



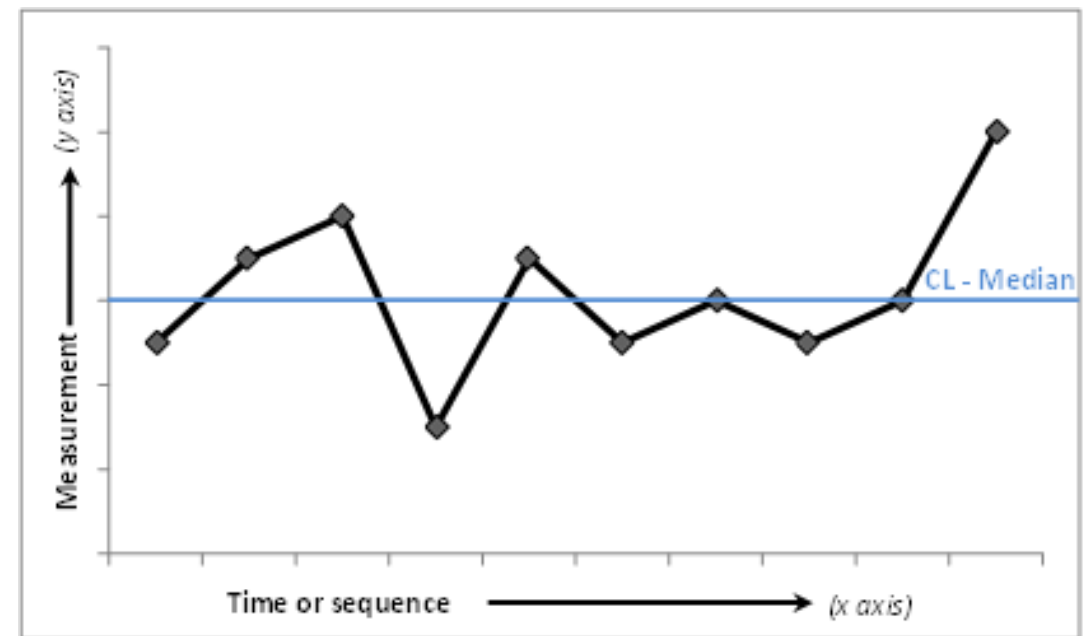
INTRODUÇÃO

André Gustavo Adami
Daniel Luis Notari

COMO RESOLVER UM PROBLEMA?

Um Engenheiro de Qualidade de uma indústria utiliza um gráfico de controle (*run chart*) para monitorar o processo no tempo para detectar tendências, mudanças ou ciclos

- O eixo horizontal é comumente uma escala do tempo (e.g., horas, dias, semanas, meses)
- O eixo vertical representa o indicador de qualidade (e.g., número de falhas, ciclo de tempo)
- Utiliza a mediana como linha central, pois é o ponto no qual a metade dos dados é esperada estar acima e a outra abaixo e não é influenciada por valores extremos nos dados



<https://qi.elft.nhs.uk/resource/run-charts/>

COMO RESOLVER UM PROBLEMA?

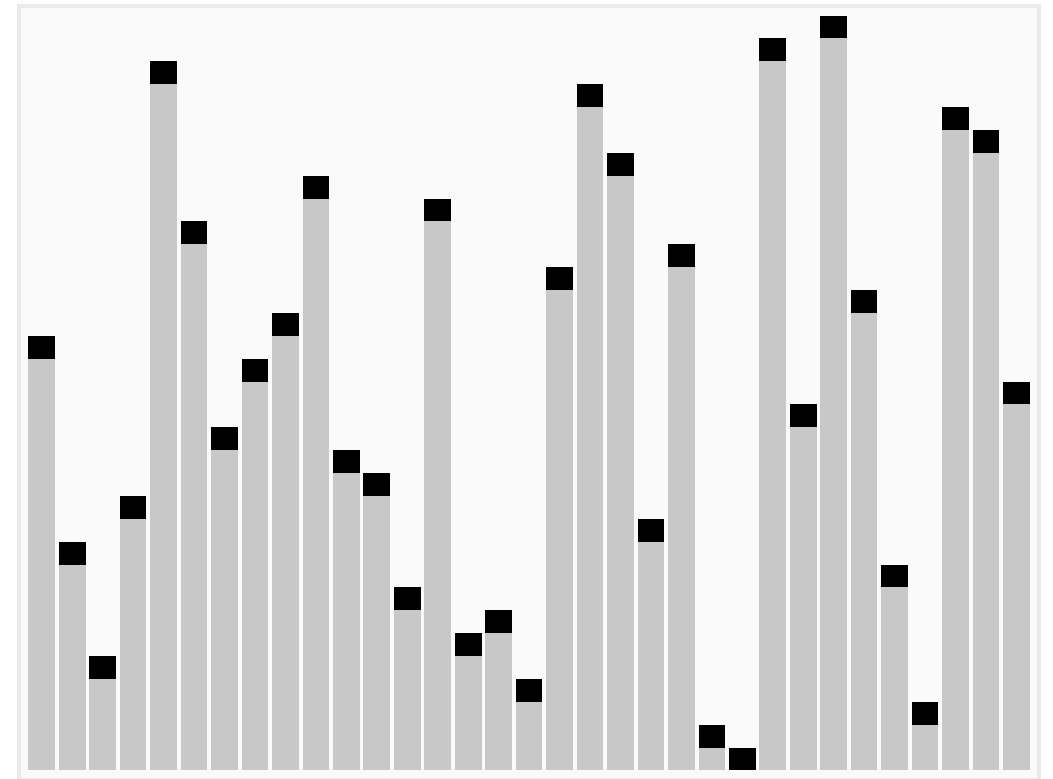
Para construir o gráfico, precisamos estimar a mediana dos dados

A mediana é estimada ordenando (crescente) os dados e selecionando o valor central

Para ordenar os dados existem diversos algoritmos

Selecionamos o mais eficiente

Podemos realizar o mesmo processo para todos os outros problemas?



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sorting_quicksort_anim.gif

PODEMOS RESOLVER ESTES PROBLEMAS?



Para qualquer e-mail que recebemos, determinar se o mesmo é spam ou legítimo

Entrada: e-mail (um documento com um conjunto de caracteres)
Saída é spam ou legítimo



Reconhecer tipos de nós em madeira para determinar a qualidade da madeira

Entrada: imagem do nó
Saída: tipo de nó (sadio, morto, oco, seco, folha, envolto)



Prever o valor da próxima cotação do dólar

Entrada é a série temporal da cotação do dólar
Saída: o valor da cotação na próxima hora

APRENDIZADO DE MÁQUINA

**Resolve problemas que
não podem ser
solucionados por apenas
métodos numéricos**

O QUE É APRENDIZADO DE MÁQUINA?



“Aprendizado de Máquina é o campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de aprender sem ser explicitamente programado”

Adaptação de Arthur Samuel, 1959
Criador do termo Machine Learning



“Um computador observa alguns dados, constrói um modelo baseado nos dados e usa o modelo como uma hipótese sobre o mundo e um pedaço de software que pode resolver problemas.”

Livro *Artificial Intelligence –
A Modern Approach*

O QUE É APRENDIZADO DE MÁQUINA?

Programação Tradicional

- Programador codifica o comportamento do programa
- Um algoritmo é implementado em alguma linguagem de programação para produzir um resultado
- Utilizando dados de entrada e um conjunto de parâmetros (mas não muitos...) o programa produz um resultado



Aprendizado de Máquina

- O comportamento do programa é criado a partir dos dados
- Processo começa com uma coleta de dados (experiência) relativos ao problema (e não com um algoritmo...)
- Algoritmos são aplicados nos dados a fim de construir um modelo (será o nosso programa...) que permita produzir novos resultados



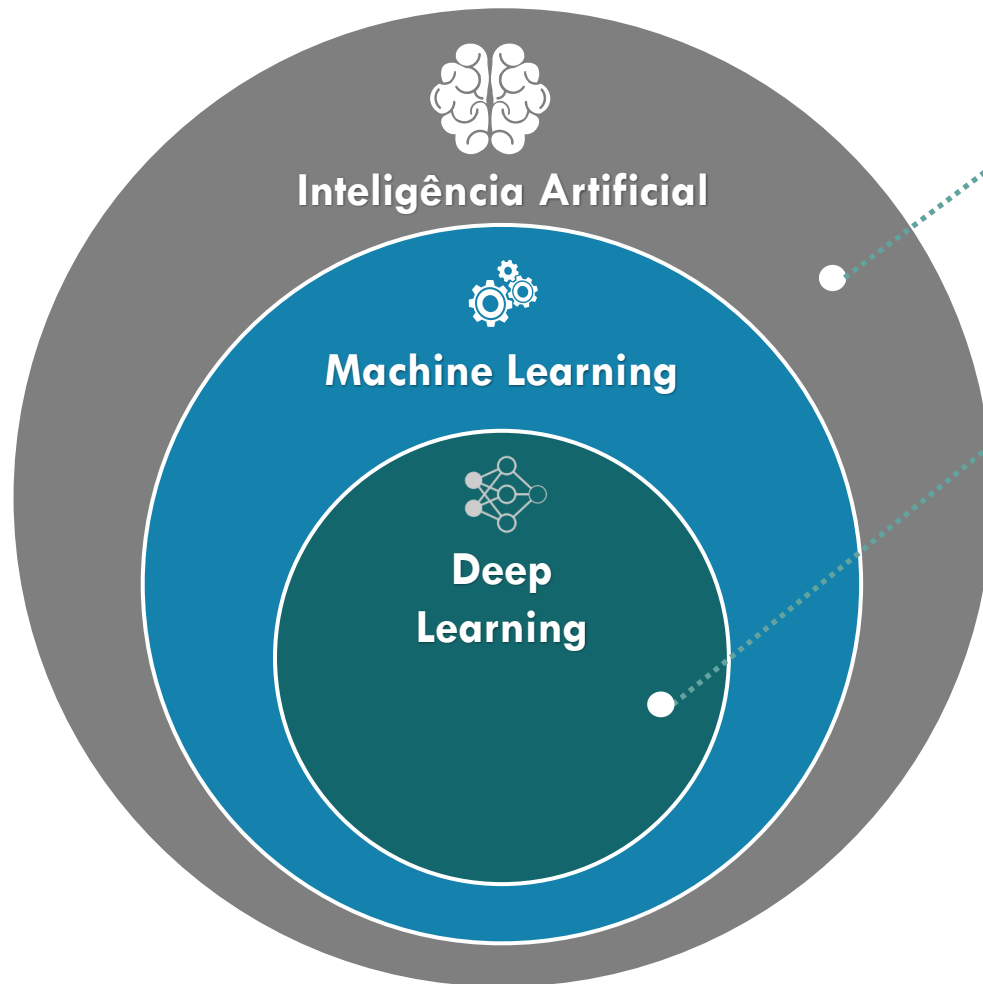
O QUE É APRENDIZADO DE MÁQUINA?

É inerentemente um campo multidisciplinar

- **Inteligência artificial**
 - Aprendizado como uma abordagem para melhorar a solução de problemas
- **Probabilidade e estatística**
 - Caracterização dos erros quando estimando acurácia com base em um conjunto de dados finitos; testes estatísticos; descrição paramétrica de uma distribuição
- **Complexidade computacional**
 - Complexidade das diferentes tarefas de aprendizado (custo computacional, exemplos de treinamento, erros)
- **Teoria da Informação**
 - Medidas do conteúdo de informação; métodos para descrever os dados da maneira mais compacta
- **Psicologia e neurobiologia**
 - A lei da potência da prática; estudos motivam modelos de aprendizado das redes neurais artificiais
- **Teoria de controle**
 - Procedimentos para aprender a controlar processos a fim de otimizar objetivos e prever o próximo estado
- **Filosofia**
 - Navalha de Occam afirma que a hipótese mais simples é a melhor; análise da justificativas para generalização
- ...

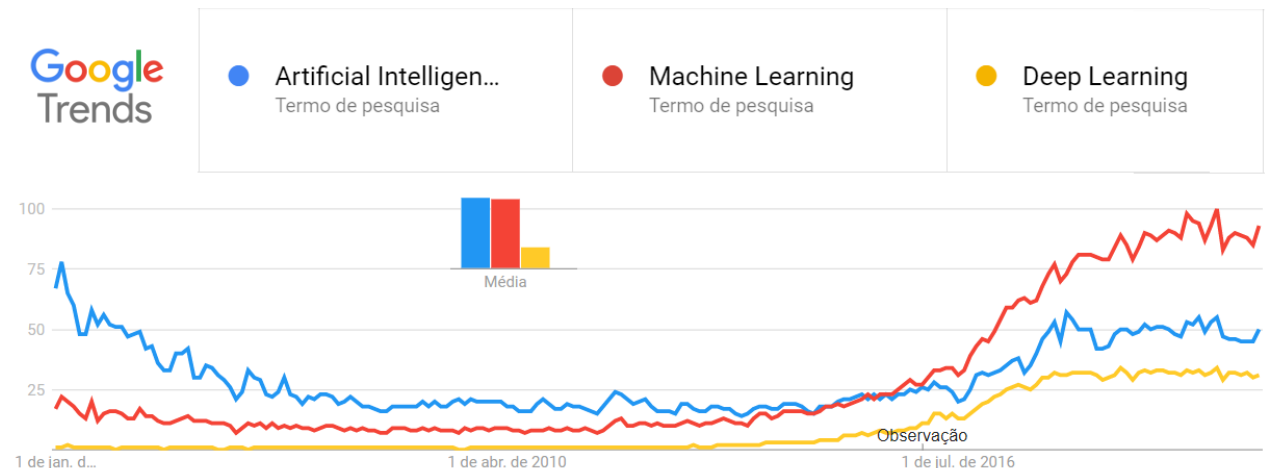


O QUE É APRENDIZADO DE MÁQUINA?



Toda atividade dedicada a permitir máquinas imitar o comportamento, habilidades e natureza humana

Subconjunto de aprendizado de máquina (*machine learning*), tipo de aprendizado de máquina que **aprende** a representar o domínio utilizando múltiplos níveis de abstração a fim de relacionar as entradas com as saídas



COMO PODEMOS APRENDER?

01

Supervisionado

02

Não-Supervisionado

03

Por Reforço

APRENDIZADO SUPERVISIONADO

O algoritmo de aprendizado supervisionado (*supervised learning*) utiliza exemplos de pares de entradas (**dados de treinamento**) e **saídas** (resultado esperado)

- Os dados devem ser representativos da tarefa

O resultado do aprendizado é um **modelo** que permite prever ou estimar uma saída a partir de uma nova entrada nunca antes vista

- Modelo é uma representação matemática da tarefa/problema que possui parâmetros mensuráveis

O processo de **aprendizado** consiste em **modificar os parâmetros do modelo** a fim de obter a **melhor representação** do que foi aprendido a partir dos **dados**



APRENDIZADO NÃO-SUPERVISIONADO

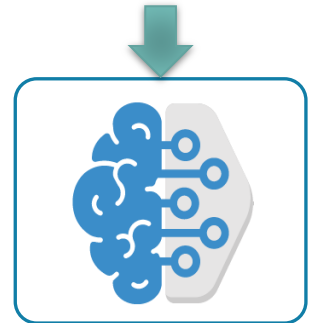
Diferente do aprendizado supervisionado, o algoritmo de aprendizado não-supervisionado (*unsupervised learning*) não recebe informação alguma sobre o resultado esperado dos dados

Este tipo de aprendizado oferece a possibilidade de explorar a estrutura dos dados sem a informação do resultado esperado (classe ou categoria) e pode ainda revelar características não previamente esperadas ou conhecidas

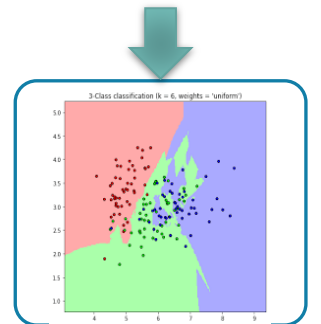
Pode ser mais complexo de avaliar, pois a tarefa não fornece o resultado esperado. Portanto o desempenho de tais algoritmos é subjetivo e específico e domínio



Dados



Processo de Aprendizado



Agrupamentos

APRENDIZADO POR REFORÇO

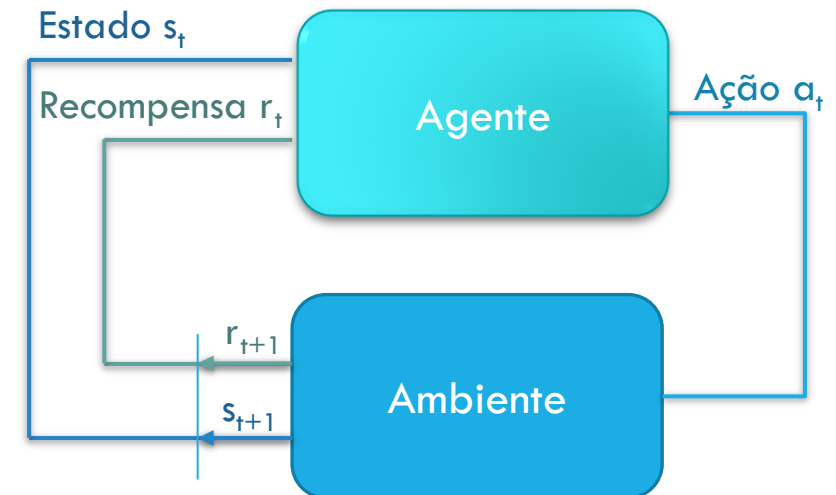
A ideia do aprendizado por reforço (*Reinforcement Learning*) é que aprendemos interagindo com o nosso ambiente

É mais focado no aprendizado orientado a objetivo a partir da interação com o ambiente

- Não existem dados rotulados (supervisionado), mas também não é não supervisionado
- É fornecido um método para saber se está executando corretamente baseado em um feedback avaliativo

RL está aprendendo o que fazer, como mapear situações a ações, a fim de maximizar uma recompensa (não imediata)

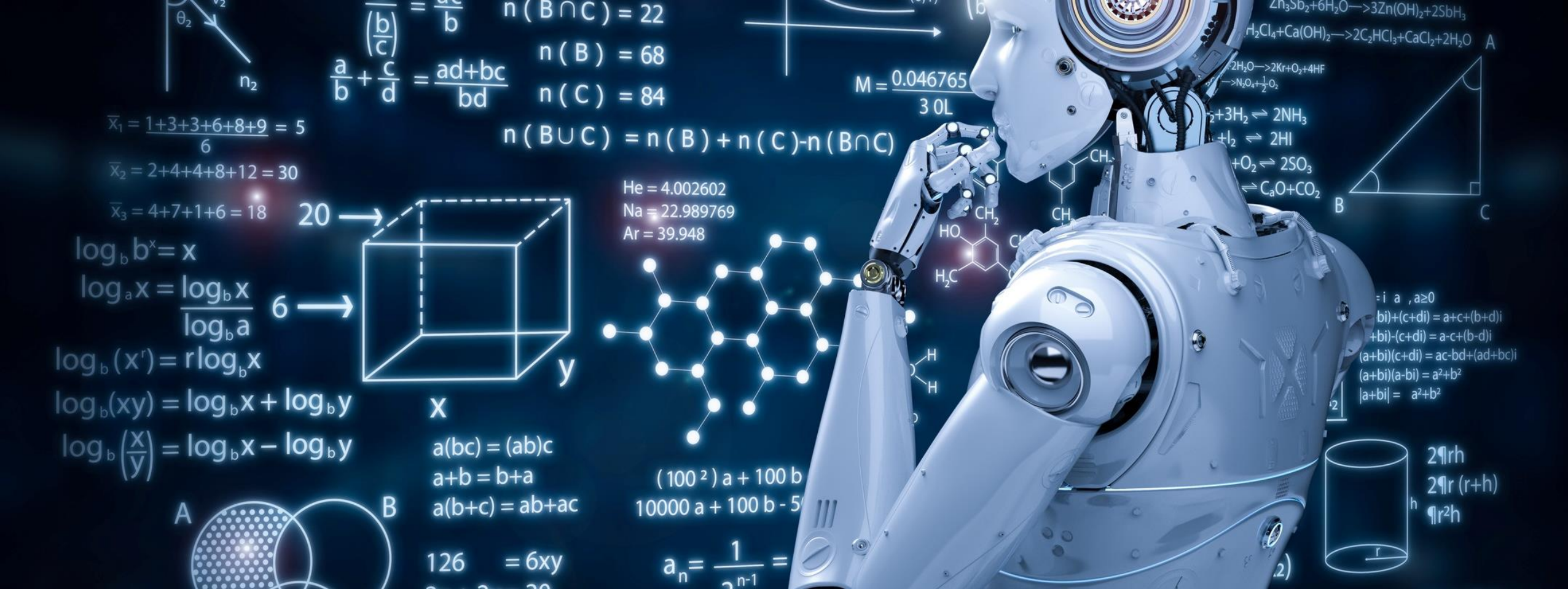
- Tentativa-e-erro
- Recompensa diferida (adiada)



REINFORCEMENT LEARNING

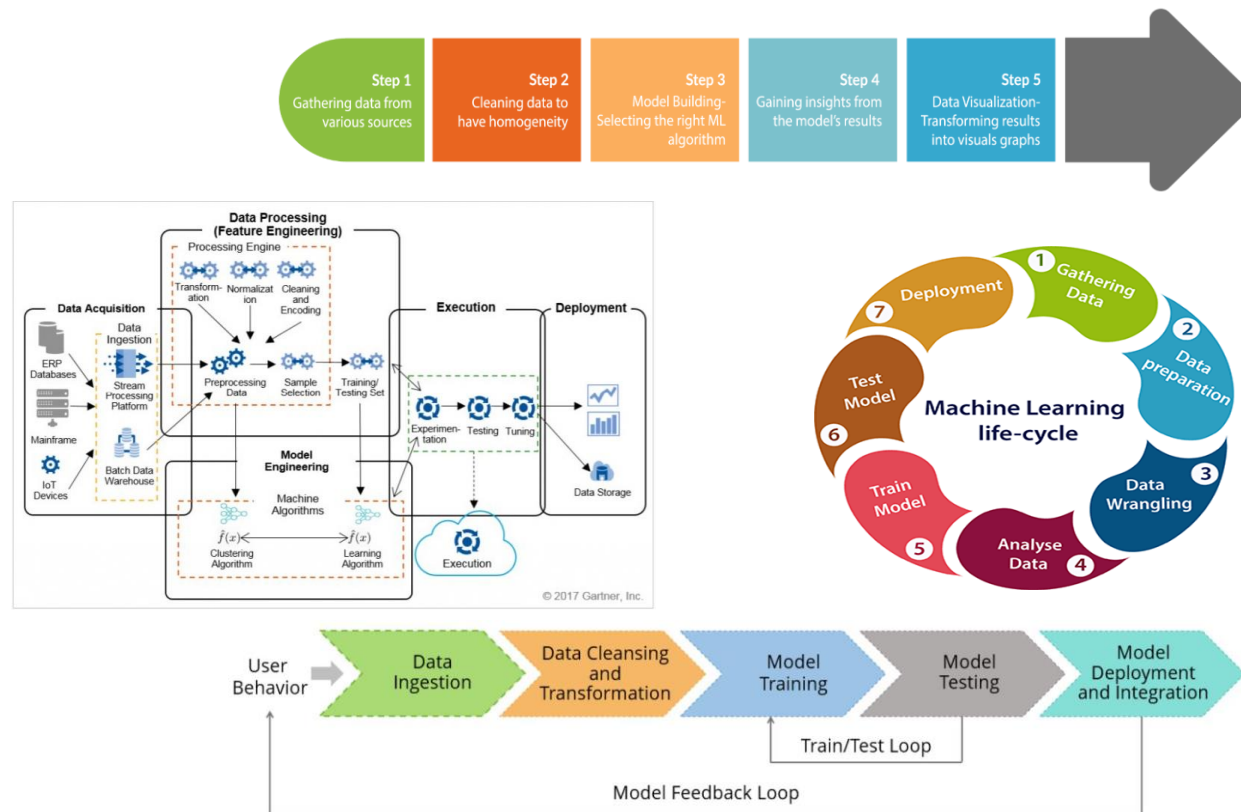


<https://www.technologyreview.com/s/601045/this-factory-robot-learns-a-new-job-overnight/>



COMO FAZER APRENDIZADO DE MÁQUINA

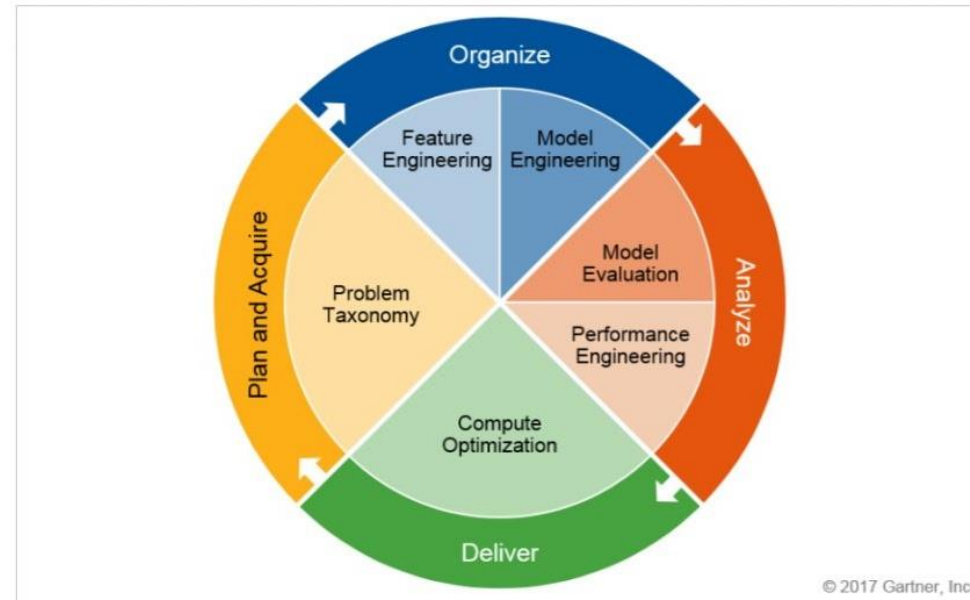
Ao buscar metodologias para resolver problemas utilizando aprendizado de máquinas, encontraremos diversas “receitas”



COMO FAZER APRENDIZADO DE MÁQUINA

Todas compartilham pelo menos 3 elementos: dados, algoritmo de aprendizagem (modelo) e avaliação

Usamos/obtemos os dados para obter os algoritmos/modelos e avaliamos o resultado (ciclo)

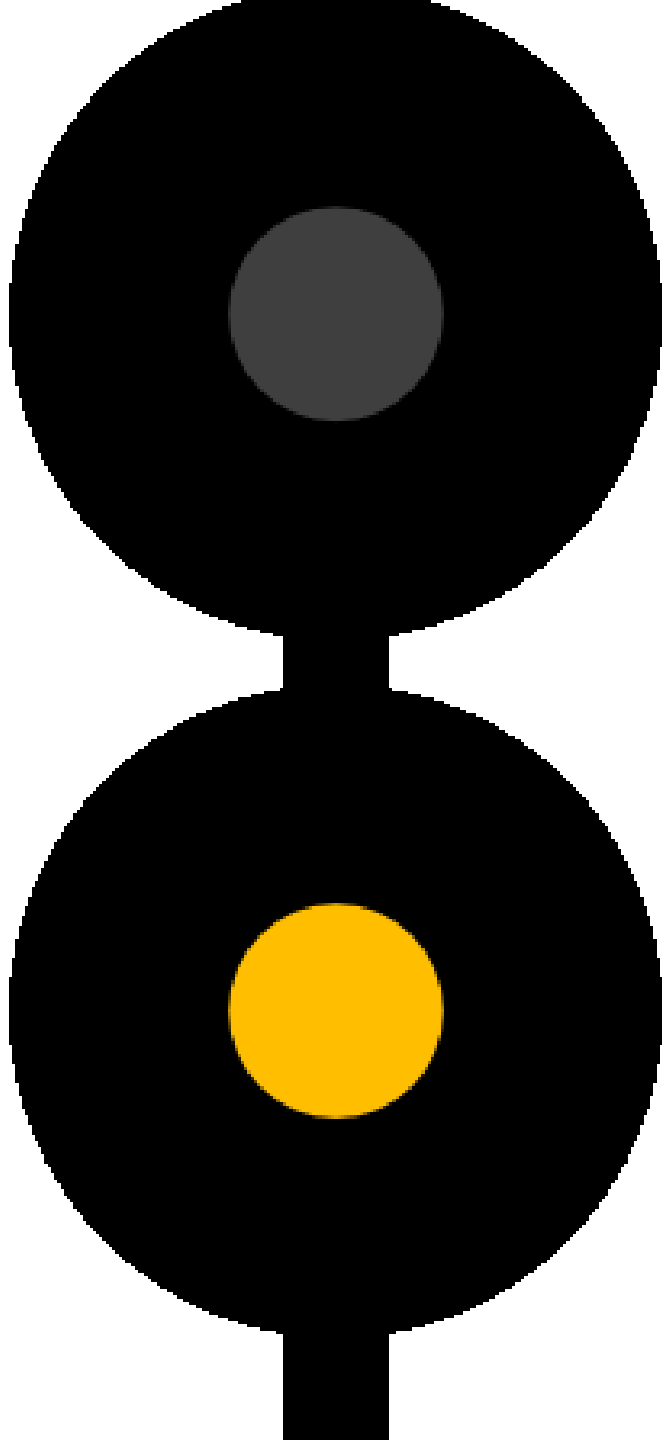


Source: Gartner (January 2017)

UMA PROPOSTA DAS ETAPAS...

1. **Formulação do problema:** obter uma compreensão mais clara dos objetivos da investigação e planejar as demais etapas
2. **Coleta de dados:** realizar medições em variáveis apropriadas e gravar detalhes do procedimento de coleta de dados (verdade)
3. **Exame inicial dos dados:** verificar os dados (qualidade), calculando estatísticas e produzindo gráficos a fim de obter um senso da estrutura
4. **Seleção ou extração de características:** selecionar variáveis do conjunto de medidas que são apropriadas para a tarefa.
5. **Agrupamento ou classificação de padrões não-supervisionada:** análise de dados exploratória que permite produzir conclusões sobre os dados.
6. **Aplicar procedimentos de discriminação ou regressão:** o classificador é desenvolvido utilizando um conjunto de treinamento de padrões de exemplo.
7. **Avaliação dos resultados:** utilizar um conjunto de teste de padrões (nunca vistos pelo algoritmo de aprendizagem) para estimar medidas de desempenho conforme as características do problema
8. **Interpretação**

(Webb e Copsey, 2011)



“

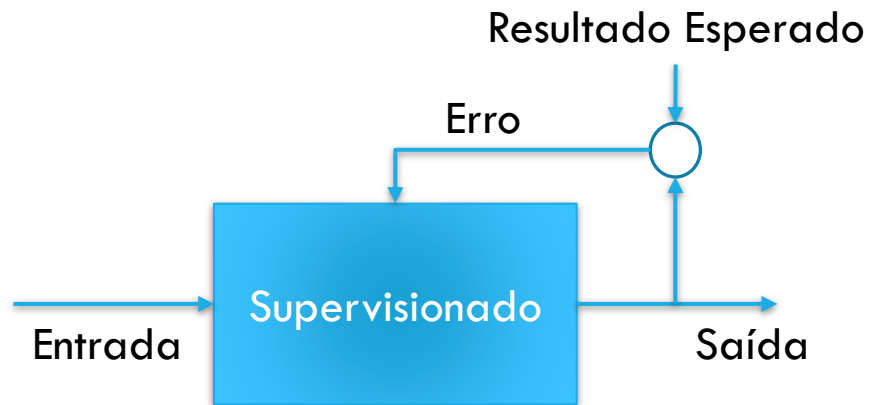
Existe muita expectativa em torno da Inteligência Artificial. Existe também uma significativa quantidade de cautela.

”

PwC, 2017

Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?

RESUMINDO...



Entrada são dados do problema

Saída são valores discretos (rótulos) ou contínuos (regressão)

Modelo é utilizado para descrever (capturar as características) os dados de entrada

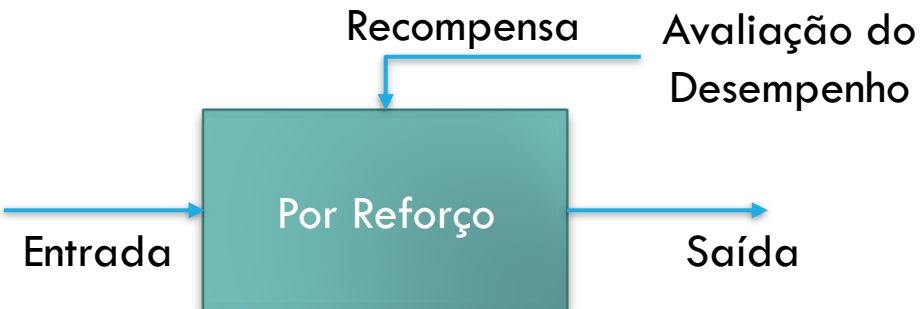
Avaliação do resultado através de alguma medida de desempenho



Entrada são dados do problema

Não existe saída esperada

Não há como medir o desempenho diretamente (subjetivo / domínio)

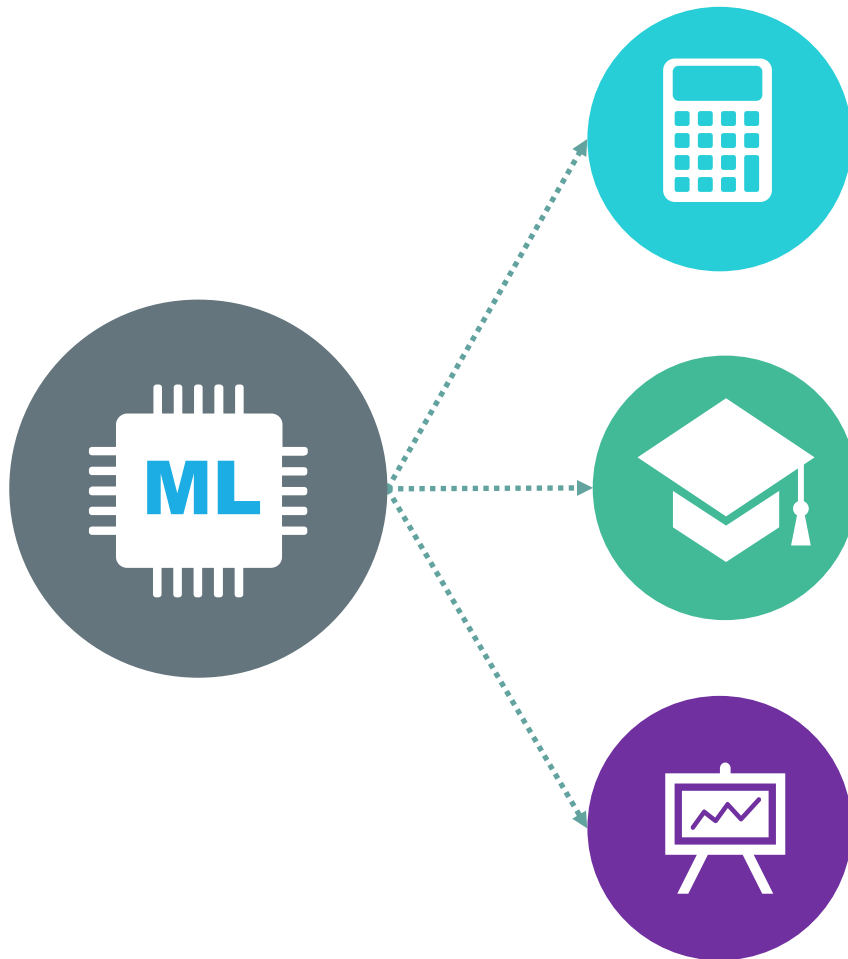


Entrada é pares estado-ação

Saída é um novo estado

Objetivo é atingir um estado objetivo e uma recompensa (sinal de reforço) é dada quando o estado objetivo é alcançado

RESUMINDO...



Dados

São utilizados para aprender uma determinada tarefa

Modelo

Representação matemática da tarefa gerada no processo de aprendizado que pode ser melhorado com mais dados

Avaliação

Medidas que permitem avaliar se o modelo aprendeu

RESUMINDO...

Os algoritmos de aprendizagem demandam dados para aprender alguma tarefa/problema

- De onde vem estes dados? Sensores? Sistemas?

Existem mais problemas para os quais o aprendizado supervisionado produz resultados mais precisos do que os demais tipos de aprendizados

- A maioria dos produtos de sucesso de aprendizado de máquinas utilizam algoritmos de aprendizado supervisionado