

# Aprendizado de Máquina

---

## Tipos de Aprendizado de Máquina

Prof. Dr<sup>a</sup>. Andreza Sartori  
[asartori@furb.br](mailto:asartori@furb.br)

# Documentos Consultados/Recomendados

- RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro : GEN LTC, 2013. 1 recurso online. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595156104> . Acesso em: 26 jul. 2021.
- NG, Andrew; Guestrin, Carlos; Charikar, Moses. **Machine Learning**. Stanford University. Disponível em: <http://cs229.stanford.edu/materials.html>
- MALIK, Jitendra. **Computer Vision**. UC Berkeley. Disponível em: <https://www-inst.eecs.berkeley.edu/~cs280/sp15/index.html>
- IA Expert Academy. Plataforma de Cursos sobre Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCaGrIWpwjWXT6OIQh9W4Riw>
- Louppe, Gilles. Deep Learning, ULiège, 2022. Disponível em: <https://github.com/glouppe/info8010-deep-learning>

# Conteúdo Programático:

**Unidade 1:** Fundamentos de Aprendizado de Máquina

**Unidade 2:** Aprendizado Supervisionado

**Unidade 3:** Aprendizado Não Supervisionado

**Unidade 4:** Redes Neurais Artificiais

**Unidade 5:** Aplicações de Aprendizado de Máquina



# Conteúdo Programático:

**Unidade 1:** Fundamentos de Aprendizado de Máquina

**Unidade 2:** Aprendizado Supervisionado

**Unidade 3:** Aprendizado Não Supervisionado

**Unidade 4:** Redes Neurais Artificiais

**Unidade 5:** Aplicações de Aprendizado de Máquina



# Conteúdo Programático:

## Unidade 1: Fundamentos de Aprendizado de Máquina

1.1. Definições

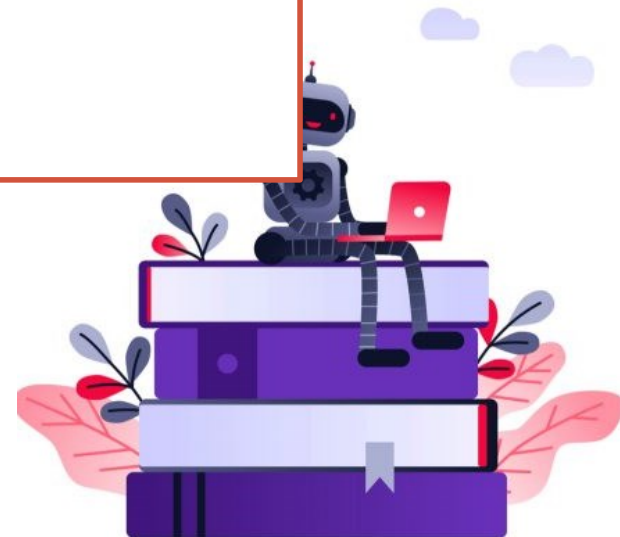
1.2. Tipos de Aprendizado de Máquina

1.2.1. Aprendizado Supervisionado

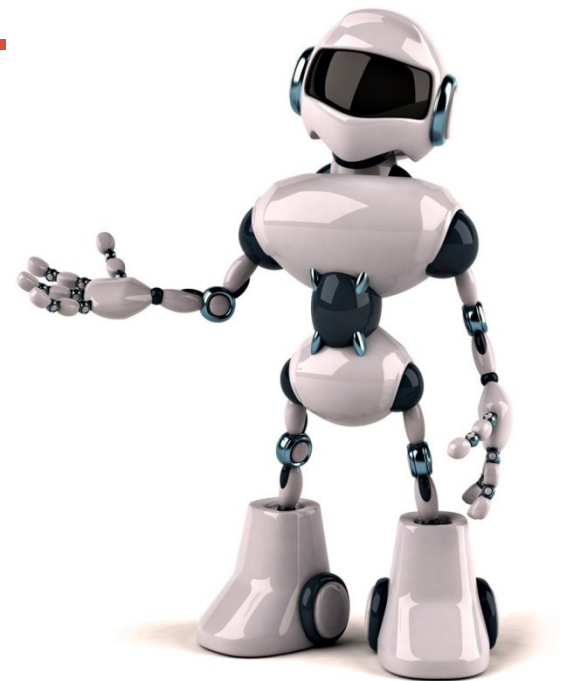
1.2.2. Aprendizado Não Supervisionado

1.2.3. Aprendizado por Reforço

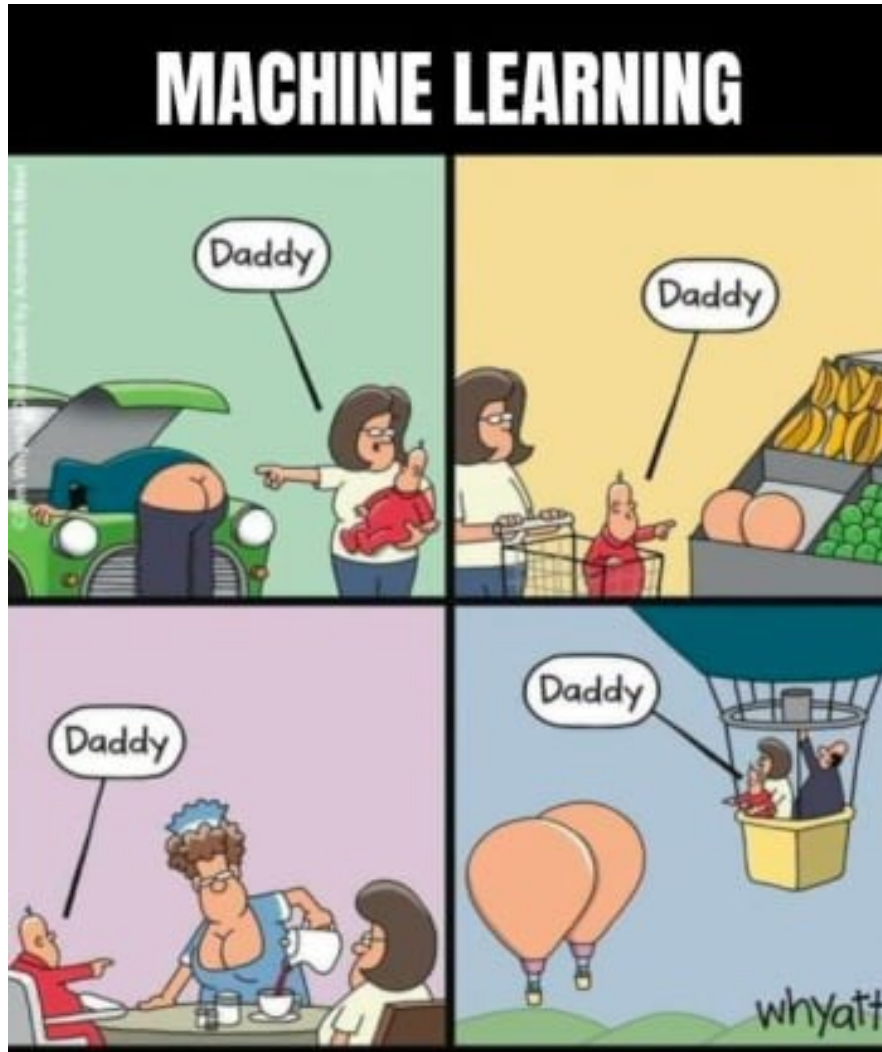
1.3. Principais Conceitos



Recapitulando...



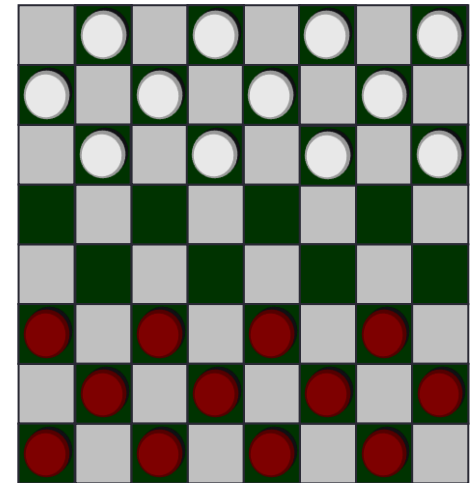
# O que é Aprendizado de Máquina?



“Machine Learning”  
ou  
“Aprendizagem Automática”  
ou  
“Aprendizagem de Máquina”

# O que é Aprendizado de Máquina?

- “*Field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed*”. (Arthur Samuel, 1959)
- Desenvolveu um jogo de Damas capaz de jogar contra si mesmo.
- Após várias jogadas a máquina foi capaz de identificar quais foram as jogadas ruins e boas, conseguindo jogar Damas melhor que Samuel.





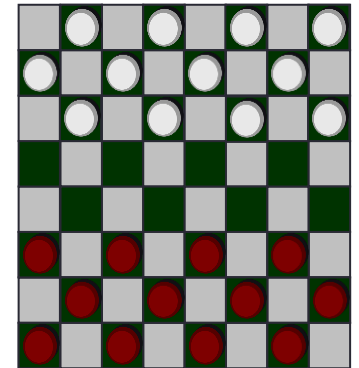
# O que é Aprendizado de Máquina?

Um sistema computacional é dito que aprende da **experiência E**, em relação a uma **classe de tarefas T** e a uma **medida de desempenho P**, se seu desempenho nas tarefas em T, medido por P, melhora com a **experiência E**.  
(*Tom Mitchell (1998)*)



# O que é Aprendizado de Máquina?

- Num problema de aprendizagem identificamos 3 fatores:
  1. Classe das tarefas T,
  2. Medida de desempenho a ser melhorada P; e,
  3. Experiência (treinamento) E.
- Exemplo - Jogo de damas de Samuel:
  - Tarefa T ?
    - Jogar damas.
  - Medida de desempenho P ?
    - Porcentagem de jogos ganhos.
  - Experiência de treinamento E?
    - Realizar jogos de damas contra ele mesmo.



# O que é Aprendizado de Máquina?

Um sistema computacional é dito que aprende da **experiência E**, em relação a uma **classe de tarefas T** e a uma **medida de desempenho P**, se seu desempenho nas tarefas em T, medido por P, melhora com a **experiência E**.  
(Tom Mitchell (1998))

Realizar jogos de damas  
contra ele mesmo

Jogar damas

Porcentagem de jogos  
ganhos

# Como podemos aprender?

- Que estratégias utilizamos para aprender?



# Tipos de Aprendizado de Máquina



Aprendizado  
Supervisionado

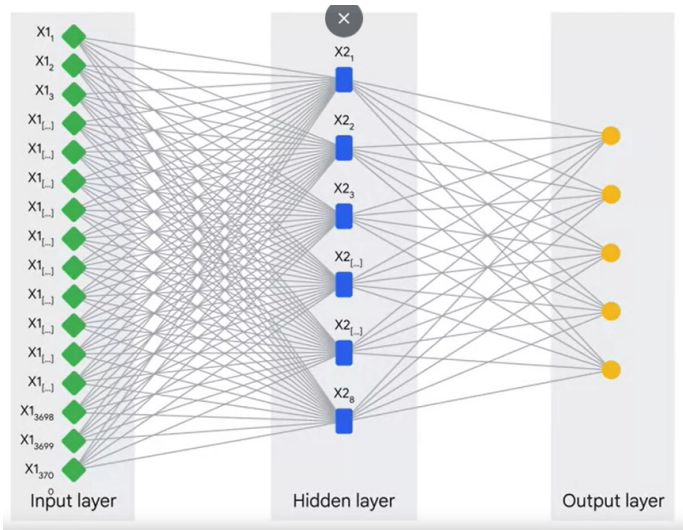
Aprendizado  
Não  
Supervisionado



Aprendizado  
Por Reforço



# Tipos de Aprendizado de Máquina



Aprendizado  
Semi-  
Supervisionado

## As RNAs podem usar dados rotulados e não rotulados.

No aprendizado semi-supervisionado, uma RNA é treinada em uma pequena quantidade de dados rotulados e uma grande quantidade de dados não rotulados.

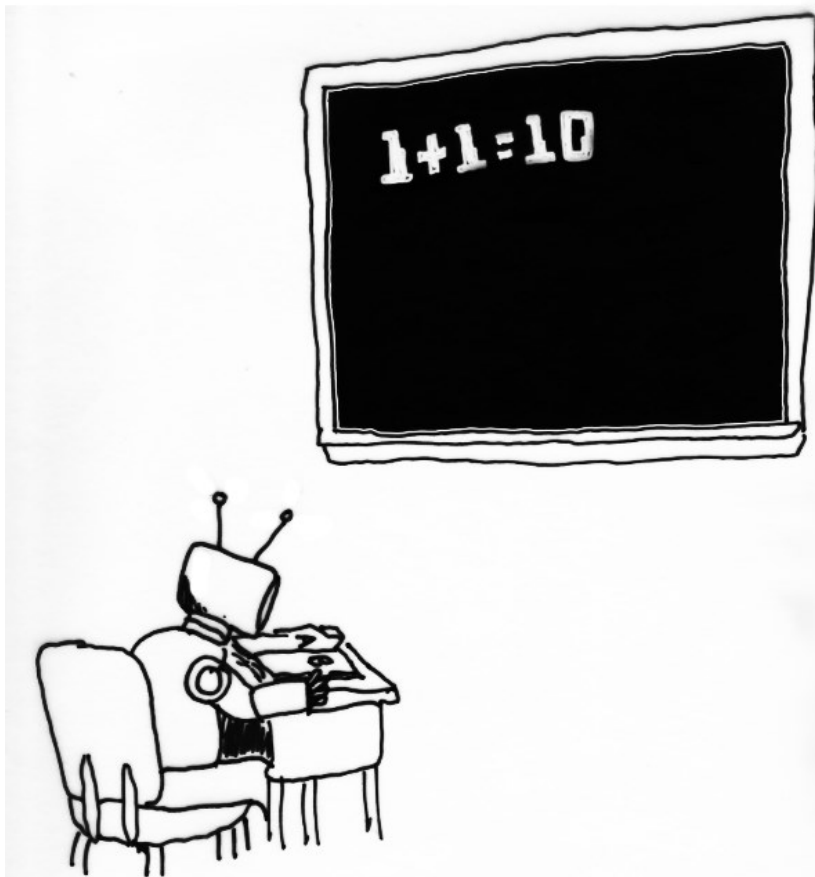
Os **dados rotulados** ajudam a RNA a aprender os conceitos básicos da tarefa, enquanto os **dados não rotulados** ajudam a RNA a generalizar para novos exemplos.

# Tipos de Aprendizado de Máquina

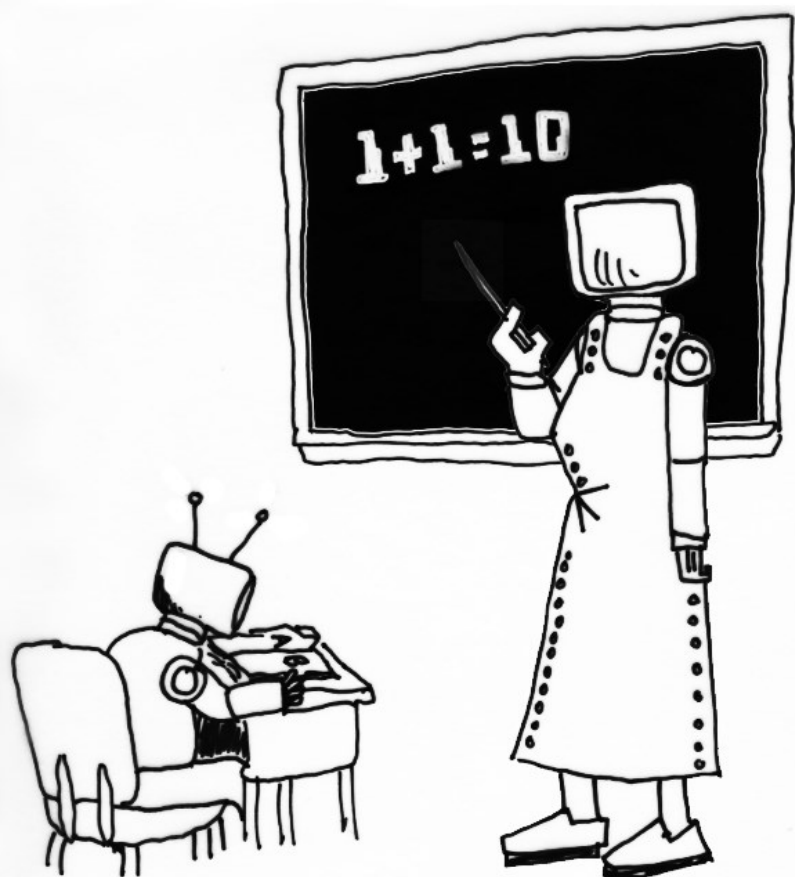


# Tipos de Aprendizado de Máquina

UNSUPERVISED MACHINE LEARNING



SUPERVISED MACHINE LEARNING



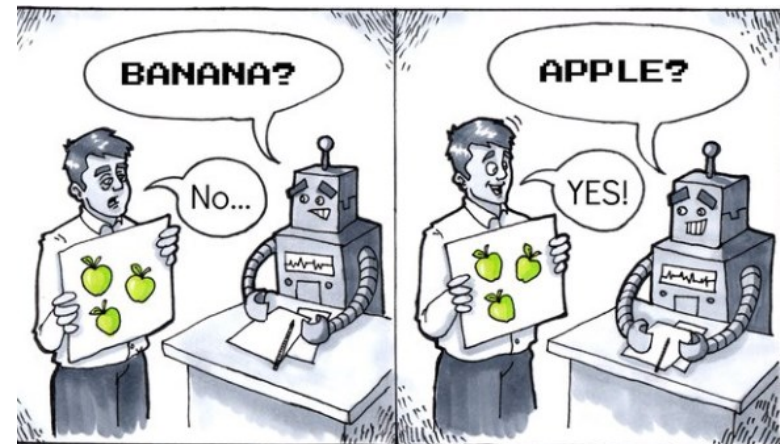


# Aprendizado Supervisionado

- Vamos ensinar o computador como e/ou o que ele deve fazer.
- Aprendizagem de uma função a partir de exemplos de entrada e saída.
- Damos respostas corretas para cada exemplo.
- Aprende dos exemplos passados para prever valores futuros.

- **Abordagens:**

- Classificação
- Regressão



**Supervised Learning**

# Aprendizado de Máquina

## Dados de Treinamento



## Dados de Teste



Algoritmo de  
Aprendizado

Modelo

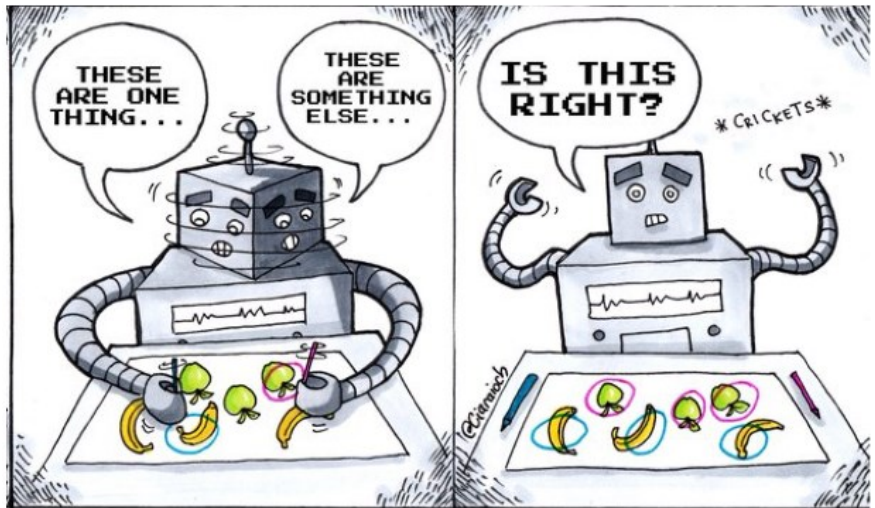
Cachorro  
(conf. 0.96)

# Aprendizado Não Supervisionado

- Deixamos o computador aprender sozinho.
- Quando não há valores de saída específicos.
- Respostas corretas não são dadas.

- **Abordagens:**

- Agrupamento (Clustering),
- Regras de associação.
- Detecção de desvios
- Padrões sequenciais
- Sumarização



**Unsupervised Learning**

# Aprendizado por Reforço

- Aprendizagem por reforço:
  - Não damos a “resposta correta” para o sistema. O sistema faz uma hipótese e determina se essa hipótese foi boa ou ruim.
  - Aprendizagem dado recompensas ocasionais.
  - Usado na robótica e jogos.

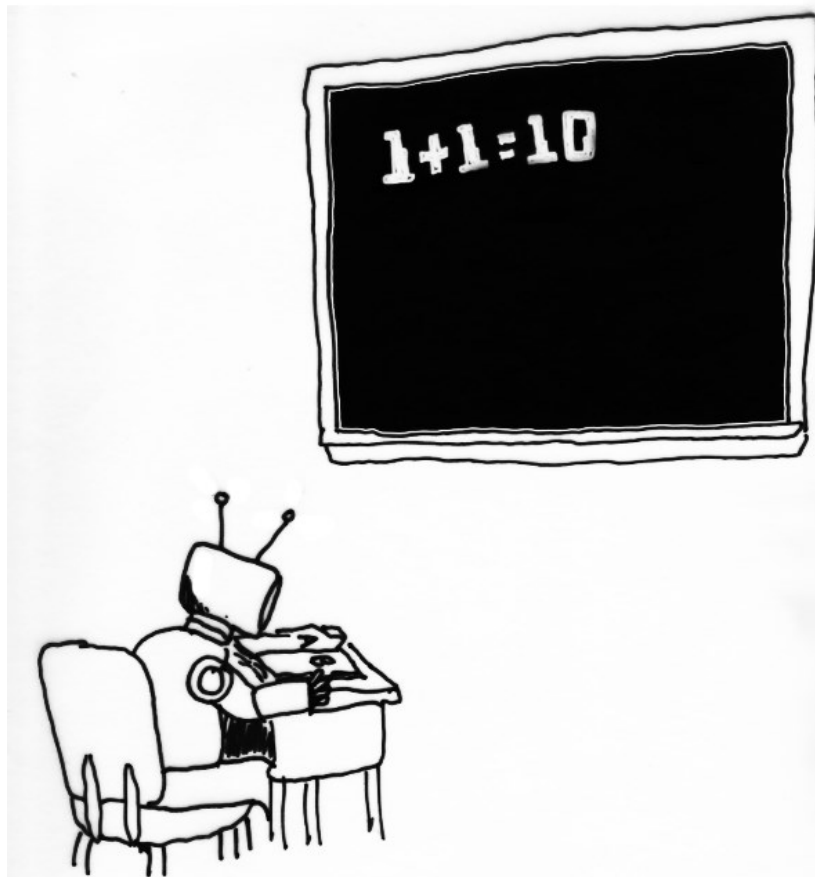
$$\arg \max_{a_k} \sum_{o_k r_k} \dots \max_{a_m} \sum_{o_m r_m} [r_k + \dots + r_m] \sum_{q: U(q, a_1 \dots a_m) = o_1 r_1 \dots o_m r_m} 2^{-l(q)}$$

Reinforcement learning

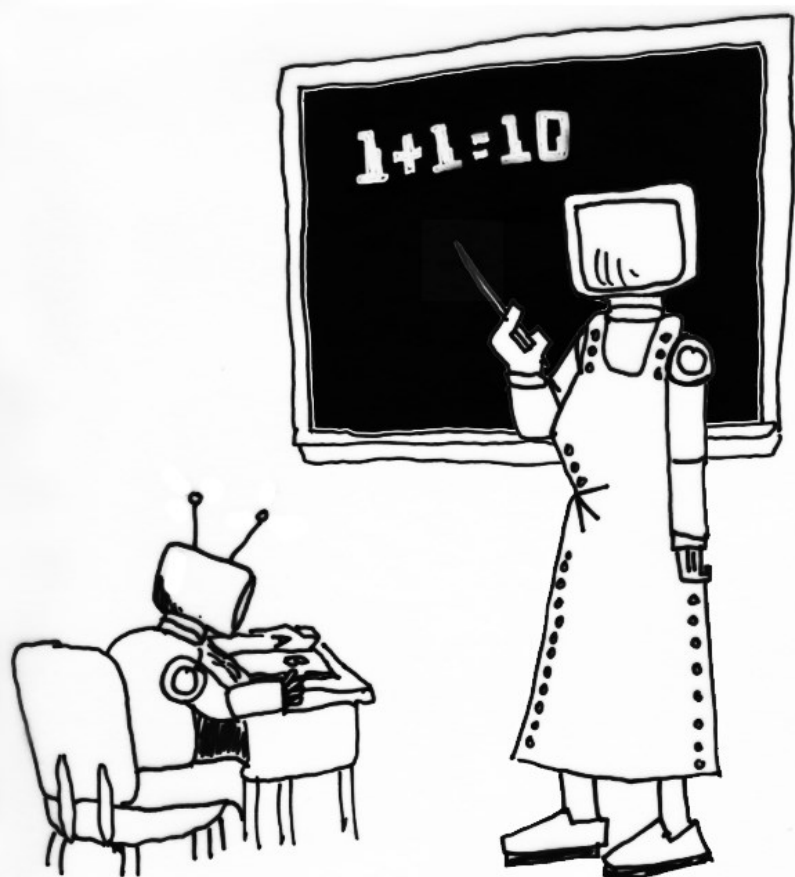


# Vamos focar em...

UNSUPERVISED MACHINE LEARNING



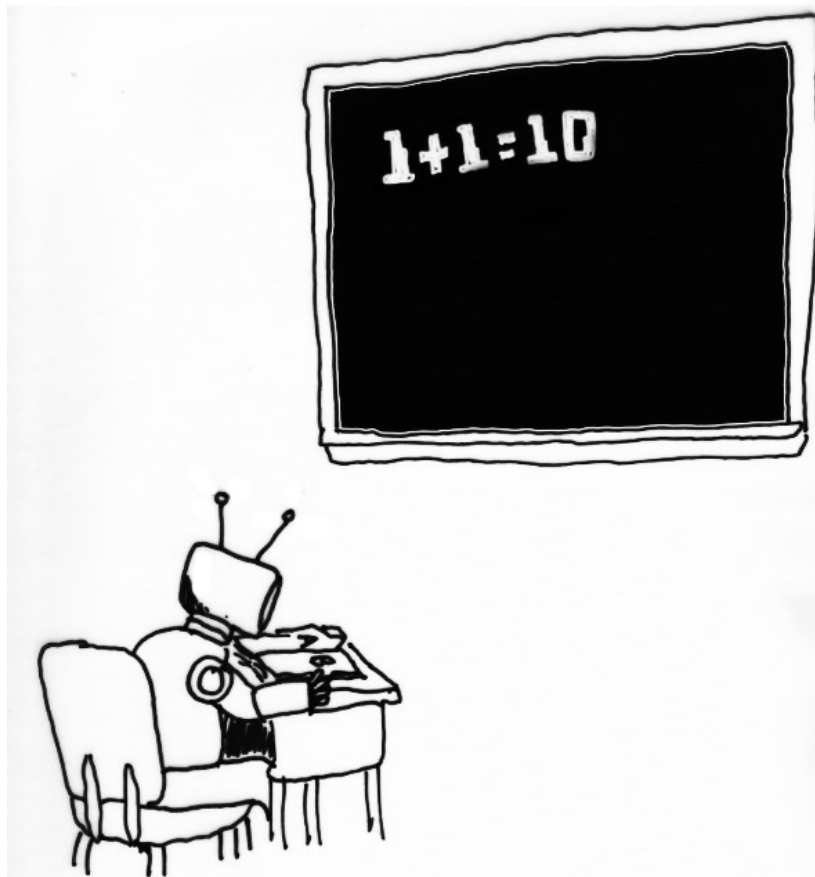
SUPERVISED MACHINE LEARNING



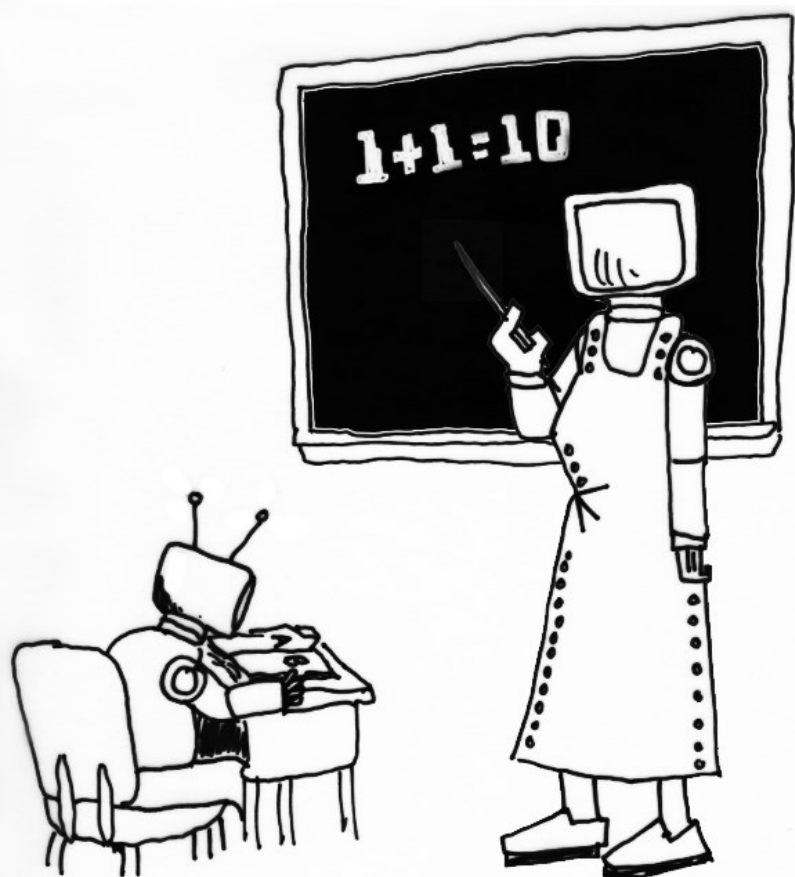


# Qual a diferença mesmo?

UNSUPERVISED MACHINE LEARNING



SUPERVISED MACHINE LEARNING



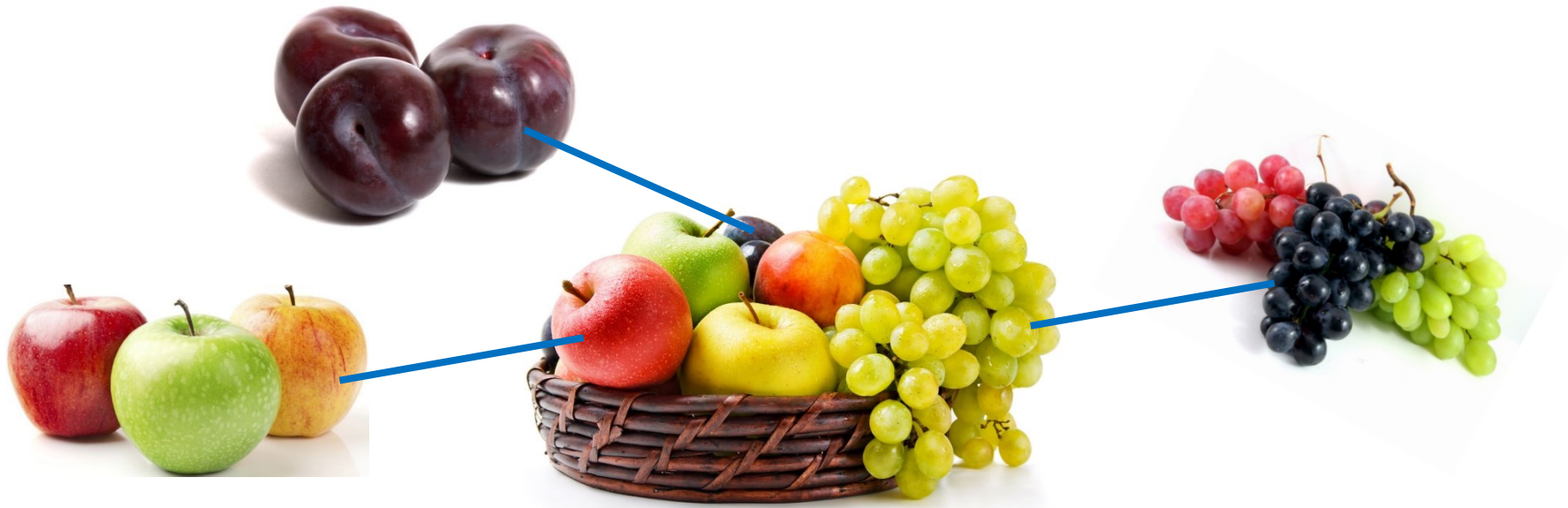
# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

- **Tarefa:** organizar as mesmas frutas do mesmo tipo separadamente.
- **As frutas são (classes):** maçã, uva e ameixa.



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Você já sabe, de uma experiência anterior, o formato, cor, sabor, etc, de cada fruta. E por isso é fácil organizar cada tipo de fruta em grupos ou classes.



Esta “experiência anterior” é chamada de **Train Data** ou **Dados de Treinamento**.



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

A partir dos seus dados de treinamento, você tem uma **variável de resposta/rótulo (label)** que diz que uma fruta tem algumas **características (features)** que podem ser consideradas como maçã, por exemplo.

- ✓ **Formato:** Redonda
- ✓ **Cor:** vermelha
- ✓ **Diâmetro:** 8,5cm
- ✓ **Variável de resposta:** Maçã



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Estas **características (features)**, você adquire dos **dados de treinamento (train data)**.

**Nome da Fruta: Maçã**

- ✓ **Formato:** Redonda
- ✓ **Cor:** vermelha
- ✓ **Diâmetro:** 8,5cm
- ✓ ...

**Nome da Fruta: Ameixa**

- ✓ **Formato:** Redonda
- ✓ **Cor:** roxa
- ✓ **Diâmetro:** 4,5cm
- ✓ ...

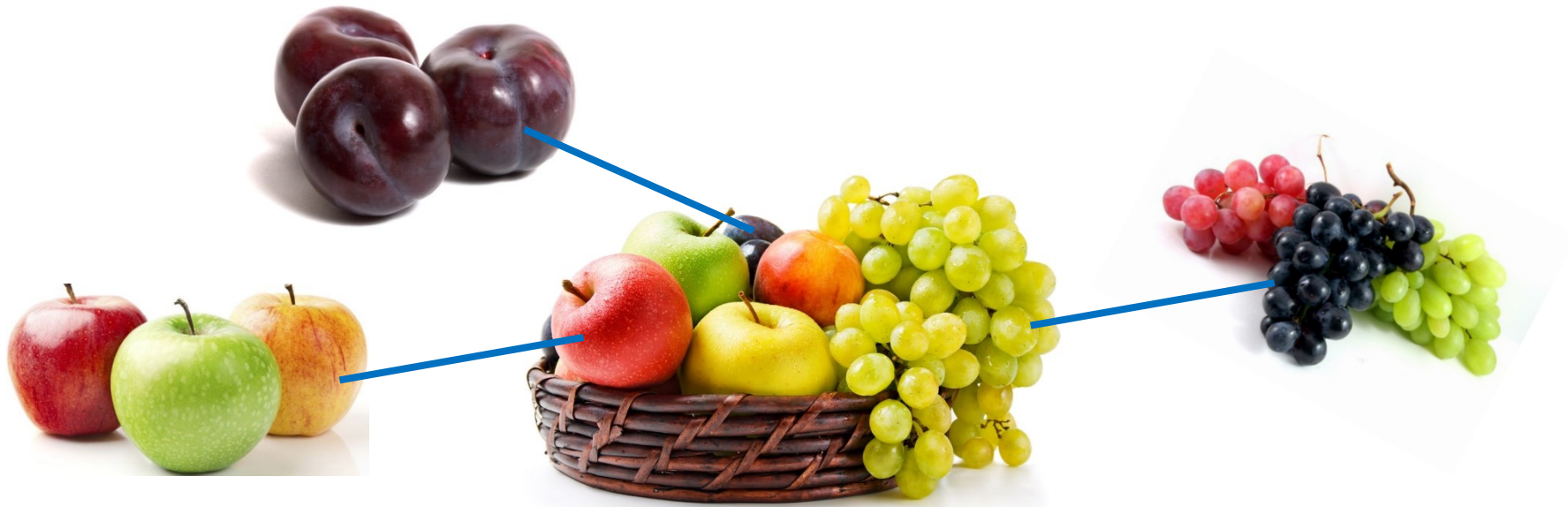


**Nome da Fruta: Uva**

- ✓ **Formato:** Redonda
- ✓ **Cor:** verde
- ✓ **Diâmetro:** 2,5cm
- ✓ ...

# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Este tipo de abordagem é **Classificação**, onde através de dados de treinamento você divide seus dados (frutas) em classes.



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

- **Tarefa:** organizar as mesmas frutas do mesmo tipo separadamente.
- **As frutas são:** maçã, uva e ameixa.





# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Desta vez você não sabe qualquer coisa sobre frutas, é a primeira vez que você as vê e mesmo assim terá que organizá-las.



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Como você irá organizá-las? O que fazer primeiro?



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Para isto, você pode considerar as características físicas de cada fruta.

- ✓ **Formato: ?**
- ✓ **Cor: ?**
- ✓ **Diâmetro: ?**
- ✓ ...



# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Para agrupar estas frutas, você poderá utilizar algumas **regras de agrupamento (clustering)**, como:

## GRUPO DA COR VERMELHA

- ✓ Maçã
- ✓ Uva

## GRUPO DA COR ROXA

- ✓ Uva
- ✓ Ameixa

## GRUPO DA COR VERDE

- ✓ Maçã
- ✓ Uva





# Aprendizado Supervisionado X Não Supervisionado

Para agrupar as frutas de forma mais efetiva, você pode utilizar mais regras de agrupamento:

GRUPO DA COR VERMELHA  
E TAMANHO GRANDE

✓ Maçã

GRUPO DA COR ROXA E  
TAMANHO MÉDIO

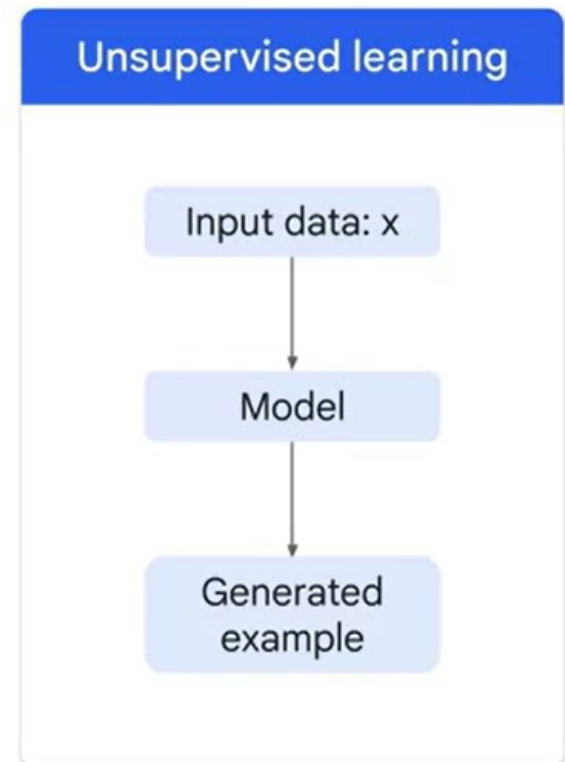
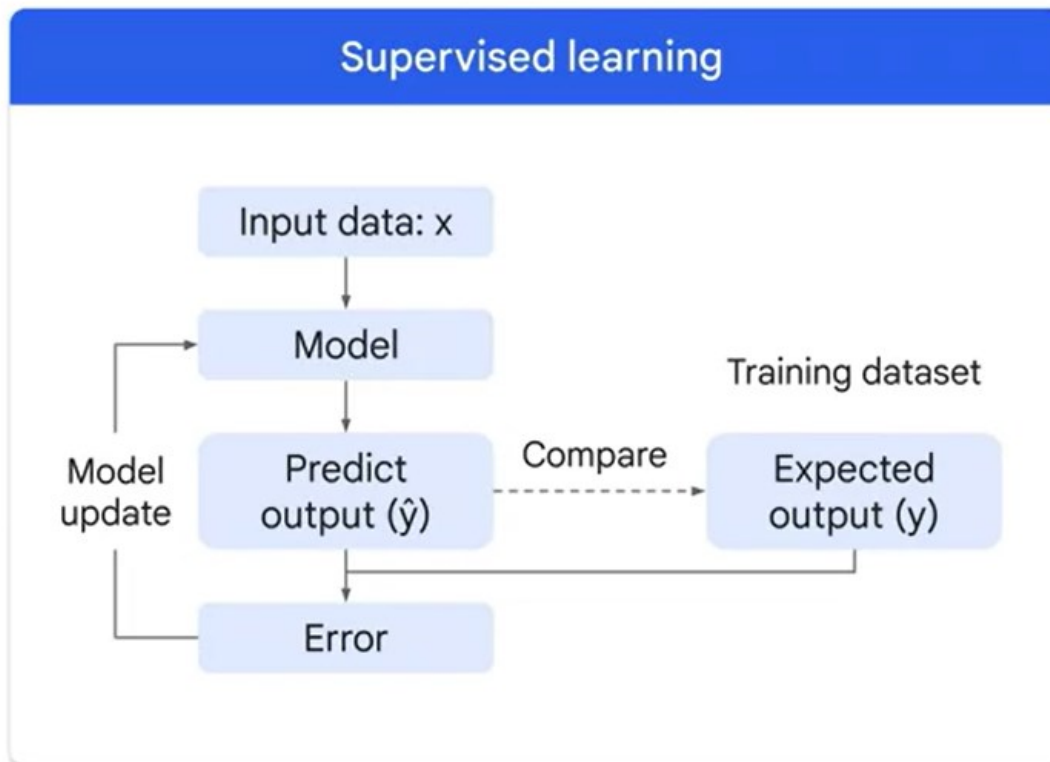
✓ Ameixa

GRUPO DA COR VERDE E  
TAMANHO PEQUENO

✓ Uva



# Aprendizado Supervisionado x Não Supervisionado



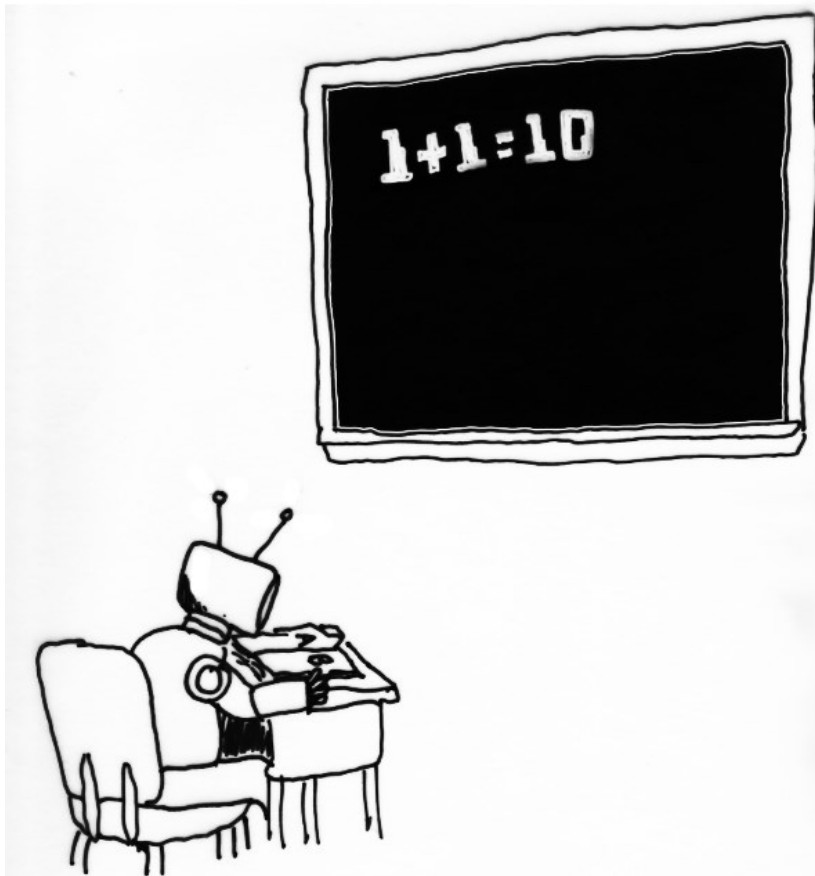
# Métodos de Aprendizado de Máquina

- **Métodos preditivos** utilizam os padrões entre as variáveis independentes e a variável dependente para prever resultados futuros.
- **Métodos descritivos** simplificam um sistema para interpretarmos a importância das variáveis independentes na predição da variável dependente.
  - Para entender os dados utilizamos ferramentas da estatística descritiva.

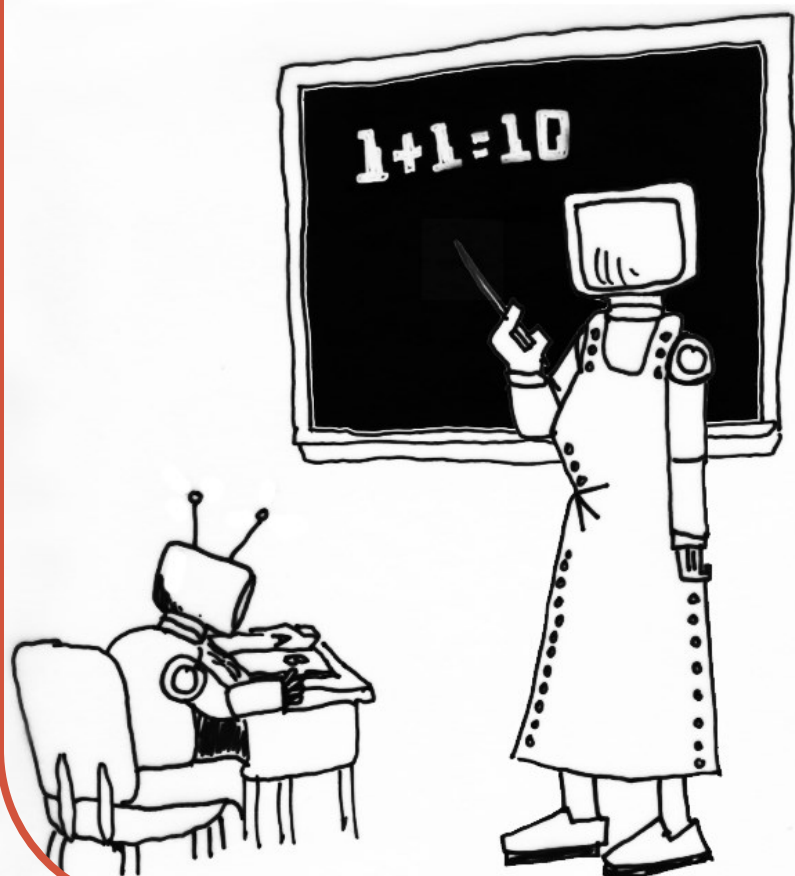
Métodos Preditivos	Métodos Descritivos
Classificação	Associação
Regressão	Agrupamento
	Detecção de desvios
	Padrões sequenciais
	Sumarização

# Tipos de Aprendizado de Máquina

UNSUPERVISED MACHINE LEARNING



SUPERVISED MACHINE LEARNING

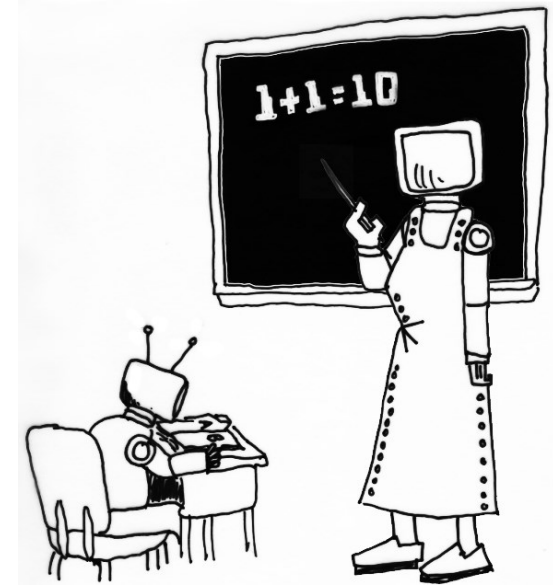


# Aprendizado Supervisionado

- Damos ao sistema a “**resposta correta**” durante o processo de treinamento.
- Dado um conjunto de entradas de treinamento e saídas correspondentes, produz os resultados "corretos" para novas entradas.

SUPERVISED MACHINE LEARNING

- É eficiente pois o sistema pode trabalhar diretamente com informações corretas.



# Abordagens do Aprendizado Supervisionado

- **Classificação:**

- Responde se uma determinada “entrada” pertence a uma certa classe.
- Dada a imagem de uma fruta: informa que fruta é (dentro um número finito de classes).

- **Regressão:**

- Faz uma predição a partir de exemplos.
- Prever o valor dos imóveis, dados os valores por metro quadrado.

# Abordagens do Aprendizado Supervisionado

- Classificação:

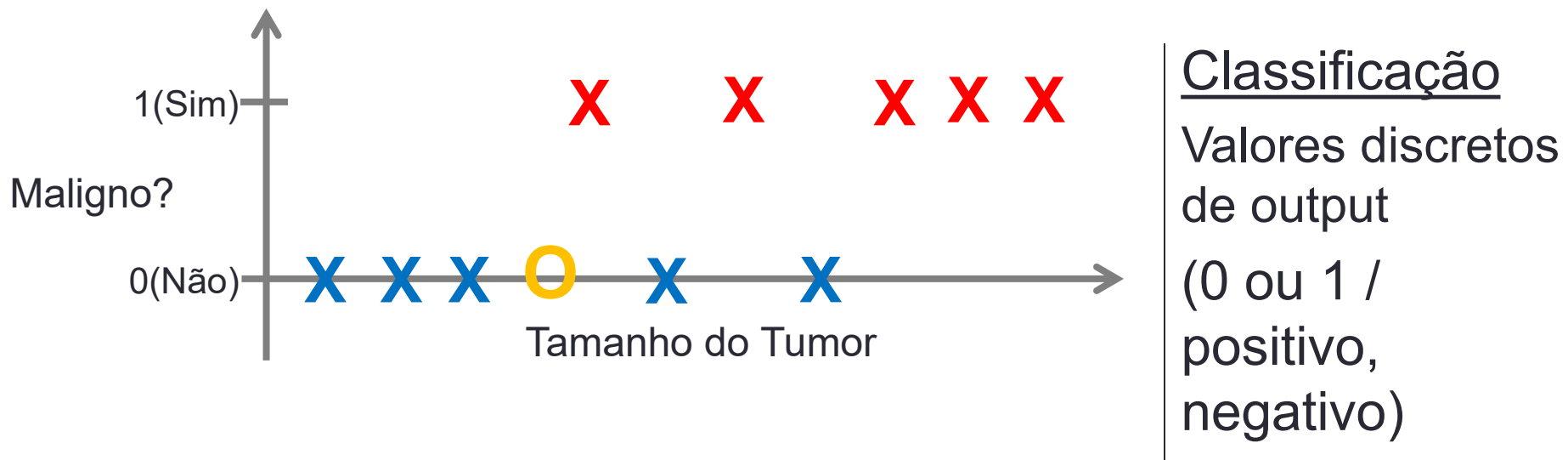
- Responde se uma determinada “entrada” pertence a uma certa classe.
- Dada a imagem de uma fruta: informa que fruta é (dentro um número finito de classes).

- Regressão:

- Faz uma predição a partir de exemplos.
- Prever o valor dos imóveis, dados os valores por metro quadrado.

# Aprendizado Supervisionado: Classificação

Prever se tumor na mama é Maligno ou Benigno.



Qual é a probabilidade / chance de um tumor ser maligno ou benigno?

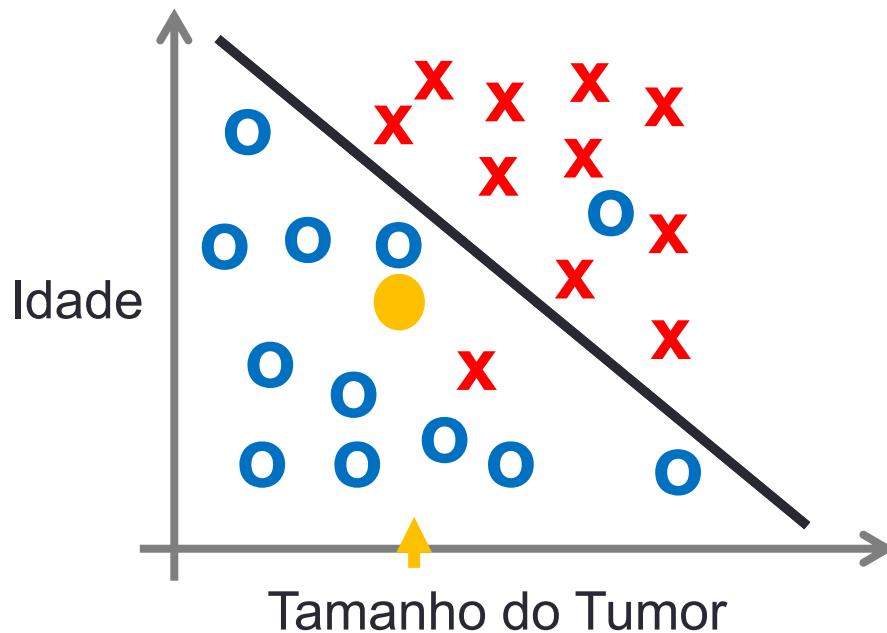
Pode ter mais de dois valores para valores possíveis de saída (multiclasse).

Exemplo: 0 (benigno), 1 (câncer tipo 1), 2 (câncer tipo 2), 3, .....n



# Aprendizado Supervisionado: Classificação

Prever se tumor na mama é Maligno ou Benigno.



Mais de uma característica (feature)

- Espessura
- Uniformidade do tamanho da célula
- Uniformidade da forma celular
- ... (número infinito de características – SVM)

# Abordagens do Aprendizado Supervisionado

- Classificação:

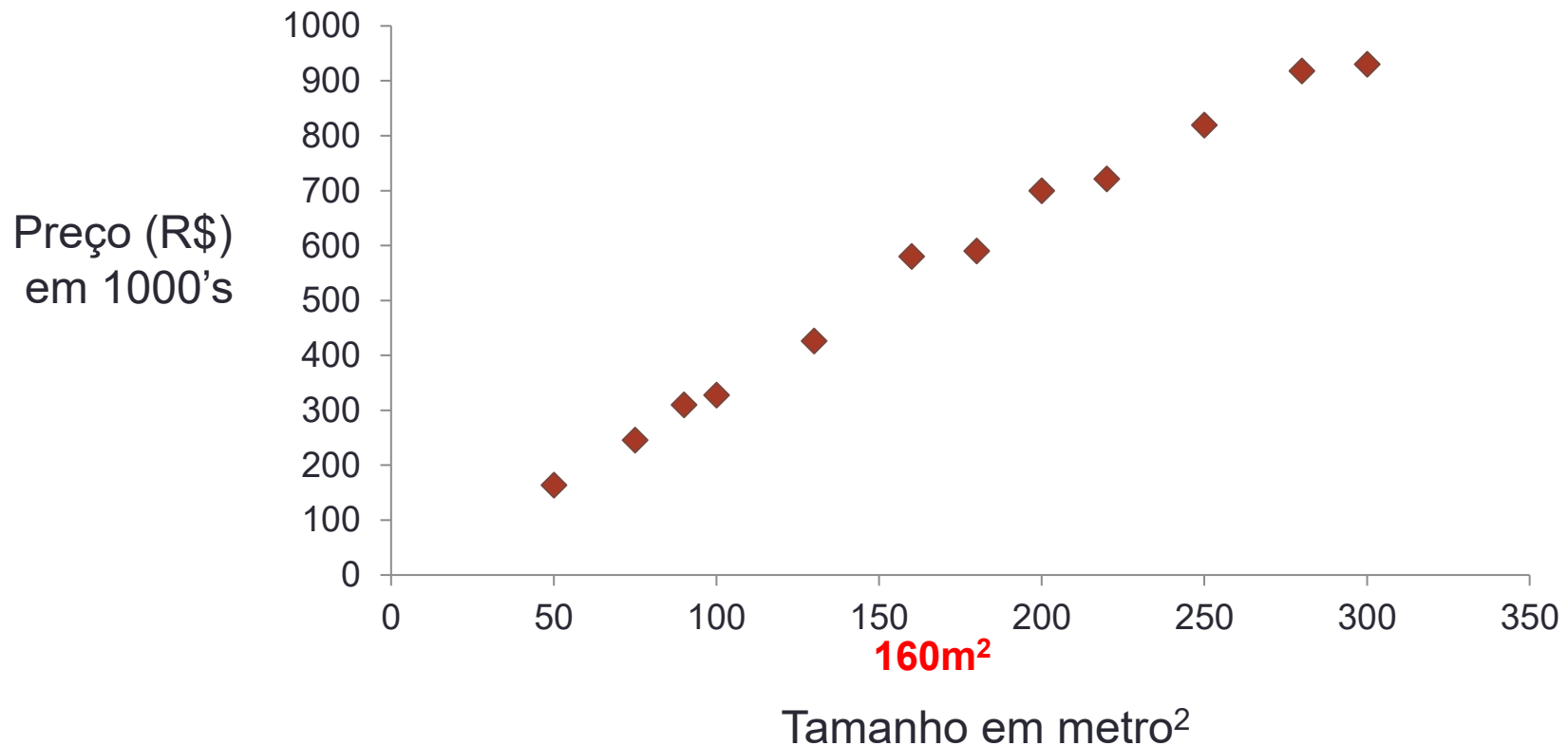
- Responde se uma determinada “entrada” pertence a uma certa classe.
- Dada a imagem de uma fruta: que fruta é (dentre um número finito).

- Regressão:

- Faz uma predição a partir de exemplos.
- Prever o valor dos imóveis, dados os valores por metro quadrado.

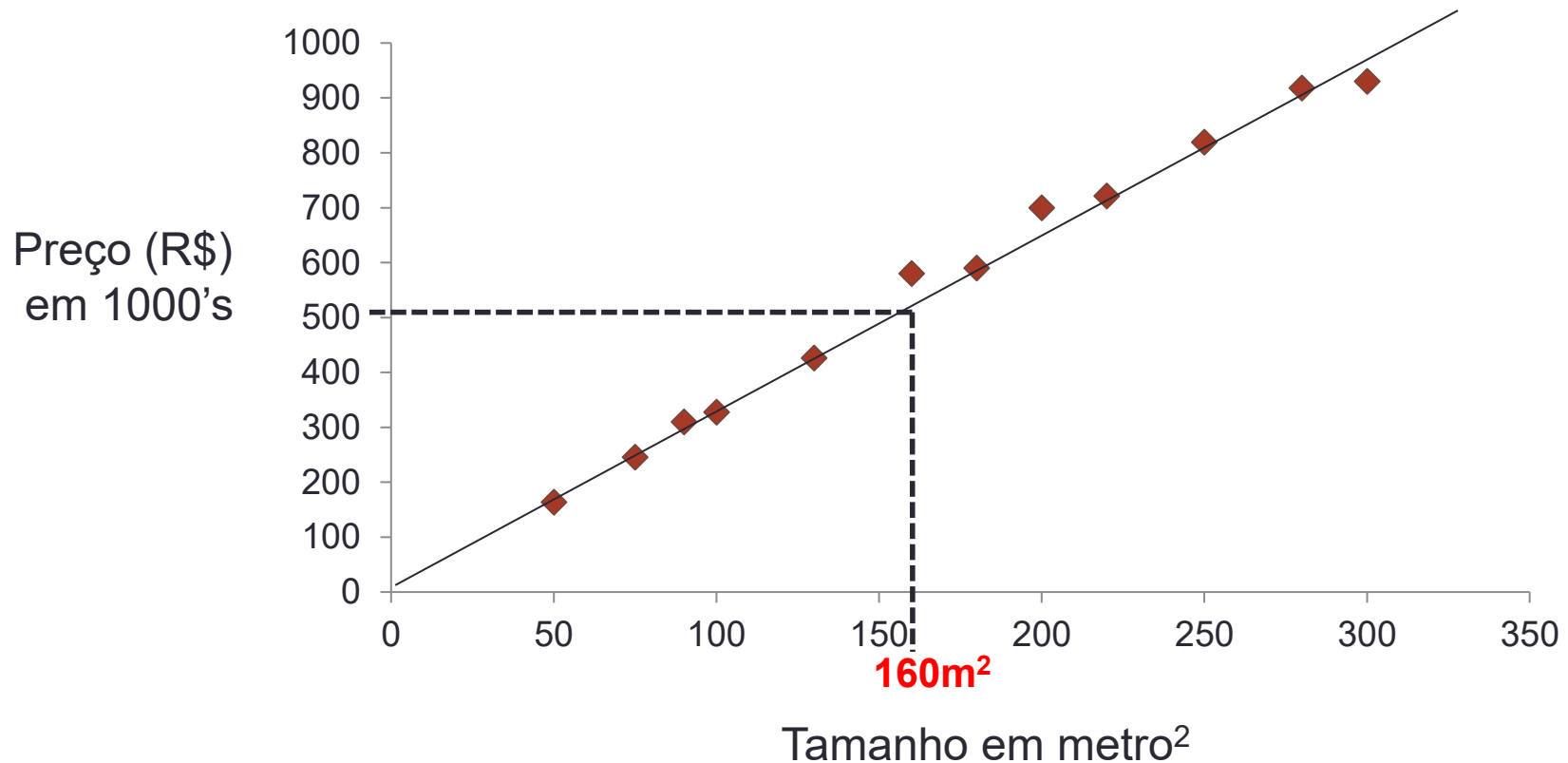
# Aprendizado Supervisionado: Regressão

## Prever o Preço de Imóveis



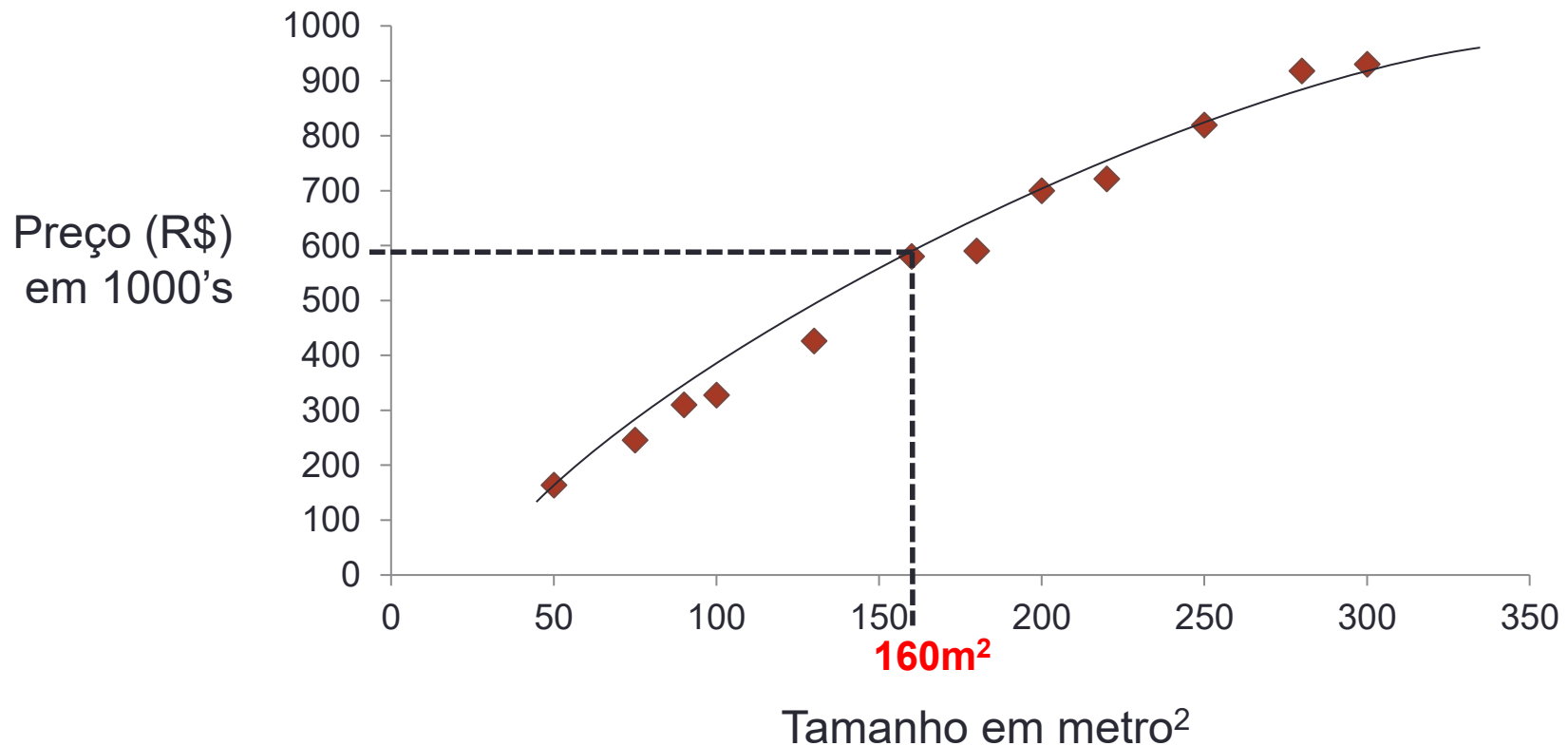
# Aprendizado Supervisionado: Regressão

## Prever o Preço de Imóveis



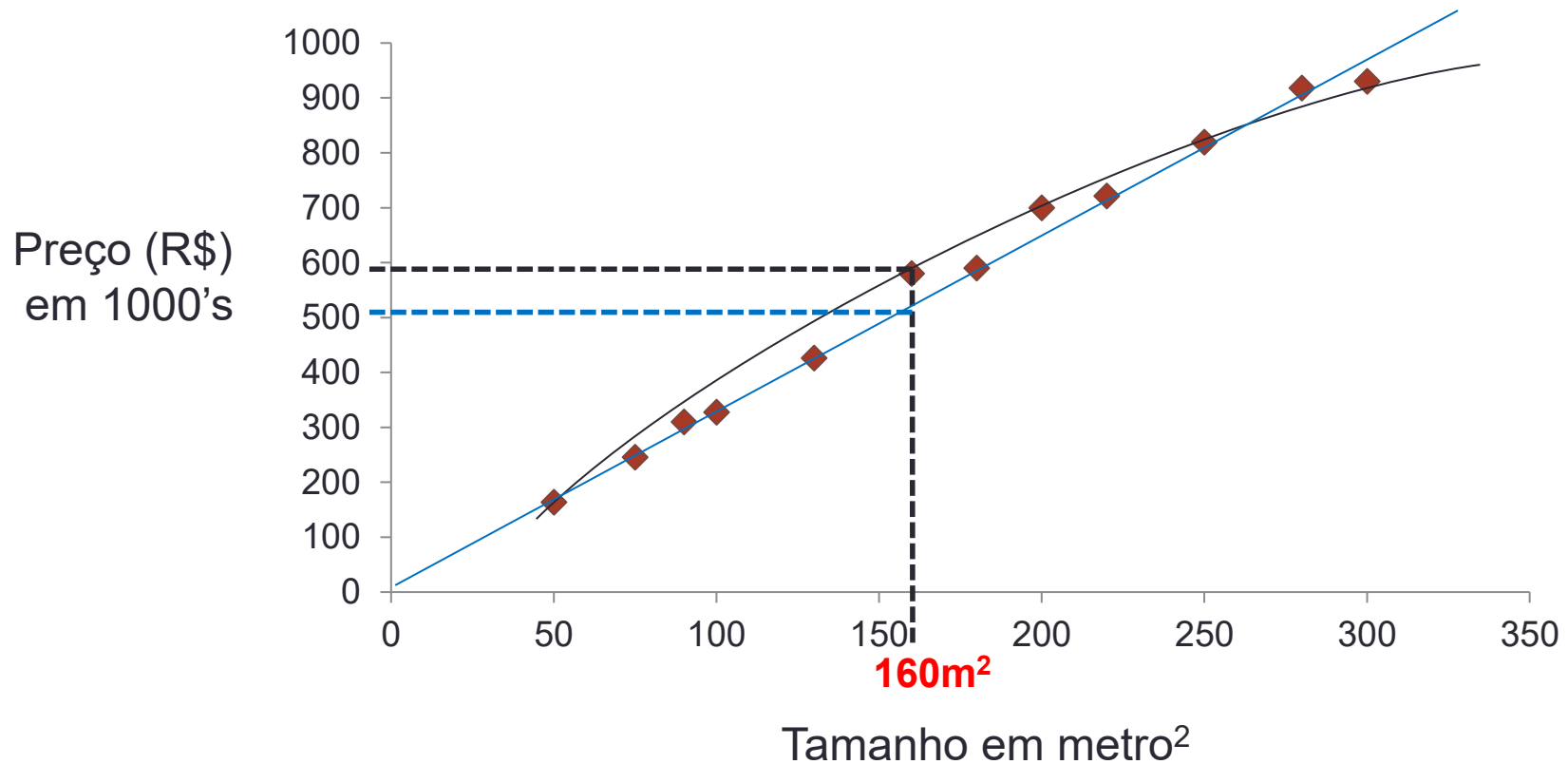
# Aprendizado Supervisionado: Regressão

## Prever o Preço de Imóveis



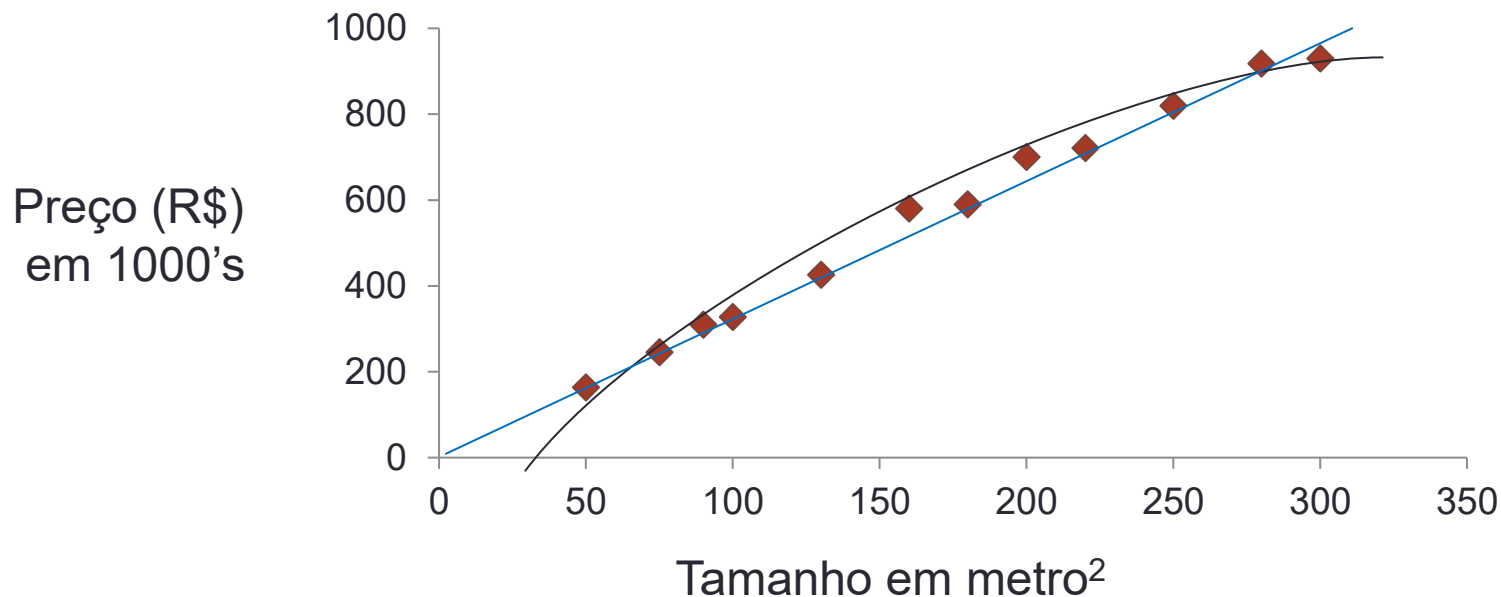
# Aprendizado Supervisionado: Regressão

## Prever o Preço de Imóveis



# Aprendizado Supervisionado: Regressão

## Prever o Preço de Imóveis

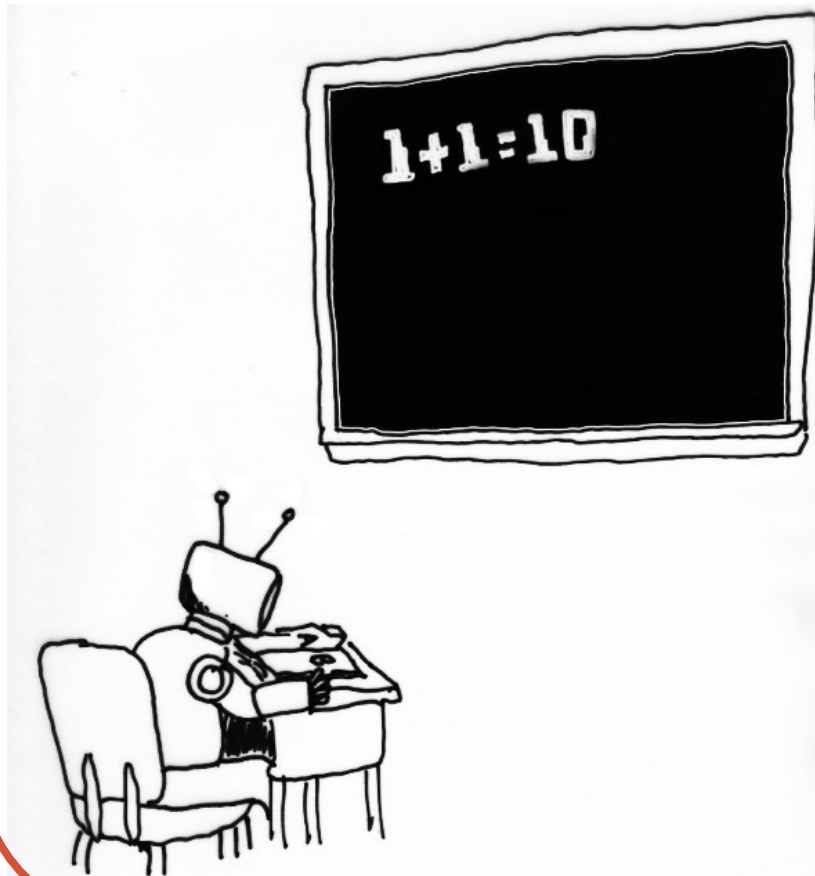


Aprendizado Supervisionado  
“respostas certas” são dadas

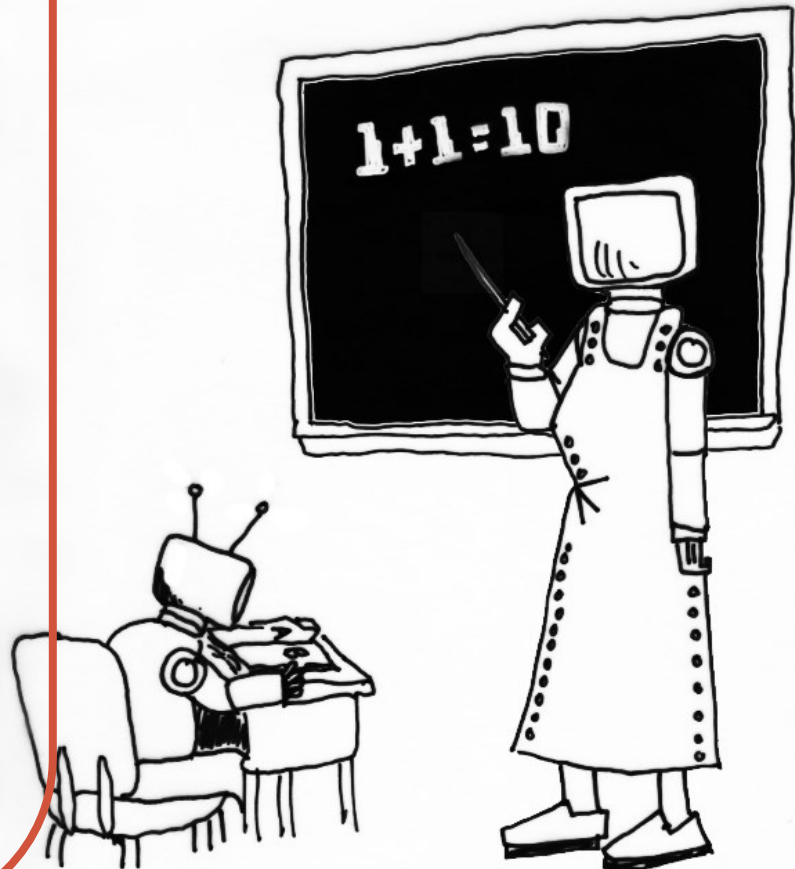
Regressão: Prevê valores de  
saída(output) contínuo - preço

# Tipos de Aprendizado de Máquina

UNSUPERVISED MACHINE LEARNING



SUPERVISED MACHINE LEARNING



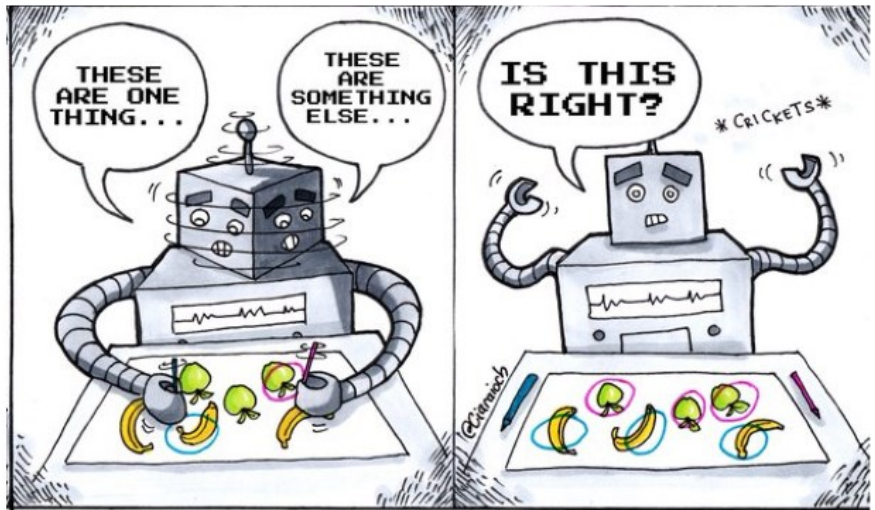


# Aprendizado Não Supervisionado

- Deixamos o computador aprender sozinho.
- Quando não há valores de saída específicos.
- Respostas corretas não são dadas.

- **Abordagens:**

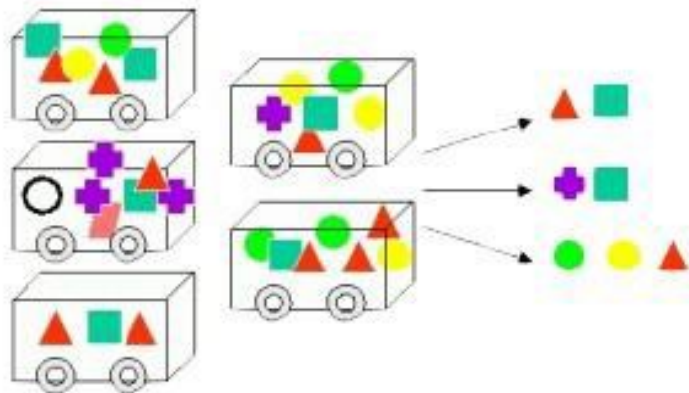
- Agrupamento (Clustering),
- Regras de associação.
- Detecção de desvios
- Padrões sequenciais
- Sumarização



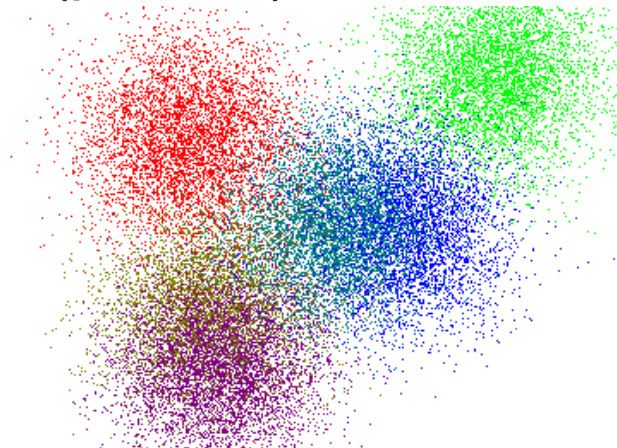
**Unsupervised Learning**

# Aprendizado Não Supervisionado

- É usado com dados que não possuem rótulos históricos, ou seja, nós não temos variáveis de saída para serem estimadas.
- O algoritmo não recebe durante o treinamento, os possíveis resultados e ele deve descobrir por si próprio.
- O objetivo é explorar os dados (análise automática) e encontrar alguma estrutura neles (padrão).



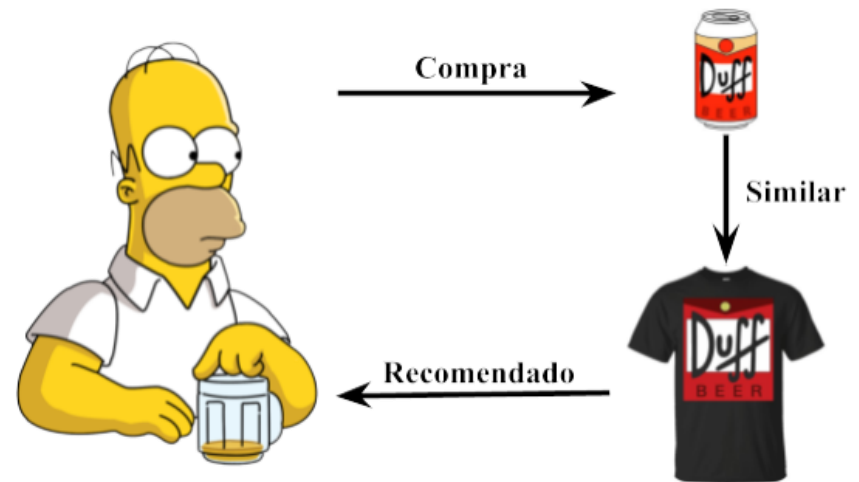
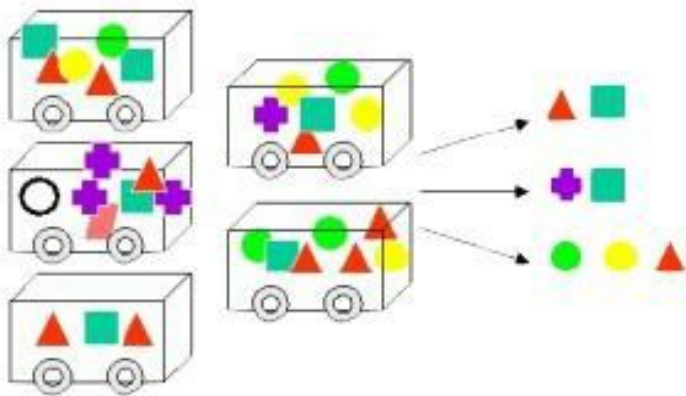
Associação



Agrupamento

# Associação

- Prateleiras de mercado
- Promoções com itens que são vendidos em conjunto
- Planejar catálogos das lojas e folhetos de promoções



# Regras de Associação

O que a fralda tem a ver com a cerveja?



# Regras de Associação



The illustration shows a green field with a white diaper and three beer cans. The diaper is positioned in the center, with its tabs folded over. The beer cans are arranged in a row below the diaper. The background is a solid green color.

**O que fraldas e cervejas tem a ver?**

Uma rede de varejos americana descobriu que muitos de seus clientes que compravam fraldas eram homens

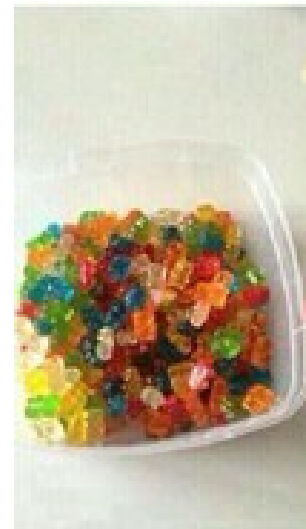
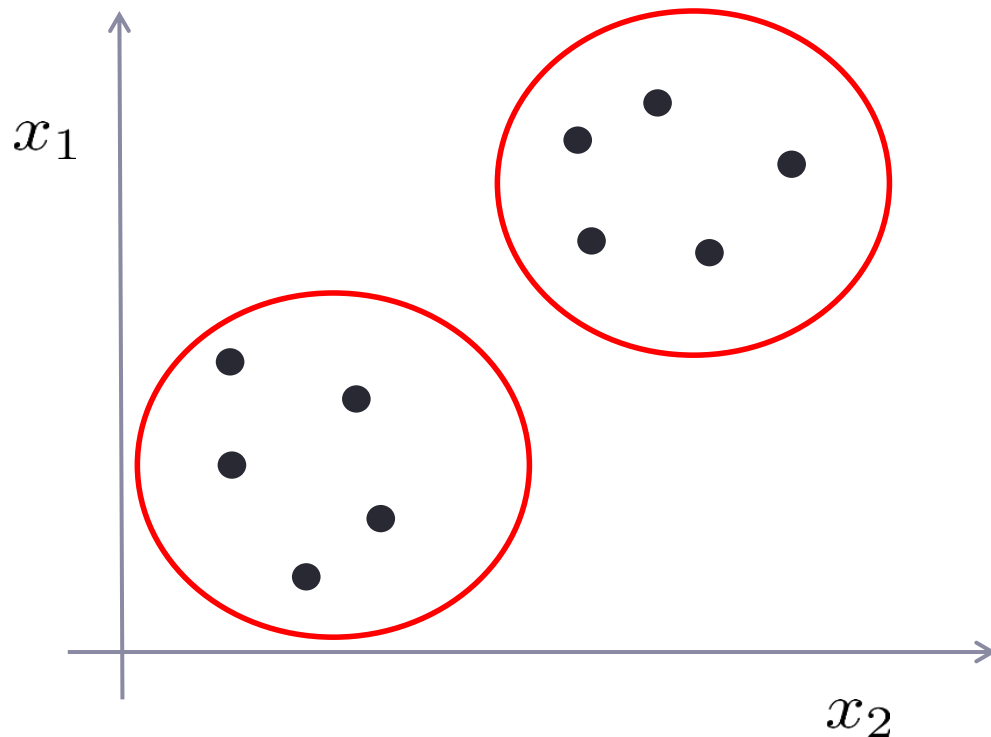
Eles saíam à noite para comprar fraldas e aproveitavam para comprar cerveja também

A rede, então, colocou a fralda e a cerveja uma do lado da outra na loja. Resultado: as vendas de ambos dispararam!

ME DÁ MEU COPO

# Agrupamento

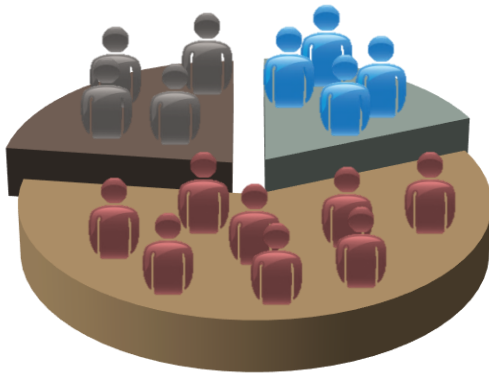
Tenta descobrir padrões existentes nos dados através de **clusters** (agrupamentos) consistentes.



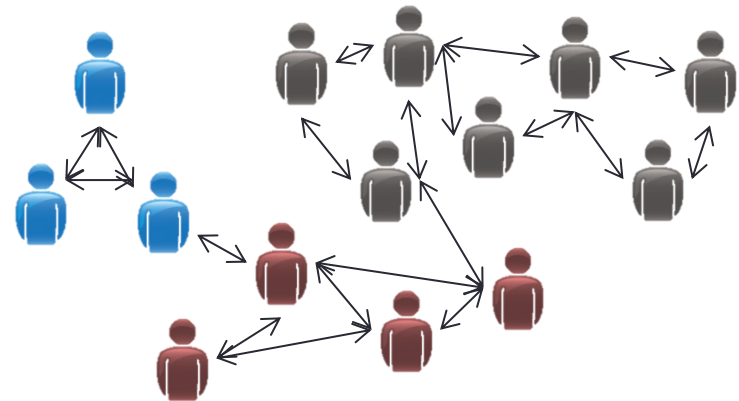


# Agrupamento

- Segmentação de mercado (mala direta, propagandas)
- Agrupamento de produtos similares
- Agrupamento de documentos/notícias
- Análise de redes sociais





Segmentação de Mercado






Análise de Redes Sociais




# Agrupamento: <https://news.google.com/>

← → ↻ news.google.com/stories/CAAqNggKljBDQkITSGpvSmMzUnZjbmt0TXpZd1NoRUtEd2pmdzZ2eUJCru9QbGhMMUwxVU9TZ0FQAQ?hl=pt-BR&gl=BR&c...   


 Google Traduttore  Thesaurus.com | Fin...  English to French, It...  Grupo de Estudos e...  BB  CONCURSOmaterial  PrologELogica  InteligenciArtificial >>  Outros fav

☰ Google Notícias


---


 Principais notícias

 Para você

 Seguindo

 Destaques Jornalísticos


 Pesquisas salvas

 COVID-19

 Brasil

 Mundo

 Suas notícias locais

 Negócios


 Ciência e tecnologia

 Cobertura completa

Classificar ▼

## Principais notícias da cobertura

 **Diário**  
Rússia e Ucrânia hoje, segunda-feira (7): acompanhe as últimas notícias em tempo real - Mundo  
9 horas atrás

**Rússia promete cessar-fogo em dia com ataque aéreo e 13 mortos**  
14 horas atrás

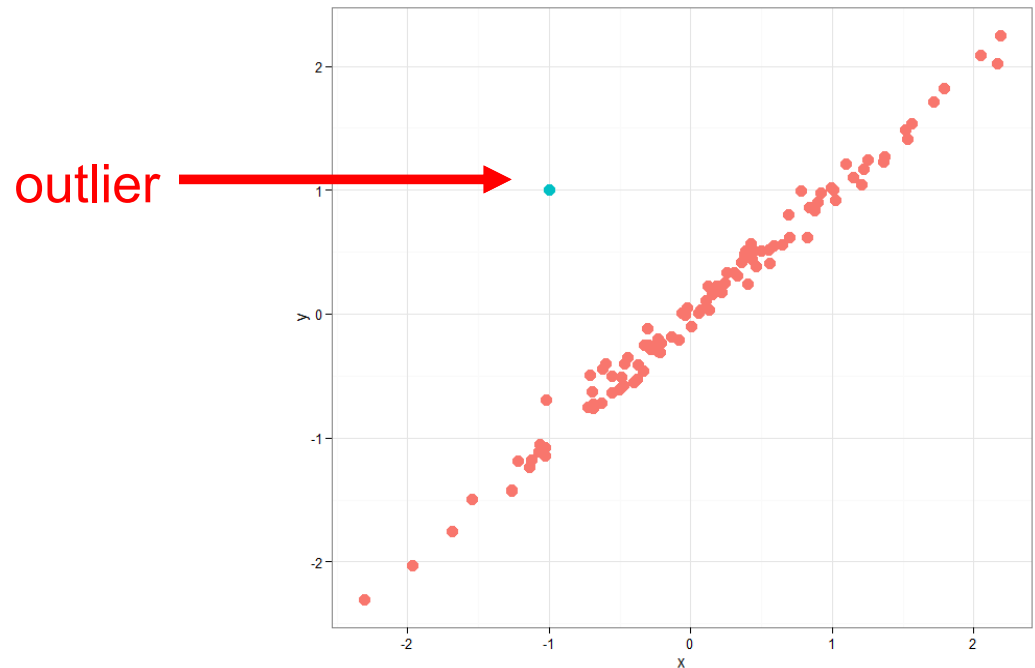
**BRASIL 24**  
Mídia russa publica relato de moradora de Mariupol sobre militares ucranianos: 'fuzilam todos'  
6 horas atrás

**Domingo Espetacular**  
Rússia não respeita o cessar-fogo e segue avançando dentro do território ucraniano  
21 horas atrás

## Vídeos

# Detecção de desvios (outliers)

- Fraude em cartão de crédito
- Intrusão em redes
- Uso de energia elétrica, água ou telefone



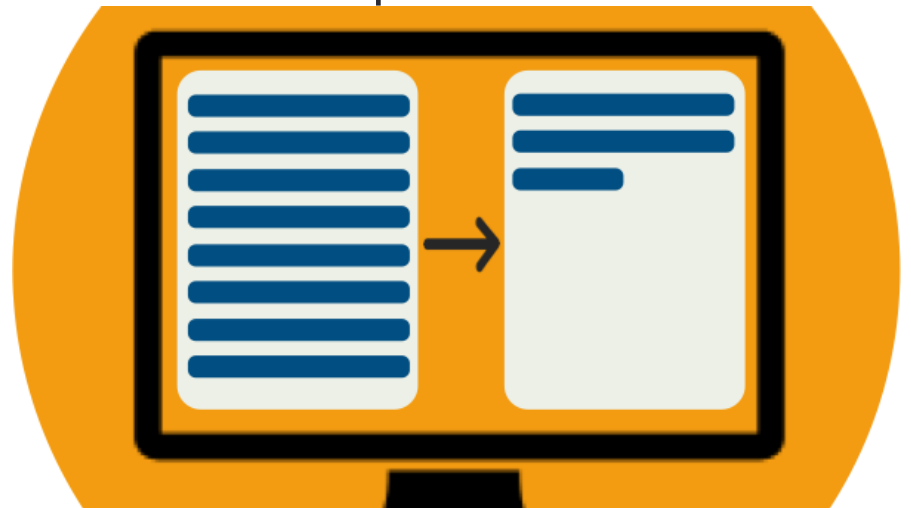
# Descoberta de padrões sequenciais

- Livrarias, loja de equipamentos de atletismo, computadores
- Marketing direcionado para pessoas que tem maiores chances de adquirir um novo produto
- Navegação em sites



# Sumarização

- Identificar perfis de pessoas que utilizam determinados serviços
  - Exemplo: são ouvintes do programa homens na faixa de 25 a 35 anos, com nível superior e que trabalham na área de administração
- Segmentação de mercado
  - direcionar pessoas a fazer uma venda de um produto



# Aprendizado por Reforço

- Aprendizagem por reforço:
  - Não damos a “resposta correta” para o sistema. O sistema faz uma hipótese e determina se essa hipótese foi boa ou ruim.
  - Aprendizagem dado recompensas ocasionais.
  - Usado na robótica e jogos.

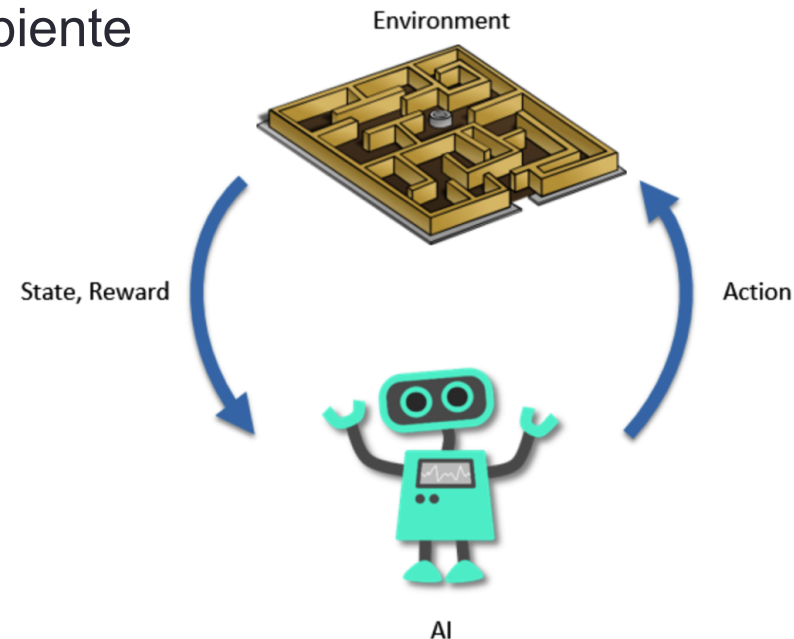
$$\arg \max_{a_k} \sum_{o_k r_k} \dots \max_{a_m} \sum_{o_m r_m} [r_k + \dots + r_m] \sum_{q: U(q, a_1 \dots a_m) = o_1 r_1 \dots o_m r_m} 2^{-l(q)}$$

Reinforcement learning



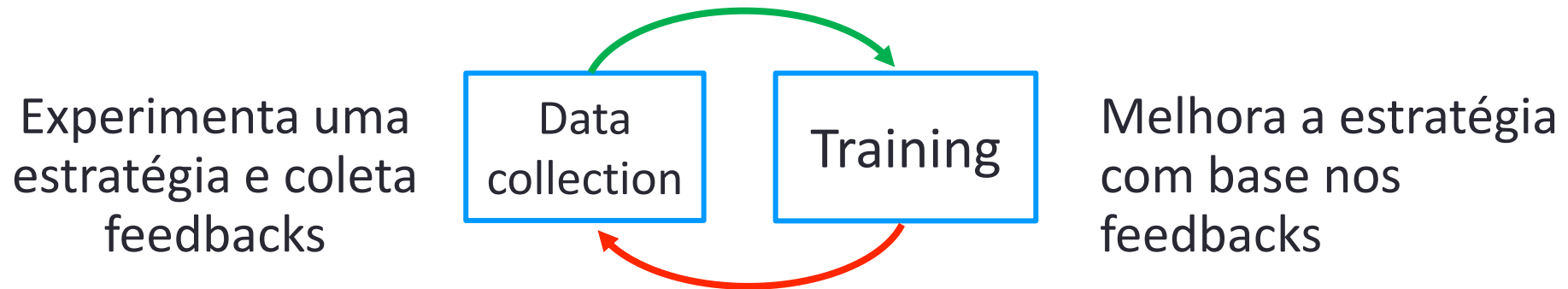
# Aprendizado por Reforço

- Aprender com as interações com o ambiente (causa e efeito)
- Aprender com sua própria experiência
- Aplicações:
  - Sistemas Multiagentes
  - Robô aprendendo a andar em um ambiente
  - Controle automatizado de elevadores



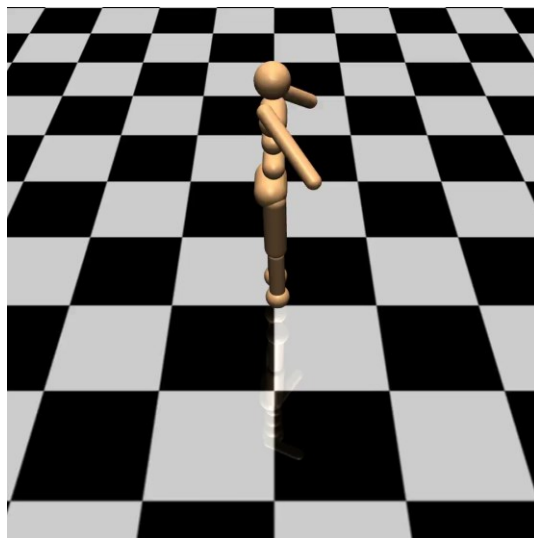
# Reinforcement Learning

O algoritmo pode coletar dados interativamente



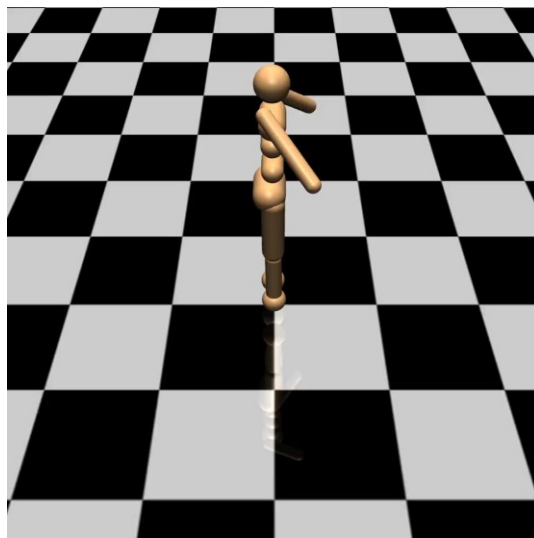


aprendendo a caminhar para a direita



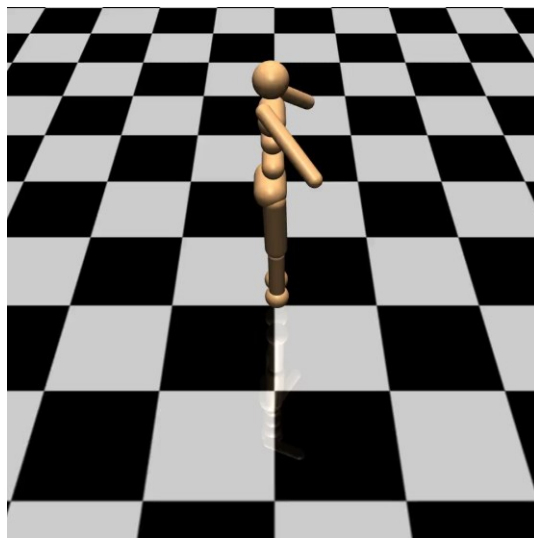
Iteration 10

aprendendo a caminhar para a direita



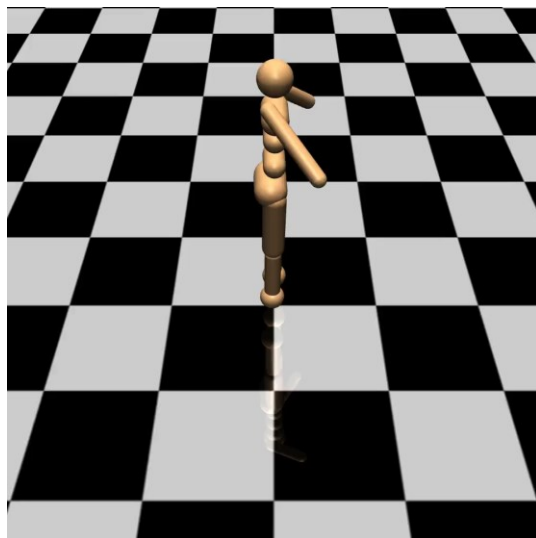
Iteration 20

aprendendo a caminhar para a direita



Iteration 80

aprendendo a caminhar para a direita



Iteration 210

# Inteligência Artificial de projeto do Facebook cria linguagem própria – 07/2017

- Os agentes são apresentados a uma série de objetos -- dois livros, um chapéu e três bolas, por exemplo.
- Eles ganham pontos quando chegam a um acordo sobre como os itens devem ser divididos desde que a discussão não vá além de dez intervenções.
- Zeram quando abandonam a mesa de negociação ou não chegam a uma resolução.
- Para simular uma disputa entre humanos, os cientistas programaram cada robô para valorizar um item de forma mais intensa que outro.

# Inteligência Artificial de projeto do Facebook cria linguagem própria – 07/2017

“Colocando de forma simples, agentes em ambientes em que tenham de solucionar uma tarefa frequentemente acham formas contraintuitivas de maximizar sua recompensa”. *Dhruv Batra (Professor da Georgia Tech)*

```
Alice : book=(count:3 value:1) hat=(count:2 value:1) ball=(count:1 value:5)
Bob   : book=(count:3 value:0) hat=(count:2 value:0) ball=(count:1 value:10)
-----
Bob   : i can i i everything else . . . . .
Alice : balls have zero to me to me to me to me to me to me to me to me to
Bob   : you i everything else . . . . .
Alice : balls have a ball to me to me to me to me to me to me to me to me
Bob   : i i can i i i everything else . . . . .
Alice : balls have a ball to me to me to me to me to me to me to me to me
Bob   : i . . . . .
Alice : balls have zero to me to me to me to me to me to me to me to me to
Bob   : you i i i i i everything else . . . . .
Alice : balls have 0 to me to me to me to me to me to me to me to me to
Bob   : you i i i everything else . . . . .
Alice : balls have zero to me to me to me to me to me to me to me to me to
```

# Responda:

- Uma das principais características da aprendizagem por reforço é que ela está centrada no conceito de aprendizagem por interação. Ou seja, o modelo aprende com as interações de um ambiente para maximizar as funções de recompensa.
- Na aprendizagem por reforço ensinamos um agente a como fazer as coisas, para que depois, ele possa realizar as tarefas sozinho sem a intervenção de um supervisor.
- É correto afirmar que um agente aprende a tomar decisões e interage com o ambiente ao seu redor, realizando uma ação. De modo que, o resultado dessa interação são observações e um feedback do ambiente.

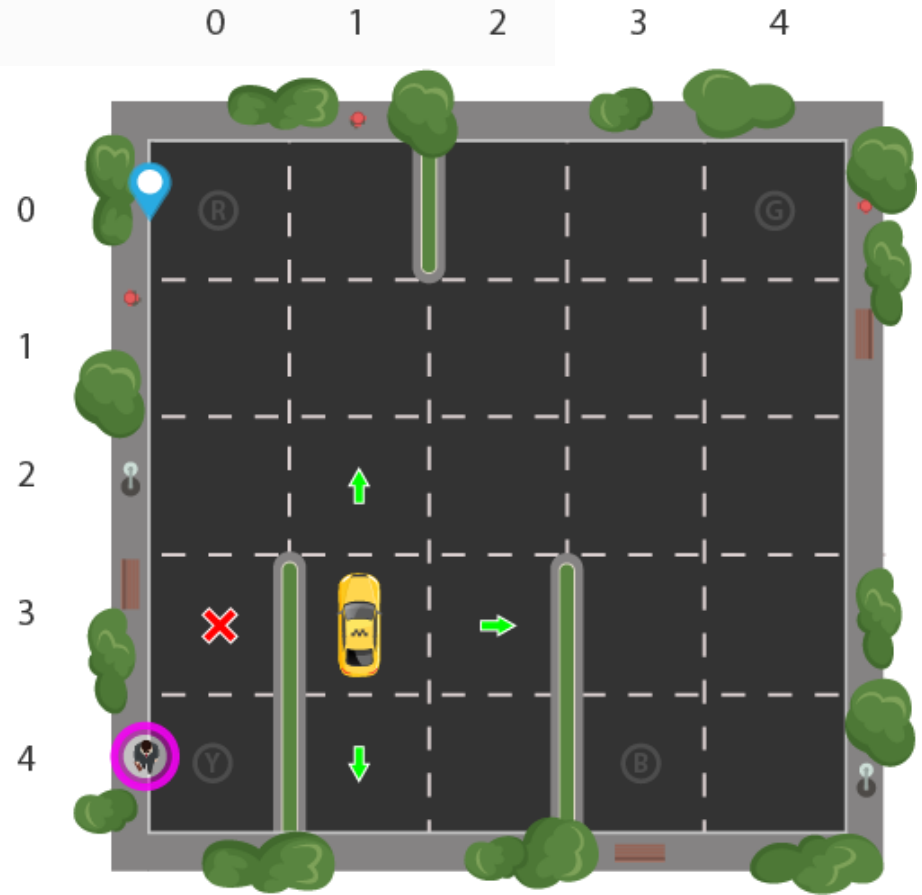


# Reinforcement Q-Learning from Scratch in Python with OpenAI Gym

*Teach a Taxi to pick up and drop off passengers at the right locations with Reinforcement Learning*

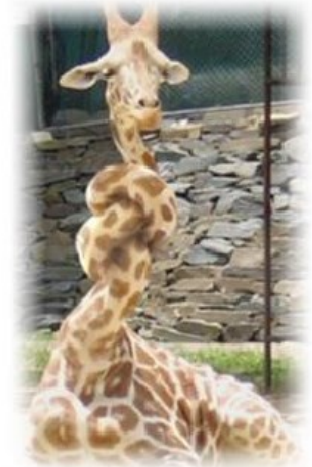
Fonte:

<https://www.learndatasci.com/tutorials/reinforcement-q-learning-scratch-python-openai-gym/>  
<https://www.kdnuggets.com/2018/03/5-things-reinforcement-learning.html>



# Os limites do aprendizado

Quais das imagens abaixo referem-se a uma girafa verdadeira?



# Os limites do aprendizado



I am not really  
confident, but I think  
it's a man standing  
on top of a dirt field.



- <http://www.captionbot.ai>