



Classificação

Luciano Barbosa



Aprendizado de Máquina

- Construção de modelos preditivos/descritivos a partir de dados
- Categorias:
 - Supervisionado: modela o relacionamento entre features e algum rótulo associado aos dados
 - Não-supervisionado: sem rótulos (“deixar os dados falarem por eles mesmos”)

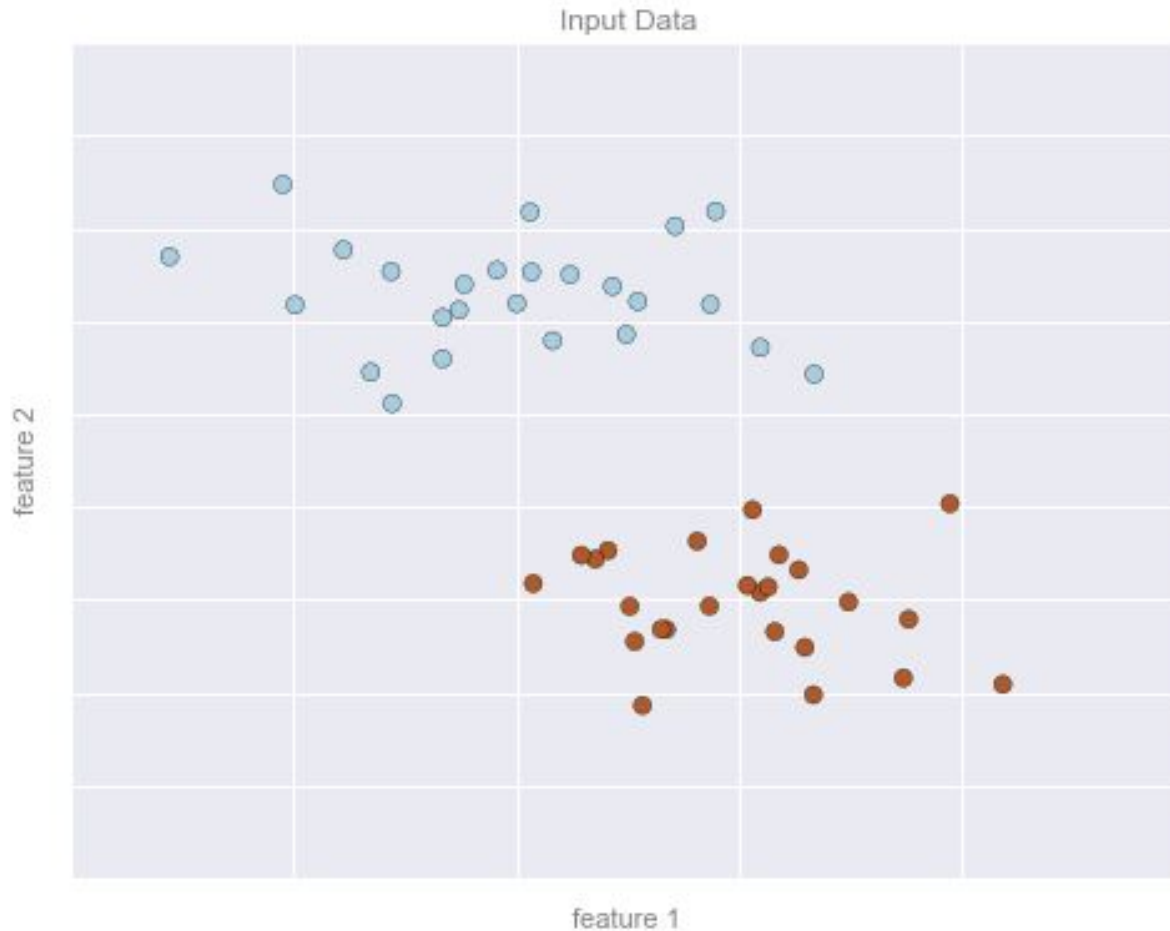


Aprendizado Supervisionado

- Objetivo: inferir uma função a partir de exemplos dados para prever classes de novos exemplos
- Fases:
 - Treinamento
 - Execução
- Tipos
 - Classificação: rótulos são categorias discretas
 - Regressão: rótulos são valores contínuos



Exemplo de Classificação



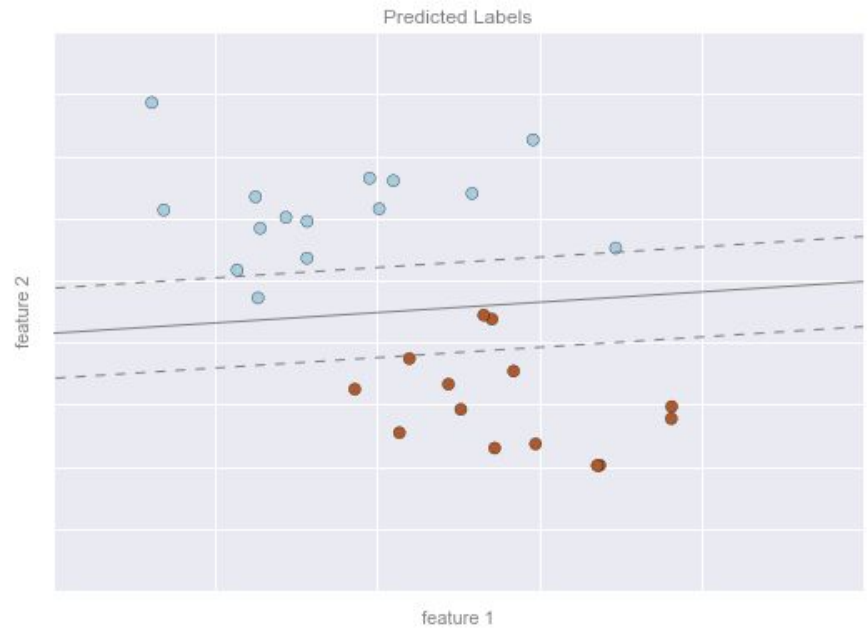
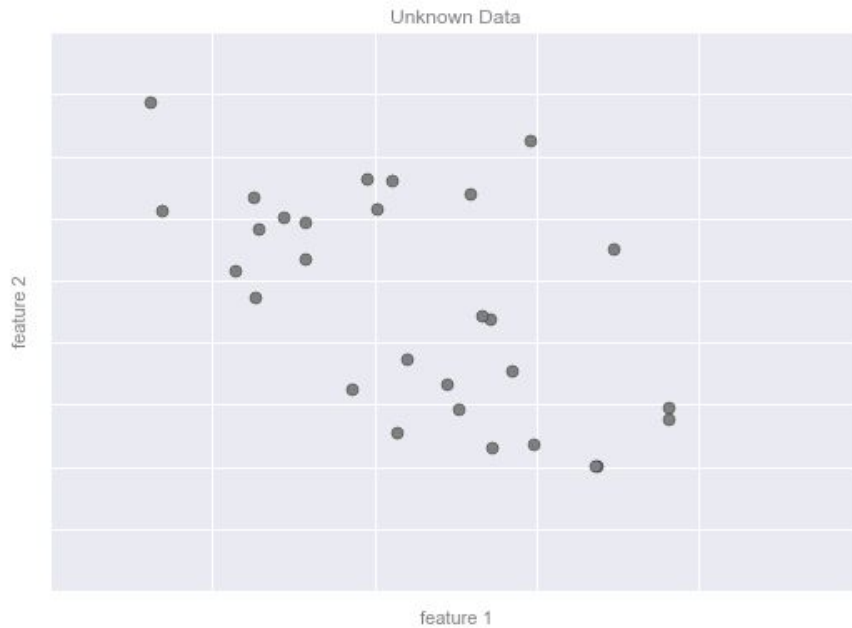


Modelo de Classificação



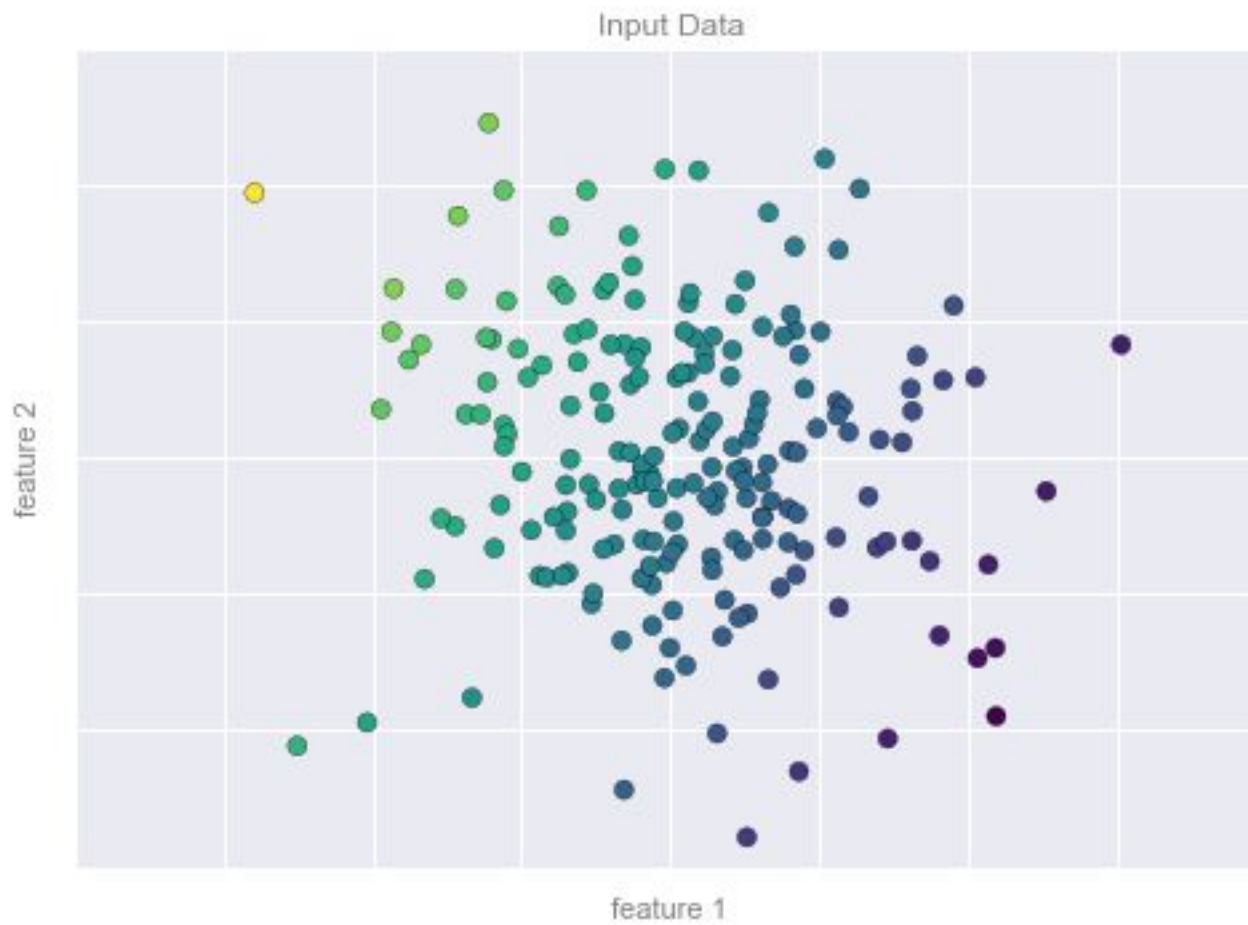


Aplicação do Modelo de Classificação



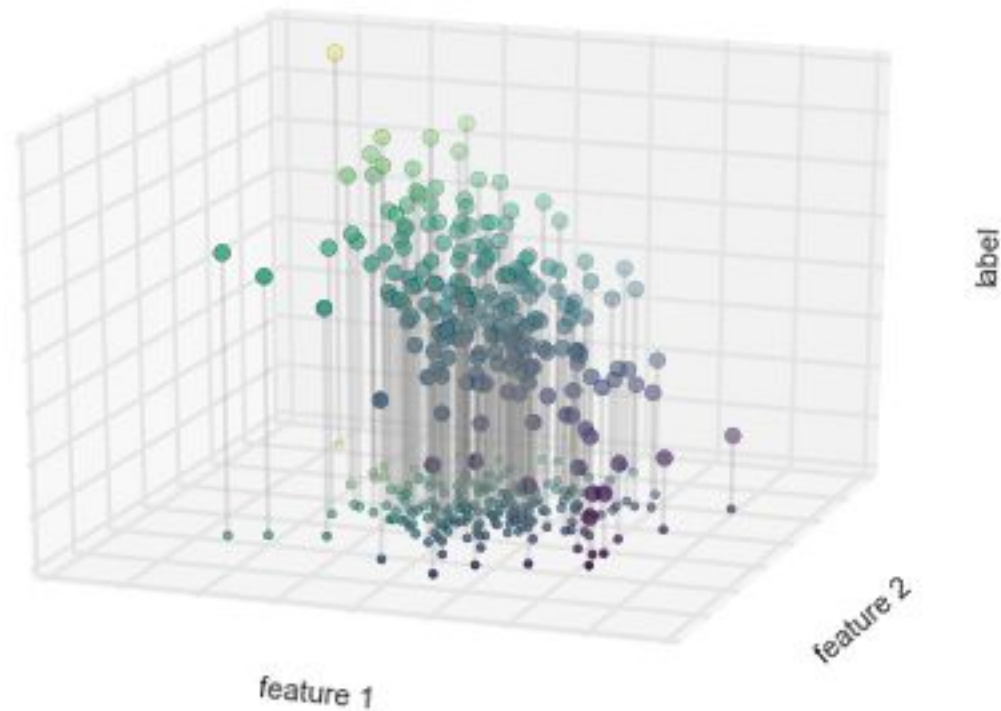


Regressão



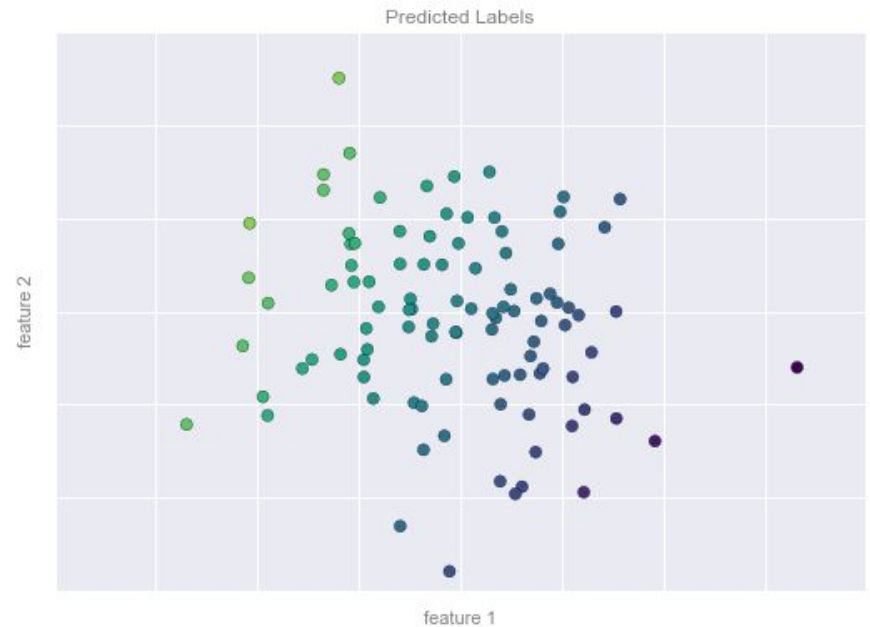
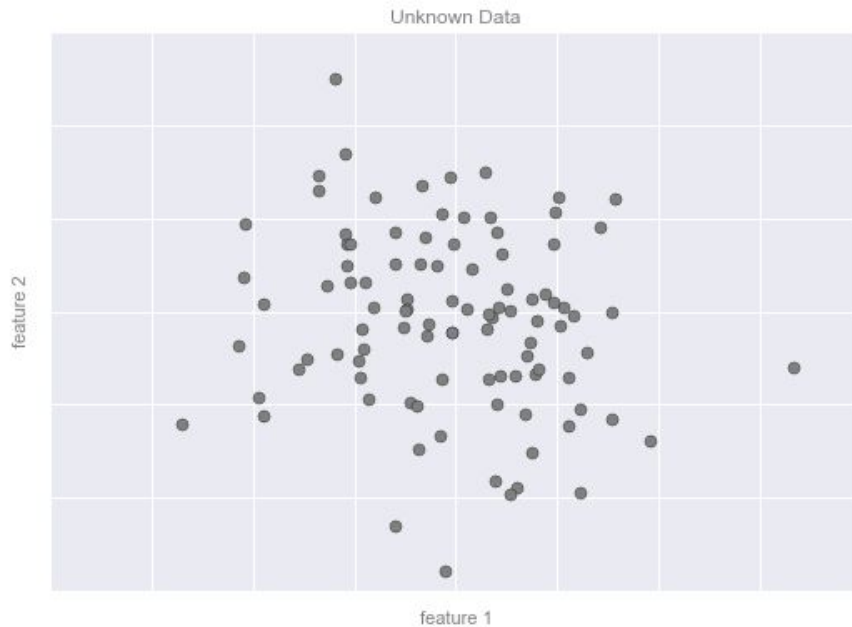


Modelo de Regressão





Aplicando Modelo de Regressão



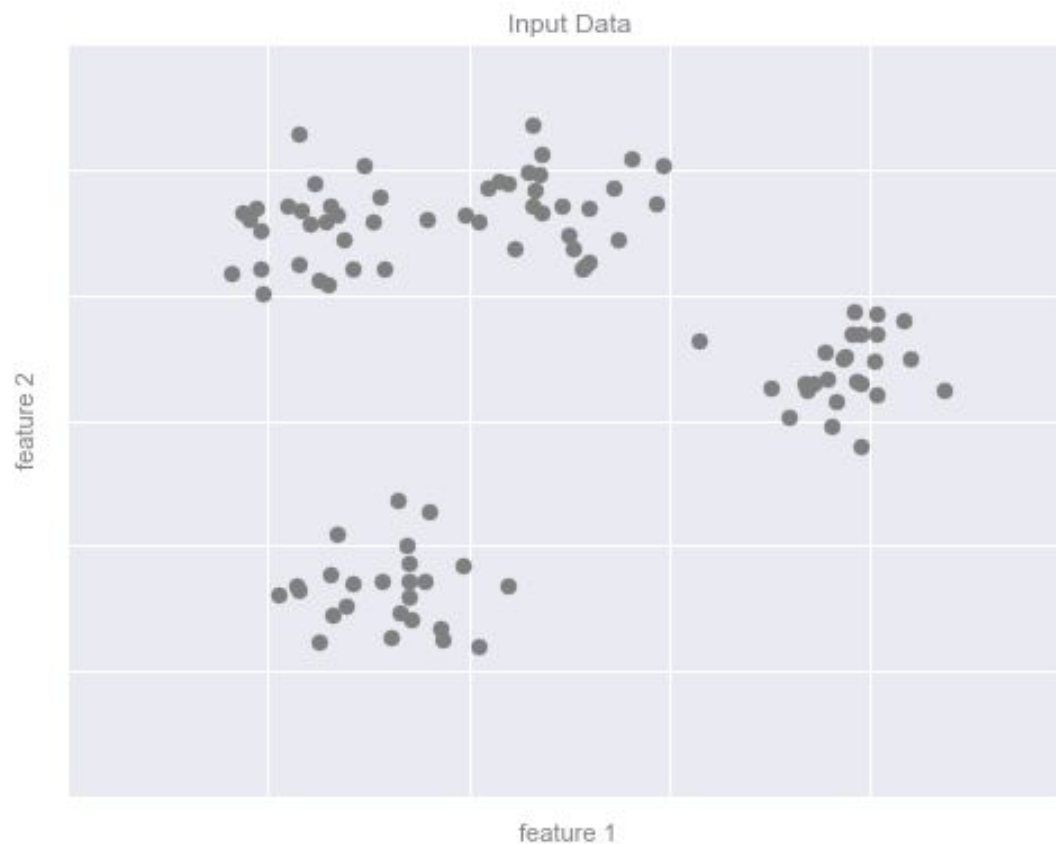


Aprendizado Não-Supervisionado

- Agrupamento: identifica grupos de dados
- Redução de dimensionalidade: cria representações mais sucintas dos dados

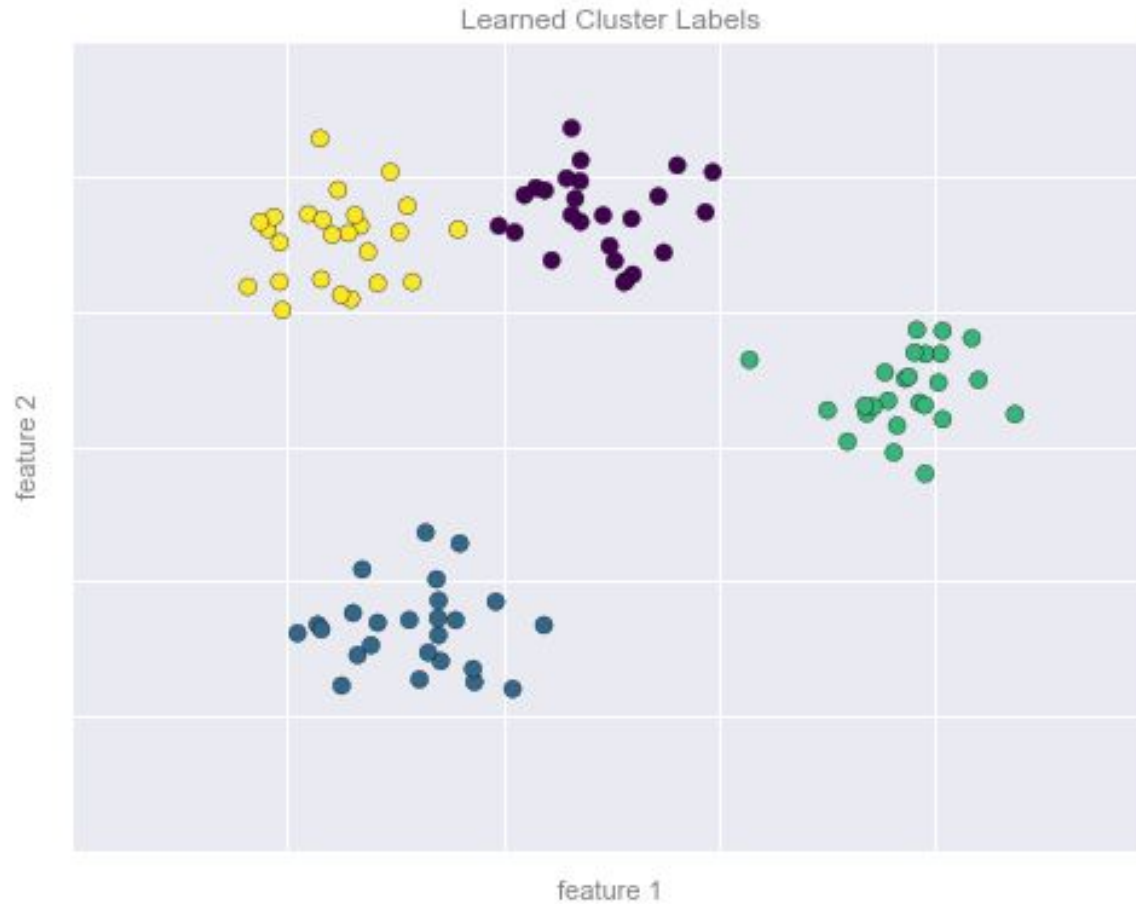


Agrupamento





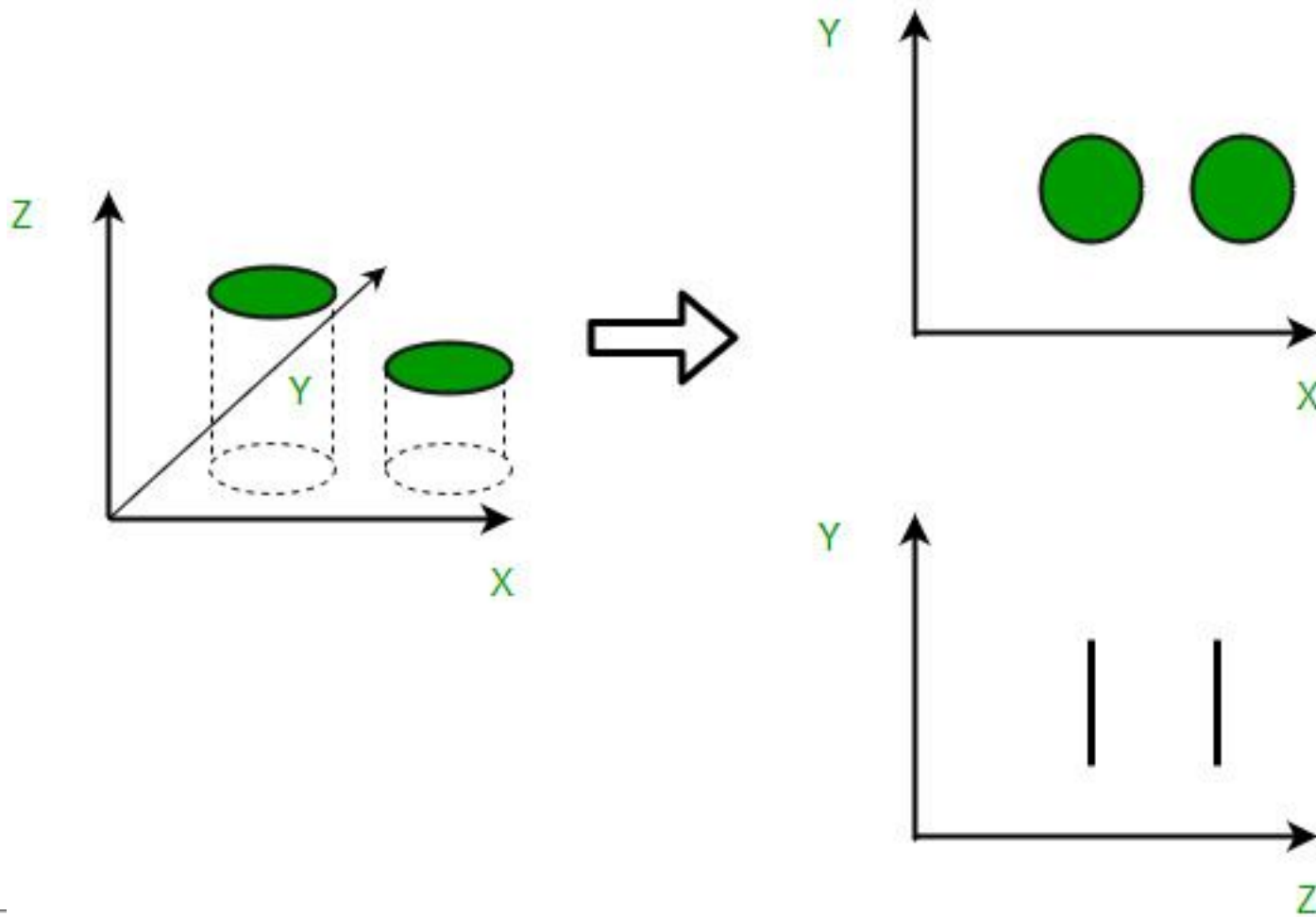
Criando Agrupamentos





Redução de Dimensionalidade

Dimensionality Reduction





Exemplo de Classificação: Filtragem de Spam

From: "" <takworld@hotmail.com>

Subject: real estate is the only way... gem oalvgkay

Anyone can buy real estate with no money down

Stop paying rent TODAY!

There is no need to spend hundreds or even thousands for similar courses

I am 22 years old and I have already purchased 6 properties using the methods outlined in this truly INCREDIBLE ebook.

Change your life NOW!

=====

Click Below to order:

<http://www.wholesaledaily.com/sales/nmd.htm>

=====



Modelo Supervisionado

- Conjunto de treinamento: instâncias e rótulos
- Instância representada por seu vetor de características: x_i
- Aprender função $f(x)=y$ que melhor prediz o valor de y dado x
- Para y categórico -> classificação
- Para y numérico -> regressão

Conjunto de Treinamento

	viagra	learning	the	dating	nigeria	<i>spam?</i>
$\vec{x}_1 = ($	1	0	1	0	0)	$y_1 = 1$
$\vec{x}_2 = ($	0	1	1	0	0)	$y_2 = -1$
$\vec{x}_3 = ($	0	0	0	0	1)	$y_3 = 1$

↑
Categórico



Modelo Supervisionado: Exemplo

- Filtragem de spam

	viagra	learning	the	dating	nigeria	<i>spam?</i>
$\vec{x}_1 = ($	1	0	1	0	0)	$y_1 = 1$
$\vec{x}_2 = ($	0	1	1	0	0)	$y_2 = -1$
$\vec{x}_3 = ($	0	0	0	0	1)	$y_3 = 1$

- Features:
 - Palavras: viagra, learning, the, dating nigeria
 - Presença ou ausência
- Classe y : spam (+1) ou não spam (-1)



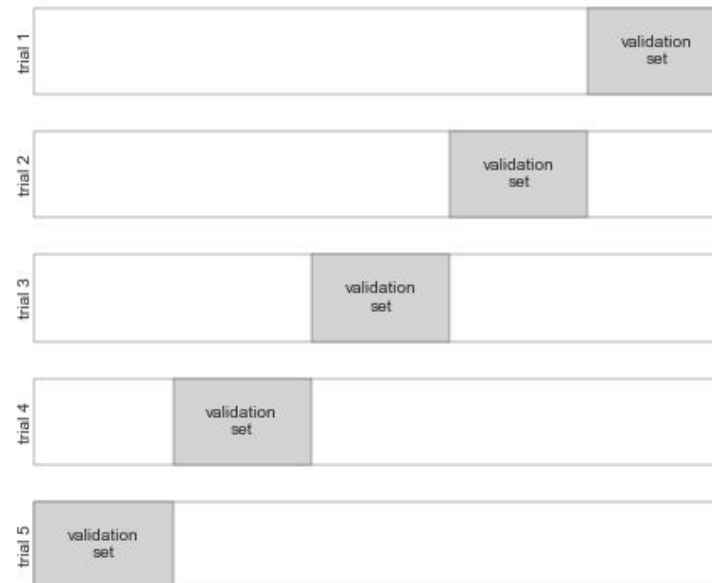
Features

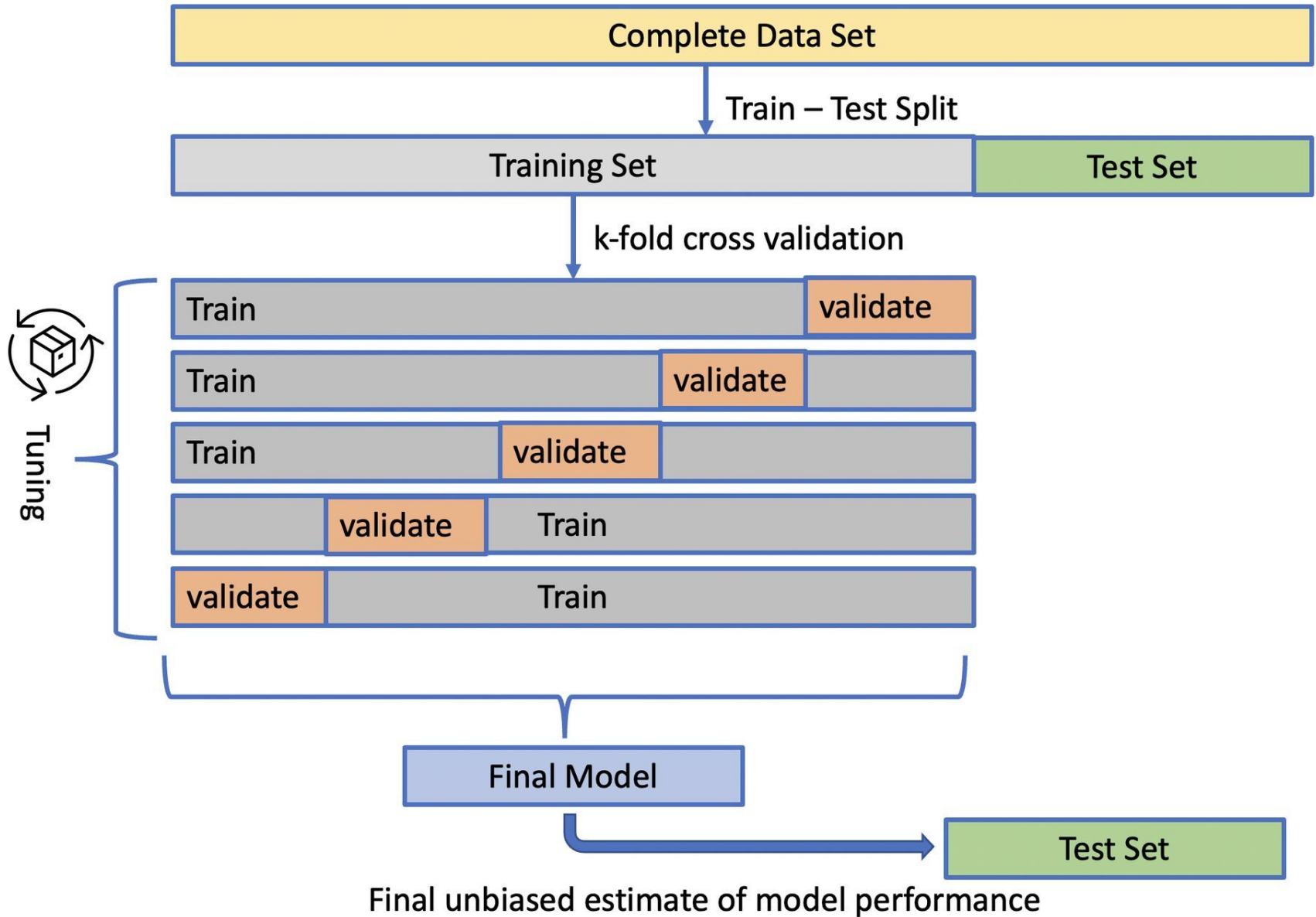
- Grande importância no resultado da classificação
- Importante: influência com a saída da classificação
 - Ex1: previsão de chuva: temperatura, humidade
 - Ex2: análise de sentimentos: palavras com polaridade (negativa/positiva)



Avaliação de Modelos

- Holdout set: não usado para treinamento
- Treinamento/validação/teste
- Cross-validation







Medidas de Avaliação

- Precision
- Recall
- F1 (F-measure)
- Accuracy

	in the class	not in the class
predicted to be in the class	true positives (TP)	false positives (FP)
predicted to not be in the class	false negatives (FN)	true negatives (TN)

$$\text{precision: } P = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{recall: } R = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F_1 = \frac{1}{\frac{1}{2} \frac{1}{P} + \frac{1}{2} \frac{1}{R}} = \frac{2PR}{P + R}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP}$$



Selecionando o Melhor Modelo

- Usar conjunto de validação/cross-validation
- Buscar melhores valores dos hiper-parâmetros
 - Algoritmo de ML
 - Espaço de parâmetros
 - Método para buscar valores candidatos
 - Holdout set
 - Métrica de avaliação
- Estratégias:
 - Grid search
 - Automl: TPOT, SMAC, auto-sklearn, optuna



Passos

1. Importar modelo escolhido
2. Escolher os hiper-parâmetros do modelo
3. Criar modelo com função fit
4. Aplicar o modelo a novos dados
 - Supervisionado: função predict
 - Não-supervisionado: funções transform ou predict

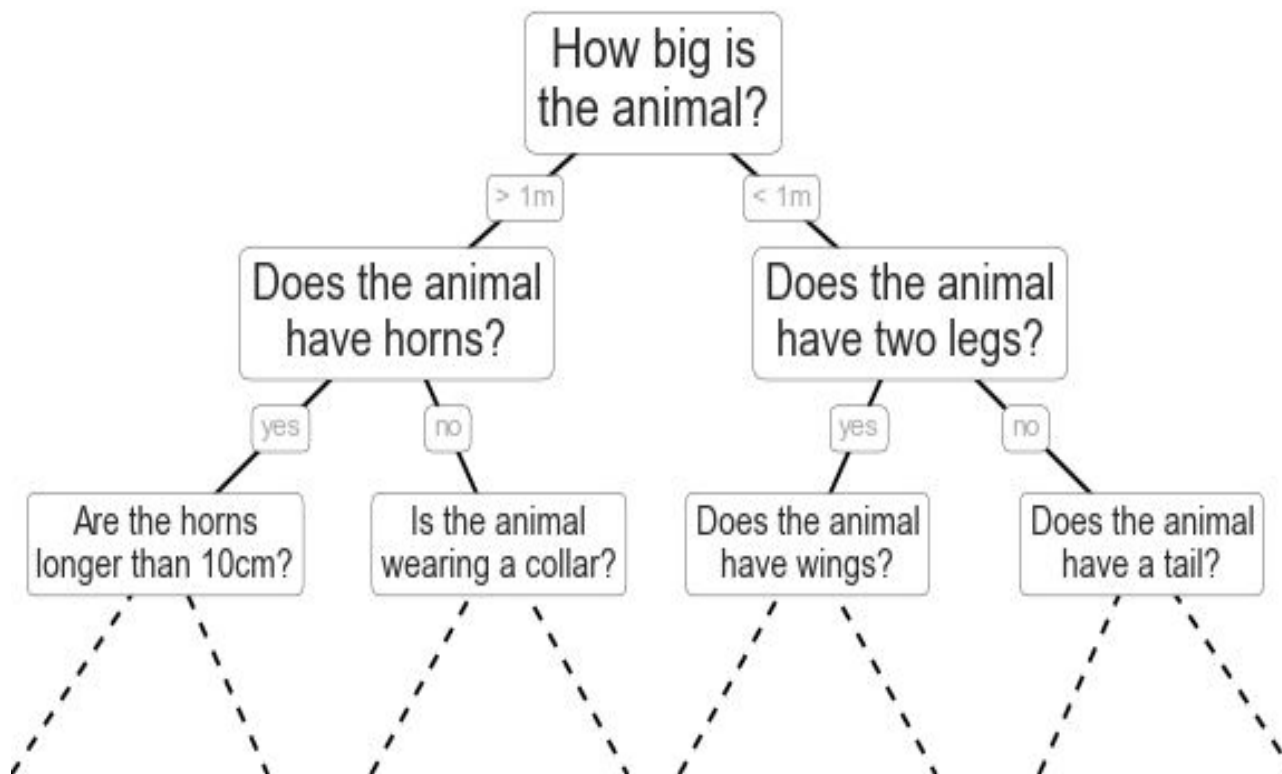


Random Forest

- Ensemble de árvores de decisão
- A soma é melhor que as partes: o voto da maioria é melhor do que modelos individualmente

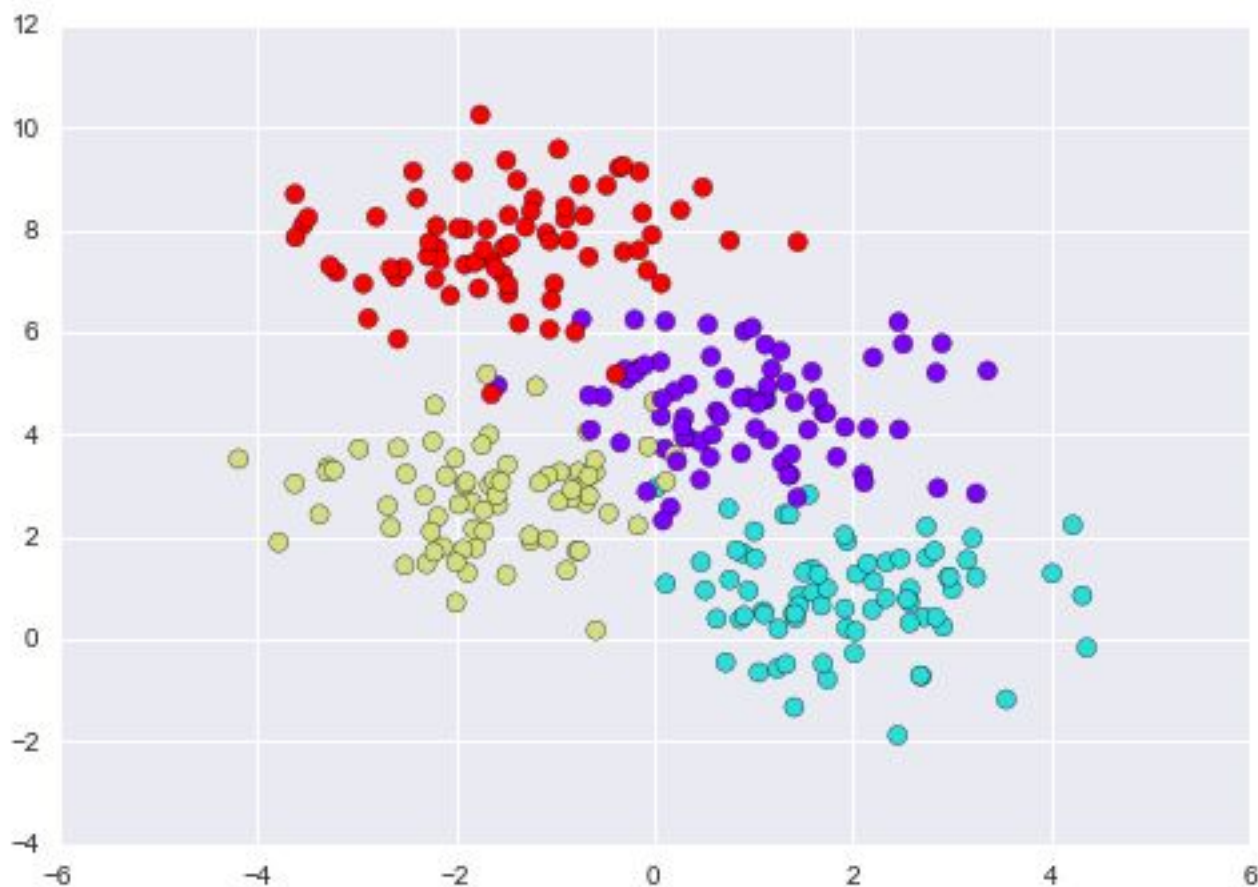


Exemplo de Árvore de Decisão



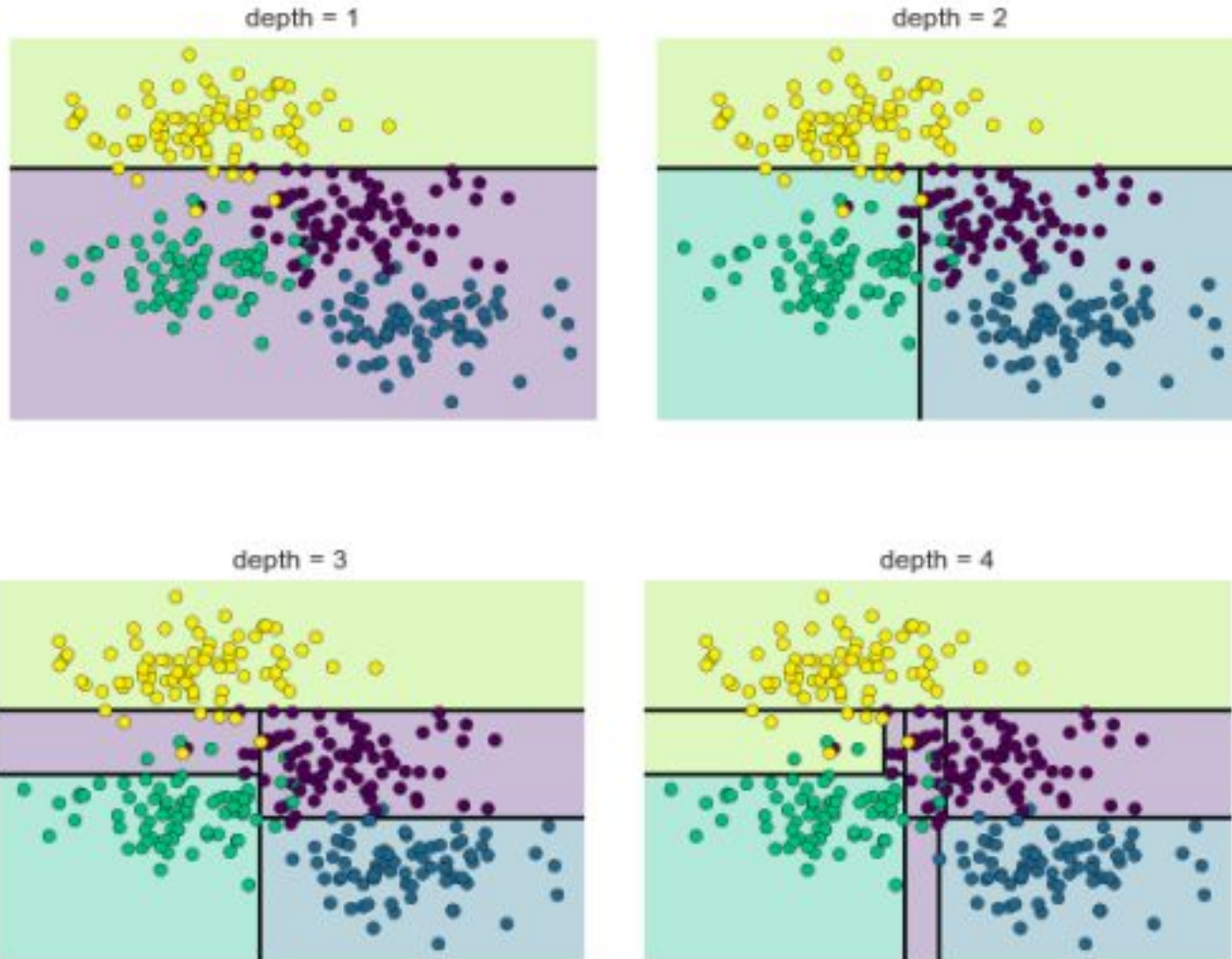


Outro Exemplo com Árvore de Decisão



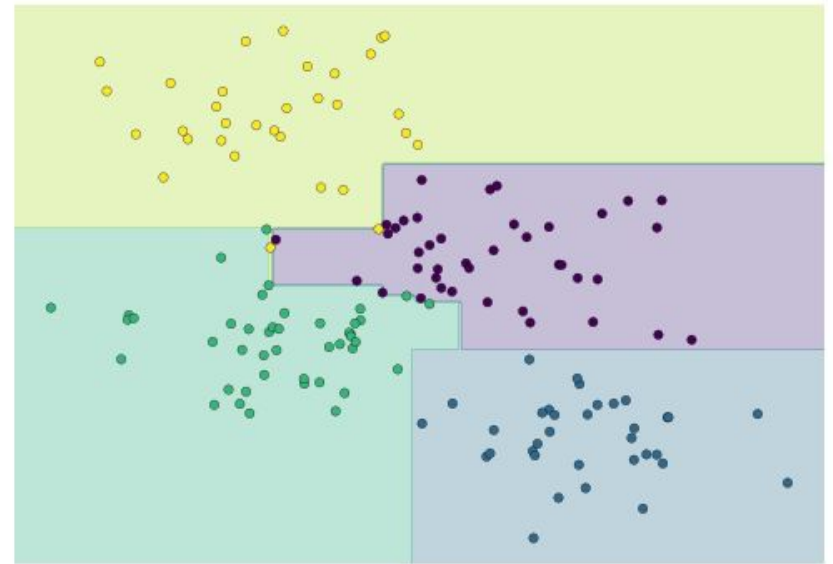
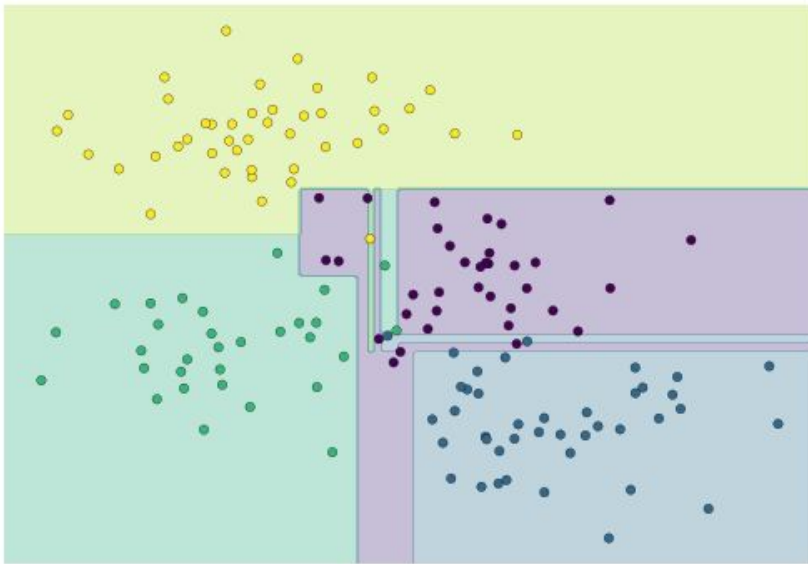


Dividindo os Dados





Problema com Overfitting





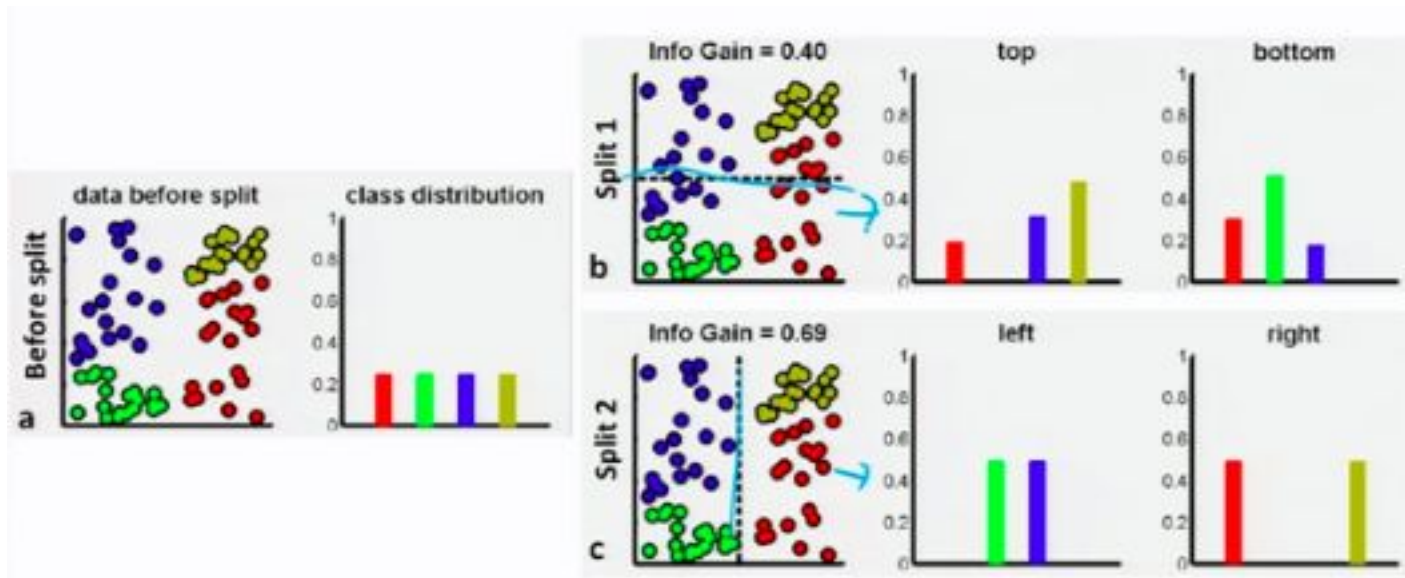
Random Forest

- Ensemble aleatório de árvores de decisão
- Vários estimadores combinados para evitar overfitting
- Bagging:
 - Ensemble de estimadores em paralelo que fazem overfitting
 - Calcula a média das previsões (regressão) ou maioria dos votos (classificação)
 - Vários modelos que dão overfitting podem ser combinados para evitar overfitting
- Não assume distribuição gaussiana, relacionamento linear etc



Algoritmo de Construção

1. Seleciona uma amostra do treinamento
2. Para cada nó, seleciona uma amostra m das n features e dessas m é selecionada a com maior information gain ou gini
3. Até não haver mais dados para separar
4. Repete passos 1 a 3 para cada árvore



Information Gain



Vantagens

- Tem obtido excelentes resultados em diversos tipos de datasets
- Execução rápida
- Pode lidar com milhares de features
- Mostra a importância das features na classificação
- Lida bem com dados ausentes



Diagnóstico de Modelos

- Como melhorar o classificador?
 - Mais/menos dados
 - Mais/menos features
 - Modelos mais/menos complexos
- Exemplo:
 - Alvo: 5% de erro
 - Erro no treinamento: 15% (**viés: $15-5= 10$**)
 - Erro no teste: 16% (**variância: $16-15 = 1$**)
 - Precisa melhorar o desempenho no conjunto de treinamento

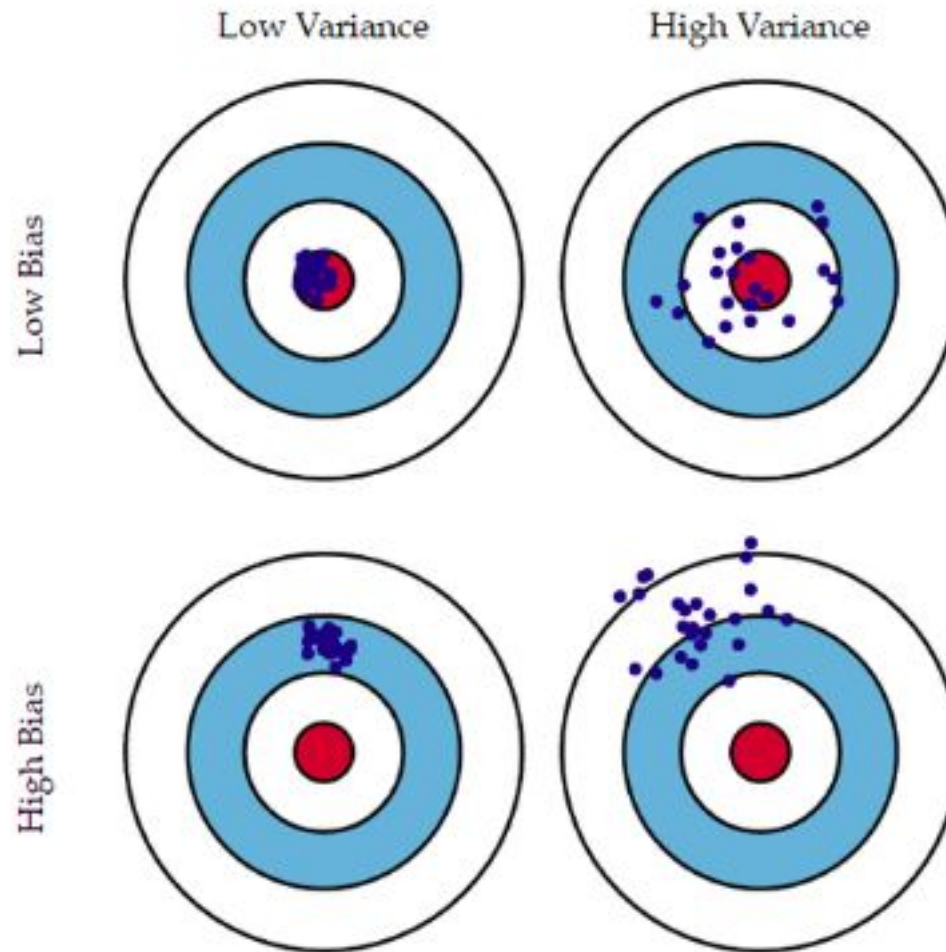


Diagnóstico de Modelos

- Viés:
 - Desempenho no conjunto de treinamento
 - Depende do valor alvo
- Variância: diferença de desempenho entre treinamento e teste

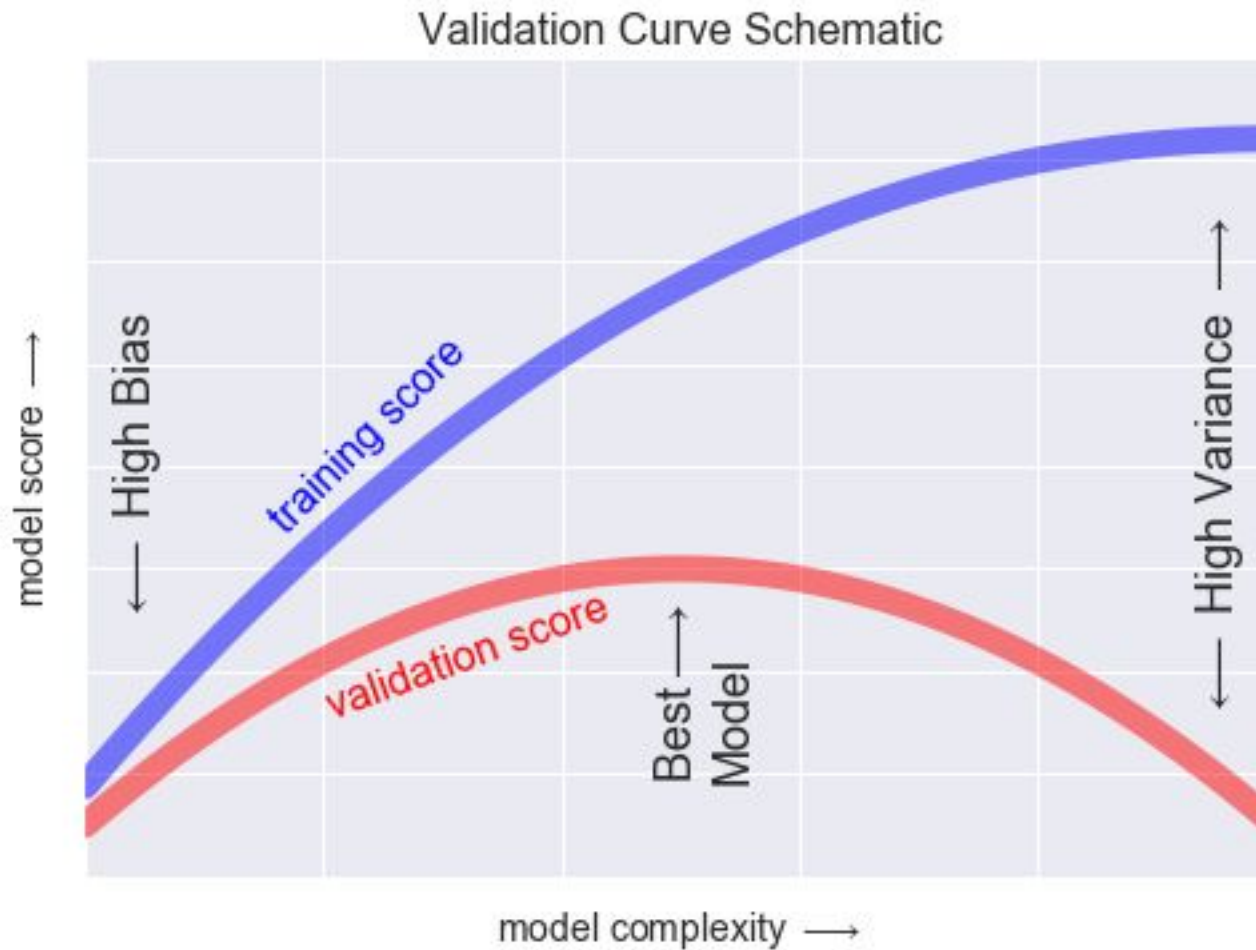


Viés e Variância





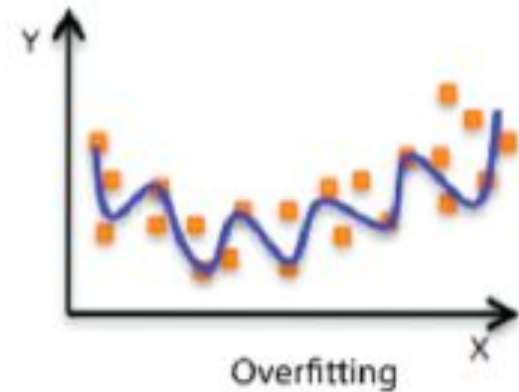
Viés e Variância





Overfitting

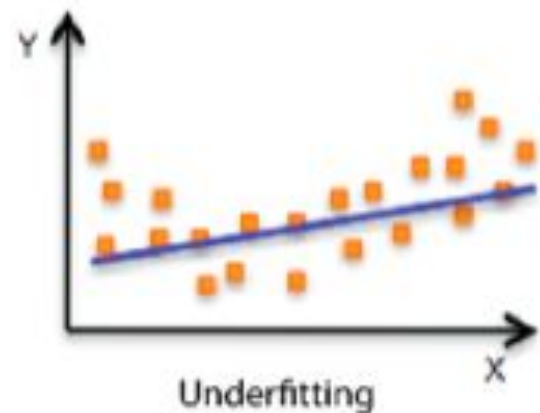
- Bom desempenho no conjunto de treinamento
- Problema em generalizar
- Baixo viés e alta variância
- Exemplo
 - Erro no treinamento: 1%
 - Erro no teste: 11%





Underfitting

- Modelo não modela bem o conjunto de treinamento
- Alto viés e baixa variância
- Exemplo
 - Erro no treinamento: 15%
 - Erro no teste: 16%





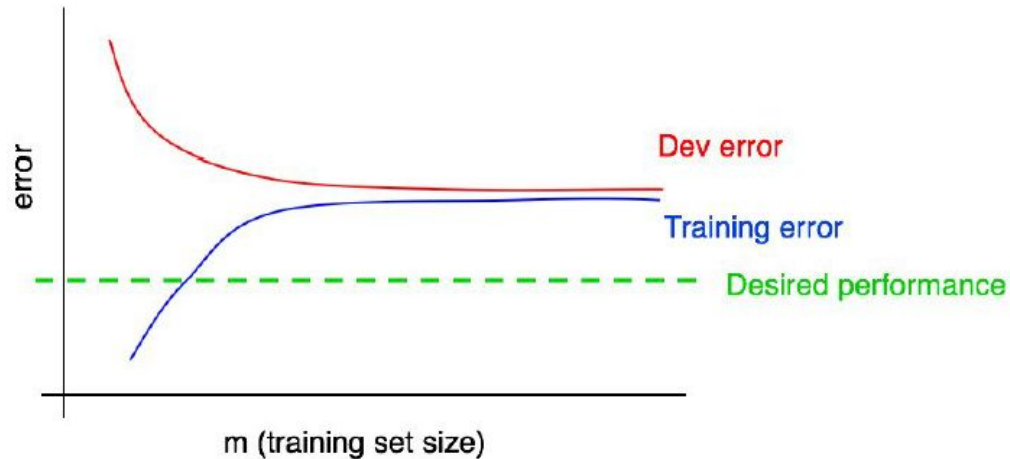
Outros Cenários

- Underfitting e overfitting
 - Exemplo
 - Erro no treinamento: 15%
 - Erro no teste: 30%
- Ideal
 - Exemplo
 - Erro no treinamento: 0.5%
 - Erro no teste: 1%



Lidando com Viés

- Alto viés (underfitting)

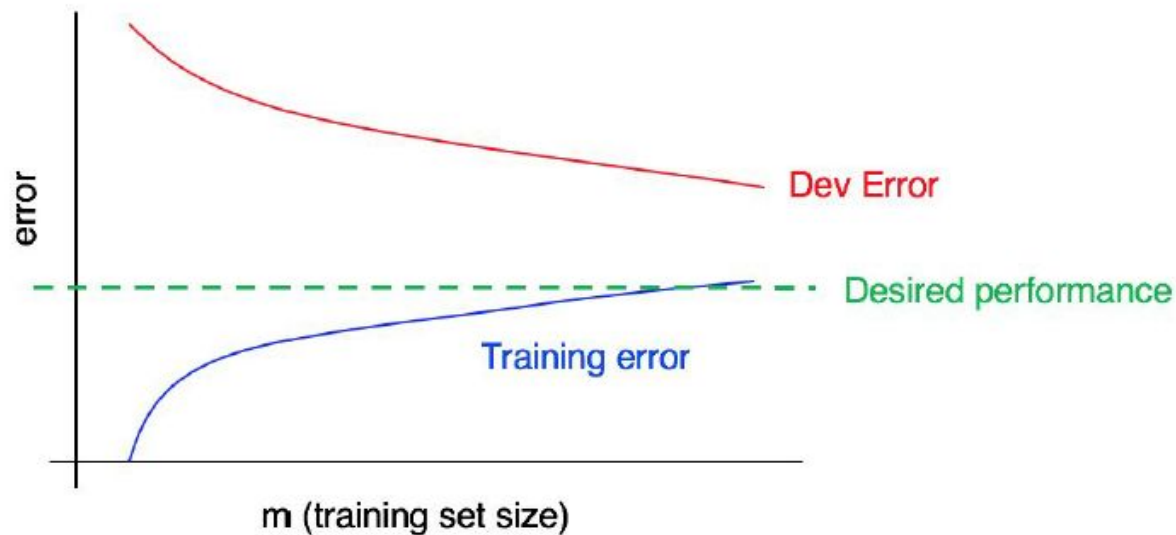


- Aumentar a complexidade do modelo
- Mais features
- Não ajuda adicionar mais dados ao treinamento



Lidando com Variância

- Alta variância (overfitting)



- Adicionar dados ao conjunto de treinamento
- Feature selection
- Modelos menos complexos