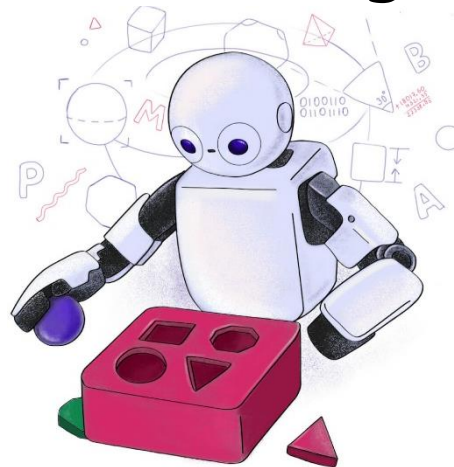


T319 - Introdução ao Aprendizado de Máquina: *Introdução*



Inatel

Felipe Augusto Pereira de Figueiredo
felipe.figueiredo@inatel.br

A disciplina

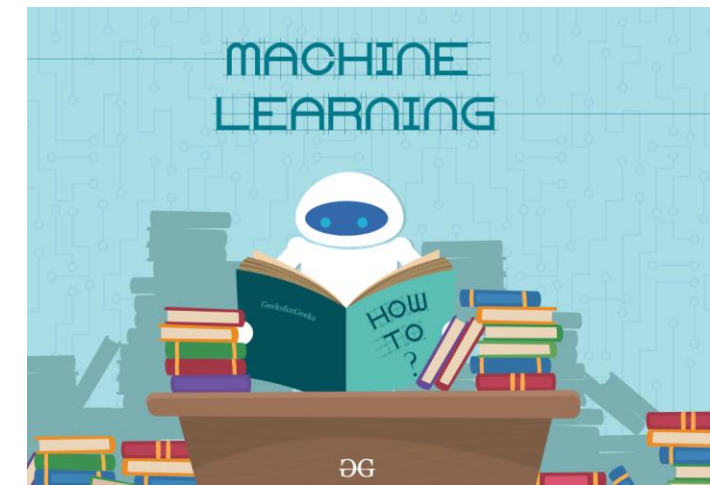
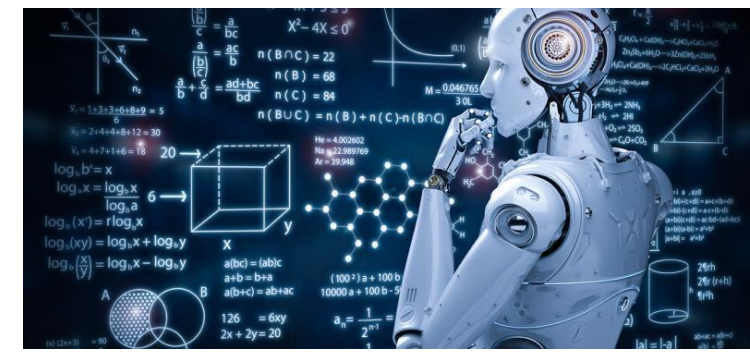
- ***Introdução*** ao aprendizado de máquina.
- Curso introdutório onde veremos os ***conceitos básicos*** de funcionamento de alguns ***algoritmos de aprendizado de máquina*** ou do Inglês, ***machine learning*** (ML).
- O curso será dividido em duas partes: T319 e T320.
- O curso terá sempre uma parte ***expositiva*** e outra ***prática*** para fixação dos conceitos introduzidos.
 - Quizzes e exercícios envolvendo o uso dos algoritmos discutidos.
- Não nos aprofundaremos nos conceitos matemáticos envolvidos.
- Porém, precisamos conhecer Python e alguns conceitos de cálculo, álgebra linear e estatística.

Cronograma

Aula	Data	Dia	Horário	Atividade
1	10/2/2023	Sexta-feira	19:30 às 21:10	Introdução ao Aprendizado de Máquina
2	24/2/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
3	10/3/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
4	24/3/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
5	7/4/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
6	21/4/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
7	5/5/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
8	19/5/2023			Avaliação Presencial
9	2/6/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina
10	16/6/2023			Introdução ao Aprendizado de Máquina

Objetivo do curso

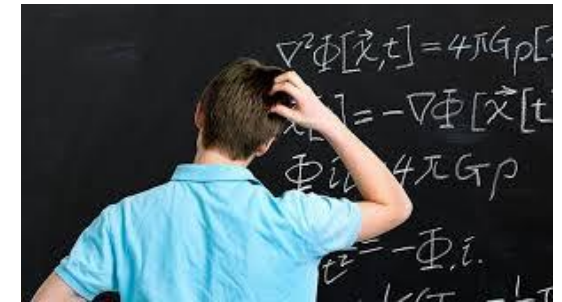
- O objetivo principal do curso é apresentar
 - os conceitos fundamentais da teoria do aprendizado de máquina.
 - um conjunto de ferramentas (ou seja, algoritmos) de aprendizado de máquina para solução de problemas.
- Ao final do curso vocês devem ser capazes de
 - Entender e discutir sobre os principais algoritmos de ML.
 - Compreender a terminologia utilizada na área.
 - Aplicar algoritmos de ML para a resolução de problemas.
 - Analisar e entender novos algoritmos de ML.
 - Criar seus próprios projetos.



Critérios de avaliação



- Um (1) trabalho em grupo com peso de 85%.
 - Envolvendo questões teóricas e/ou práticas.
 - Uma parte do trabalho será feita **presencialmente**.
- Atividades (quizzes e laboratórios) com peso de 15%.
 - Podem sempre ser entregues até a próxima aula.
 - Laboratórios podem ser resolvidos em grupo, mas entregas devem ser individuais.
 - Exercícios serão atribuídos através do MS Teams.
- **Frequência**
 - Gerada automaticamente pelo MS Teams.
 - Por favor, acompanhem a frequência através do portal.



Motivação

- **Emprego:** grandes companhias usam IA em seus produtos e soluções internas para resolver os mais diversos tipos de problemas e, assim, aumentarem sua eficiência e, conseqüentemente, os lucros.



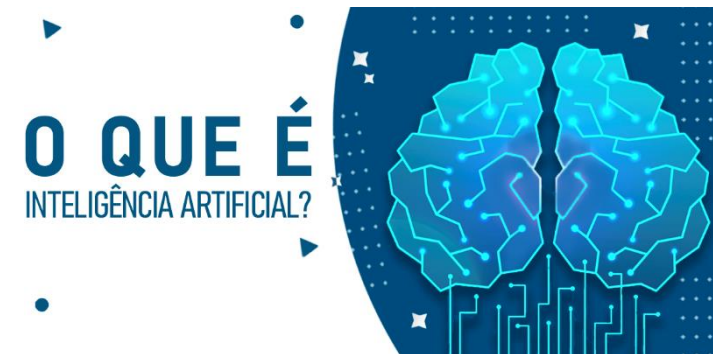
- **Pesquisa:** já se prevê que IA terá um papel importante no desenvolvimento da próxima geração de redes móveis e sem-fio (e.g., 6G).



Inteligência Artificial



- **Definição:** Capacidade de uma máquina de *interpretar estímulos* vindos do ambiente, *aprender* com eles e usar o *conhecimento adquirido* para *realizar tarefas*.
- **Objetivo:** Criar máquinas que *imitem a inteligência humana* para realizar tarefas e que se *aprimoram com base nas informações que coletam*.
- Porém, ensinar as máquinas a pensar não é uma tarefa tão simples.



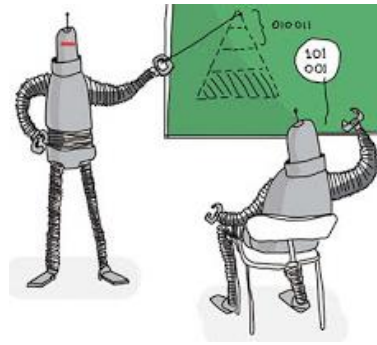
Inteligência Artificial

- Para criar uma máquina que simule a inteligência humana, divide-se o problema em problemas menores (subáreas):
 - Processamento de linguagem natural.
 - ✓ Geração e compreensão automática de linguagens naturais.
 - Representação do conhecimento.
 - ✓ Criação e armazenamento de conhecimento do mundo real.
 - Raciocínio automatizado.
 - ✓ Resolução de problemas complexos a partir de conhecimento prévio.
 - Planejamento.
 - ✓ Criação de planos que permitam que uma máquina execute uma tarefa.
 - Visão computacional.
 - ✓ Extração de informações de imagens e vídeos.
 - Robótica.
 - ✓ Projeto, construção e operação de robôs que repliquem ações humanas.
 - Aprendizado de máquina.
 - ✓ Criação de máquinas que aprendem através de exemplos (i.e., experiências prévias).
 - Inteligência artificial geral.
 - ✓ Criação de máquinas que solucionem qualquer tipo de problema. É a meta final da IA.

IA é uma área muito ampla que engloba várias aplicações diferentes.



Foco do curso



- Como vimos, IA é um área muito ampla, e, portanto, focaremos no estudo de algoritmos de ***Aprendizado de Máquina*** (do inglês, *Machine Learning - ML*).
- **Por quê?**
 - ***Caixa de ferramentas***: ML oferece ferramentas importantes para a análise e solução eficiente de vários problemas em várias áreas, incluindo telecomunicações.
 - ***Redução de complexidade e custo***: vários procedimentos e processos de várias áreas que apresentam desempenho ótimo na teoria não são utilizados na prática, pois possuem complexidade computacional e/ou custo proibitivos.
 - ***Oportunidades***: existem muitos empregos na área de análise, ciência e engenharia de dados, além de pesquisas inovadoras que usem ML para a solução de problemas em diversas áreas do conhecimento.

Mas então, o que é ML?



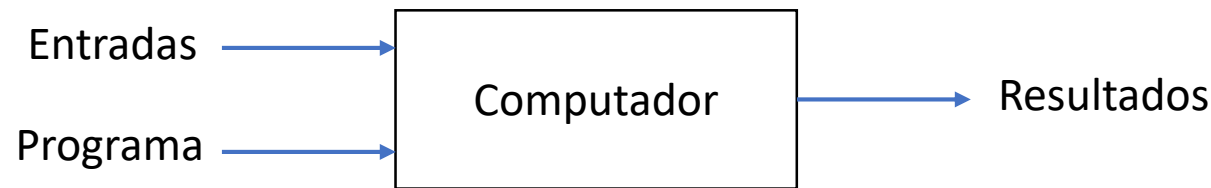
- É uma das subáreas da inteligência artificial.
- O termo foi cunhado em 1959, pelo cientista da computação Arthur Samuel, que o definiu como o
*“Campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de **aprender sem serem explicitamente programados.**”*
- Através de **experiências prévias, induz-se** conhecimento nas máquinas.
- Algoritmos de ML são **orientados a dados**, ou seja, eles **aprendem automaticamente** uma **solução geral** a partir de **conjuntos de dados** fornecidos a eles.



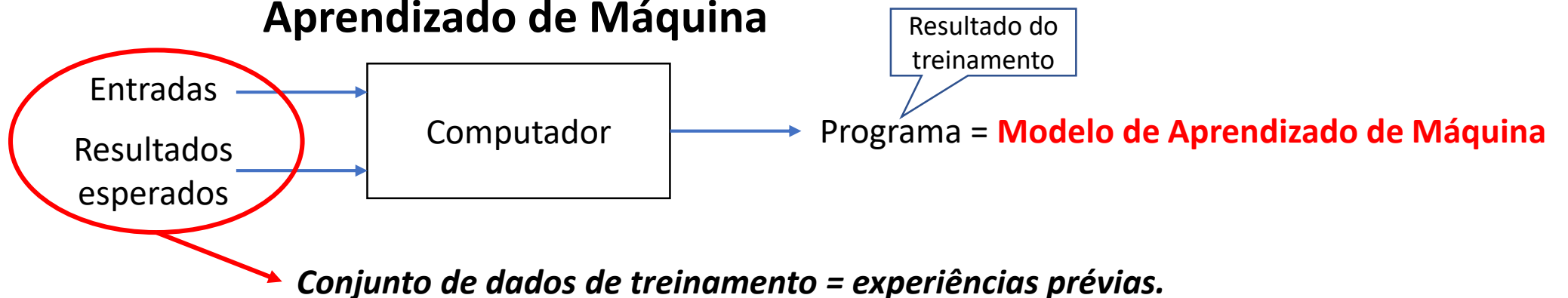
O que é o Aprendizado de Máquina?

- “... *aprender sem serem explicitamente programados.*”

Programação Tradicional

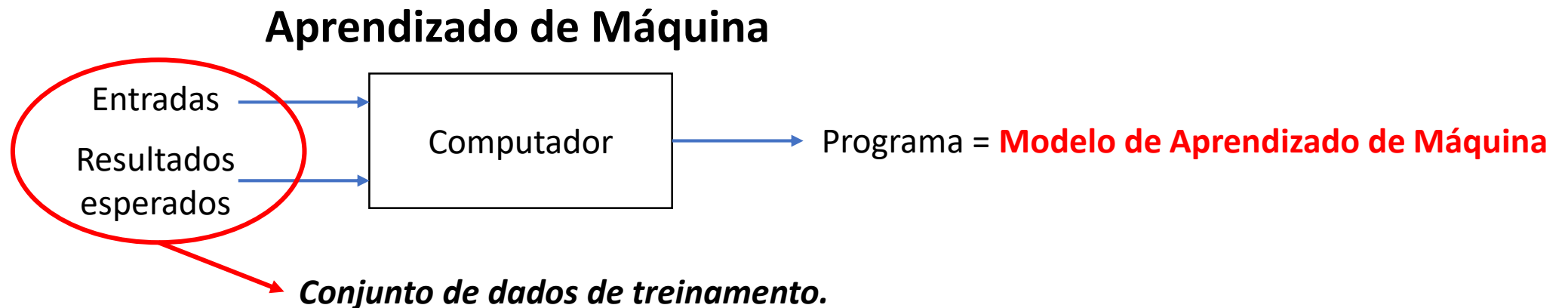


Aprendizado de Máquina

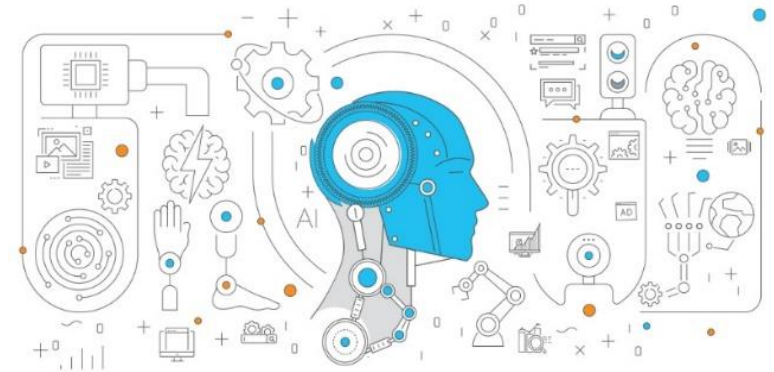


O que é o Aprendizado de Máquina?

- Através de **treinamento** com um **conjunto de dados** (entradas e saídas esperadas), o **algoritmo** de ML **aprende** um **modelo** que **reproduz os resultados esperados** e, o mais importante, **generaliza** para **entradas não vistas durante o treinamento**.



Exemplos de aplicações de ML



- **Transporte:** veículos autônomos.
- **Negócios:** recomendação de produtos e conteúdos (e.g., amazon e netflix).
- **Educação:** pontuação automatizada de fala em testes de Inglês.
- **Medicina:** detecção e diagnóstico de doenças (câncer, Alzheimer, pneumonia, COVID-19, etc.).
- **Finanças:** detecção de fraudes com cartão de crédito.
- **Tecnologia:** assistentes pessoais (e.g., *Siri, Alexa, Cortana*, etc.).



Principais motivos da difusão do ML

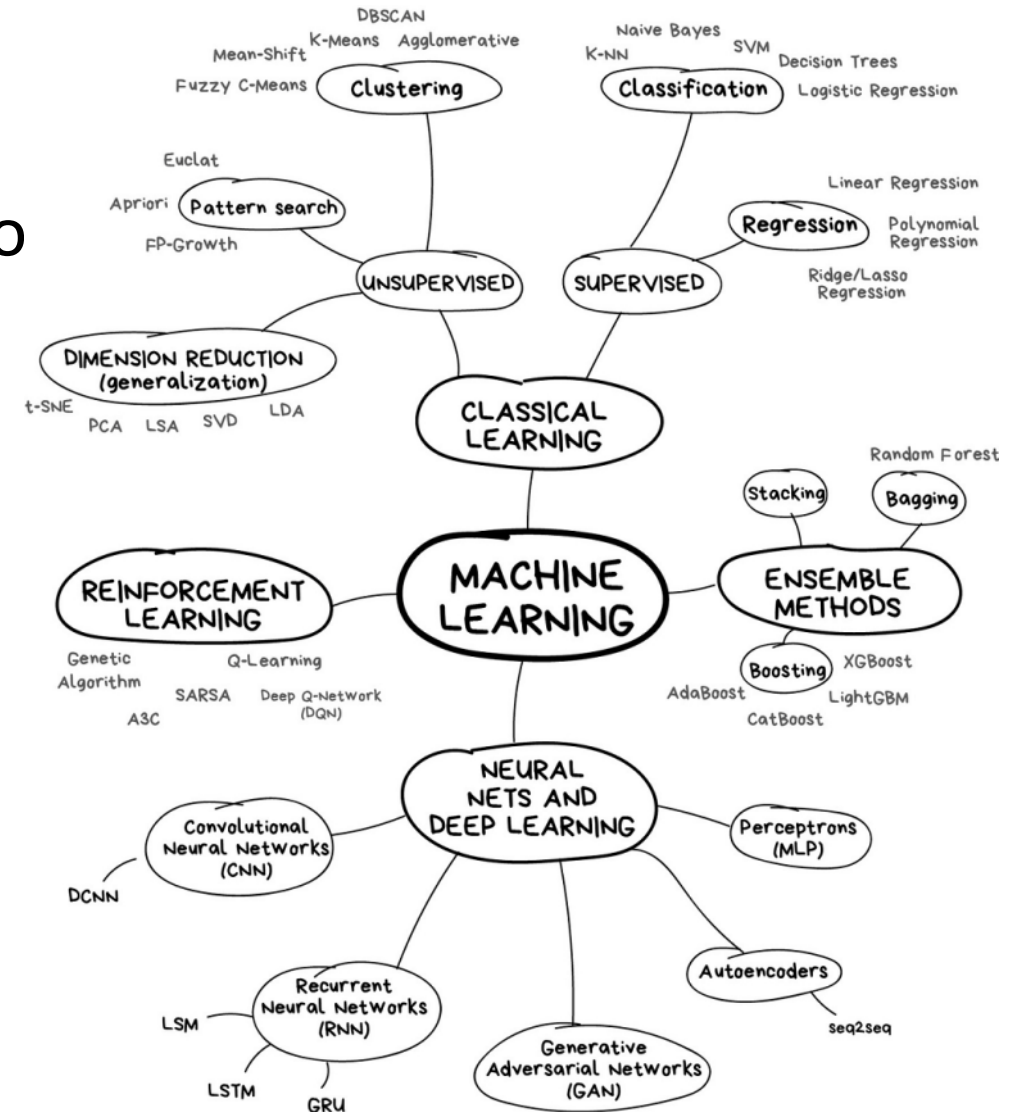
- Possibilidade de ***analisar e extrair informações úteis de enormes volumes de dados*** (de tera a petabytes) disponíveis atualmente, o que seria impossível para nós.
- A ***extração de informações úteis*** a partir de dados ***vale ouro***, pois tem grande potencial para ***aumentar o lucro*** das empresas.
- O surgimento de recursos computacionais poderosos tais como GPUs, FPGAs e CPUs com múltiplos cores.
- Surgimento de novas e eficientes estratégias de aprendizagem, e.g., *deep-learning, deep reinforcement-learning, generative adversarial learning*, etc.
- Disponibilidade de *frameworks* e bibliotecas que facilitam o desenvolvimento de soluções com ML.



Tipos de Aprendizado de Máquina

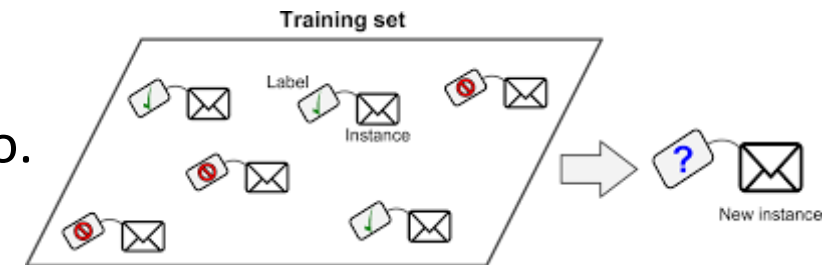
Os algoritmos de aprendizado de máquina podem ser agrupados de acordo com o tipo de aprendizado que realizam:

- Supervisionado
- Não-Supervisionado
- Semi-Supervisionado
- Por Reforço
- Metaheurístico



Aprendizado Supervisionado

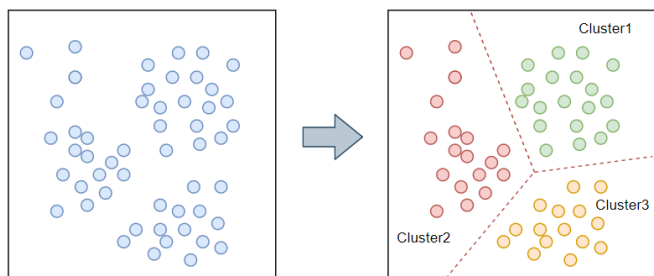
- No aprendizado supervisionado, o **algoritmo de ML tem acesso às saídas esperadas, y** , chamadas de **rótulos** (ou *labels*, do inglês), para o conjunto de valores de entrada, chamados de **atributos, x** .
- Em outras palavras, cada **exemplo de treinamento** é composto pelos valores de entrada, x , e sua saída correspondente, y .
- **Objetivo:** os algoritmos *supervisionados* de ML devem **aprender** uma **função** que **mapeie** as entradas x nas saídas esperadas, y , ou seja, $y = f(x)$.
- Esse tipo de aprendizado é dividido em problemas de **regressão** e **classificação**.
 - **Regressão:** o rótulo, y , pertence a um **conjunto infinito** de valores, i.e., números reais. Exemplo: experiência vs. salário.
 - **Classificação:** o rótulo, y , pertence a um **conjunto finito** de valores, i.e., conjunto finito de classes. Exemplo: filtro de spam.



Aprendizado Não-Supervisionado

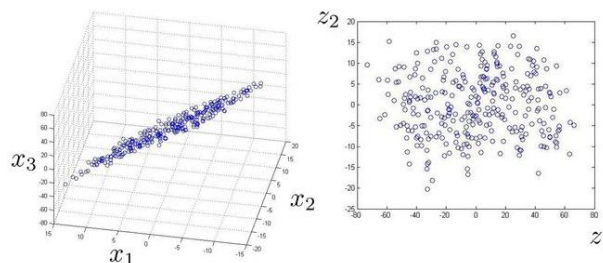
- Neste tipo de aprendizado, os algoritmos não têm acesso às saídas esperadas, y . Eles só conhecem os atributos, x .
- **Objetivo:** os algoritmos devem ***aprender/descobrir*** padrões, muitas vezes ocultos, presentes nos dados se baseando apenas, por exemplo, na similaridade entre os ***atributos***, x ou seja, ***sem a presença de rótulos***.
- Os algoritmos tratam problemas de clusterização, redução de dimensionalidade, detecção de anomalias (*outliers*) e aprendizado de regras de associação.

Clusterização

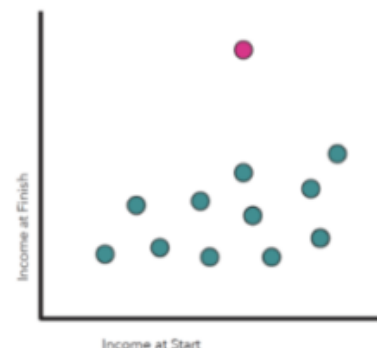


Redução de dimensionalidade

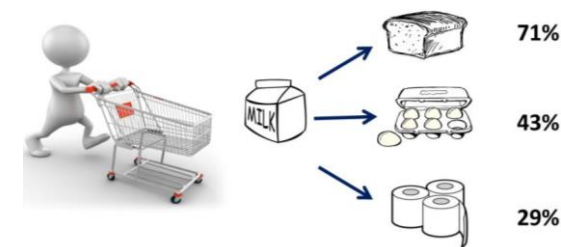
Reduce data from 3D to 2D



Detecção de Anomalias



Regras de associação

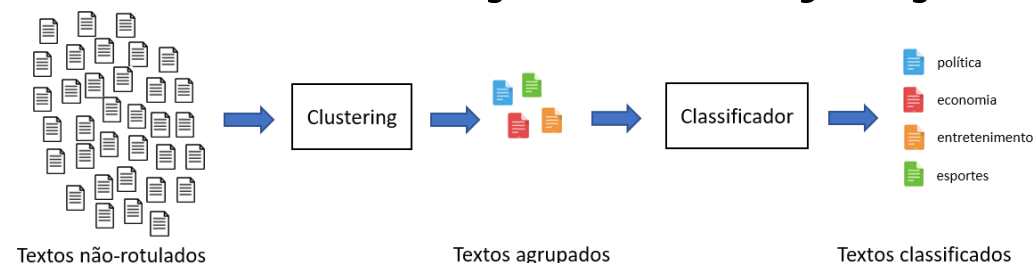


Of transactions that included milk:

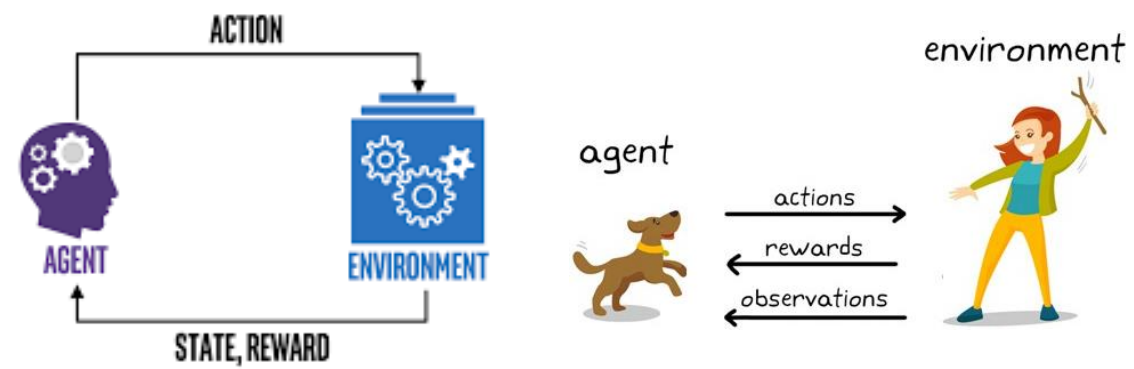
- 71% included bread
- 43% included eggs
- 29% included toilet paper

Aprendizado Semi-Supervisionado

- Neste tipo de aprendizado, os algoritmos têm acesso a exemplos de treinamento com e sem rótulos.
- Geralmente envolve uma **pequena quantidade de dados** rotulados e uma **grande quantidade de dados não-rotulados**.
- É de grande ajuda em casos onde se ter uma grande quantidade de dados rotulados é muito demorado, caro ou complexo.
- Algoritmos de aprendizagem semi-supervisionada são o resultado da combinação de algoritmos supervisionados e não-supervisionados.
- Uma maneira de realizar aprendizado semi-supervisionado é combinar, por exemplo, algoritmos de **clusterização** e **classificação**.



Aprendizado Por Reforço



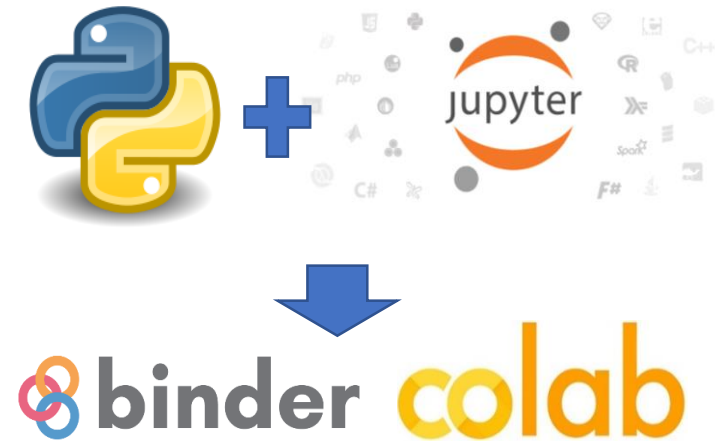
- Abordagem de aprendizado totalmente diferente das anteriores, pois ***não temos exemplos de treinamento***, sejam eles rotulados ou não.
- O algoritmo de aprendizado por reforço, chamado de ***agente*** nesse contexto, aprende como se comportar em um ***ambiente*** através de interações do tipo ***tentativa e erro***.
- O ***agente*** observa o ***estado*** do ***ambiente***, seleciona e executa uma ***ação*** e recebe uma ***recompensa*** (ou ***reforço +/-***) em consequência da ***ação*** tomada.
- Seguindo estes passos, o agente aprende por si só qual a melhor ***estratégia***, chamada de ***política***, para obter a maior recompensa possível ao longo do tempo.
- Uma ***política*** define qual ***ação*** o ***agente*** deve escolher quando o ***ambiente*** estiver em um determinado ***estado***.
- Portanto, a ***política*** é uma ***função*** que mapeia os ***estados*** do ***ambiente*** em ***ações*** que o ***agente*** deve tomar.

Aprendizado Metaheurístico

- Uma **metaheurística** é um algoritmo usado para encontrar soluções de **forma rápida e genérica**, mas muitas vezes **sub-ótimas**, para **problemas complexos de otimização**.
- Metaheurísticas são geralmente aplicadas a problemas para os quais **não se conhece um algoritmo eficiente** ou **não se tem uma solução conhecida**.
- Características das metaheurísticas:
 - não **garantem que uma solução ótima seja encontrada**, mas podem encontrar uma **solução suficientemente boa** (sub-ótima).
 - são estratégias **que orientam o processo de busca através do espaço de soluções**.
 - não são específicas do problema, ou seja, **são genéricas**.
 - funcionam bem mesmo em dispositivos com **capacidade computacional limitada** (e.g., dispositivos IoT).
- São algoritmos inspirados pelo **processo de seleção natural** (e.g., algoritmo genético) ou no **comportamento de grupos de animais** (e.g., otimização da colônia de formigas).

Executando códigos

- Durante o curso, usaremos **Python** como linguagem de programação.
 - Fácil de aprender, possui várias bibliotecas, é a linguagem mais utilizada em ML e é *open-source* e gratuita.
- Utilizaremos **notebooks Jupyter** para execução de exemplos e resolução dos exercícios práticos.
 - Eles são **documentos virtuais** usados para desenvolver e documentar código.
 - Pode-se adicionar equações, gráficos e texto, além de código.
- Para executá-los, utilizaremos o **Google Colaboratory** ou o **Binder**, que são ambientes computacionais interativos e gratuitos executados na nuvem.
- Portanto, **vocês não precisam instalar nada**, apenas terem um navegador web e conexão com a internet.



Google Colaboratory (Colab)



- **Colab**: aplicação web gratuita que permite a criação e edição de *notebooks* *Jupyter* em navegadores web.
- É um produto da Google.
- Vantagens:
 - Grande número de servidores.
 - Rápida inicialização e processamento do código.
 - Fornece acesso a GPUs e TPUs gratuitamente.
 - Notebooks podem ser salvos no seu Google Drive, evitando que você perca seu código.
- Desvantagem
 - Por hora, suporta apenas a execução de códigos escritos em Python.
 - Não pode ser instalado localmente.
- URL: <https://colab.research.google.com/>

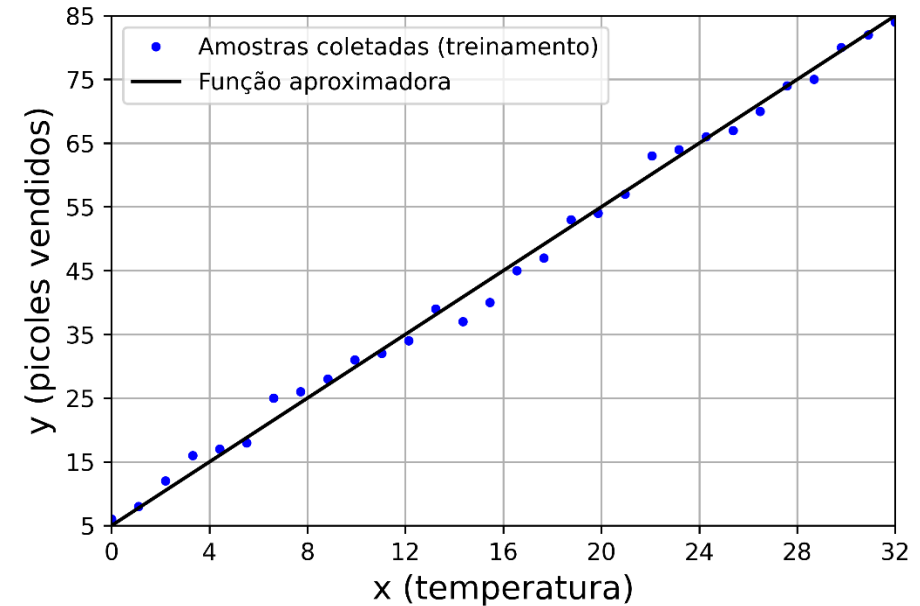
Binder



- **Binder**: outra aplicação web gratuita que permite a criação e edição de *notebooks Jupyter* em navegadores web.
- Vantagens:
 - Suporta a execução de várias linguagens de programação: Python, C++, C#, PHP, Julia, R, etc.
 - Pode ser instalado localmente. [Tutorial para instalação do Jupyter/Binder.](#)
- Desvantagens:
 - Poucos servidores disponíveis.
 - Não é possível salvar os notebooks (e.g., Google Drive).
 - Depois de algum tempo inativo, a máquina virtual executando seu *notebook* se desconecta e você pode perder seu código.
- URL (através do Jupyter): <https://jupyter.org/>

Objetivo do curso

- O objetivo desta primeira parte do curso é encontrar uma **função**, usando aprendizado de máquina, que **aproxime** o comportamento de um **conjunto de amostras** (x e y) da **melhor forma possível**.
- Na maioria dos casos, não conhecemos o **mapeamento verdadeiro** (muitas vezes ele nem existe) entre x e y e nos baseamos apenas em uma **métrica** para definir se a aproximação é boa.



Exemplo: dada a previsão da temperatura para um dia qualquer, quantos picolés serão vendidos?

Referências

- [1] Stuart Russell and Peter Norvig, *“Artificial Intelligence: A Modern Approach,”* Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, 3rd ed., 2015.
- [2] Aurélien Géron, *“Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems”*, 1st ed., O'Reilly Media, 2017.
- [3] Joseph Misiti, *“Awesome Machine-Learning,”* on-line data base with several free and/or open-source books (<https://github.com/josephmisiti/awesome-machine-learning>).
- [4] Andriy Burkov, *“The Hundred-Page Machine-Learning Book,”* Andriy Burkov 2019.
- [5] C. M. Bishop, *“Pattern Recognition and Machine Learning,”* Springer, 1st ed., 2006.
- [6] S. Haykin, *“Neural Networks and Learning Machines,”* Prentice Hall, 3ª ed., 2008.
- [7] Coleção de livros,
https://drive.google.com/drive/folders/1lylIMu1w6POBhrVnw11yqXXy6BjC439j?usp=s_haring

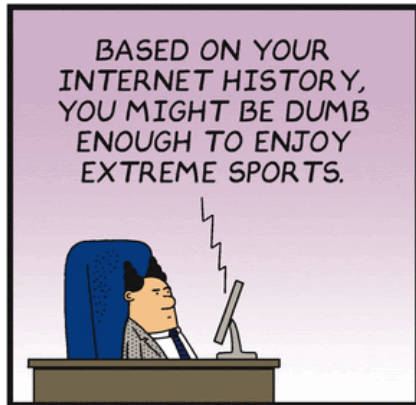
Avisos

- Entregas de exercícios (laboratórios e quizzes) devem ser feitas através do MS Teams.
 - Se atentem às datas/horários de entrega no MS Teams.
- Todo material do curso será disponibilizado no MS Teams e no GitHub:
 - <https://github.com/zz4fap/t319> aprendizado de maquina
- Horários de Atendimento
 - Professor: quintas-feiras das 17:30 às 19:30 (provisório).
 - Monitor (Maycol Teles: maycol.teles@ges.inatel.br): quartas-feiras das 18:30 às 19:30.
 - Atendimento remoto via MS Teams.

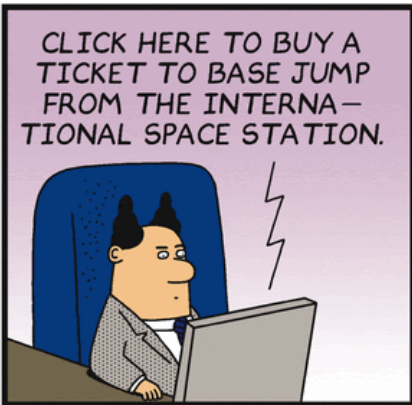
Tarefas

- **Quiz:** “*T319 - Quiz - Introdução*” que se encontra no MS Teams.
- **Exercício Prático:** [Laboratório #1](#).
 - Pode ser acessado através do link acima (Google Colab) ou no GitHub.
 - Vídeo explicando o laboratório #1: Arquivos -> Recordings -> Laboratório #1
 - Se atentem aos prazos de entrega.
 - [Instruções para resolução e entrega dos laboratórios](#).
 - **Laboratórios podem ser resolvidos em grupo, mas as entregas devem ser individuais.**

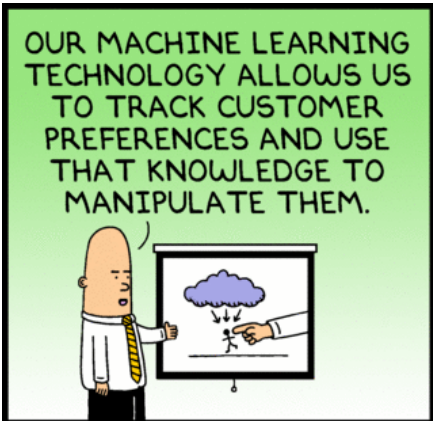
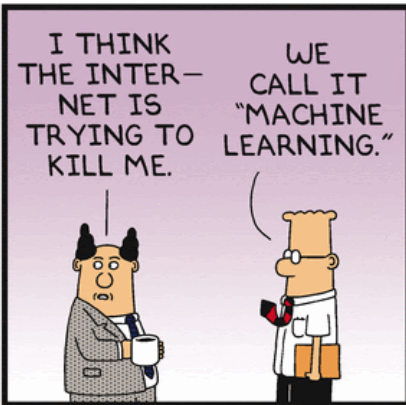
Obrigado!



Dilbert.com DilbertCartoonist@gmail.com



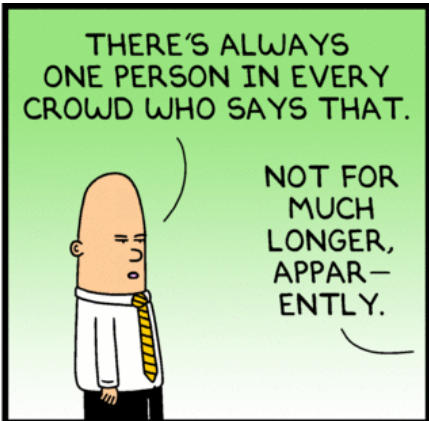
2-2-13 ©2013 Scott Adams, Inc./Dist. by Universal Uclick



Dilbert.com DilbertCartoonist@gmail.com



1-31-13 ©2013 Scott Adams, Inc./Dist. by Universal Uclick

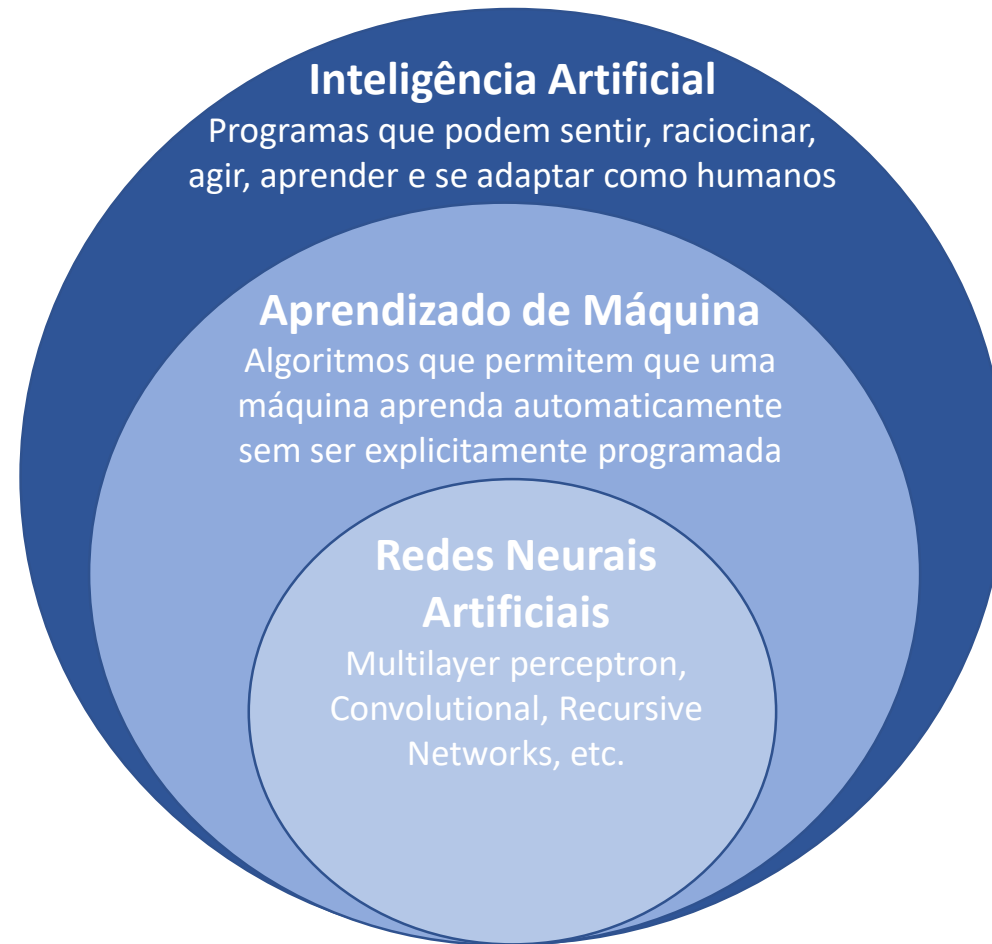


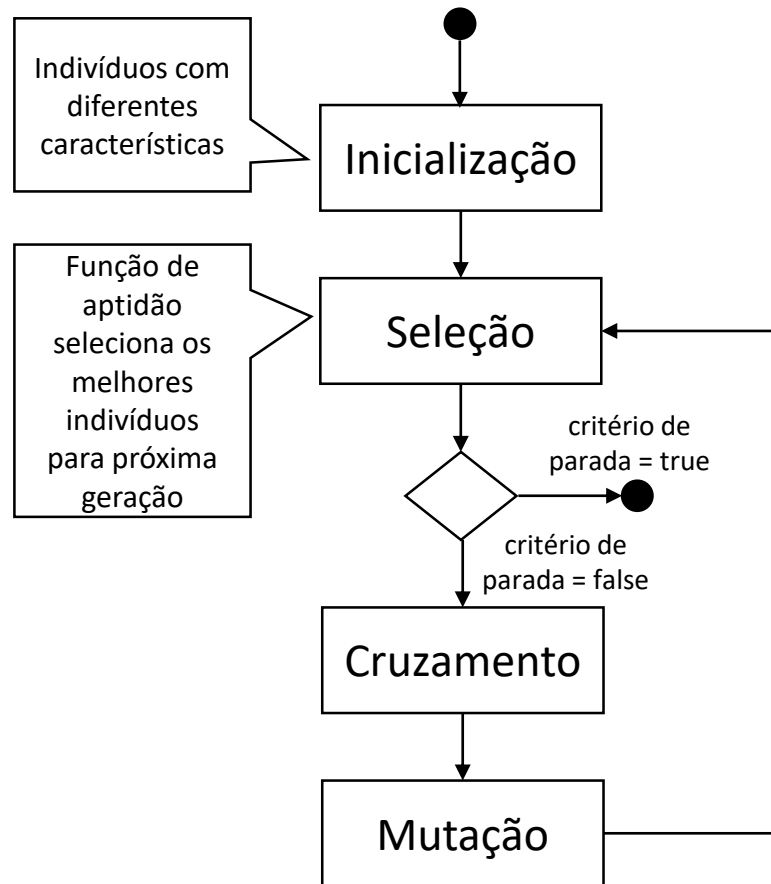
www.dilbert.com scottadams@aol.com

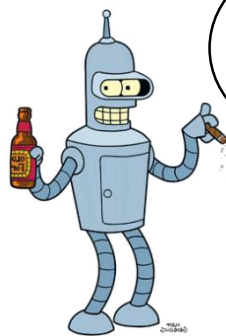


©2003 United Feature Syndicate, Inc.









State

Action

Q-Table

State/Action	Value
-/-	0
-/-	0
-/-	0
-/-	0
-/-	0
-/-	0

Q-Value