

**ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

# Tópicos em Engenharia da Computação II - Fundamentos de Redes Neurais

**Profº - Dr. Thales Levi Azevedo Valente**

- [Professor e Engenheiro de Machine Learning | LinkedIn](#)
- [thales.l.a.valente@gmail.com.br](mailto:thales.l.a.valente@gmail.com.br)

# Grupo da Turma 2025.1



<https://chat.whatsapp.com/BA94Obl6YryJ8MMGq27suk>

# Sejam Bem-vindos !



**Os celulares devem  
ficar no silencioso  
ou desligados**

Pode ser utilizado  
apenas em caso  
de emergência



**Boa tarde/noite, por  
favor e com licença  
DEVEM ser usados**

Educação é  
essencial

# Objetivos de hoje



Apresentar um breve histórico do desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial;



Ao final da aula, os alunos serão capazes de ter uma visão geral da sequência temporal dos principais marcos na história das RNAs



# Roteiro: Inspirações

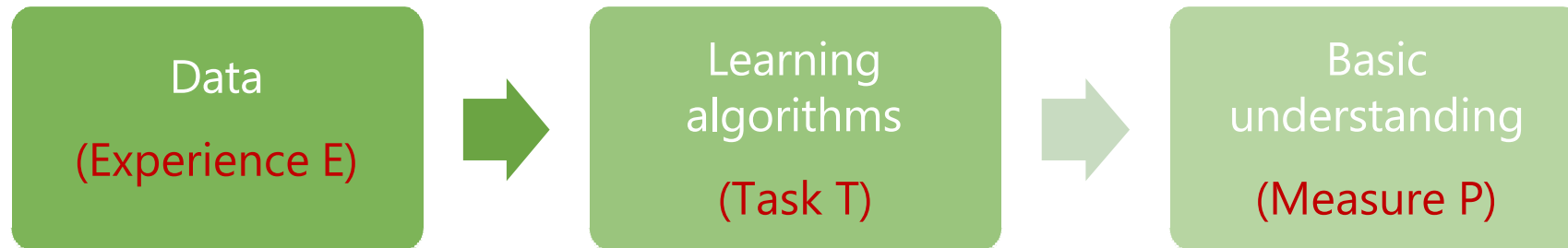


# Machine Learning

## Introdução

---

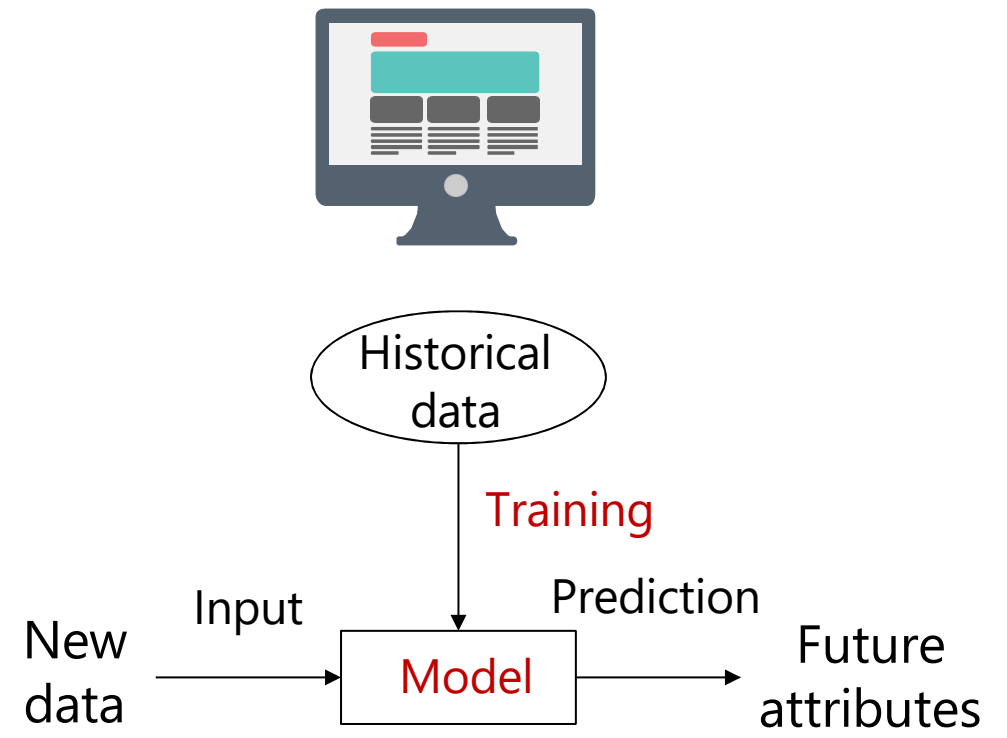
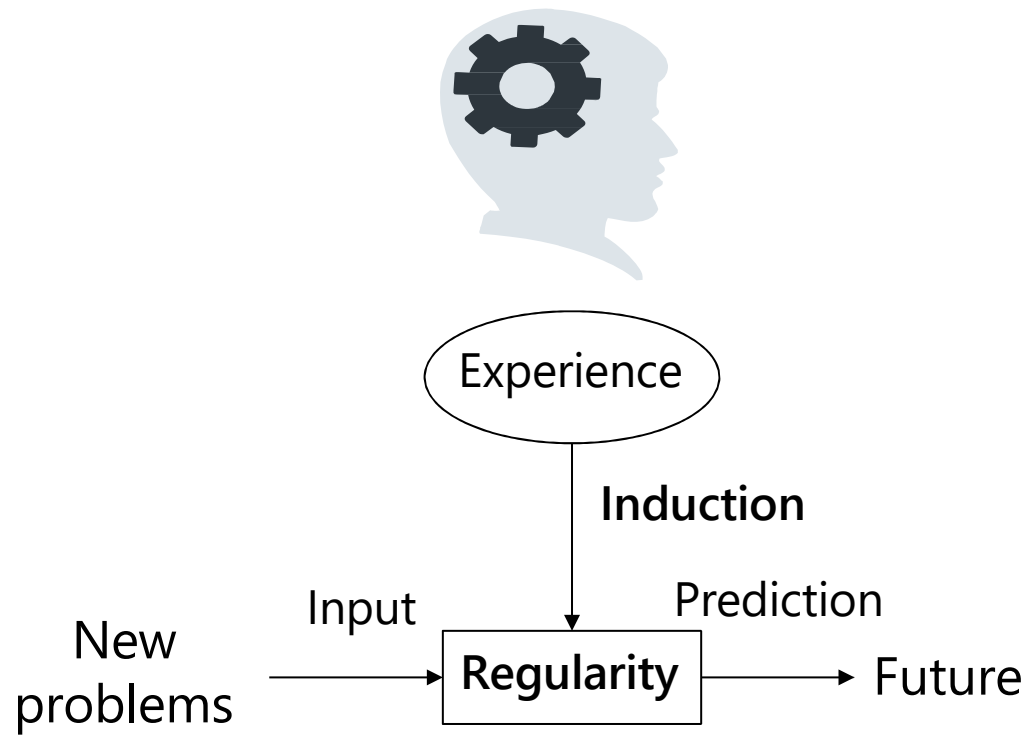
- A aprendizagem de máquina é o estudo dos algoritmos de aprendizado.
- Diz-se que um programa de computador aprende com a experiência (E) em relação a uma classe de tarefas (T) e medida de desempenho (D) se seu desempenho nas tarefas, conforme medido por D , melhora com a experiência.



# Machine Learning

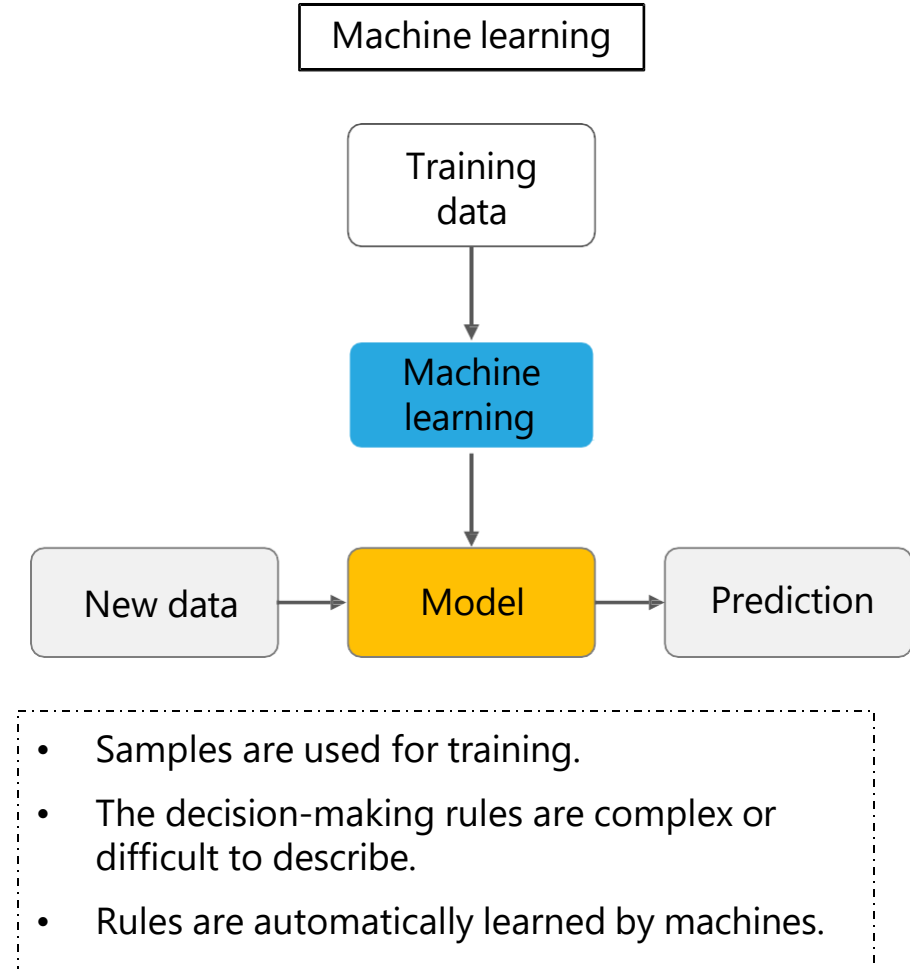
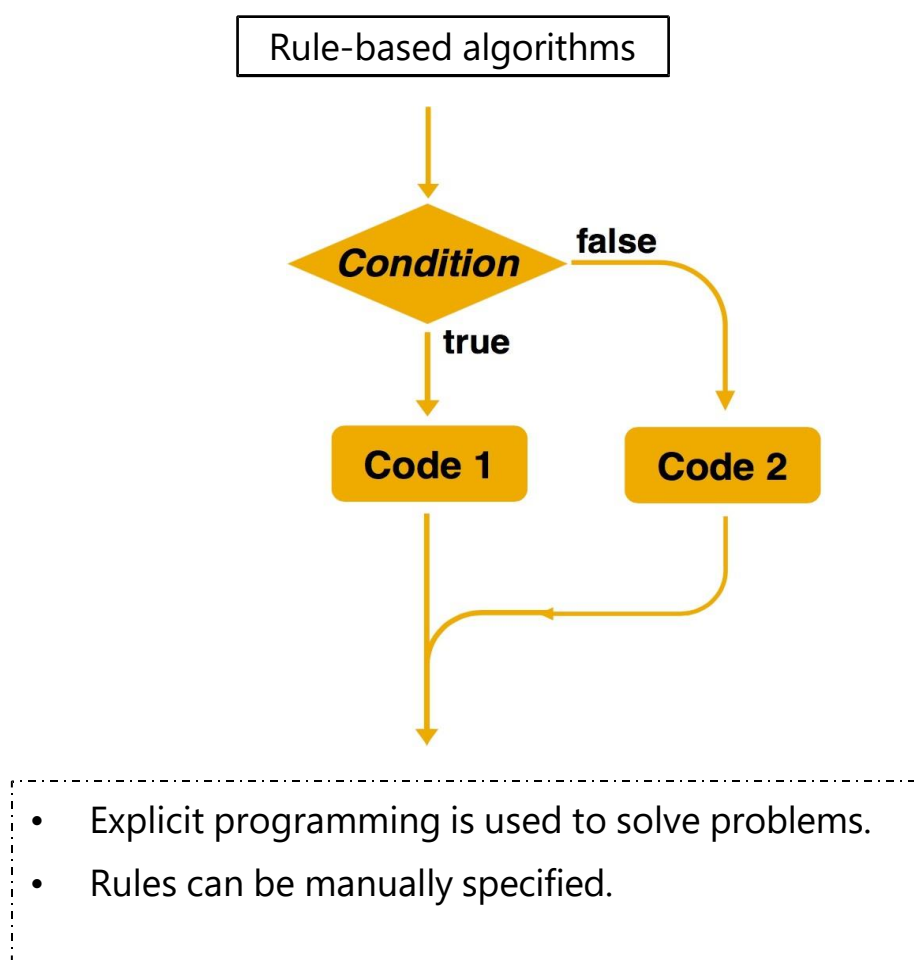
## Introdução

---



# Machine Learning

## Machine Learning vs Sistemas baseados em regras



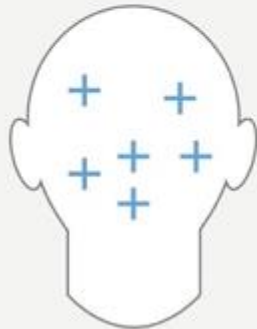


# Machine Learning

## Cenários

- A solução para um problema é complexa, ou o problema pode envolver uma grande quantidade de dados sem uma função de distribuição de dados clara.

*Rules are complex or cannot be described, such as facial recognition and voice recognition.*



*Task rules change over time. For example, in the part-of-speech tagging task, new words or meanings are generated at any time.*



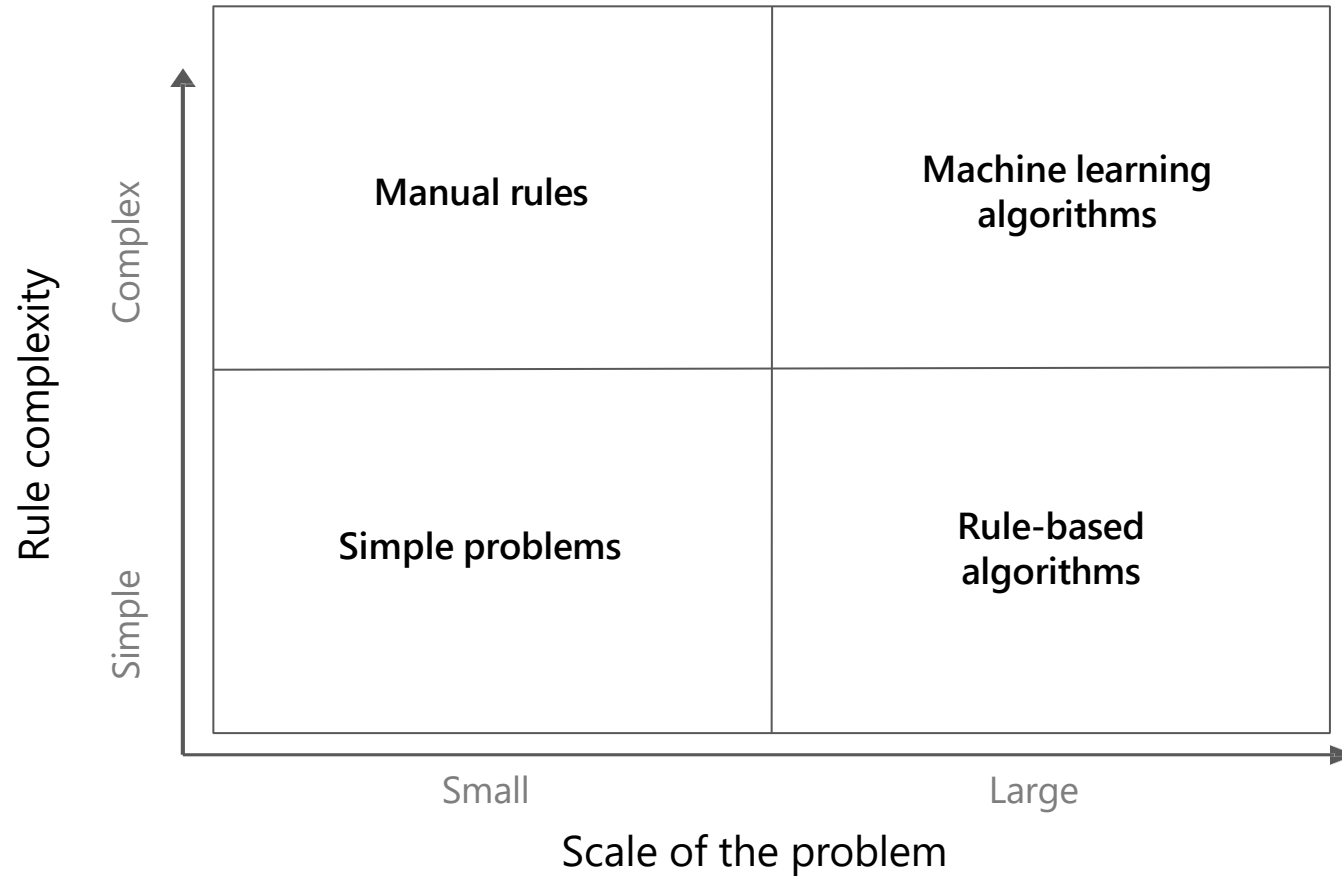
*Data distribution changes over time, requiring constant readaptation of programs, such as predicting the trend of commodity sales.*



# Machine Learning

## Cenários

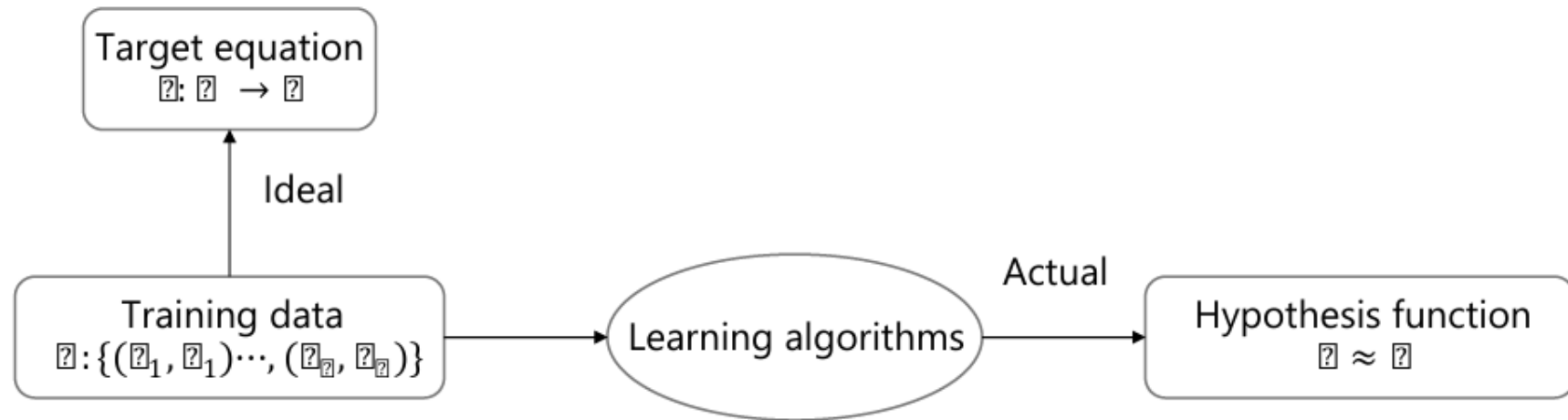
- **A solução para um problema é complexa, ou o problema pode envolver uma grande quantidade de dados sem uma função de distribuição de dados clara.**



# Machine Learning

## Idéia

- A função alvo  $f$  é desconhecida. Os algoritmos de aprendizado não conseguem obter uma função  $f$  perfeita.
- Assuma que a função hipótese  $g$  aproxima a função  $f$ , mas pode ser diferente da função  $f$ .

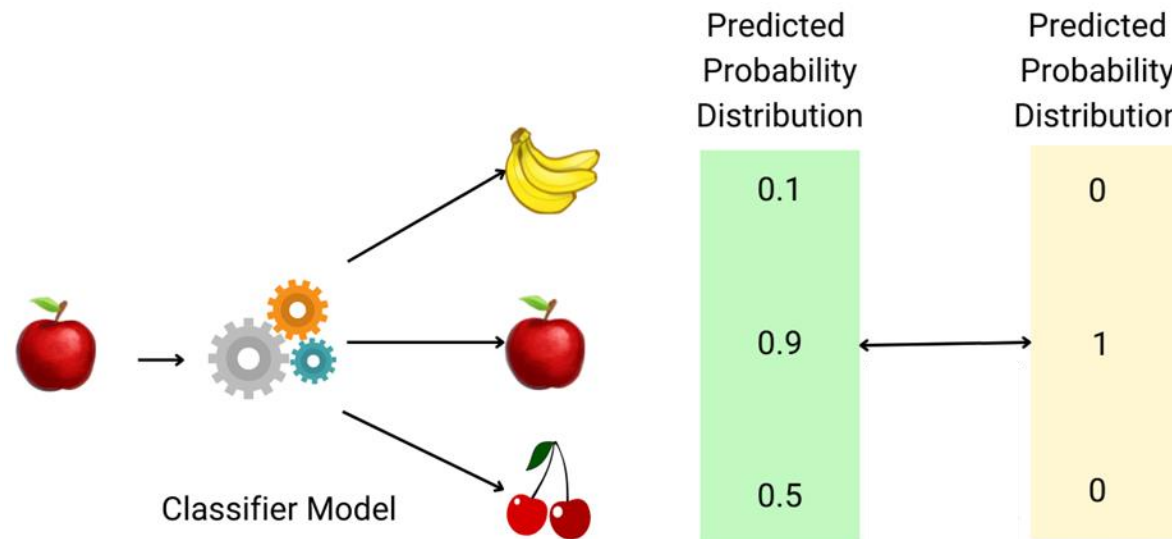


# Machine Learning

## Principais tipos de problemas

### ■ Classificação

- ✓ Um programa de computador precisa especificar a qual das  $k$  categorias um determinado input pertence.
- ✓ Para realizar essa tarefa, os algoritmos de aprendizado geralmente geram uma função  $f: X \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ . Por exemplo, o algoritmo de classificação de imagens em visão computacional é desenvolvido para lidar com tarefas de classificação.



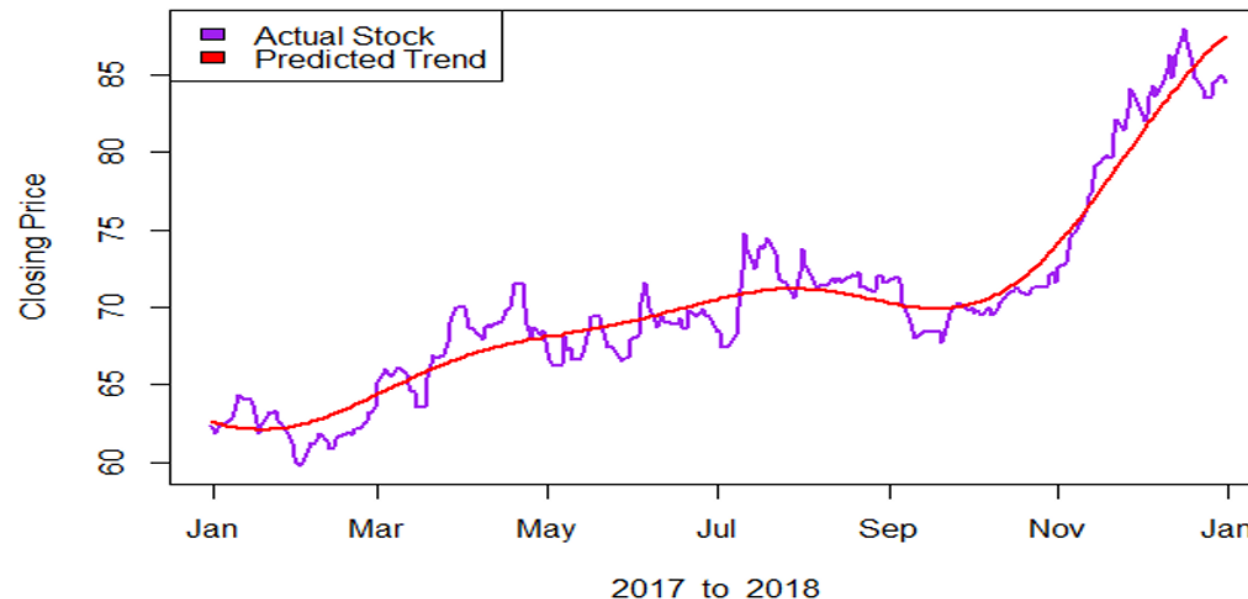
# Machine Learning

## Principais tipos de problemas

---

### ■ Regressão

- ✓ um programa de computador prevê a saída para um dado input. Os algoritmos de aprendizado normalmente geram uma função  $f:X \rightarrow Y$ , onde  $Y$  é um valor contínuo.
- ✓ Um exemplo desse tipo de tarefa é prever o valor de uma ação.

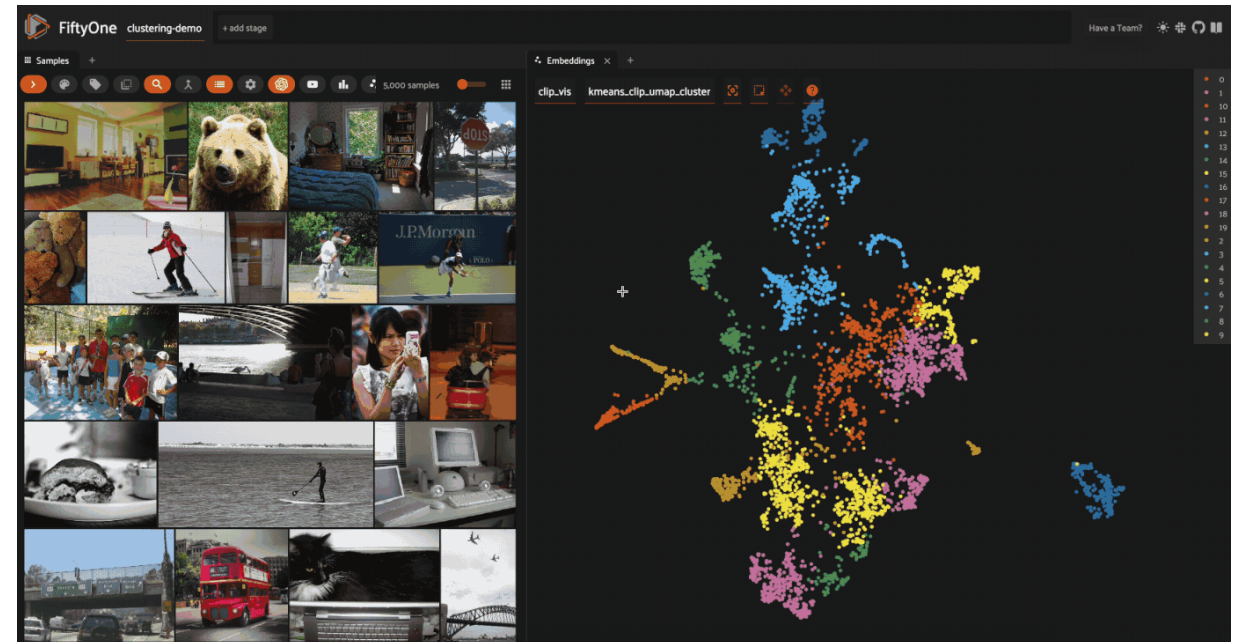
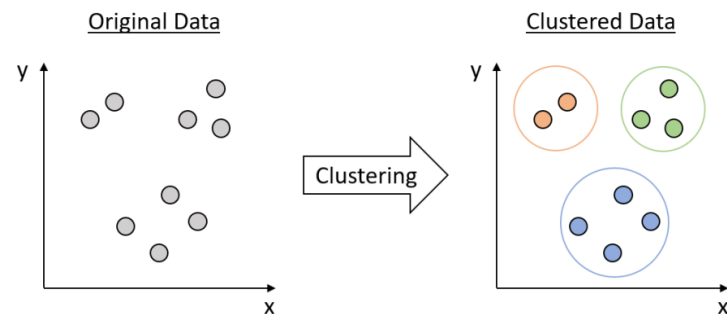


# Machine Learning

## Principais tipos de problemas

### ■ Clusterização

- ✓ Uma grande quantidade de dados de um conjunto de dados não rotulados é dividida em várias categorias com base na semelhança interna dos dados.
- ✓ Dados na mesma categoria são mais semelhantes entre si do que os dados em categorias diferentes.

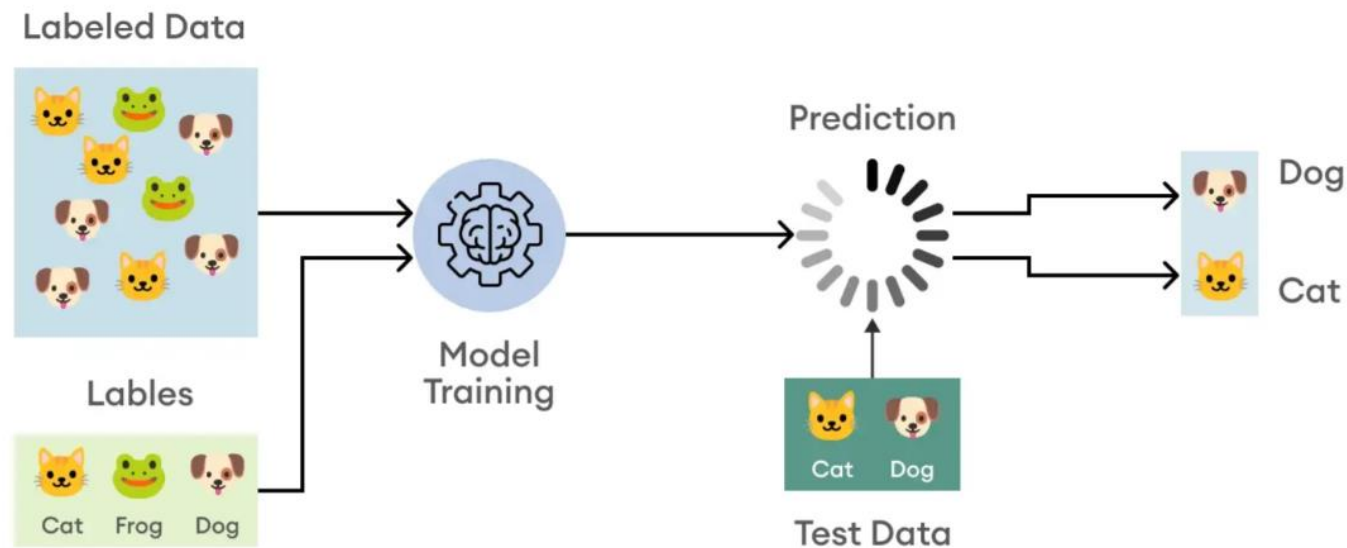


# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ Supervisionado

- ✓ Obter um modelo ótimo com o desempenho necessário através do treinamento e aprendizado com base nas amostras de categorias conhecidas.
- ✓ Em seguida, usa-se o modelo para mapear todas as entradas para as saídas e verificar a saída com o objetivo de classificar dados desconhecidos.

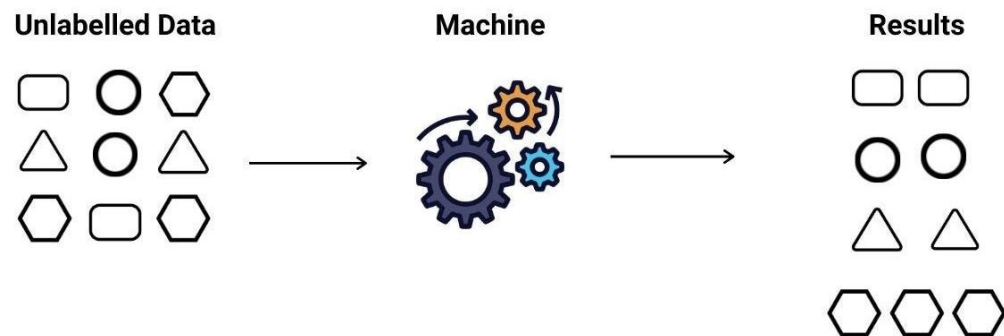


# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ Não-Supervisionado

- ✓ Para amostras não rotuladas, os algoritmos de aprendizado modelam diretamente os conjuntos de dados de entrada. O agrupamento (clustering) é uma forma comum de aprendizado não supervisionado.
- ✓ Nesse caso, precisamos apenas agrupar amostras altamente semelhantes, calcular a similaridade entre novas amostras e as existentes, e classificá-las com base nessa similaridade.



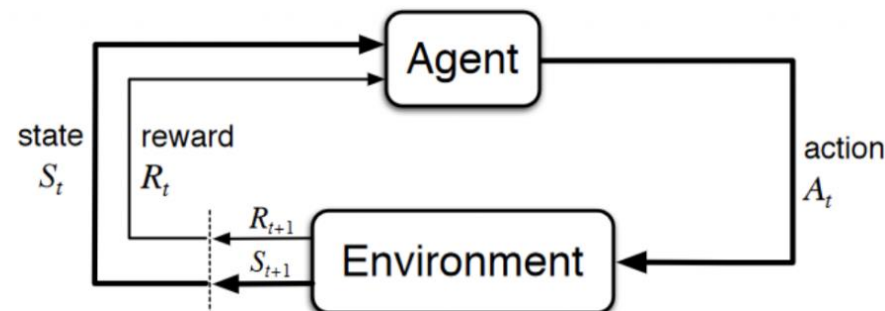


# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ Aprendizado por reforço

- ✓ Se preocupa com a forma como os agentes devem tomar ações em um ambiente para maximizar uma noção de recompensa acumulada.
- ✓ A diferença entre o aprendizado por reforço e o aprendizado supervisionado está no sinal do professor. O sinal de reforço fornecido pelo ambiente no aprendizado por reforço é usado para avaliar a ação em vez de dizer ao sistema de aprendizado como realizar as ações corretas.



# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

---

### ■ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Pavlov**

- ✓ O experimento de Pavlov é um dos mais famosos estudos de condicionamento clássico na psicologia.
- ✓ Ivan Pavlov, fez uma descoberta acidental que acabou sendo fundamental para o desenvolvimento da teoria do condicionamento clássico.
  - ✓ Pavlov estava realizando uma pesquisa sobre o sistema digestivo
  - ✓ Observou que, ao apresentar comida aos cães, eles começavam a salivar antes mesmo de ingerir o alimento
  - ✓ Esse reflexo antecipado da salivação não era esperado e despertou seu interesse

### - Investigação

- ✓ Por que os cães salivavam em resposta a estímulos que estavam associados à comida, como a visão do alimento ou o som de um sino?

# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

---

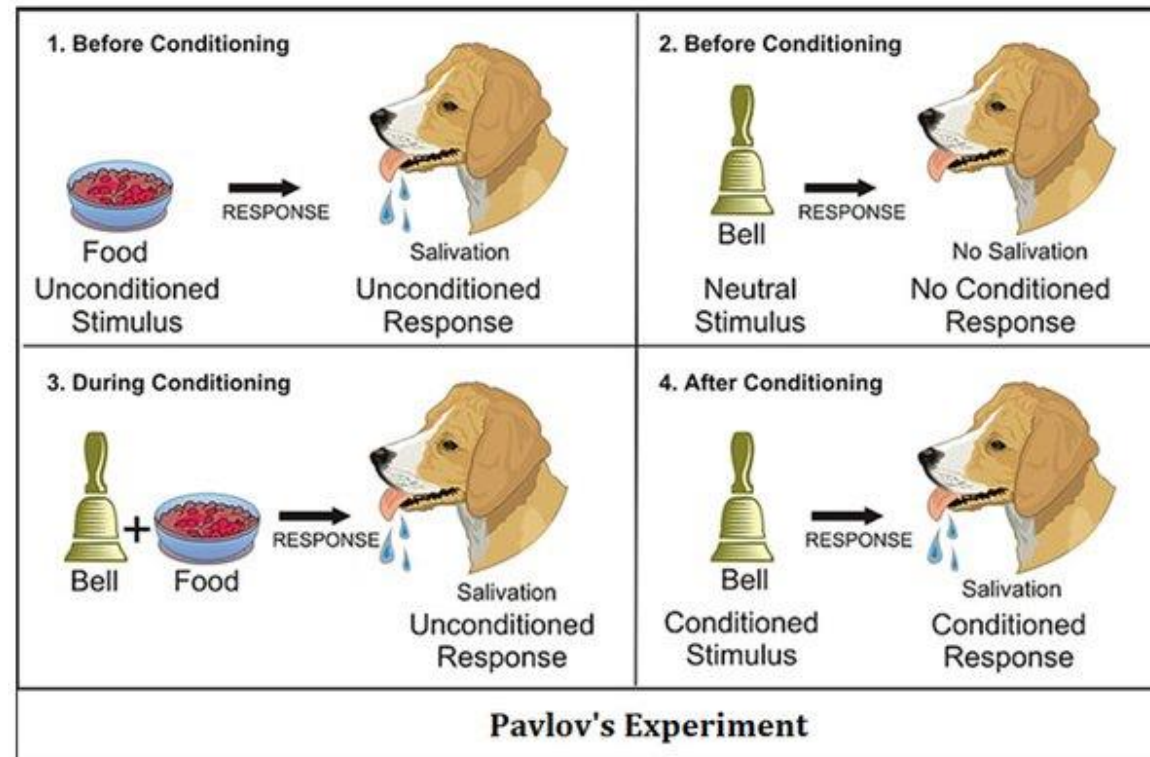
### ▪ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Pavlov**

- ✓ Pavlov começou a realizar experimentos controlados com uso de um sino como estímulo neutro (um estímulo que, inicialmente, não causava resposta nos cães)
- ✓ Fase de aquisição (condicionamento)
  - ✓ Pavlov tocava o sino antes de apresentar a comida aos cães.
  - ✓ Depois de várias repetições, os cães começaram a associar o som do sino com a chegada do alimento
- ✓ Fase de teste
  - ✓ Após várias associações, Pavlov tocava o sino sem apresentar comida, e os cães começavam a salivar, mesmo sem a presença do alimento.
  - ✓ Isso demonstrou que eles haviam aprendido a associar o som do sino à comida.
- ✓ Seu trabalho foi publicado em 1904, quando ele recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina

# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Pavlov



# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

---

### ▪ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Pavlov**

- ✓ No aprendizado por reforço, um agente aprende a tomar decisões em um ambiente para maximizar a recompensa acumulada ao longo do tempo
  - ✓ **A idéia de associar ações a recompensas é fundamental**
  - ✓ **Pavlov, portanto, contribuiu para o entendimento de como os sistemas podem aprender e se adaptar com base no feedback do ambiente**
- ✓ Assim como Pavlov mostrou que um estímulo condicionado (o sino) pode provocar uma resposta automática (salivação), no aprendizado por reforço, as ações do agente podem se tornar condicionadas a certos estados do ambiente, dependendo das recompensas que o agente recebe ao longo do tempo.
- ✓ Mais tarde seria formalizado em modelos de aprendizado por reforço, como os de Q-learning ou os algoritmos de política, que associam ações a recompensas específicas para maximizar a performance do agente ao longo do tempo

# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Skinner**

- ✓ Enquanto Pavlov focou no condicionamento clássico, que se baseia em associar um estímulo a uma resposta, Skinner se concentrou no condicionamento operante
  - ✓ Se refere ao processo pelo qual as consequências de uma ação influenciam a probabilidade dessa ação ser repetida
  - ✓ A ação do organismo é vista de maneira ativa sobre o ambiente e é recompensado ou punido com base nas suas ações
- ✓ Skinner acreditava que o comportamento humano e animal é controlado por suas consequências e que comportamentos podem ser reforçados ou desencorajados com base nos resultados que seguem as ações.
  - ✓ Reforços e punições são usados para aumentar ou diminuir a probabilidade de um comportamento ocorrer novamente

# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Skinner**

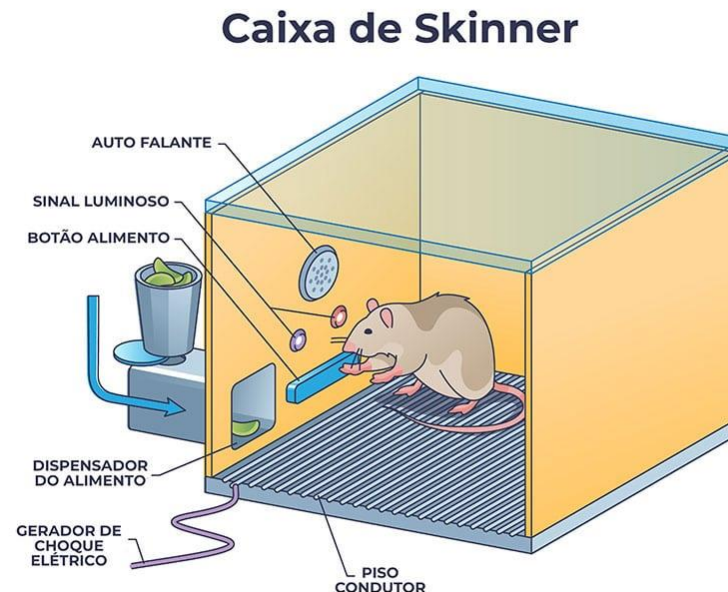
- ✓ A caixa de Skinner consistia em uma câmara fechada onde um animal podia realizar uma ação (por exemplo, pressionar uma alavanca) para obter uma recompensa (geralmente comida)
- ✓ A caixa permitia que ele manipulasse variáveis como o tipo de reforço (positivo ou negativo), o intervalo de tempo entre a ação e a recompensa, e a frequência de reforços. **Skinner identificou três tipos de consequências para o comportamento**
- ✓ **Skinner acreditava que o comportamento humano e animal é controlado por suas consequências e que comportamentos podem ser reforçados ou desencorajados com base nos resultados que seguem as ações.**
  - ✓ **Reforços e punições são usados para aumentar ou diminuir a probabilidade de um comportamento ocorrer novamente**

# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

### ■ **Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Skinner**

- ✓ A caixa permitia que ele manipulasse variáveis como o tipo de reforço (positivo ou negativo), o intervalo de tempo entre a ação e a recompensa, e a frequência de reforços. Skinner identificou três tipos de consequências para o comportamento



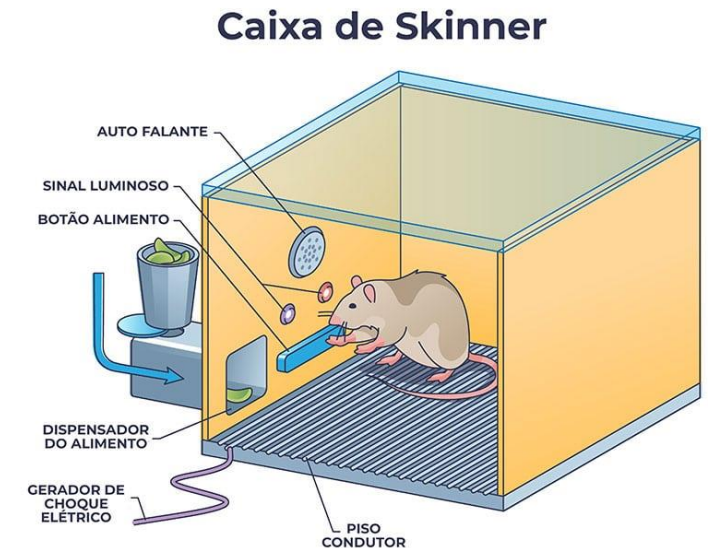


# Machine Learning

## Tipos de Aprendizado

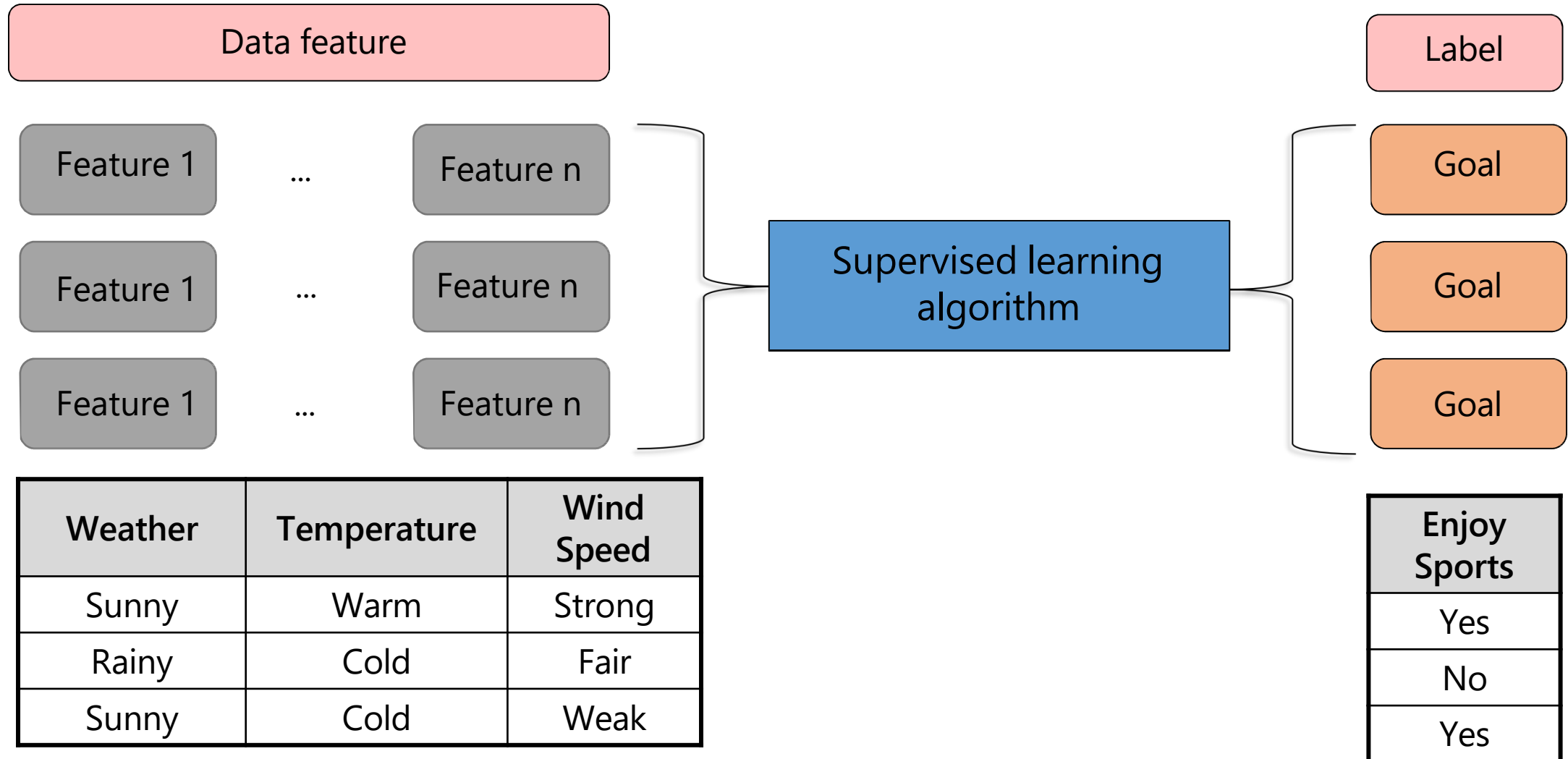
### ■ Aprendizado por reforço – curiosidade – Experimento de Skinner

- ✓ **Reflexos positivos:** Quando um comportamento é seguido por uma recompensa (reforço positivo), a probabilidade de o comportamento ser repetido aumenta.
- ✓ **Punições:** Quando um comportamento é seguido por uma consequência desagradável, a probabilidade de esse comportamento ocorrer novamente diminui.
- ✓ **Reflexos negativos:** Quando um comportamento é seguido pela remoção de um estímulo aversivo (reforço negativo), também aumenta a probabilidade de o comportamento ser repetido.



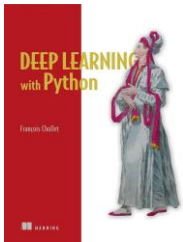
# Machine Learning

## Aprendizado Supervisionado

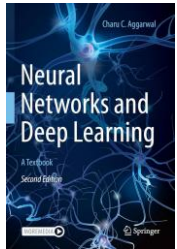


# Bibliografía básica

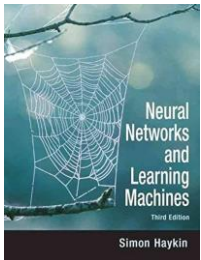
---



CHOLLET, F. **Deep Learning with Python**. 2<sup>nd</sup> Edition. Manning, 2021.



AGGARWAL, C. C. **Neural Networks and Deep Learning: A Textbook**. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer, 2023.



HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines**. 3<sup>rd</sup> Edition. Pearson, 2006.

# Bibliografia complementar

---

- GÉRON, A. **Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems**. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2022.
- GULLI, A.; KAPOOR, A.; PAL, S. **Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras**. 2nd Edition. Packt, 2019
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. MIT press, 2016.
- BISHOP, C. M. **Neural Networks for Pattern Recognition**. OXFORD, 1995.



Dúvidas?

---



Agradecimentos !



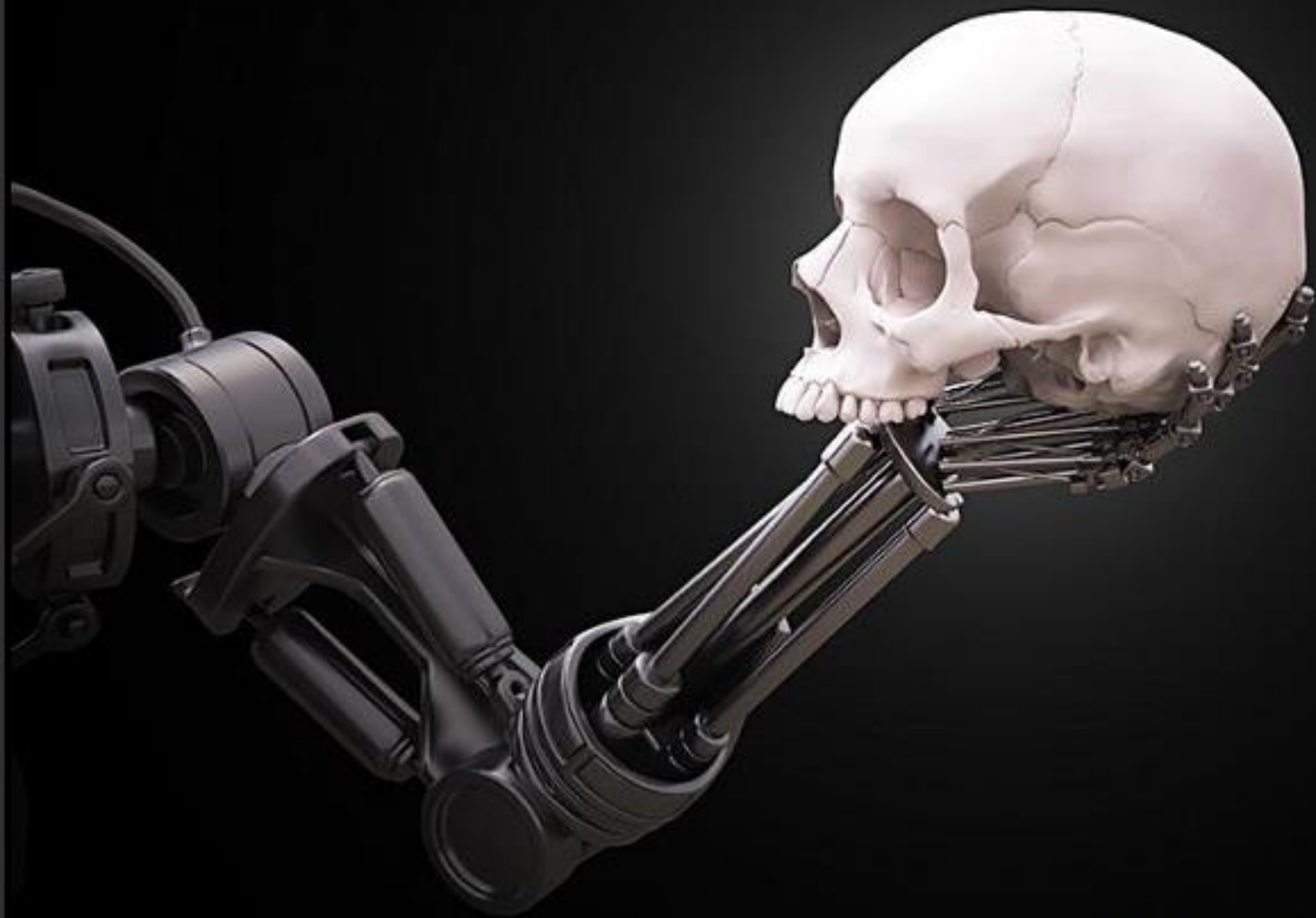


Apresentador

# Thales Levi Azevedo Valente

Contatos:

- [Thales Valente – Professor e Engenheiro de Machine Learning | LinkedIn](#)
- [thales.l.a.valente@gmail.com](mailto:thales.l.a.valente@gmail.com)



Até a próxima...