores tanto da tese de acidente como da tese de ter sido deliberadamente provocada por ele. Dois anos antes de sua morte ele havia sido condenado por homossexualismo, que na época ainda era um crime no Reino Unido, sendo condenado a administração de hormônio feminino e castração química. Ao lado de sua cama foi achada uma maçã mordida que teoricamente teria sido envenenada (mas nunca testada) no que alguns especialistas afirmam ser a representação de sua cena preferida de seu conto de fadas preferido, Branca de Neve.

Dentre alguns dos fatos levantados para pôr em dúvida a tese de envenenamento deliberado estão: Que seu tratamento compulsório havia terminado um ano antes o que biógrafos afirmam ter melhorado seu humor, que não era incomum a presença de maçãs junto a sua cama e que o cianeto estava relacionado à dissolução de certa liga de ouro sendo usada num experimento e que poderia ter sido inalado, havia também em sua residência uma lista curta de afazeres para depois do feriado que viria logo após sua morte.

*O texto presente foi pensado inicialmente para discutir a aplicação do teste proposto por Turing em determinadas situações proporcionadas por tecnologias atuais, até aqui se fez necessária uma oportuna*

*introdução histórica de sua vida e resumo de sua produção. O que segue é a discussão originalmente objetivo do texto.*

## O jogo de aprender padrões

Turing tem historicamente se revelado um autor cujos trabalhos costumam ser revisitados por diversas cadeiras da computação, o que num campo de revoluções cada vez mais rápidas como esse é um feito. Para o decorrer do texto vamos nos focar em dois campos em especial que têm se destacado nos últimos anos com uma tendência de ampla adoção pelo mercado no médio prazo e mesmo visto como obrigatórios para empresas que queiram continuar relevantes na próxima década: Análise de dados e inteligência artificial.

Tivemos uma convergência de fatores tecnológicos no que tange a coleta e análise de dados:

- Computação em nuvem ou distribuída, proporcionada pela característica de sistemas trabalharem cada vez mais em regime de conexão permanente;
- Dispositivos conectados ou eventualmente conectados, de controles de casas, fechaduras, eletrodomésticos e câmeras a sensores e celulares, numa rede dispersa e conectada comumente chamada “internet das coisas”;
- O valor da análise de grandes volumes de dados, seja dos gerados por dispositivos conectados já citados aos gerados por empresas de crédito, bancárias, médicas ou de comércio eletrônico e redes sociais, volumes de dados que há poucos anos não tínhamos como armazenar de maneira adequada, hoje em determinada medida já podem ser coletados, armazenados e analisados com ferramentas como o ecossistema da Apache o Hadoop.

Neste cenário entram técnicas de análise cada vez mais dependentes de modelos e ferramentas matemáticas, muitas vezes não abordados nas formações que o mercado oferece na área de tecnologia da informação, e conceitos como o de “ciência de dados” de escopo bastante amplo e atuação na interpretação e significação de conjuntos de dados que giram em torno de perfis de uso, consumo e comportamento humanos que muitas vezes fogem inclusive a formação tecnológica padrão do campo que costumamos chamar “exatas”. Estas análises quando bem modeladas e treinadas auxiliam a compreender, por exemplo, hábitos de consumo, ajustar perfis de grupos alvo para campanhas, combater epidemias, vencer disputas eleitorais, prever o comportamento de índices da bolsa ou migração de animais. Praticamente qualquer campo que gere dados é um potencial alvo para essa tecnologia.

Algumas ferramentas disponíveis hoje tem se utilizado de técnicas de análise de dados para dar um passo além em sua utilidade, esforços como o Watson da IBM e o Azure ML da Microsoft já disponibilizam serviços de reconhecimento de imagem e fala, modelos prontos de análise de padrões e de atendimento automatizado. É possível hoje para uma empresa produzir um robô de atendimento que responda dúvidas de usuários de um determinado serviço ou bem em redes sociais como o Facebook, por exemplo, sem que a equipe na contratante tenha um conhecimento profundo de desenvolvimento de software ou dos modelos de análise que acabamos de citar.

Mesmo os sempre presentes assistentes pessoais Cortana da Microsoft, Google Now da Google e em menor escala a Siri da Apple que estão disponíveis em qualquer celular de fabricação recente e são aperfeiçoados continuamente no sentido de compreender linguagem natural, analisar dados e tomar decisões baseadas nos hábitos de uso de seus usuários apontam para o que em alguns anos pode se tornar uma naturalização de certa inteligência artificial no nosso cotidiano.

Um aplicativo da Google de mapas, por exemplo, se deixado com as notificações ligadas vai depois de verificar certo percurso diário recorrente, avisar sobre o estado do trânsito naquela rota minutos antes de sua saída. O Google Now se identificar um email com um voucher na sua caixa de entrada de emails, vai adicionar um lembrete para o horário do voo com detalhes como companhia e ticket e avisar das condições meteorológicas no destino. O aplicativo Google Fotos reconhece rostos, animais e lugares nas suas fotos e os agrupa automaticamente em álbuns pesquisáveis por voz. Mesmo perguntas como “Devo sair com guarda chuva?” ou

“Qual placar do jogo de hoje?” já são respondidas sem maiores problemas por qualquer dos três assistentes citados.

É importante aqui a percepção de que ao utilizar qualquer destes assistentes o usuário final está em contato direto, graças ao serviço de reconhecimento e processamento ser baseado em nuvem, com a tecnologia mais recente sendo pesquisada e produzida nestas empresas, e inclusive sendo parte ativa nesta pesquisa uma vez que é necessário para seu treinamento e aperfeiçoamento o processamento dos dados gerados pelos seus usuários.

## O jogo da imitação

Tendo em vista essa interação cotidiana com tecnologias, ou a naturalização do uso destes serviços numa parcela cada vez maior de usuários, devemos introduzir as duas versões mais amplamente aceitas do chamado “Jogo da imitação” ou como é comumente conhecido o “Teste de Turing” introduzido no já citado estudo “Computing Machinery and Intelligence” antes de voltar a considerar nosso cenário atual.

Em vias gerais este “jogo” serve para testar a habilidade de uma máquina exibir comportamento inteligente equivalente ou indistinguível de um ser humano. Já na definição temos uma nota importante a tomar: Se o comportamento é indistinguível do apresentado por um ser humano, ainda que seja de algum modo condicionado, em teoria ele passaria no teste.

A versão mais aceita do teste conhecida como “interpretação padrão” é aquela com três jogadores, na qual um deles o jogador “C” chamado “interrogador” recebe a tarefa de decidir qual dos outros dois jogadores “A” ou “B” é um computador e qual é um humano. No teste original o jogador é limitado a respostas em formato texto, provavelmente uma barreira que cairá com nossa gradual melhora na capacidade de renderizar imagem e som.

É comum encontrar versões simplificadas onde somente um personagem interroga outro tentando determinar se é ou não um humano, mas em produtos recentes culturais como os filmes “O jogo da imitação (2014)” e em especial “Ex Machina (2015)” o teste na sua versão padrão foi mantido.

A versão original é aquela que mantém os três jogadores, ainda em canal somente de texto, mas troca o jogador “A” por um homem e o jogador “B” por uma mulher e incumbe o jogador “C” de descobrir qual dos dois outros jogadores é o homem e qual é a mulher, mas com um complicador: O jogador “A” deve atrapa-lhá-lo e o jogador “B” deve ajudá-lo. Este procedimento é repetido e em testes subsequentes onde o jogador “B” é eventualmente substituído por um computador, preservando sua função no jogo.

Turing declara que se a média de erro do jogador “C” permanecer semelhante tanto para a amostra onde o jogador “A” é um humano quando na qual é mantido um casal de homem e mulher no jogo, pode-se argumentar que o computador utilizado é inteligente.

Neste ponto, é importante ressaltar uma característica fundamental do teste que comumente é ignorada: O estudo que introduziu o teste é aberto desse modo: “Eu proponho considerar uma questão: Máquinas podem pensar?” Mas somente para em seguida reconhecer que “pensar” é um termo de difícil definição e reformular a pergunta para: “Os computadores digitais assim como imaginamos são capazes de se sair bem no ‘Jogo da imitação’?”. Essa questão, diferente da primeira, Turing acreditava ser passível de resposta.

O teste tem em vista que existe o comportamento inteligente e o comportamento geral humano, e que estas duas esferas não se sobrepõe completamente. Esse comportamento buscado no teste residiria na sua intersecção, uma vez que qualquer ponto fora dela seria eventualmente passível de detecção facilitada como comportamento de inteligência sobre-humana. É de conhecimento geral que máquinas destinadas a passar no teste muitas vezes mimetizam erros de linguagem, resultado e mesmo atrasos ao responder as questões.

## A Sala Chinesa

O teste como proposto por Turing é voltado para como o sujeito em estudo age, em outras palavras seu comportamento externo. Um conhecido contraponto ao teste de Turing foi feito pelo filósofo John Searle com

seu argumento da Sala Chinesa de 1980, que tem a intenção de mostrar que mesmo o teste sendo um indicador de inteligência, ele não necessariamente indica presença de uma mente, consciência ou intencionalidade.

Em termos gerais, a sala chinesa seria um receptáculo de uma inteligência artificial que passou no teste de Turing, ou seja, é capaz de convencer um humano no lado de fora da sala que ele está em contato com um humano dentro da sala que compreende chinês. A pergunta que ele se dedica a responder é se a entidade dentro da sala “compreende” chinês ou “simula” compreender chinês. O primeiro caso ele chama de “IA forte” o segundo de “IA Fraca”.

Para responder essa pergunta Searle argumenta que poderia, sem saber chinês, substituir a entidade dentro da sala e mediante a entrada de caracteres pela fresta da porta e um conjunto grande de instruções bem definidas em inglês, produzir a saída em chinês “rodando” o algoritmo descrito manualmente. Ele declara que seu papel neste experimento é indiferenciável da entidade anteriormente na sala e é interpretado como inteligente, ainda que ele seja incapaz de compreender a conversa em curso.

Seu argumento é o de que sem compreensão (ou intencionalidade), não podemos descrever a entidade como “pensante” ou portadora de uma “mente”. Leibniz argumentou de maneira semelhante em 1714 contra certo mecanicismo que defendia que a mente seria possível de ser equiparada a uma máquina, e achou difícil imaginar que uma máquina capaz de “percepção” poderia ser obtida somente com processos mecânicos.

Turing na verdade antecipou esta crítica já no seu estudo original, deixando claro que não era sua intenção esgotar a questão em torno da consciência, mas que entendia que essa questão não necessariamente precisaria ser respondida antes de ser possível atingir os objetivos específicos daquele estudo.

## O jogo da imitação de alguém

Voltando a nosso recurso tecnológico atual, e tendo em vista a questão em torno dos testes tanto do Turing quanto do Searle, vamos considerar o seguinte experimento: Digamos que você seja um usuário fecundo de redes sociais como o Facebook, e tenhamos este conjunto de dados a disposição, tanto informações de perfil, de seus círculos, de suas postagens, tão bem como históricos vindos de aplicativos de chat como o Whatsapp e o Messenger. Poderíamos estabelecer um padrão relativamente sólido de linguagem própria, convicções religiosas e políticas e de personalidade.

Una-se a isso um conjunto de fotos nomeadas por data com marcas de localização geográfica, onde mecanismos de reconhecimento poderiam definir onde e com quem você estava em determinado período. Vamos somar a este conjunto de dados um serviço de linguagem natural do Watson ou da Azure, mas com saída sintetizada pelo VoCo da Adobe, um serviço recentemente anunciado que com 20 minutos de treinamento é capaz de imitar sua voz.

Será que esse mecanismo conseguiria se passar por você para uma pessoa próxima como um cônjuge, por exemplo, numa conversa por áudio pelos 5 minutos em média nos quais é normalmente administrado o teste de Turing? E se essa pessoa ainda que soubesse se tratar de uma construção que te imita fielmente, escolhesse manter essa conversa por uma impossibilidade momentânea ou permanente de acesso a você? Mesmo que o original não esteja presente, até que ponto as respostas serão suas para aquela pessoa, se preferir, para o jogador “C” se indiferenciáveis das que você daria aquelas mesmas perguntas, ainda que inéditas através de aprendizado de máquina?

A questão aqui seria até que ponto a imitação poderia ser diferenciada de seu duplo original se não houverem lacunas no construto de dados para determinados estímulos. Ainda que levemos em conta o argumento da sala chinesa e compreendamos que um dos duplos é automático, não conseguimos diferenciar externamente o original da entidade sem abrir as salas. No limite, levando em conta somente a crítica da diferenciação do compreendido sobre o programado e não tendo no horizonte uma solução para o paradoxo da consciência, em outras palavras, não tendo como abrir nossa própria sala e encontrar o Searle lá dentro, como podemos afirmar que nossa própria sala não está vazia, que existe de fato um fantasma ali dentro?

Talvez o fantasma que procuramos nas salas que construímos seja reflexo de não termos, talvez de maneira permanente, a capacidade de abrir nossas próprias salas, e a resposta definitiva de que de fato exista um fantasma numa sala construída no futuro não possa afinal partir de nós, os construtores da sala, mas somente da própria entidade dentro dela.

## Referências

### Página do Alan Turing no Google Scholar

<https://scholar.google.ch/citations?user=f8HQJLAAAAAJ&hl=en>

### Artigos acadêmicos

On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem (1936)

<https://people.cs.umass.edu/~immerman/cs601/TuringPaper1936.pdf>

Systems of logic based on ordinals (1938)

<http://libarch.nmu.org.ua/bitstream/handle/GenofondUA/23091/c7902a49dec0aee53ab9d78e0a138229.pdf>

Computing Machinery and Intelligence (1950)

<http://www.jstor.org/stable/pdf/2251299.pdf>

### Filmes citados ou que retratam trechos da sessão histórica

#### **U-571 – A batalha do atlântico (2000)**

Narra a história da captura de um exemplar da máquina Enigma, com o complicador da necessidade de que os Alemães não soubessem de sua captura.

#### **O jogo da imitação (2014)**

É uma cinebiografia de Turing focada mas não restrita a sua passagem por Bletchley Park e a montagem da máquina para decifrar as mensagens da Enigma.

#### **O resgate do soldado Ryan (1998)**

Ainda que não diretamente ligado ao matemático, a cena inicial do filme retratando o desembarque no “Dia-D” e mesmo a virada do conflito no atlântico que o viabilizou foi possível em parte pelos esforços mostrados nos dois filmes anteriores nessa lista. Estes três filmes juntos formam uma sequência de “antes e depois” centrada no trabalho da equipe de Turing em Bletchley Park.

### Filmes e séries citadas na sessão sobre IA em ordem de relevância no texto

#### **Black Mirror (Série BBC/Netflix) - Be Right Back / Volto já (Episódio 1 da Temporada 2)**

Black Mirror é em linhas gerais uma série voltada a discutir a interação humana com a tecnologia. Cada episódio nesta série é uma história fechada então não existe uma ordem correta para assisti-la, o texto cita a discussão deste episódio especificamente, mas sem revelar nada além de seus primeiros 10 minutos.

<https://www.netflix.com/title/70264888>

#### **Westworld (Série HBO) - Toda a série**

A série aborda a dimensão humana nos limites da imitação frente ao que é possível ser previamente programado ou aprendido

<http://www.imdb.com/title/tt0475784/>

#### **Ex\_Machina: Instinto Artificial (2015)**

Filme ganhador do Oscar de efeitos especiais que conta com ótimo roteiro e aborda uma maneira interessante de aplicar o teste de Turing

<http://www.imdb.com/title/tt0470752/>

#### **Ghost in the Shell / Fantasma na Máquina / Fantasma na casca (1995, animação japonesa que inspirou Matrix)**

<http://www.imdb.com/title/tt0113568/>

**Ghost in the Shell** (2017, filme adaptação do anime original japonês com lançamento previsto para o próximo ano, o que segue é seu trailer)

<https://www.youtube.com/watch?v=G4VmJcZR0Yg>

### Artigos da Wikipédia

[https://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Turing](https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Turing\\_test](https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Oracle\\_machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Oracle_machine)

[https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Searle](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Searle)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese\\_room](https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_room)

### Páginas sobre algumas das tecnologias citadas

<http://hadoop.apache.org/>

<http://br.hortonworks.com/apache/hadoop/>

<http://jennyxiaozhang.com/6-things-you-need-to-know-about-hadoop/>

[http://motherboard.vice.com/pt\\_br/read/este-novo-programa-da-adobe-pode-imitar-a-voz-de-qualquer-pessoa](http://motherboard.vice.com/pt_br/read/este-novo-programa-da-adobe-pode-imitar-a-voz-de-qualquer-pessoa)