



# Introdução à Inteligência Artificial e Machine Learning

2023



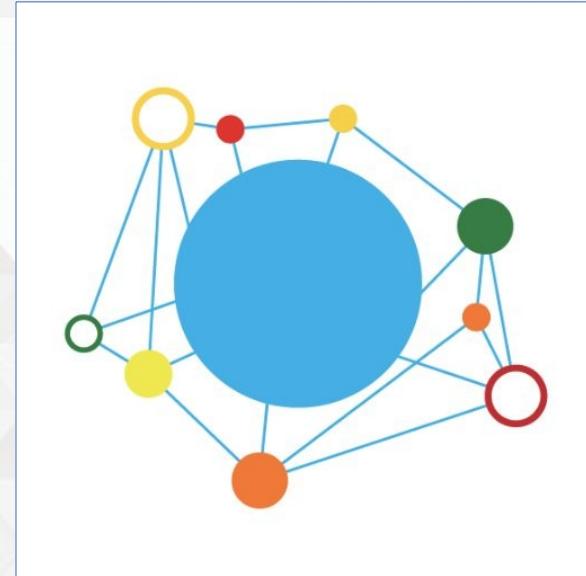
# Programa

- Machine Learning?
- Como tudo começou
- Conceitos de Inteligência Artificial
- Conceitos de Machine Learning
- Implementação de modelos de ML
- Referências bibliográficas

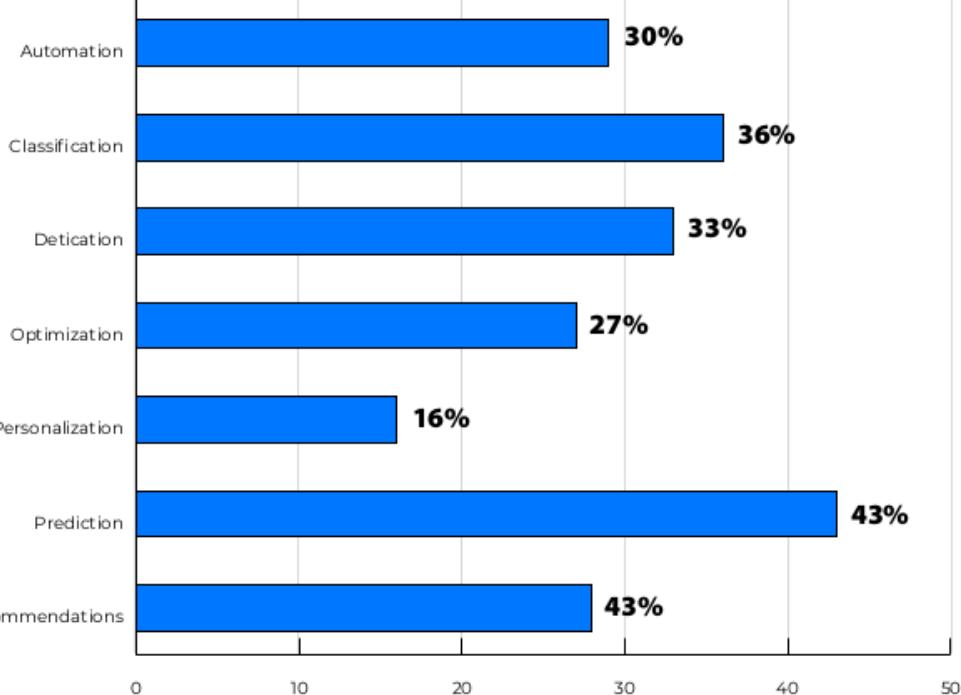


# Machine Learning

- Buzzword do momento
  - Se tornou sinônimo de IA, mesmo sendo somente um dos campos dela
  - Todo mundo está tentando vender alguma coisa com ML...
- ML experimentou um crescimento sem precedentes
  - Resolução de problemas, automação de tarefas
- Razões para isso se acumularam por décadas
  - Bases científicas existem a muito tempo
    - Redes neurais foram desenvolvidas nos anos 1950
    - Regressões são usadas em estatística a mais tempo
  - Melhorias pontuais, mas significativas em IA e ML
  - Avanço em capacidades computacionais
  - Explosão de disponibilidade de dados
    - Sistemas corporativos desde os anos 1980/1990
    - Big Data
    - IoT, wearable devices, sensores, indústria, etc.

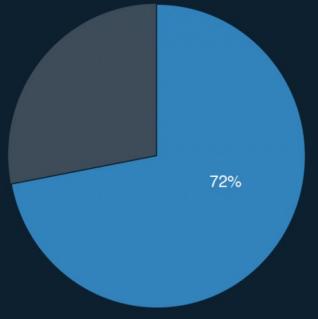


# Contexto

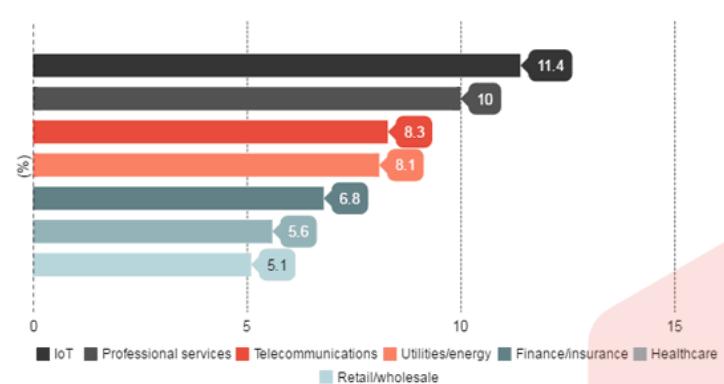


Retailers planning to invest in machine learning/cognitive computing by 2021

Results like these are why 72% of retailers plan to invest in machine learning



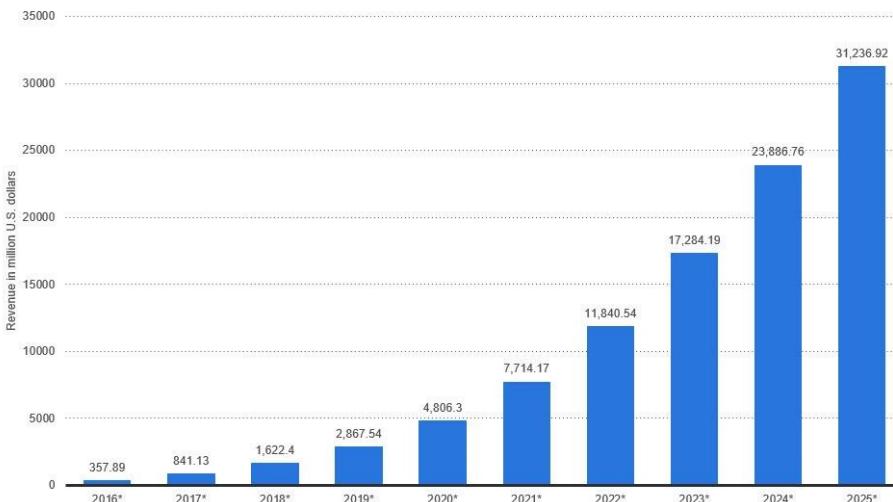
Industries Targeted by ML App Developers



# Contexto

Enterprise artificial intelligence market revenue worldwide 2016-2025

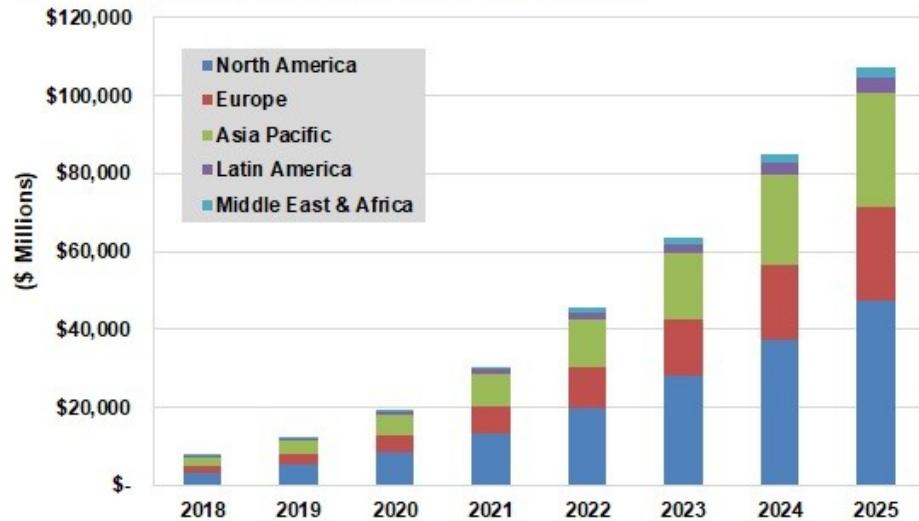
**Revenues from the artificial intelligence for enterprise applications market worldwide, from 2016 to 2025 (in million U.S. dollars)**



statista



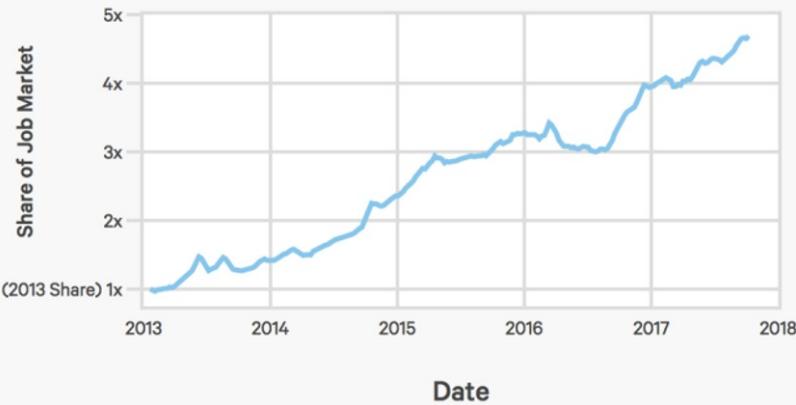
Enterprise AI Revenue by Region, World Markets: 2018-2025



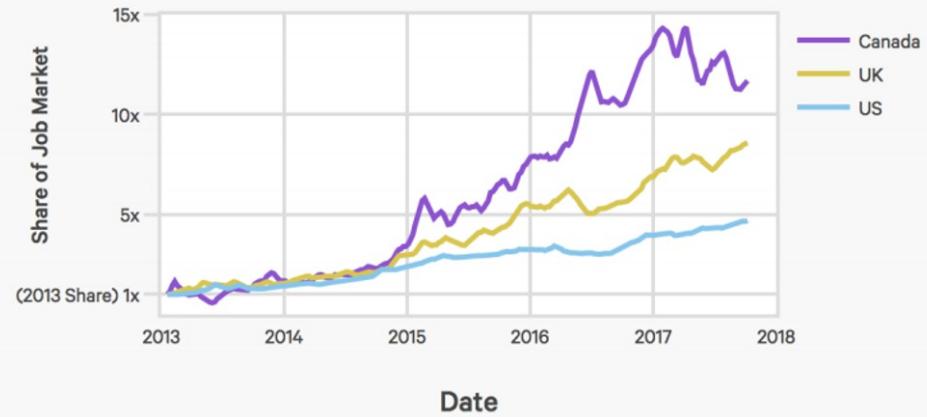
Source: Tractica

# Contexto

Share of US Jobs Requiring AI Skills (Indeed.com)



Share of Jobs Requiring AI Skills (Indeed.com)



Sources: Indeed.com

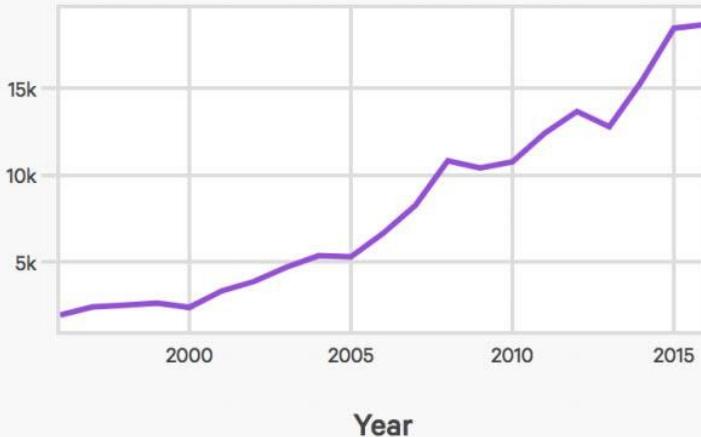
AIINDEX.ORG Source: Indeed.com

AIINDEX.ORG LRI

# Contexto

Annually Published AI Papers

Papers



Source: Scopus.com

AIINDEX.ORG

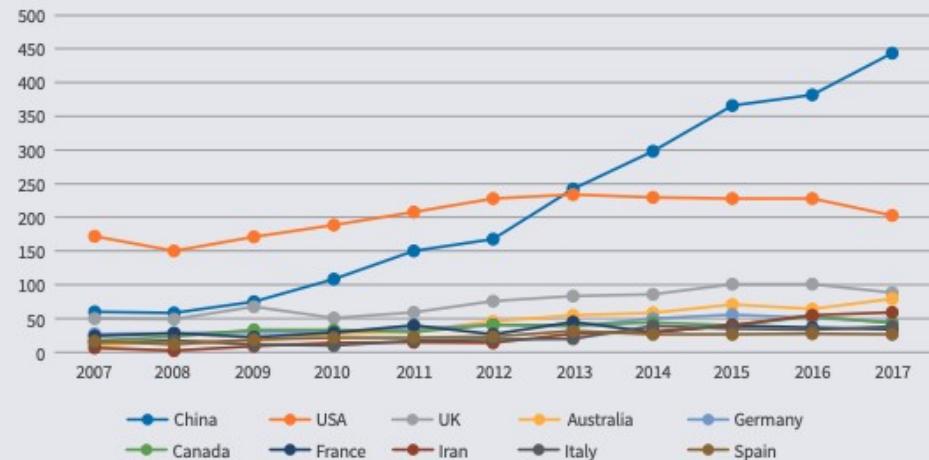


Figure 2-12 Trends of the output of highly cited AI papers of the top 10 countries

# Contexto

## Make AI Impact Measurable (Somehow) and Support Corporate Objectives



Percentage of Respondents, n = 78  
Base: Gartner Research Circle Members who currently deployed/are deploying in the next 0-12 Months; Excluding "Unsure"

Source: 2018 Gartner AI and Machine Learning Development Strategies Study

Q: What is the primary measure that your organization is currently using/planning to use to determine the success of its AI or ML initiatives? Select all that apply.

Source: ["Assign Metrics About Value, Lessons and Scale to Your Early AI Projects"](#) (G00383486)

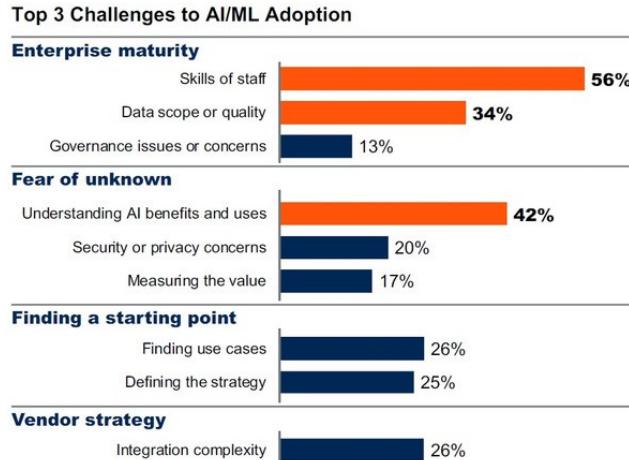
12 © 2019 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved. Gartner is a registered trademark of Gartner, Inc. and its affiliates.

Gartner®

# Contexto

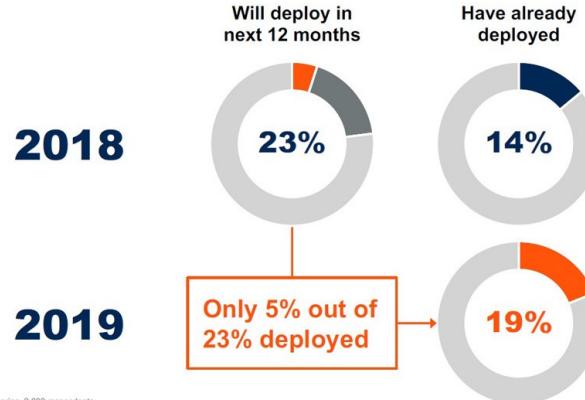
## Top Hurdles:

1. Skills of staff
2. Understanding the benefits and uses
3. Data



Gartner®

## Where AI Adoption Stands and Where It's Stalled



Gartner®



- Ok, ok, já deu para entender que essa tal de IA e Machine Learning devem ser importantes...



# Como tudo começou

# Buzzword do momento

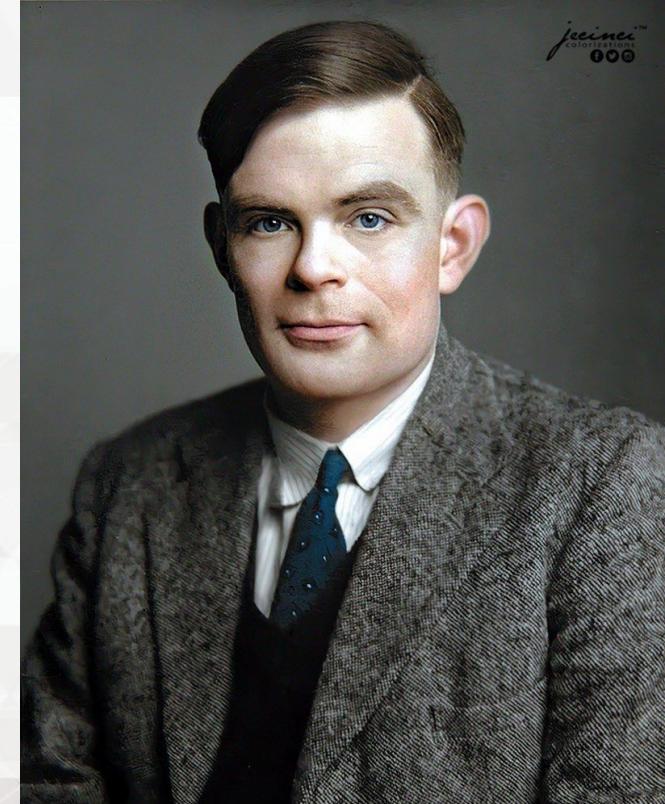
- IA é um tema debatido e pesquisado desde os anos 50
  - Geoffrey Hinton publicou o paper seminal em 2006
    - A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets
  - DNN com precisão maior de 98% para reconhecimento de escrita
    - Aplicações comerciais
- Termo Machine Learning cunhado por Arthur Samuel
  - Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers, 1959
- 3 fatores colaboraram para a atual explosão
  - Avanços teóricos
  - Datasets suficientemente grandes
  - Desenvolvimentos em hardware





# Nascimento da IA

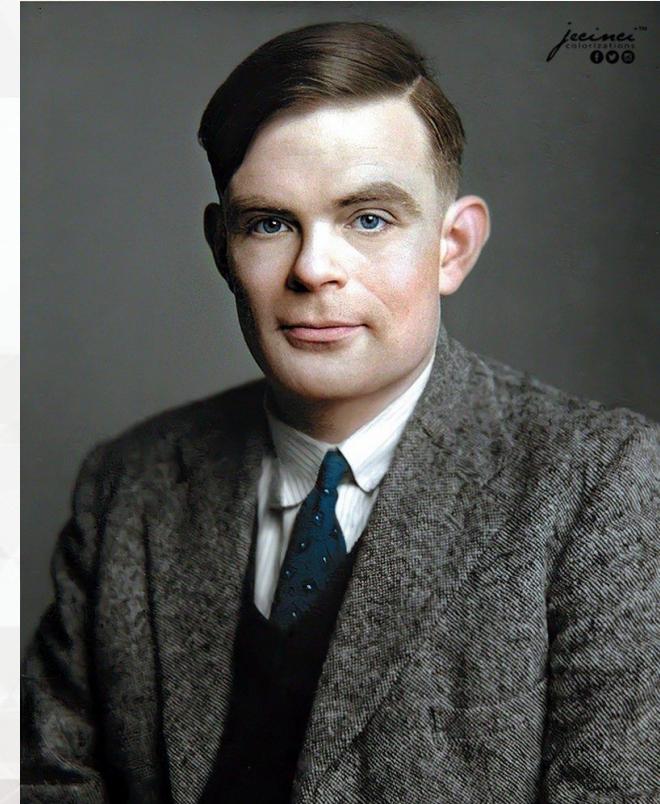
- Artigo seminal de Alan Turing
  - Origem da Teoria da Computação
    - On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, 1936
  - Ciência busca a identificação de características de complexidade em sistemas de computação
- Nascimento da IA
  - Artigo seminal (mais um...) “Computing Machine and Intelligence”, em 1950
  - Tendência que já se mostrava no ambiente de pesquisa





# Nascimento da IA

- Artigo seminal de Alan Turing
    - Origem da Teoria da Computação
      - On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, 1936
    - Ciência busca a identificação da complexidade e da natureza dos algoritmos
  - Nascimento da IA
    - Artigo seminal (mais tarde intitulado "Computing Machinery and Intelligence", em 1950) que introduziu o conceito de máquina pensante
    - Tendência que já se mostrava no ambiente de pesquisa
- Problema da lógica simbólica que consiste em achar um algoritmo genérico para determinar se um dado enunciado da lógica de primeira ordem pode ser provado.



# Summer Research Project

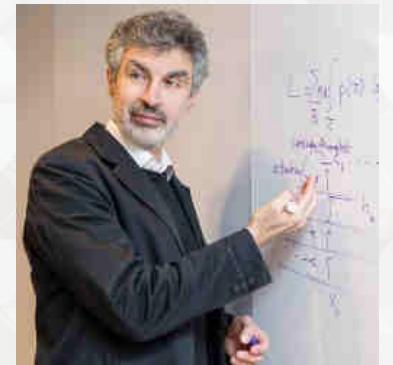
- Dartmouth Summer Research Project in Artificial Intelligence, 1956
  - John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon e Arthur Samuel
  - Influência reconhecida no desenvolvimento da IA e outras áreas da ciência da computação
  - Departamento de Matemática do Dartmouth College
  - Evento fundador da IA como um campo de pesquisa
- Por algumas décadas, a IA recebeu atenção da indústria e da academia
  - Parte disso devido aos avanços incrementais em hardware da época
  - Clima de otimismo sobre a eficiência de software e hardware para reproduzir o raciocínio humano
- Entretanto, a falta de resultados práticos ao longo dos anos, levou aos investidores (tanto da indústria quanto da comunidade científica) a diminuir o volume de recursos disponíveis
  - “Inverno da IA”





# Anos 70 e atualidade

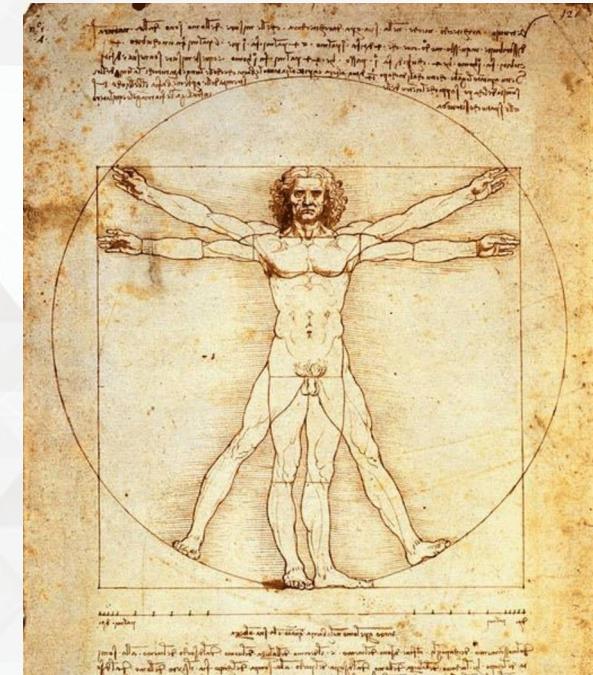
- Kunihiko Fukushima propõe o Neocognition, arquitetura análoga ao córtex visual primário para visão de máquinas
- Baseado nesses avanços, Yann LeCun e Yoshua Bengio criaram a arquitetura hierárquica do LeNet-5
  - Gradient-based learning applied to document recognition, 1998
  - Dados de treinamento com mais qualidade, maior poder de processamento (devido a época) e principalmente do algoritmo de back-propagation desenvolvido por eles
- Uma das primeiras utilizações comerciais de deep learning
  - Serviço postal dos EUA para reconhecimento automático de ZIP codes
- Após o LeNet, o uso de machine learning e principalmente deep learning caiu novamente em desuso, sendo só resgatado pelos artigos de Hinton
- Os três cientistas (LeCun, Bengio e Hilton) receberam o Prêmio Turing de 2019 em reconhecimento a sua contribuição para o desenvolvimento do aprendizado de máquina e inteligência artificial.



# Inteligência Artificial

# Inteligência Artificial

- Nos auto-denominamos **Homo Sapiens**
  - O homem sábio
  - Inteligência é muito importante para nós
- Por milhares de anos tentamos entender **como nós pensamos**
- IA vai além e tenta não só entender isso, mas também **criar** entidades inteligentes
  - Campo novo em ciência e engenharia
  - Trabalhos iniciaram logo após a II Guerra Mundial
  - Nome foi criado em 1956



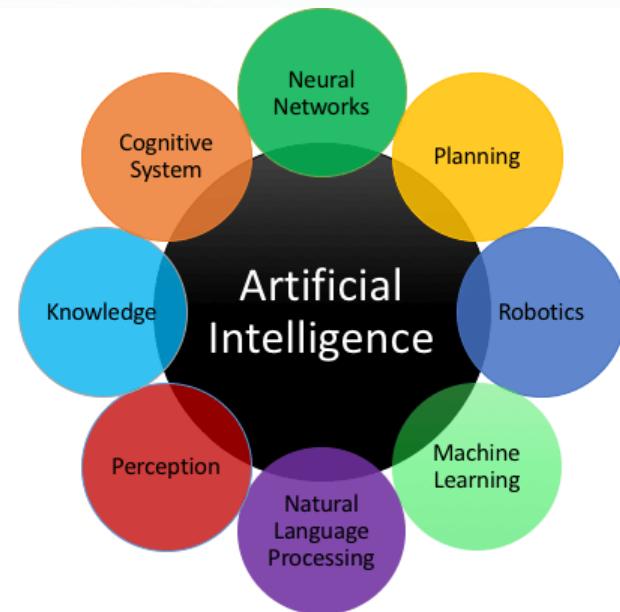
# Inteligência Artificial

- Torna possível a máquinas aprender a partir de experiência, se ajustar a novos cenários e realizar tarefas semelhantes à humanos
- Perceber o ambiente e tomar ações que maximizam a chance de sucesso para atingir seus objetivos
- Inteligência demonstrada por máquinas



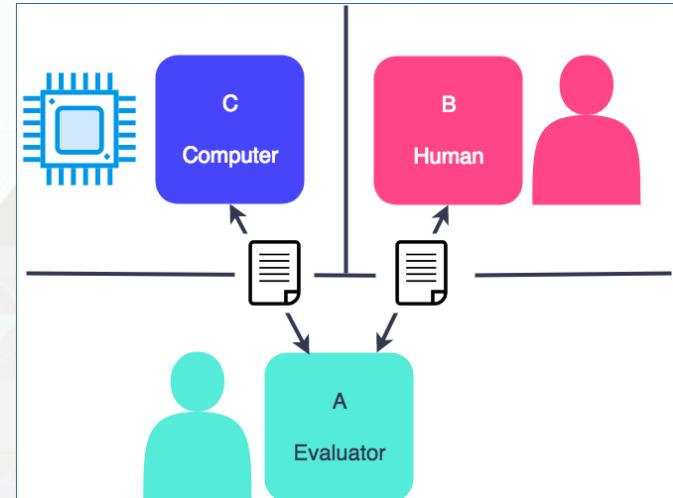
# Inteligência Artificial - Áreas

- Racionalização, resolução de problemas
- Representação de conhecimento
- Planejamento
- Aprendizado
- Processamento natural de linguagem
- Percepção, *visão e fala*
- Manipulação do ambiente, *robótica*
- Inteligência social, *computação afetiva*
- Inteligência geral, *IA completa*



# Inteligência Artificial

- Teste de Turing
  - Proposto por Alan Turing em 1950
- Processamento de linguagem natural
  - Permitir comunicação em linguagem humana
- Representação de conhecimento
  - Armazenar o que se conhece, aprende ou ouve
- Racionalização automatizada
  - Usar a informação armazenada para responder questões e chegar a novas conclusões
- Aprendizado de máquina
  - Se adaptar a novas circunstâncias e detectar e extrapolar padrões



# Inteligência Artificial

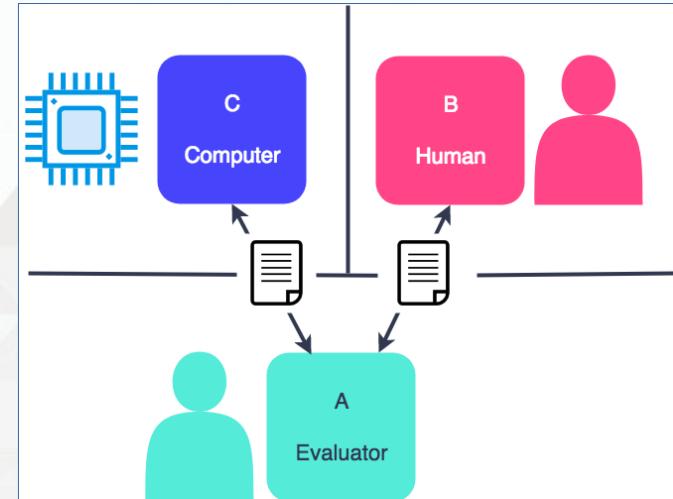
- Teste de Turing
- Proposto por Alan Turing
- Processamento de linguagem natural
- Permitir comunicação com o computador
- Representação de conhecimento
- Armazenar o conhecimento
- Racionalização
- Usar a informação para chegar a novas conclusões
- Aprendizado de máquina
- Se adaptar a situações

TURING TEST EXTRA CREDIT:  
CONVINCE THE EXAMINER  
THAT HE'S A COMPUTER.

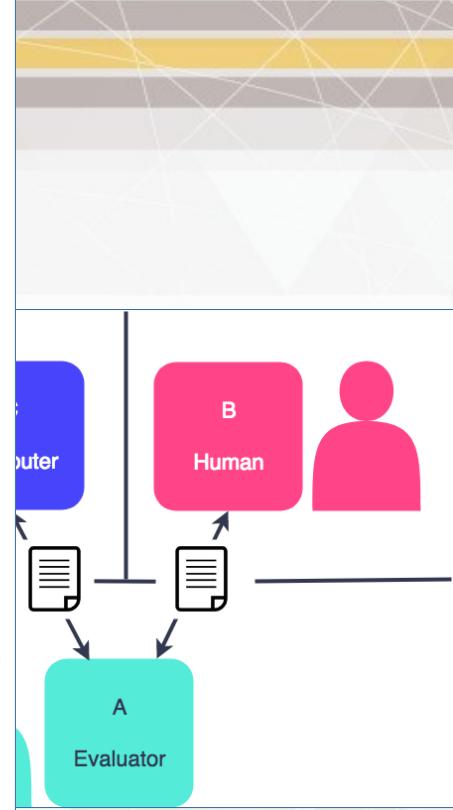
YOU KNOW, YOU MAKE  
SOME REALLY GOOD POINTS.  
I'M ... NOT EVEN SURE  
WHO I AM ANYMORE.



negar a  
dribles

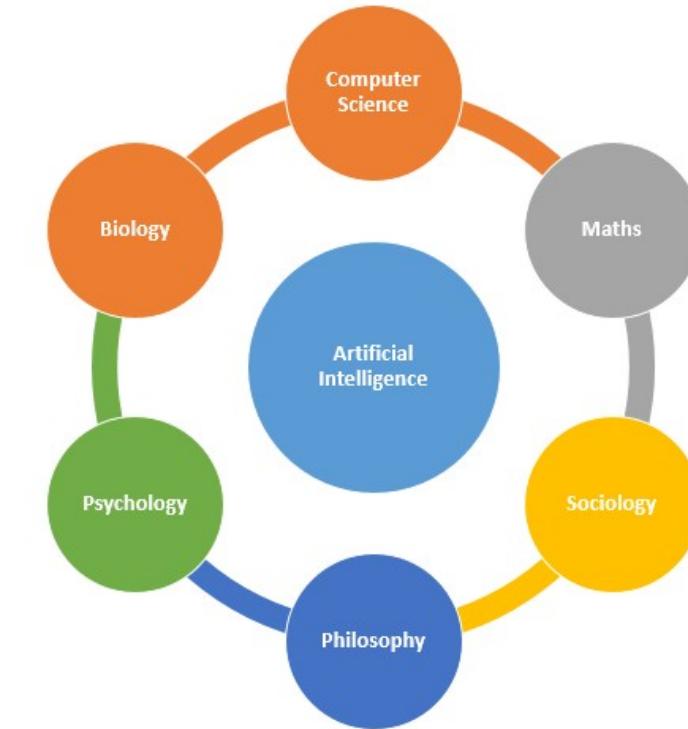


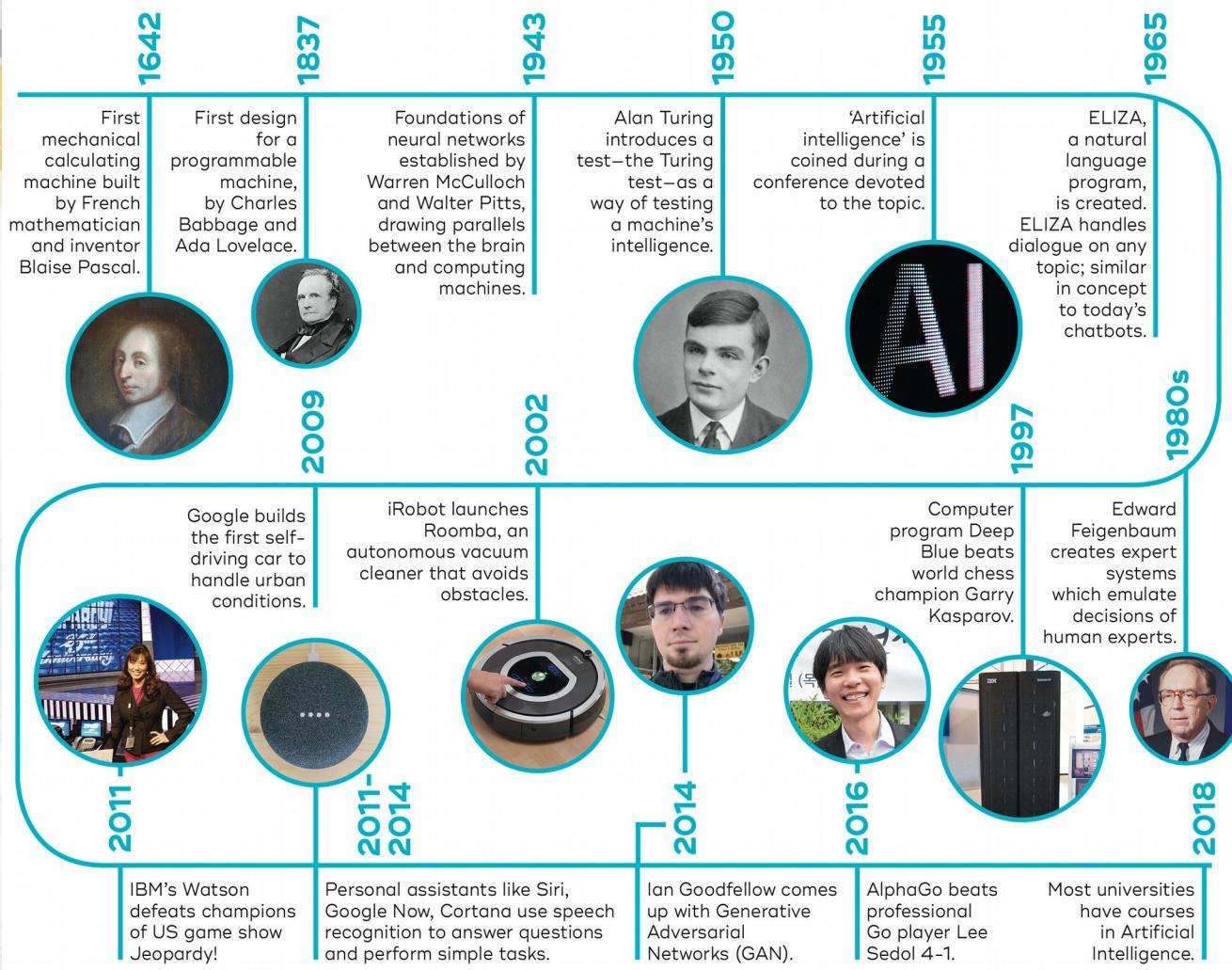
- Teste de Turing
- Proposto por Alan Turing
- Processamento de linguagem natural
- Permitir comunicação com máquinas
- Representação de conhecimento
- Armazenar o conhecimento
- Racionalização do conhecimento
- Usar a informação para chegar a novas conclusões
- Aprendizado de máquina
- Se adaptar a situações



# Fundamentos para Inteligência Artificial

- Filosofia
- Matemática
- Economia
- Neurociência
- Psicologia
- Ciência da computação
- Teoria de controle e cibernetica
- Linguística





# Inteligência Artificial

- IBM Deep Blue



- Google Alpha Go
  - Reinforcement Learning



# Inteligência Artificial



# Inteligência Artificial



# ASIMOV'S THREE LAWS OF ROBOTICS

1. A ROBOT MAY NOT INJURE A HUMAN BEING OR, THROUGH INACTION, ALLOW A HUMAN BEING TO COME TO HARM.
2. A ROBOT MUST OBEY ORDERS GIVEN TO IT BY HUMAN BEINGS, EXCEPT WHERE SUCH ORDERS WOULD CONFLICT WITH THE FIRST LAW.
3. A ROBOT MUST PROTECT ITS OWN EXISTENCE AS LONG AS SUCH PROTECTION DOES NOT CONFLICT WITH THE FIRST OR SECOND LAW.

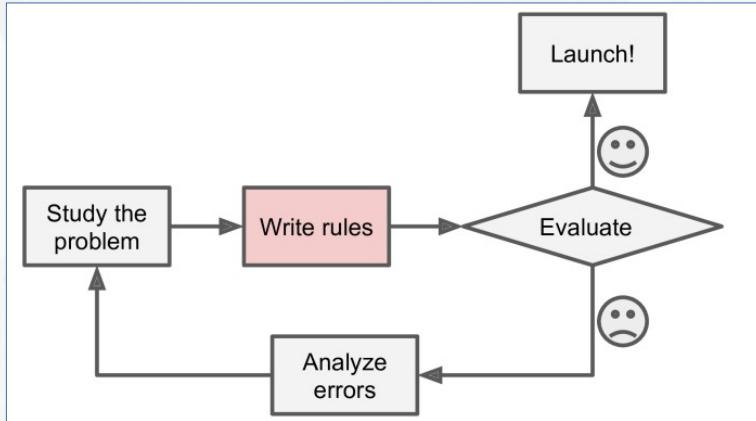


# Machine Learning

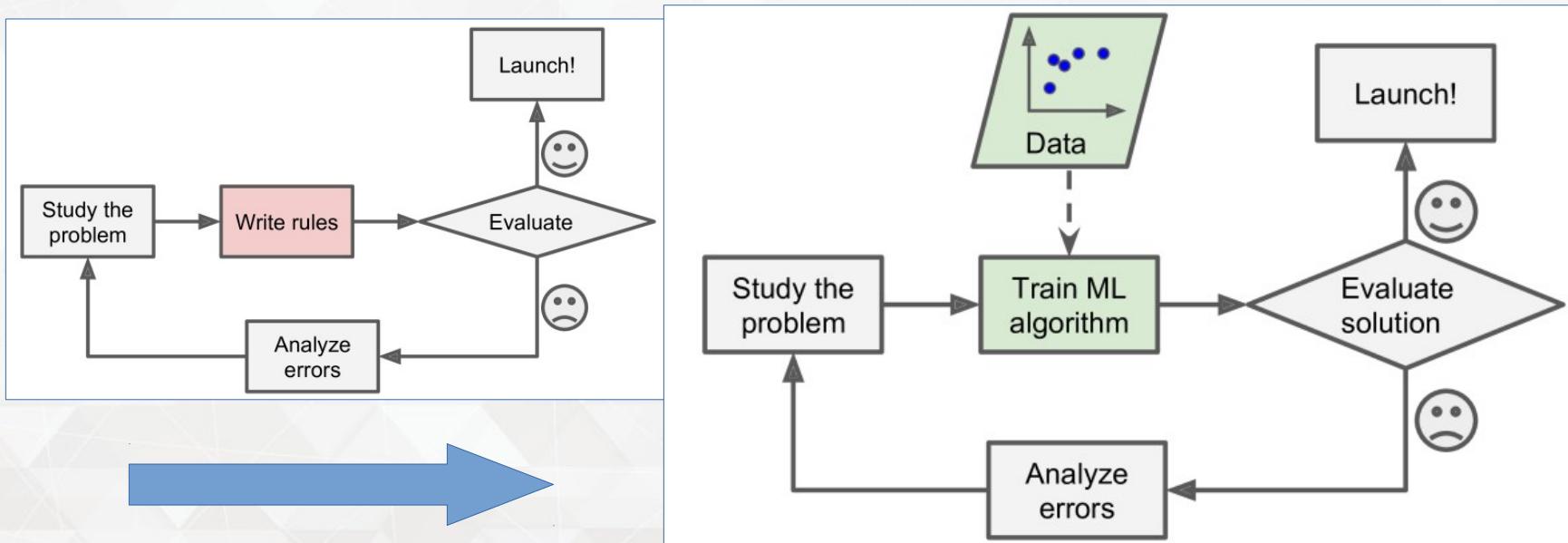
# Machine Learning

- Uso de computação para não só armazenar e acessar dados, mas para tomar decisões sobre esses dados
  - **Aprender a partir dos dados**
  - Campo de estudos que dá a computadores a habilidade de aprender sem ser explicitamente programados (Arthur Samuel, 1959)
  - Similar ao raciocínio de um especialista na área, que aprendeu com casos de uso
    - Para uma tarefa em particular, de forma diferente dos “sistemas especialistas” da década de 1990
- Algoritmos que dão a computadores a habilidade de aprender a partir de dados, e então fazer previsões e tomar decisões
  - Extremamente úteis e utilizados em diversas tarefas
    - Este email é spam?
    - Este paciente tem arritmia cardíaca?
    - Qual vídeo eu devo sugerir em seguida para este usuário?
      - Ou música, livro, produto...

# Machine Learning - abordagem

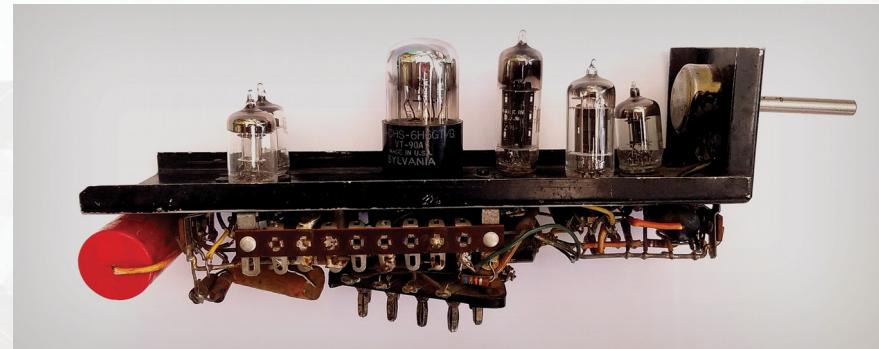


# Machine Learning - abordagem

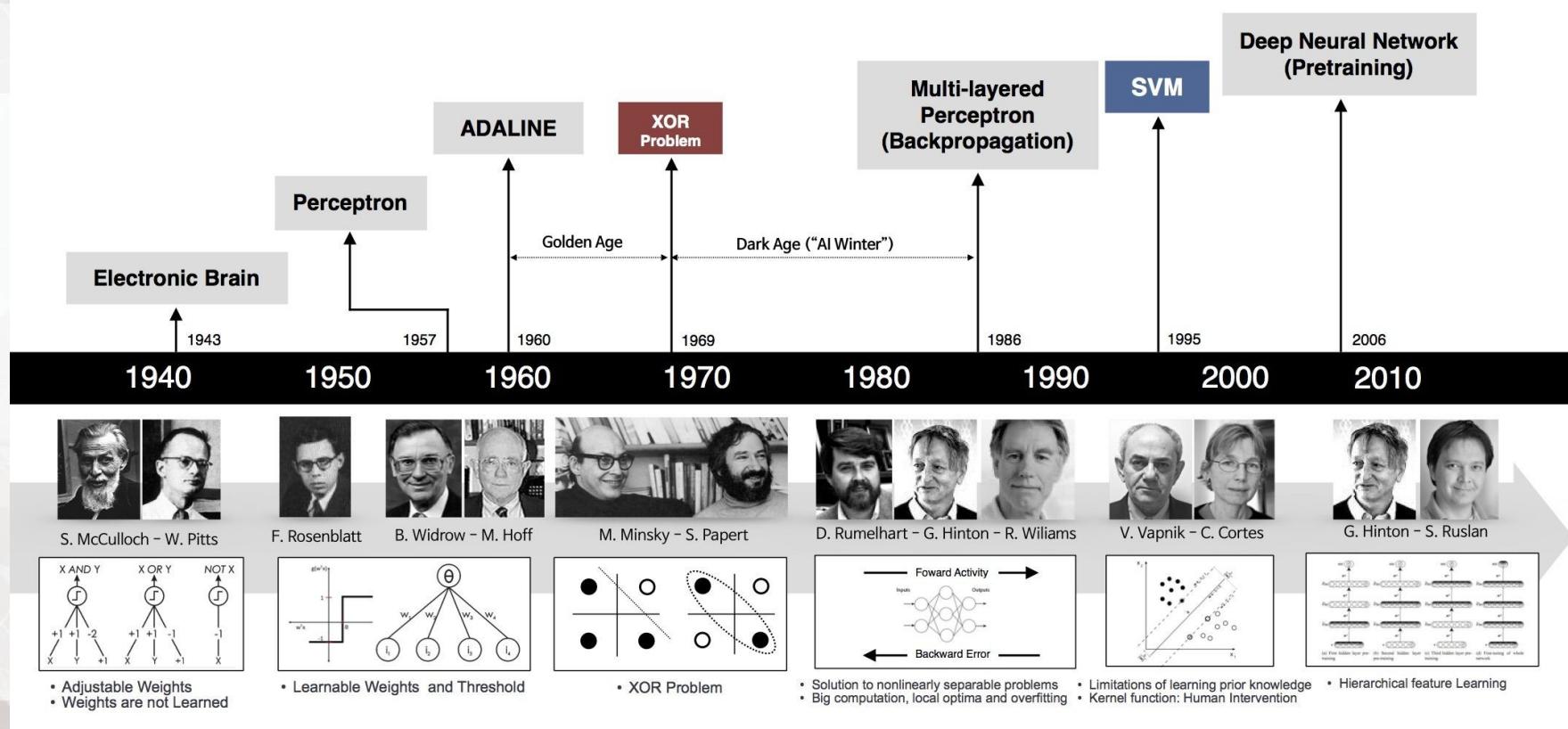


# Machine Learning

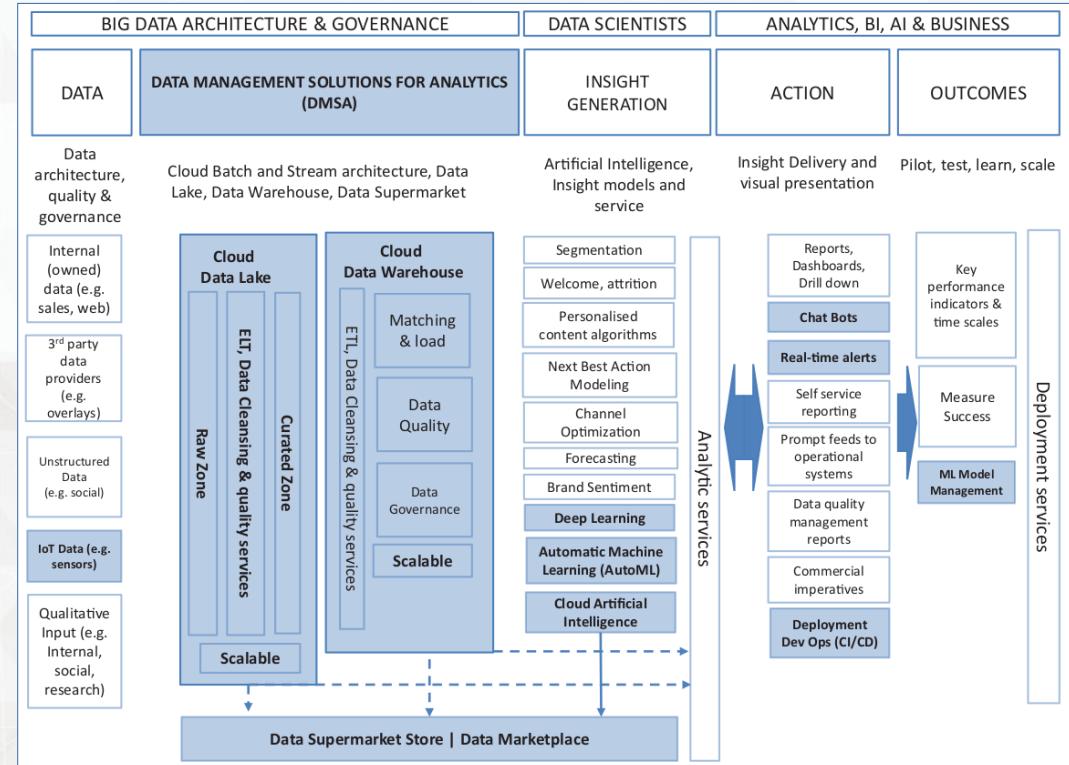
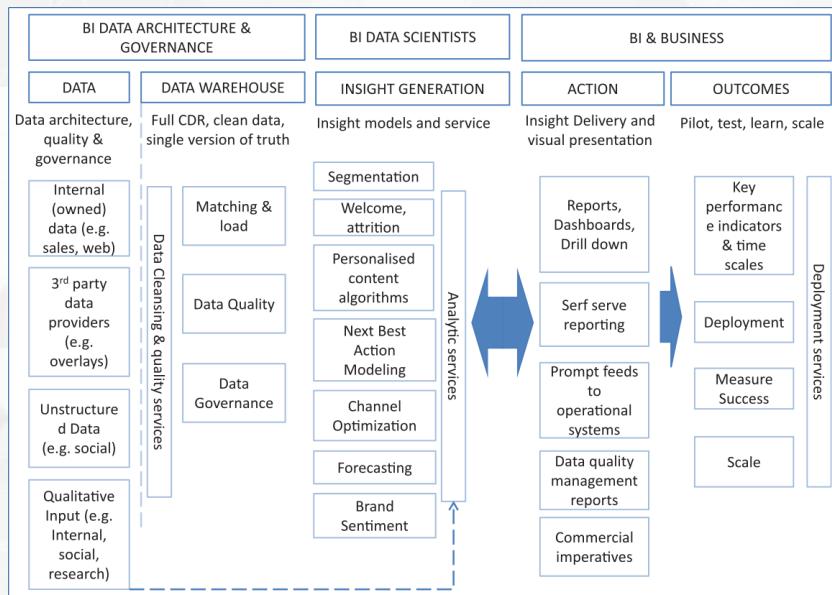
- Apesar de úteis, não são “inteligentes” no mesmo senso que a inteligência humana
  - Mesmo que os termos sejam parecidos
  - Ciéncia da computação coloca Machine Learning como parte do campo maior de Inteligéncia Artificial
    - Campo bastante antigo
      - Velho sonho do “cérebro eletrônico”
        - Allan Turing, John Von Neumann, etc
        - Pioneiros como Marvin Minsky e Arthur Samuel
      - Algoritmos sofisticados, campo complexo
- Machine Learning é classificada como “Weak AI” ou “Narrow AI”
- Algoritmos fazem basicamente só uma tarefa
- “Inteligentes” somente para uma tarefa específica



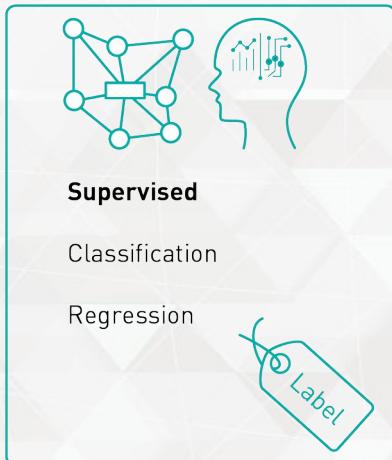
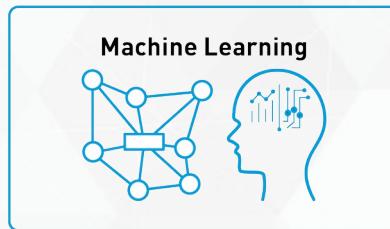
# Machine Learning - histórico



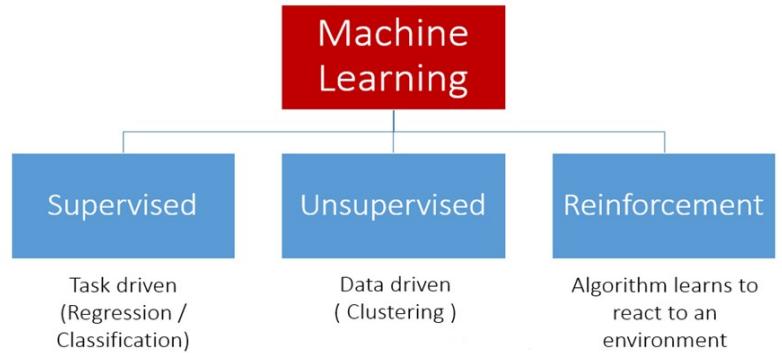
# Machine Learning



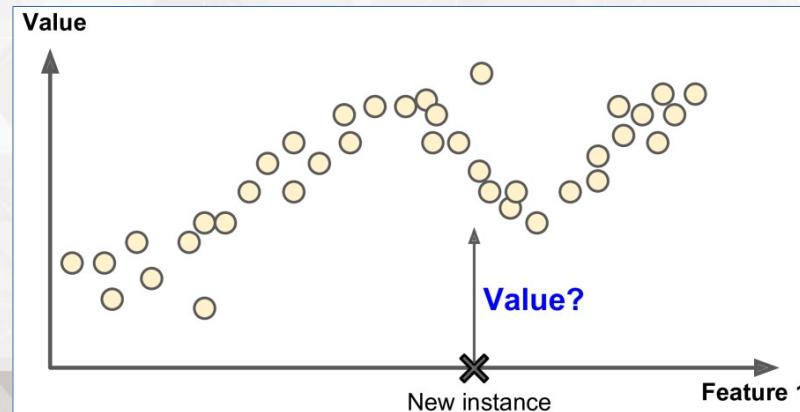
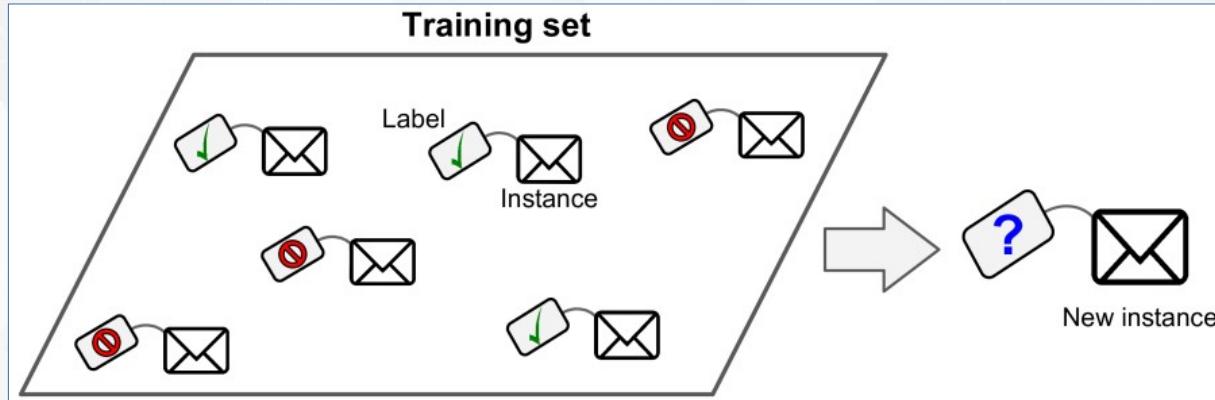
# Machine Learning - modelos



## Types of Machine Learning



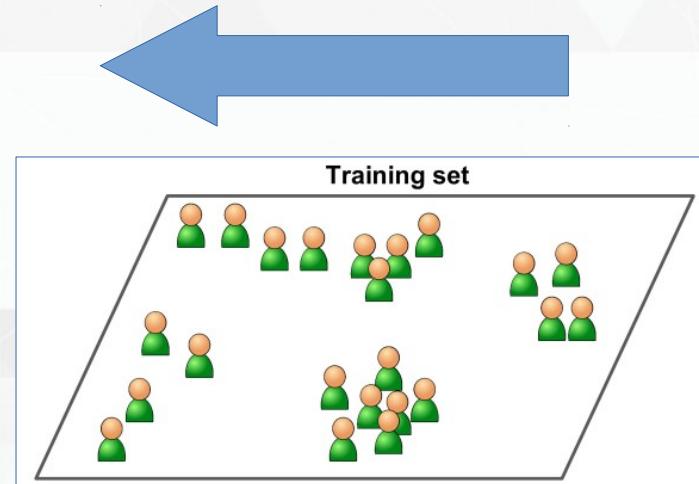
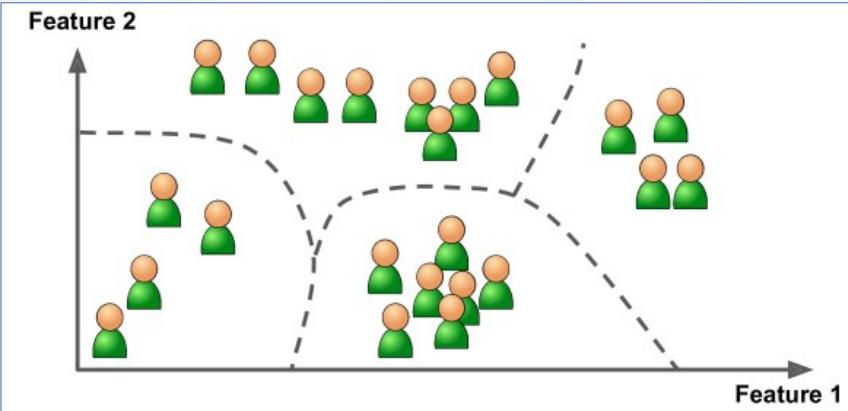
# Modelos Supervisionados



# Modelos Supervisionados

- Aquisição de dados de treinamento com qualidade é fundamental
- Algoritmos
  - Árvores de decisão
  - Florestas
  - Regressões
  - Support Vector Machines
  - Redes neurais

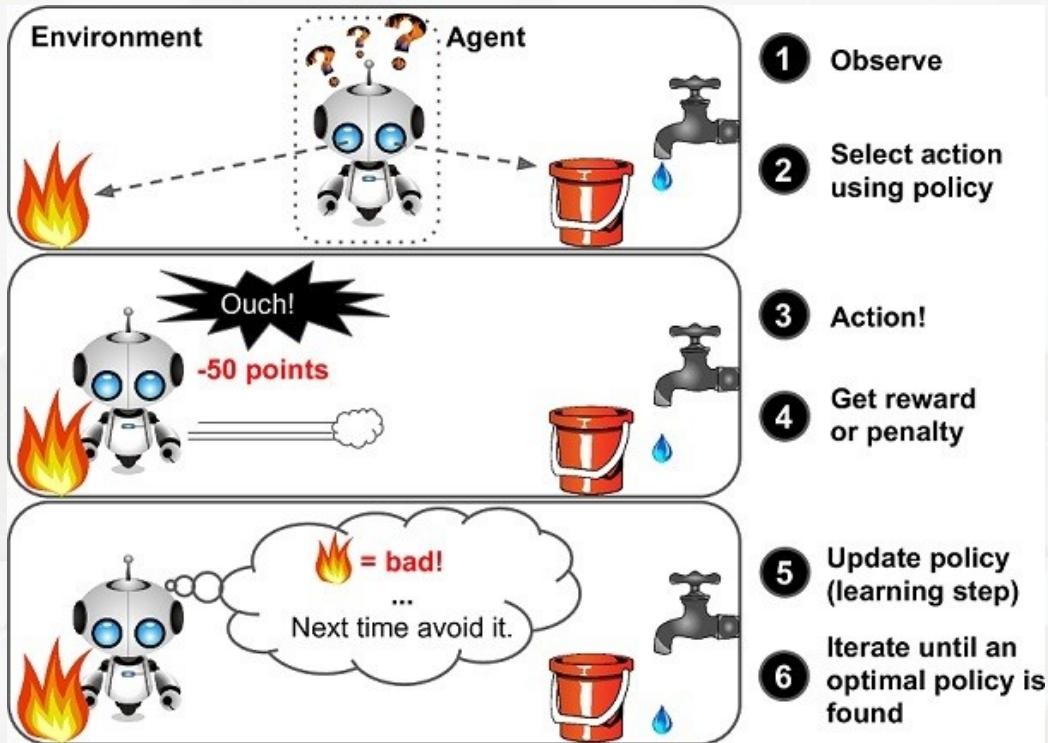
# Modelos Não-supervisionados



# Modelos Não-supervisionados

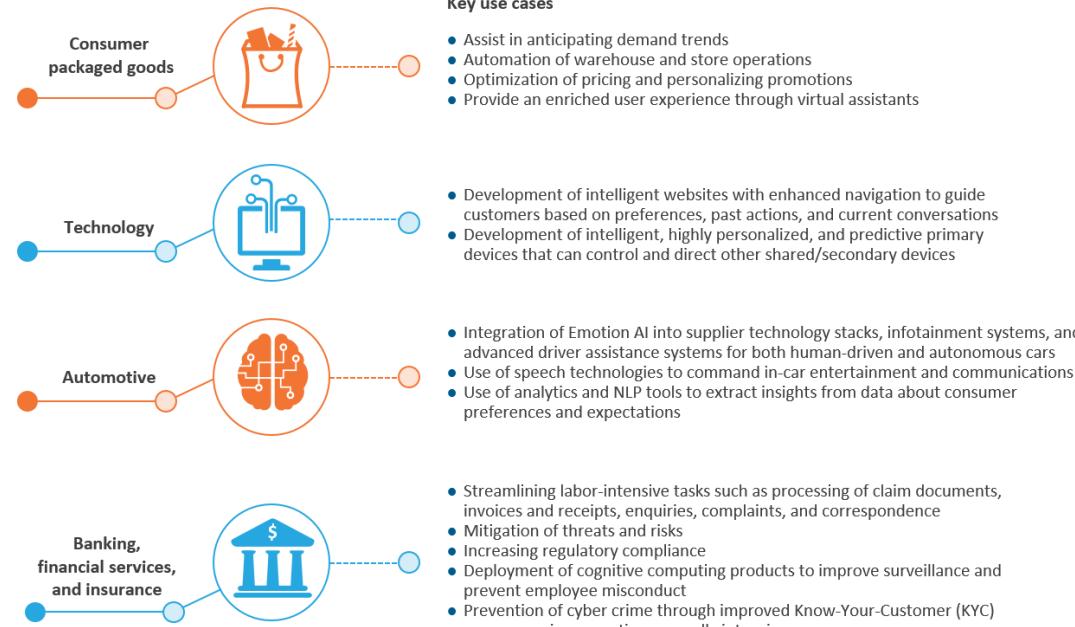
- Dar sentido a massas de dados
- Algoritmos
  - Clustering
  - Recomendação de produtos/ações
  - Detecção de anomalias
  - Descoberta de associações

# Reinforcement Learning



# Casos de uso

## Artificial Intelligence use cases across industries



 Everest Group® Dr. Robot Will See You Now: Unpacking the State of Artificial Intelligence in Healthcare – 2019

# Casos de uso

**AI, EDGE COMPUTING AND 5G WILL TRANSFORM HEALTHCARE**

The infographic features a central illustration of a blue-skinned doctor wearing a white coat and a stethoscope, positioned next to a network of hexagonal nodes. Five circular icons represent different applications:

- Drug Discovery**: Accelerating the discovery process and saving millions in costs by identification of novel compounds for drug candidates, biomarker identification and drug repurposing.
- Improving Speed & Accuracy of Diagnosis**: Reduce time to check images and reduce misdiagnosis rates.
- EHR (Electronic Health Records)**: Data extraction from free text. Diagnostic and predictive algorithms. Clinical documentation and data entry. Clinical decision support.
- Robotic Surgery**: Robotic surgery over a 5G network: robots performing remotely-controlled surgery.
- Clinical Trials**: IoT real-time monitoring of patients with sensors & wearables. NLP for patient data extraction & matching the patient to a clinical trial. Text mining to inform current trial design from previous trials.

[www.dls.ltd](http://www.dls.ltd)

 DLS  
Data Learning Solutions

@deeplearn007

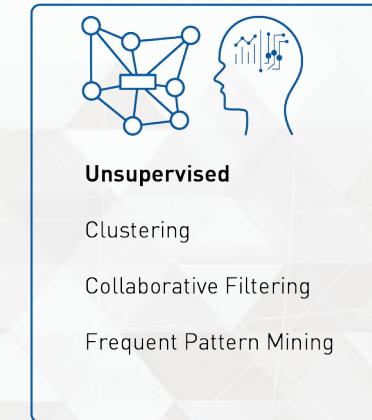
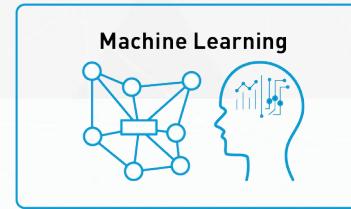
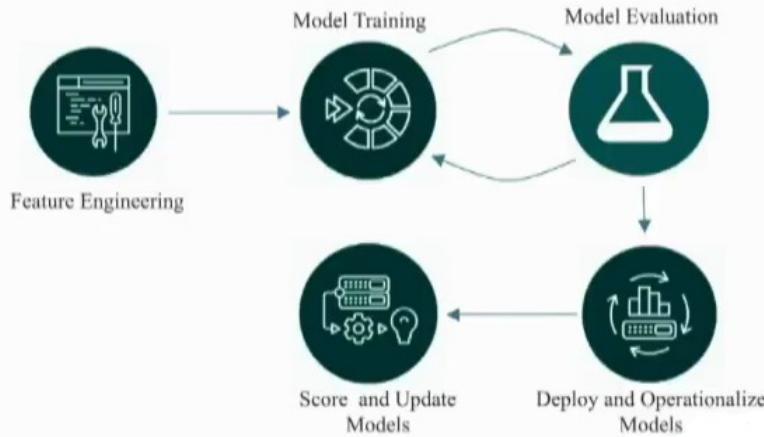


# Quão difícil é implementar Machine Learning?

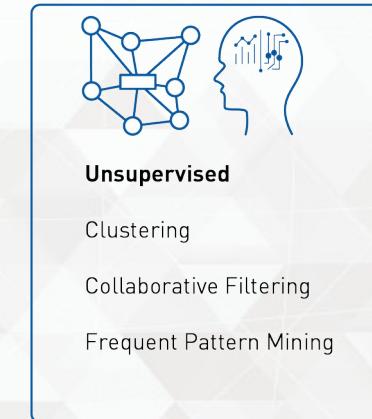
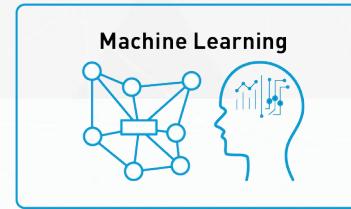
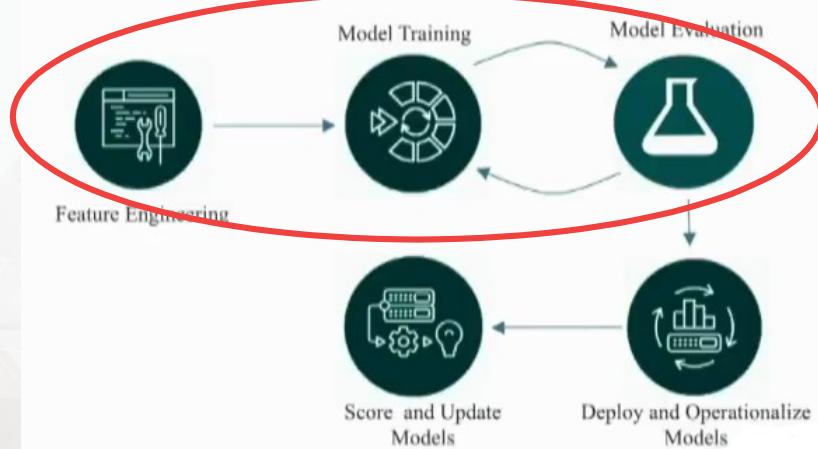
# Machine Learning

- Em teoria, é muito simples
  - Os algoritmos são diretamente aplicáveis
    - Basta apontar os dados
      - Devidamente organizados, sanitizados e com label
      - Já preparados e pensados para serem usados em ML (da classe correta)
    - Tempo de execução geralmente não é um problema
      - Para a predição, ao menos
      - Retreinamento e tempo real podem tornar isso diferente
  - Mas...

# Machine Learning

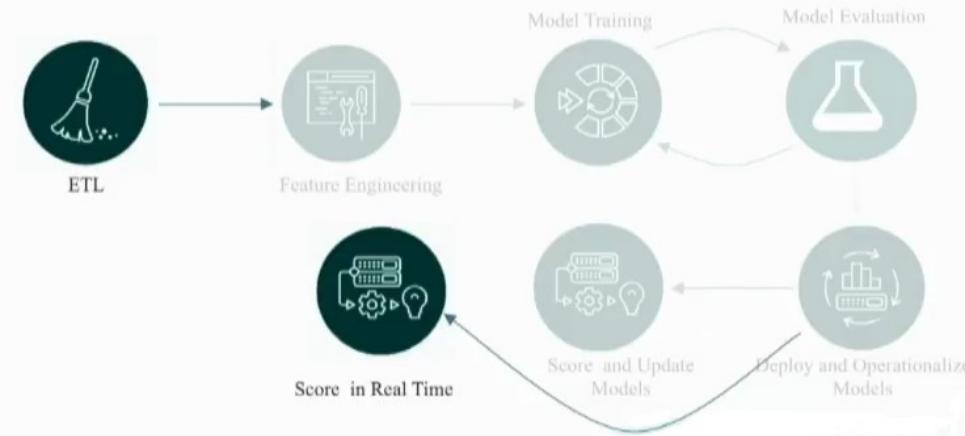


# Machine Learning



# Machine Learning

- Obter e preparar os dados é 80% do trabalho, em média



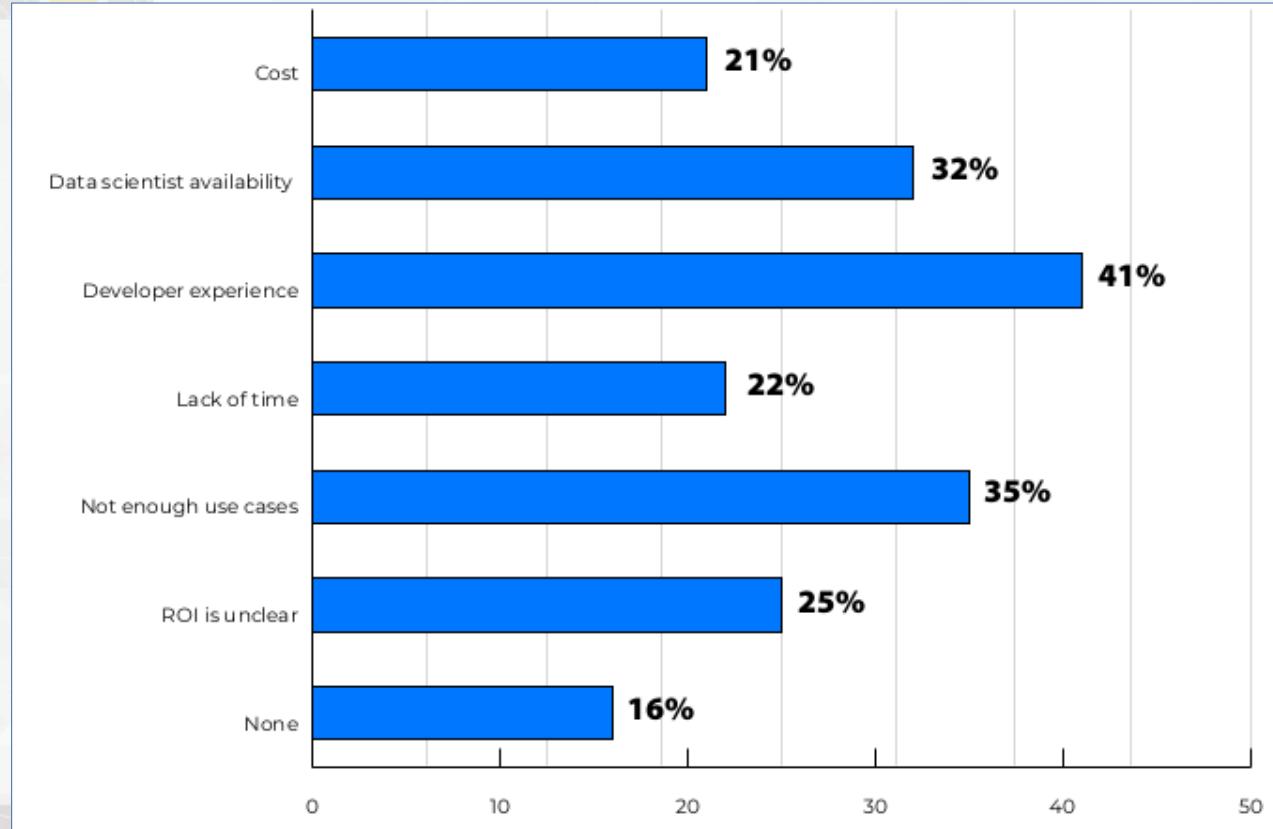
# Diversas bibliotecas



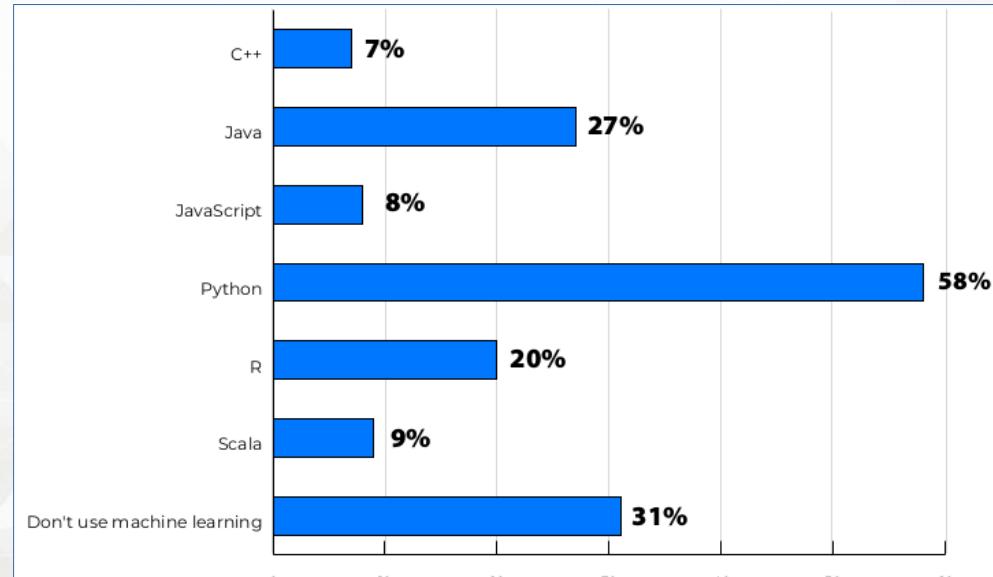
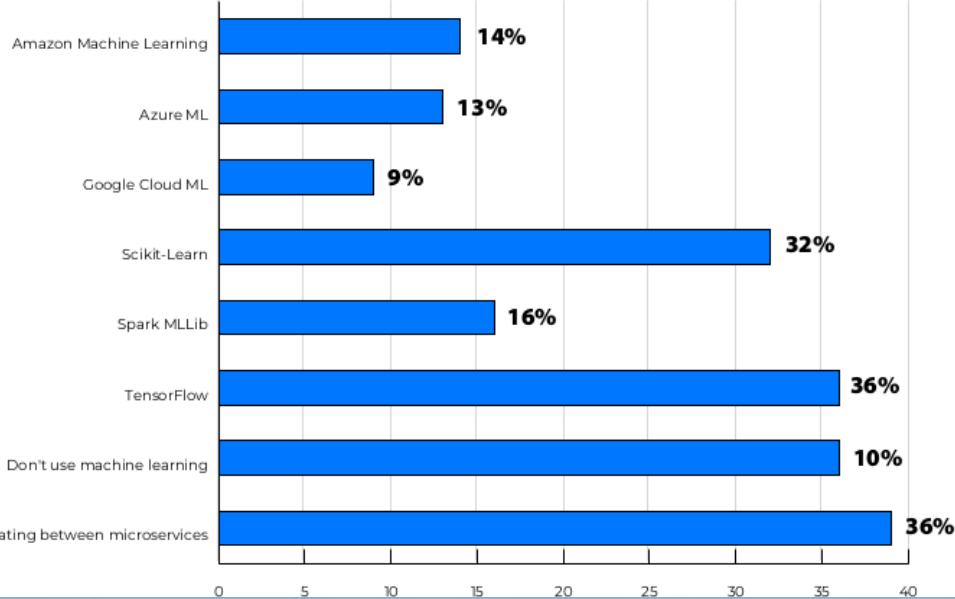
# Então temos um problema

- ML é complexa e potencialmente cara
  - Quais são as ferramentas a ser usadas? Onde busco capacitação? Qual a melhor fonte para documentação?
    - Boa parte dessas respostas está em artigos científicos, mas quão acessíveis são?
  - Quanto custa **treinar um profissional** para realmente saber usar Big Data e Machine Learning
- O fluxo de dados em ML não é simples
  - Dados precisam estar bem comportados e ajustados
  - 80% do tempo em preparação dos dados
    - Feature engineering e data design
  - Selecionar algoritmos e parâmetros adequados
    - Diversos algoritmos para funções semelhantes, mas qual é o mais adequado?
  - Não existe “bala de prata”
    - Deep learning, por exemplo, não é a melhor resposta para tudo

# Então temos um problema



# Então temos um problema

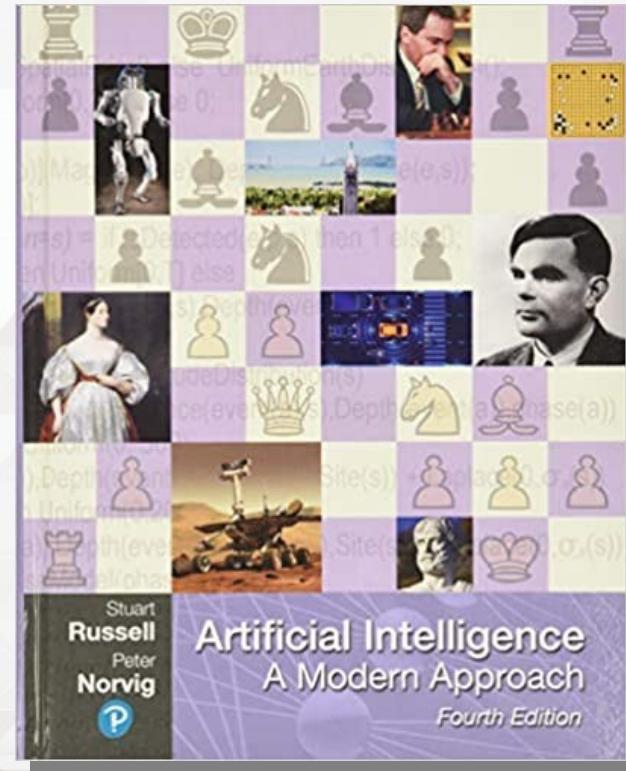




# Referências

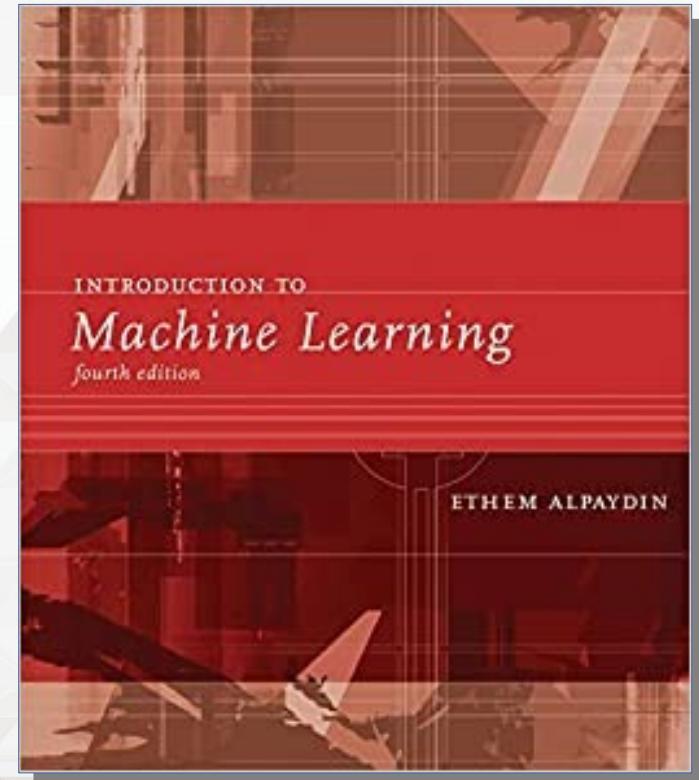
# Para pesquisar um pouco mais...

- Artificial Intelligence – A Modern Approach
  - Stuart Russel & Peter Norvig
  - 4<sup>th</sup> edition



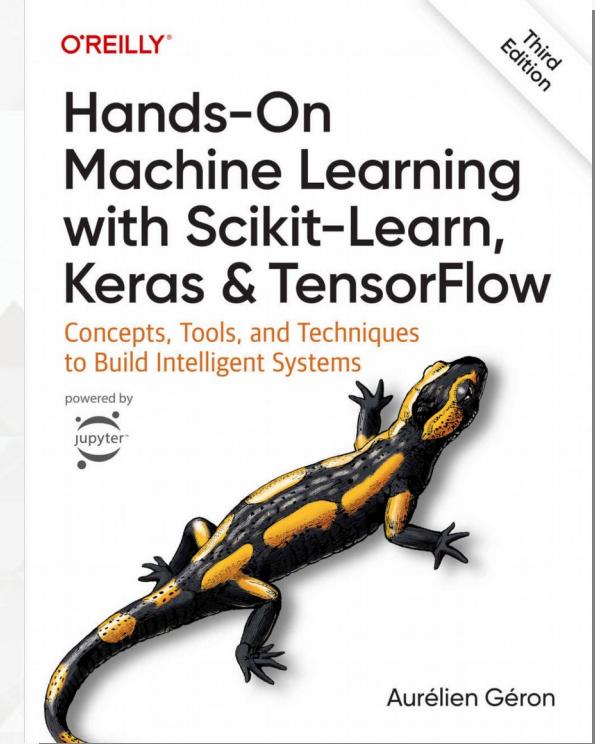
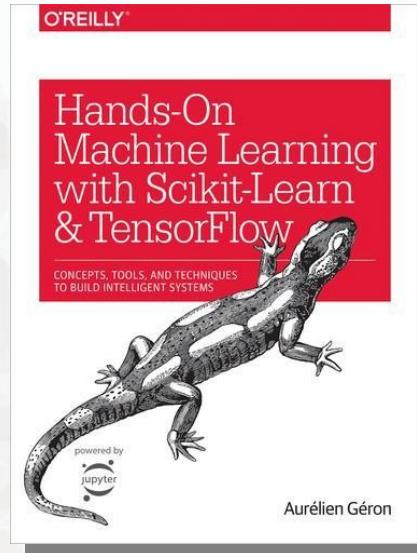
# Para pesquisar um pouco mais...

- Introduction to Machine Learning
  - Ethen Alpaydin
  - 4<sup>th</sup> edition



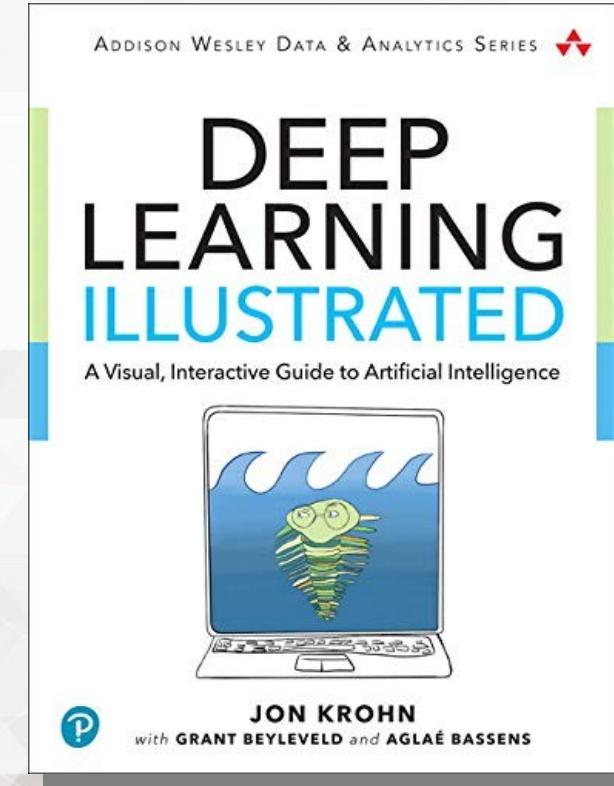
# Para pesquisar um pouco mais...

- Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow
  - Aurélien Géron
  - 3<sup>rd</sup> edition



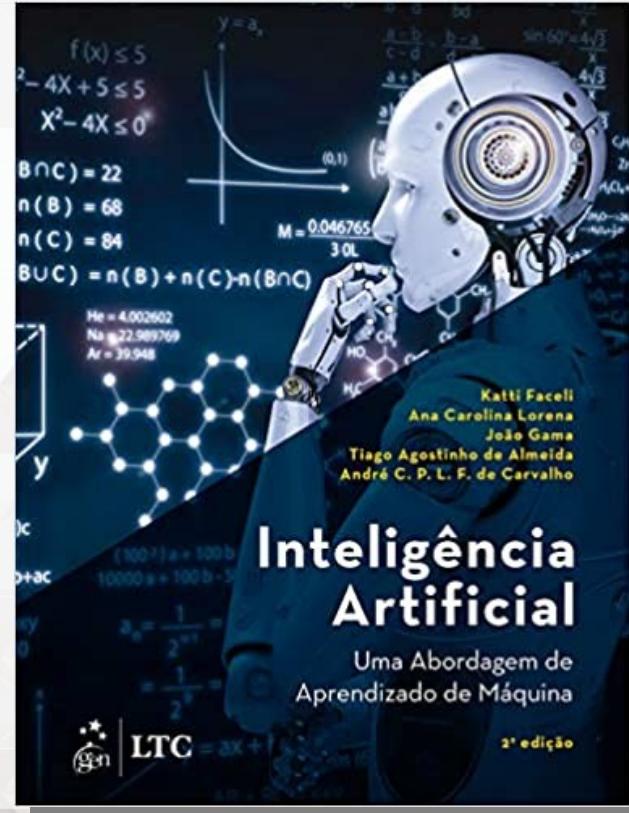
# Para pesquisar um pouco mais...

- Deep Learning Illustrated
  - Jon Krohn



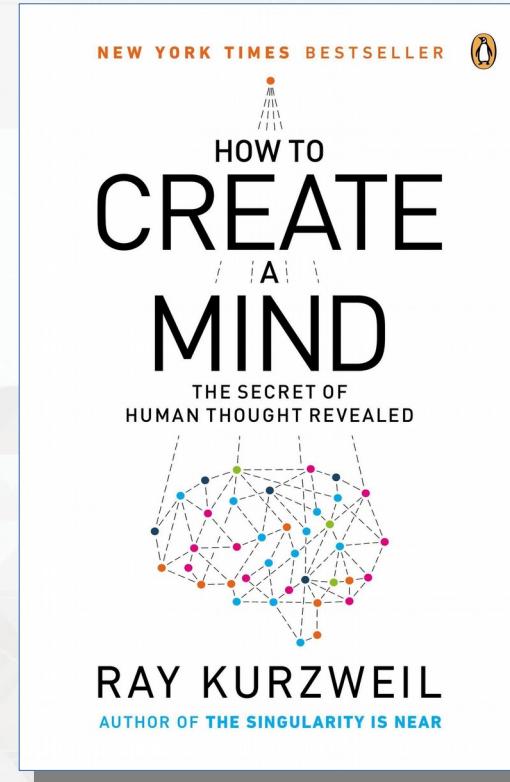
# Para pesquisar um pouco mais...

- Inteligência Artificial – Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina
  - Katti Facelli, Ana Carolina Lorena, João Gama, André de Carvalho
  - 2<sup>a</sup> edição (2021)



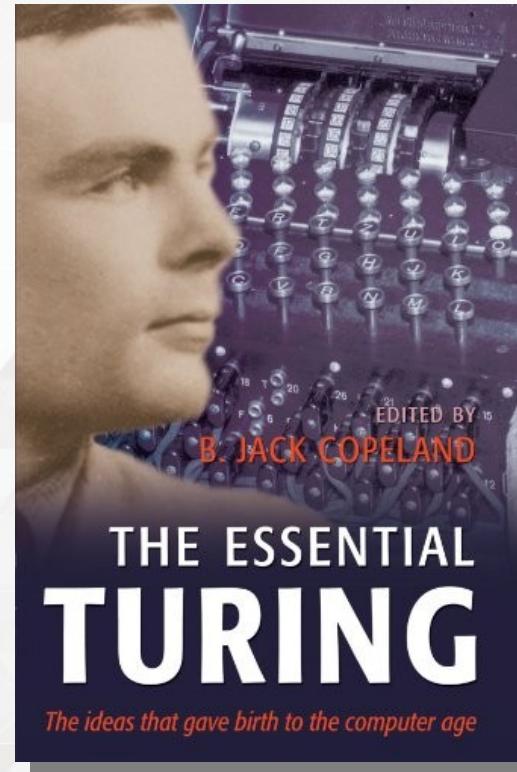
# Para pesquisar um pouco mais...

- How to Create a Mind
  - Ray Kurzweil



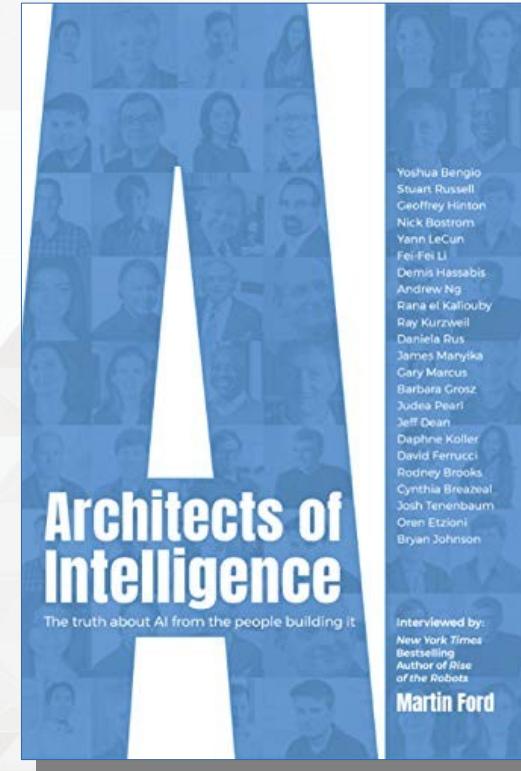
# Para pesquisar um pouco mais...

- The Essential Turing
  - B. Jack Copeland



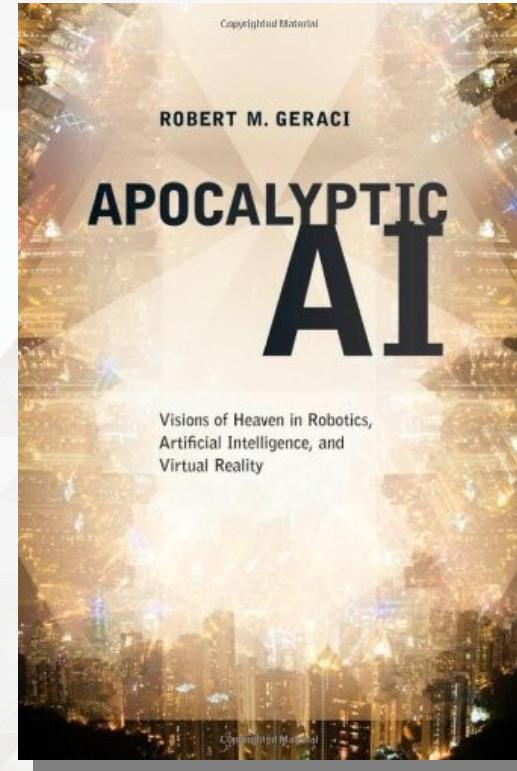
# Para pesquisar um pouco mais...

- Architects of Intelligence
  - The truth about AI from the people building it



# Para pesquisar um pouco mais...

- Apocalyptic AI
  - Robert Geraci



# Para pesquisar um pouco mais...

- E claro, os papers publicados pelos principais pesquisadores...
  - Arthur Samuel
  - Marvin Minsky
  - Ray Kurzweil
  - Yoshua Bengio
  - Geoffrey Hilton
  - Yann LeCun
  - E mais um monte de gente...



# Obrigado

*leandro@utfpr.edu.br*  
<http://lapti.ct.utfpr.edu.br>