


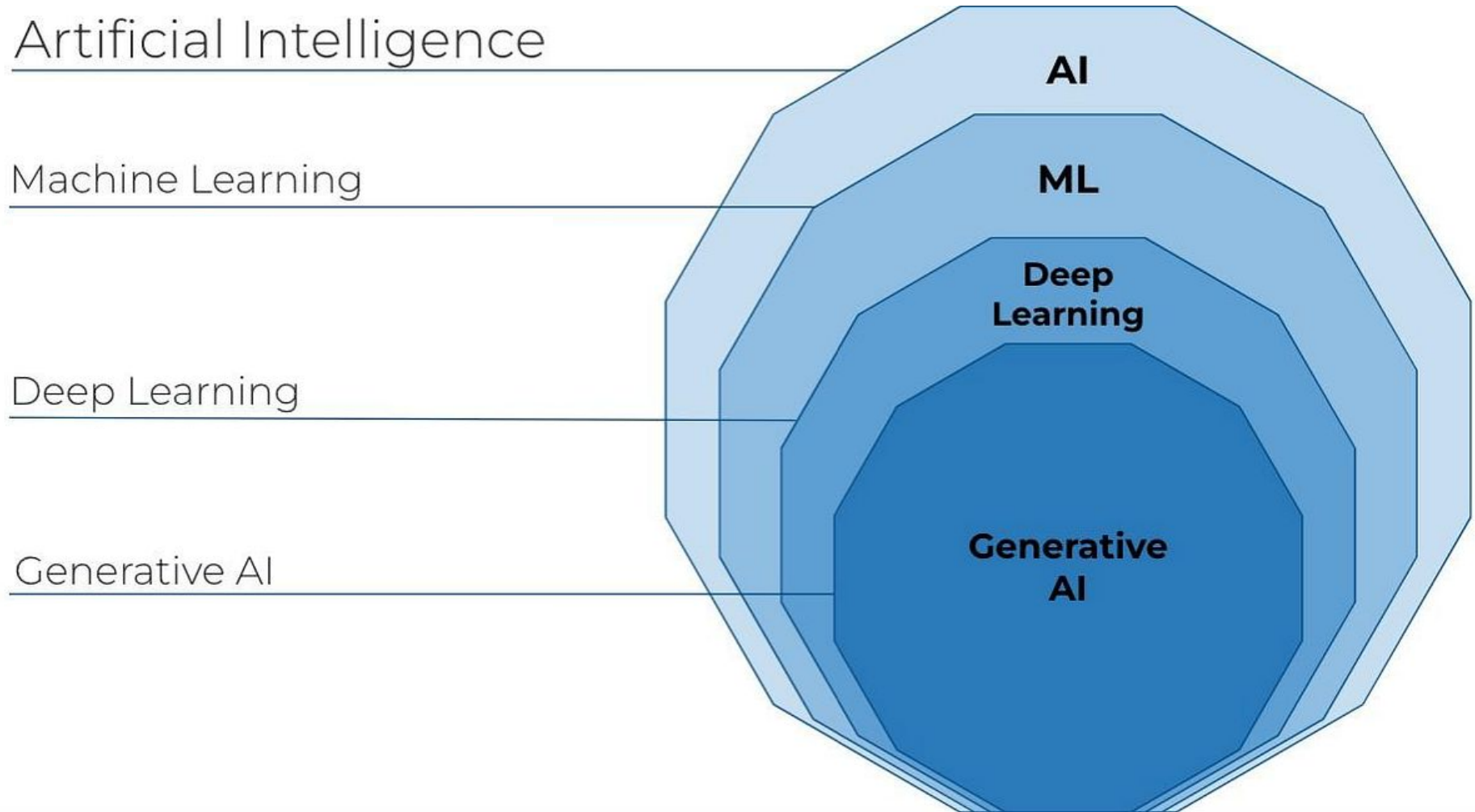
# Introdução ao Aprendizado de Máquina



Gabriel P. Oliveira

Inteligência Artificial  
2026/1

# AI? ML? DL? Generative AI?



# AI? ML? DL? Generative AI?

## Artificial Intelligence

Is the field of study

## Machine Learning

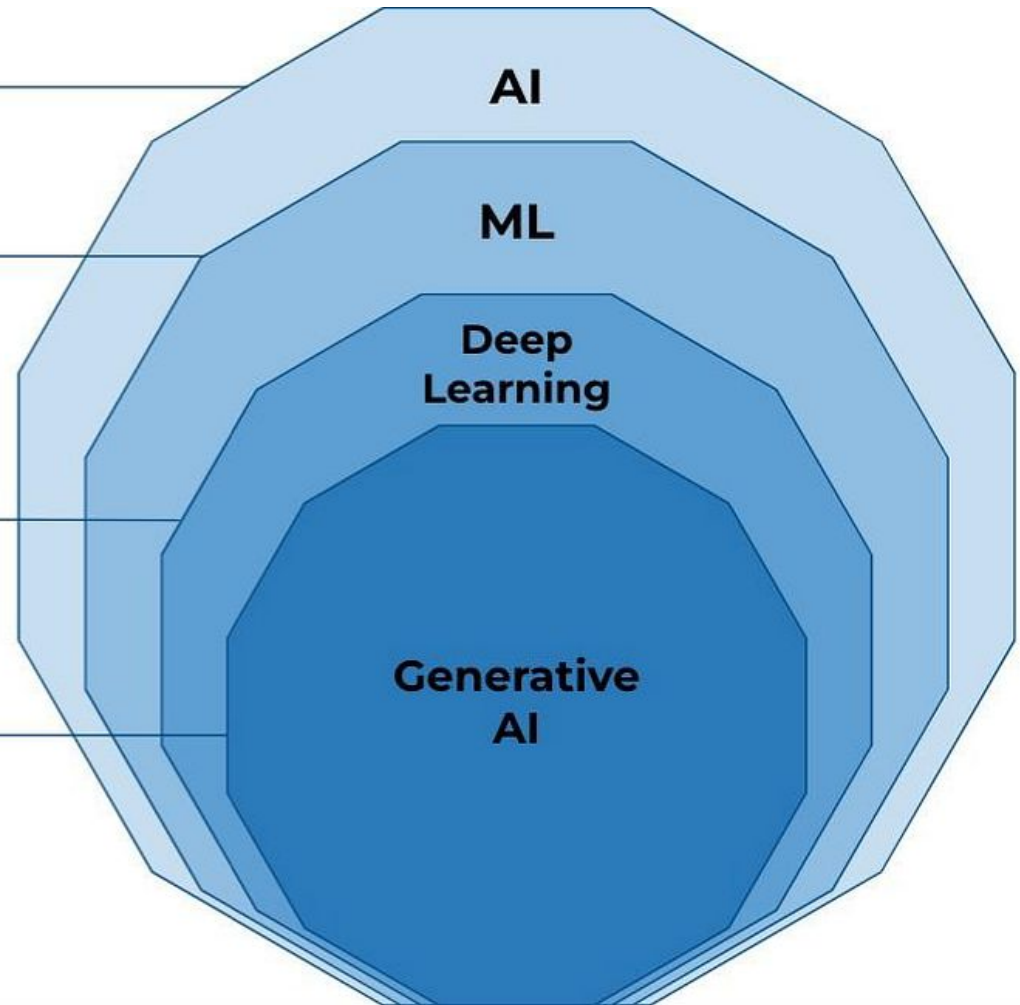
Is a branch of AI that focus on the creation of intelligent machines that learn from data. Another very well know branch inside AI is **Optimization**.

## Deep Learning

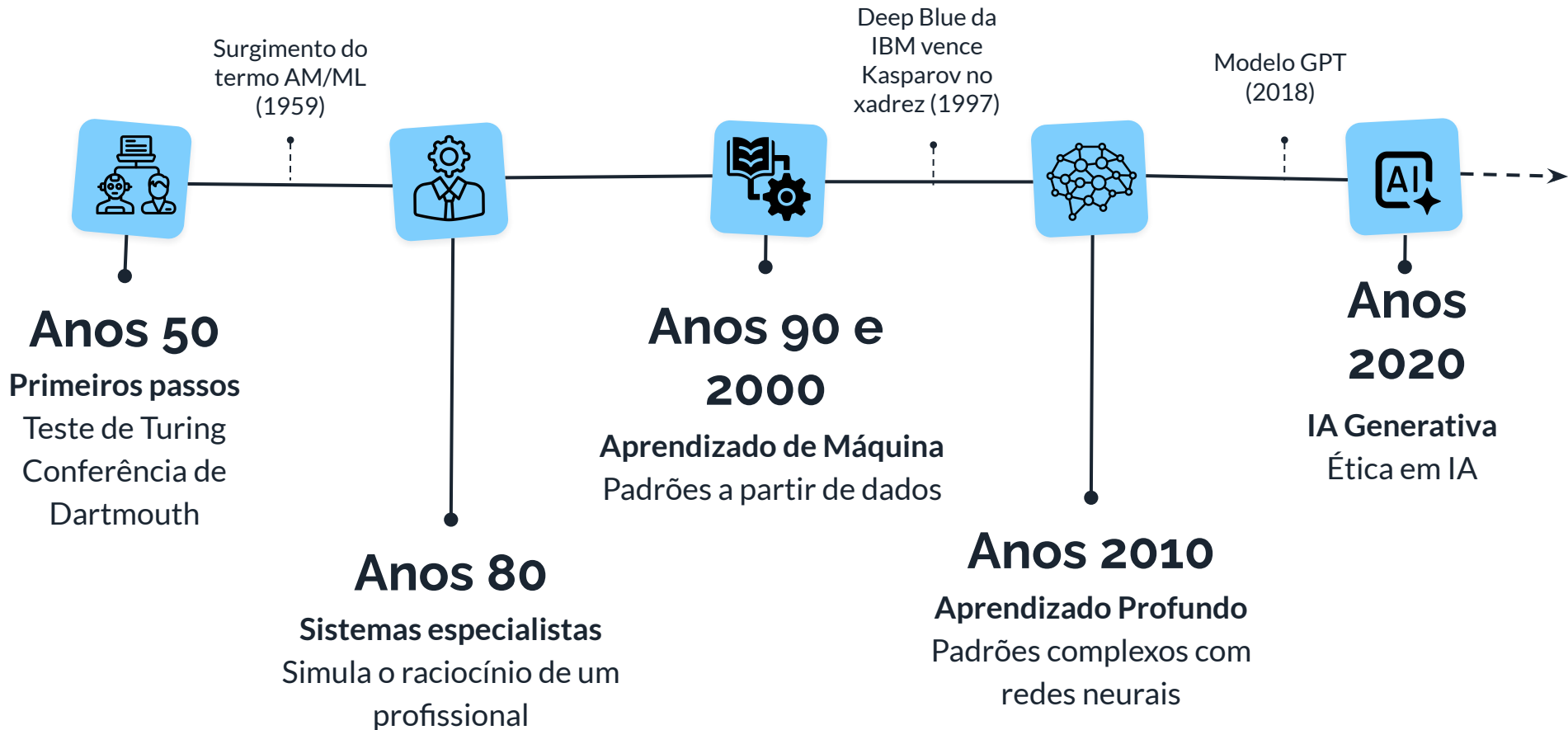
Is a subset of Machine Learning methods, based on **Artificial Neural Networks**.  
Examples: CNNs, RNNs

## Generative AI

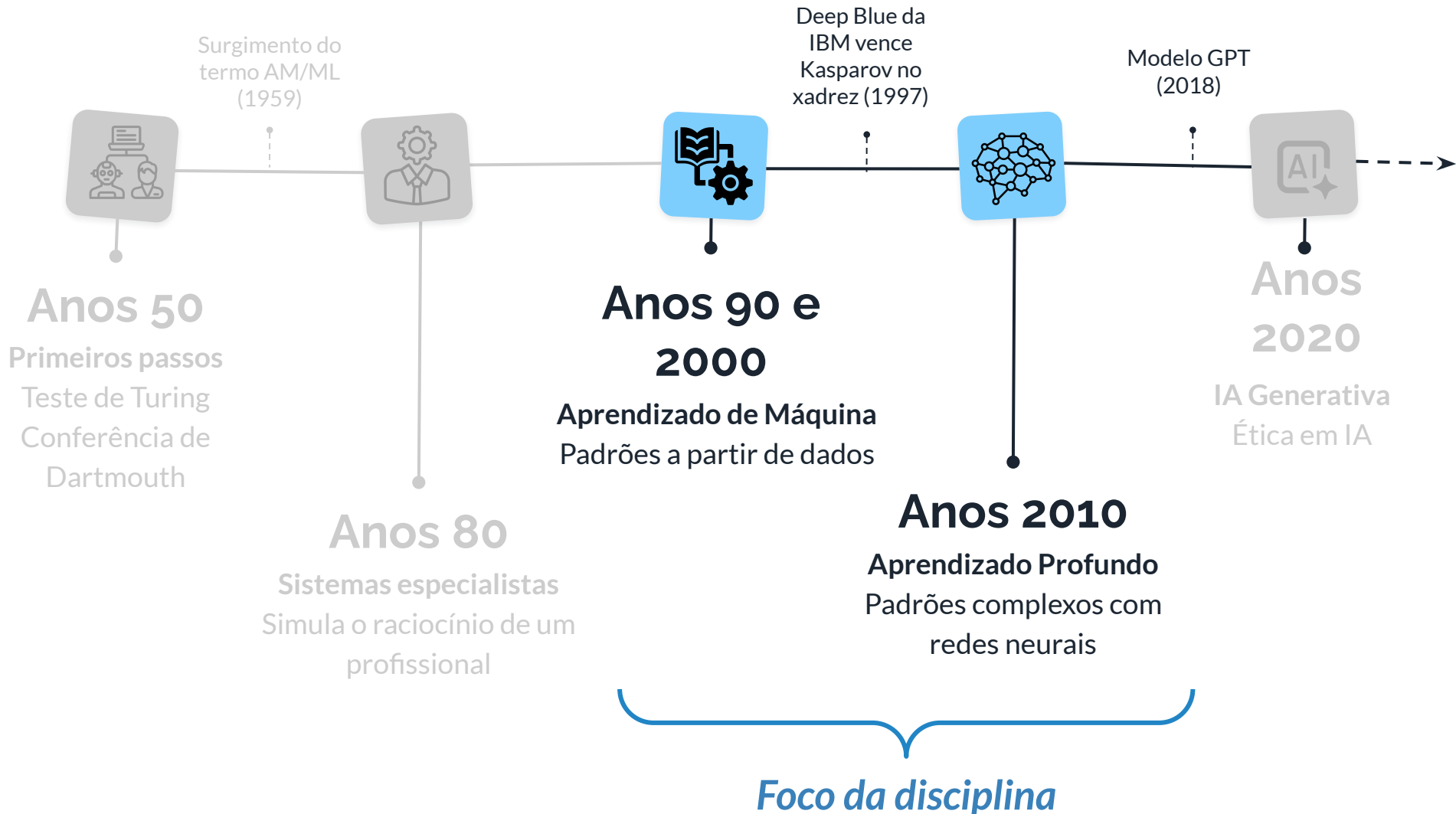
A type of ANNs that generate data that is similar to the data it was trained on.  
Examples: GANs, LLMs



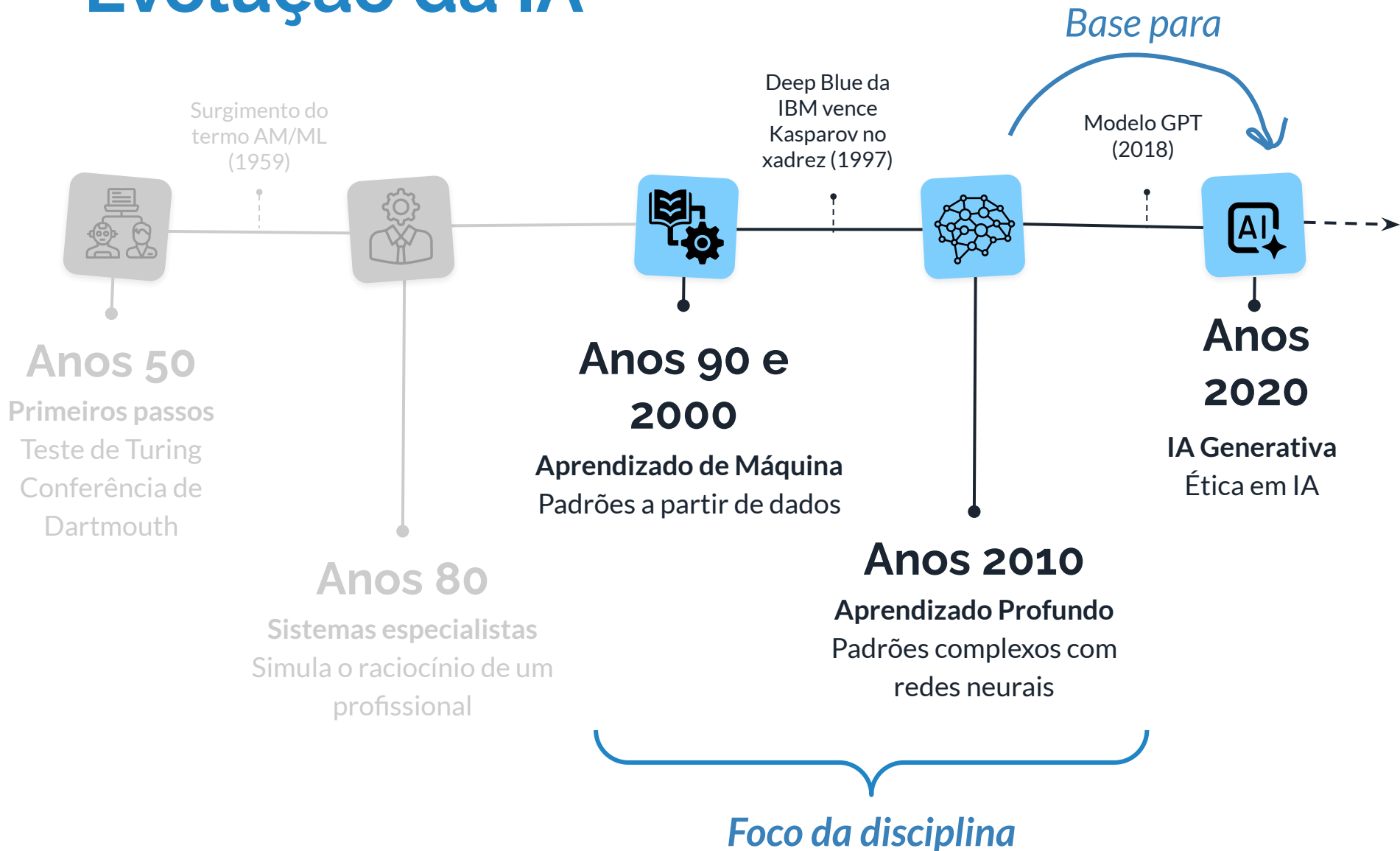
# Evolução da IA



# Evolução da IA



# Evolução da IA



1.

# O que é Aprendizado de Máquina (AM)?

*Definições e tarefas*

# Algumas definições de AM

Termo introduzido por [Arthur Samuel \(1959\)](#)

“A capacidade de melhorar o desempenho na realização de alguma **tarefa** por meio da **experiência**.” [Mitchell \(1997\)](#)

“Processo que permite aos computadores aprenderem **autonomamente**, identificando **padrões** e tomando decisões **baseadas em dados**.” [Enciclopédia Britannica \(2026\)](#)



# Algumas definições de AM

Termo introduzido por [Arthur Samuel \(1959\)](#)

“A capacidade de melhorar o desempenho na realização de alguma **tarefa** por meio da **experiência**.” [Mitchell \(1997\)](#)

“Processo que permite aos computadores aprenderem **autonomamente**, identificando **padrões** e tomando decisões **baseadas em dados**.” [Enciclopédia Britannica \(2026\)](#)

# Indução de Hipóteses

**P: Como aprender autonomamente?**

# Indução de Hipóteses

**P: Como aprender autonomamente?**

Indução de hipótese (regra ou função) a partir de dados

*Treinamento*  
*Exemplos*

# Indução de Hipóteses

**P: Como aprender autonomamente?**

Indução de hipótese (regra ou função) **a partir de dados**

*Treinamento*  
*Exemplos*

É desejável que a hipótese seja válida para outras instâncias do problema que **não foram vistas ainda**

*Teste*  
*Novidade*

# Na prática

## Aprovação de empréstimo

Imagine que um banco quer prever se deve **aprovar** ou **rejeitar** um pedido de empréstimo com base em alguns atributos do cliente.

# Na prática

## Aprovação de empréstimo

Imagine que um banco quer prever se deve **aprovar** ou **rejeitar** um pedido de empréstimo com base em alguns atributos do cliente.

*Quais atributos seriam importantes de serem avaliados?*

# Na prática

## Aprovação de empréstimo

Imagine que um banco quer prever se deve **aprovar** ou **rejeitar** um pedido de empréstimo com base em alguns atributos do cliente.

*Quais atributos seriam importantes de serem avaliados?*  
*Valor da dívida, renda, idade, histórico, etc.*

# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Treinamento

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>



# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Treinamento

Instâncias	Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
	c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
	c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
	c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
	c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
	c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
	c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
	c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Treinamento

Instâncias	Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
	c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
	c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
	c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
	c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
	c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
	c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
	c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

Atributos de entrada  
*Features*

# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Treinamento

Instâncias	Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
	c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
	c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
	c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
	c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
	c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
	c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
	c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

Atributo de saída  
*Target* (alvo)

# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Teste

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

Novo  
cliente!


c8	30	4000	Bom	800	???
----	----	------	-----	-----	-----

# Na prática

## Aprovação de empréstimo – Teste

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

Com base na hipótese aprendida



**Novo cliente!**

c8	30	4000	Bom	800	<b>Sim</b>
----	----	------	-----	-----	------------

# Indução de Hipóteses

**Generalização** → A hipótese deve ser válida para outras instâncias do problema que não foram vistas ainda

# Indução de Hipóteses

**Generalização** → A hipótese deve ser válida para outras instâncias do problema que não foram vistas ainda

- ***Overfitting*** → hipótese memorizou/especializou nos dados de treinamento
- ***Underfitting*** → hipótese apresenta baixa taxa de acerto até mesmo no treinamento

# Tarefas de Aprendizado

**Preditivas** → Encontrar uma função (hipótese) a partir dos dados de treinamento para prever um rótulo ou valor com base nos atributos de entrada

Algoritmos seguem o paradigma do **aprendizado supervisionado**

- *Existe um “supervisor externo” que conhece a saída desejada para cada exemplo – o atributo de saída*



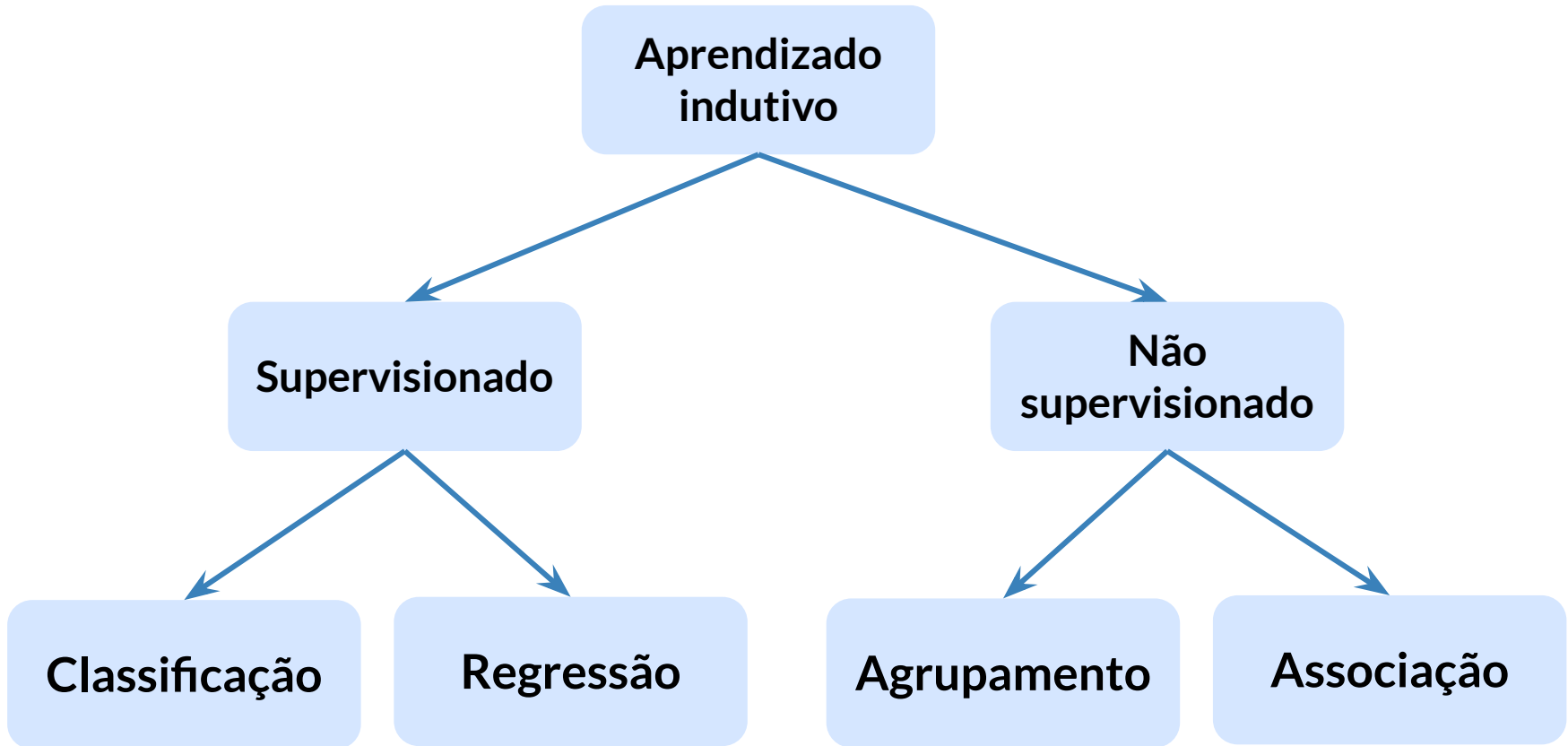
# Tarefas de Aprendizado

**Descritivas** → Explorar ou descrever um conjunto de dados

Algoritmos seguem o paradigma do **aprendizado não supervisionado**

- *Não fazem uso o atributo de saída*

# Tarefas de Aprendizado



# Existem outras tarefas?

**Aprendizado semi-supervisionado** → Envolve conjuntos de dados de treinamento rotulados e não-rotulados

Ideal quando o projeto possui muitos dados de treinamento, mas a maioria não estão rotulados

# Existem outras tarefas?

**Aprendizado por reforço** → Reforçar ou recompensar uma ação considerada positiva e punir uma ação considerada negativa

**Exemplo:** ensinar um robô a encontrar a melhor trajetória entre dois pontos

2.

# Aprendizado Supervisionado

*Classificação e regressão*

# Classificação

**Objetivo** → dado um exemplo não rotulado, atribui uma das possíveis **classes** (rótulos)

Classes são sempre atributos **categóricos** (nominais)


É uma das tarefas mais comuns em AM

# Classificação

O cliente vai ter valor aprovado?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Aprovado?
c1	25	3000	Bom	500	<b>Sim</b>
c2	45	8000	Bom	1000	<b>Sim</b>
c3	23	2000	Ruim	2500	<b>Não</b>
c4	35	5000	Bom	700	<b>Sim</b>
c5	52	9000	Ruim	4000	<b>Não</b>
c6	28	3500	Ruim	1800	<b>Não</b>
c7	40	6500	Bom	900	<b>Sim</b>

Qual será a classe?



**Novo cliente!**

c8	30	4000	Bom	800	<b>???</b>
----	----	------	-----	-----	------------

# Regressão

Semelhante à classificação

**Objetivo** → dado um exemplo não rotulado, atribui uma dos possíveis **valores** (rótulos)

Classes são sempre atributos **numéricos**




# Regressão

Qual o valor máximo que o cliente pode receber?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida	Valor Concedido
c1	25	3000	Bom	500	8000
c2	45	8000	Bom	1000	25000
c3	23	2000	Ruim	2500	2000
c4	35	5000	Bom	700	15000
c5	52	9000	Ruim	4000	6000
c6	28	3500	Ruim	1800	4000
c7	40	6500	Bom	900	20000

Qual será o valor liberado para o novo cliente?



Novo cliente!

c8	30	4000	Bom	800	???
----	----	------	-----	-----	-----

2.

# Aprendizado Não Supervisionado

*Agrupamento e associação*

# Agrupamento (*clustering*)

**Objetivo** → agrupar as instâncias de acordo com a similaridade entre as instâncias (a partir das *features*)

Não existe rótulo/atributo de saída

É muito interessante para descobrir perfis dentro do conjunto de dados

# Agrupamento (*clustering*)

Que tipos de clientes existem na base?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	25	3000	Bom	500
c2	45	8000	Bom	1000
c3	23	2000	Ruim	2500
c4	35	5000	Bom	700
c5	52	9000	Ruim	4000
c6	28	3500	Ruim	1800
c7	40	6500	Bom	900

# Agrupamento (*clustering*)

Que tipos de clientes existem na base?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	25	3000	Bom	500
c2	45	8000	Bom	1000
c3	23	2000	Ruim	2500
c4	35	5000	Bom	700
c5	52	9000	Ruim	4000
c6	28	3500	Ruim	1800
c7	40	6500	Bom	900

**Grupo A:** baixa renda, maior risco

# Agrupamento (*clustering*)

Que tipos de clientes existem na base?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	25	3000	Bom	500
c2	45	8000	Bom	1000
c3	23	2000	Ruim	2500
c4	35	5000	Bom	700
c5	52	9000	Ruim	4000
c6	28	3500	Ruim	1800
c7	40	6500	Bom	900

**Grupo B:**  
média/alta renda,  
bom histórico

# Agrupamento (*clustering*)

Que tipos de clientes existem na base?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	25	3000	Bom	500
c2	45	8000	Bom	1000
c3	23	2000	Ruim	2500
c4	35	5000	Bom	700
c5	52	9000	Ruim	4000
c6	28	3500	Ruim	1800
c7	40	6500	Bom	900

**Grupo C:** alta renda, mas alto endividamento

# Associação

**Objetivo** → busca de **padrões frequentes** de associações entre atributos de um conjunto de dados

*Features* são sempre **categóricas**

**Exemplo:** em sistemas de e-commerce, descobrir regras do tipo “quem compra produto A, também compra produto B”



# Associação

Quais características costumam aparecer juntas?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	25	3000	Bom	500
c2	45	8000	Bom	1000
c3	23	2000	Ruim	2500
c4	35	5000	Bom	700
c5	52	9000	Ruim	4000
c6	28	3500	Ruim	1800
c7	40	6500	Bom	900

# Associação

Quais características costumam aparecer juntas?


Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	Jovem	Baixa	Bom	Baixa
c2	Adulto	Alta	Bom	Baixa
c3	Jovem	Baixa	Ruim	Média
c4	Adulto	Média	Bom	Baixa
c5	Adulto	Alta	Ruim	Alta
c6	Jovem	Baixa	Ruim	Média
c7	Adulto	Alta	Bom	Baixa

# Associação

Quais características costumam aparecer juntas?

Cliente	Idade	Renda	Histórico de Crédito	Valor da Dívida
c1	Jovem	Baixa	Bom	Baixa
c2	Adulto	Alta	Bom	Baixa
c3	Jovem	Baixa	Ruim	Média
c4	Adulto	Média	Bom	Baixa
c5	Adulto	Alta	Ruim	Alta
c6	Jovem	Baixa	Ruim	Média
c7	Adulto	Alta	Bom	Baixa

Algoritmo descobre padrões e regras



(Alta renda, bom histórico) → Baixa dívida

3.

# Técnicas e Algoritmos

*Para cada tarefa*

# Exemplos de algoritmos clássicos

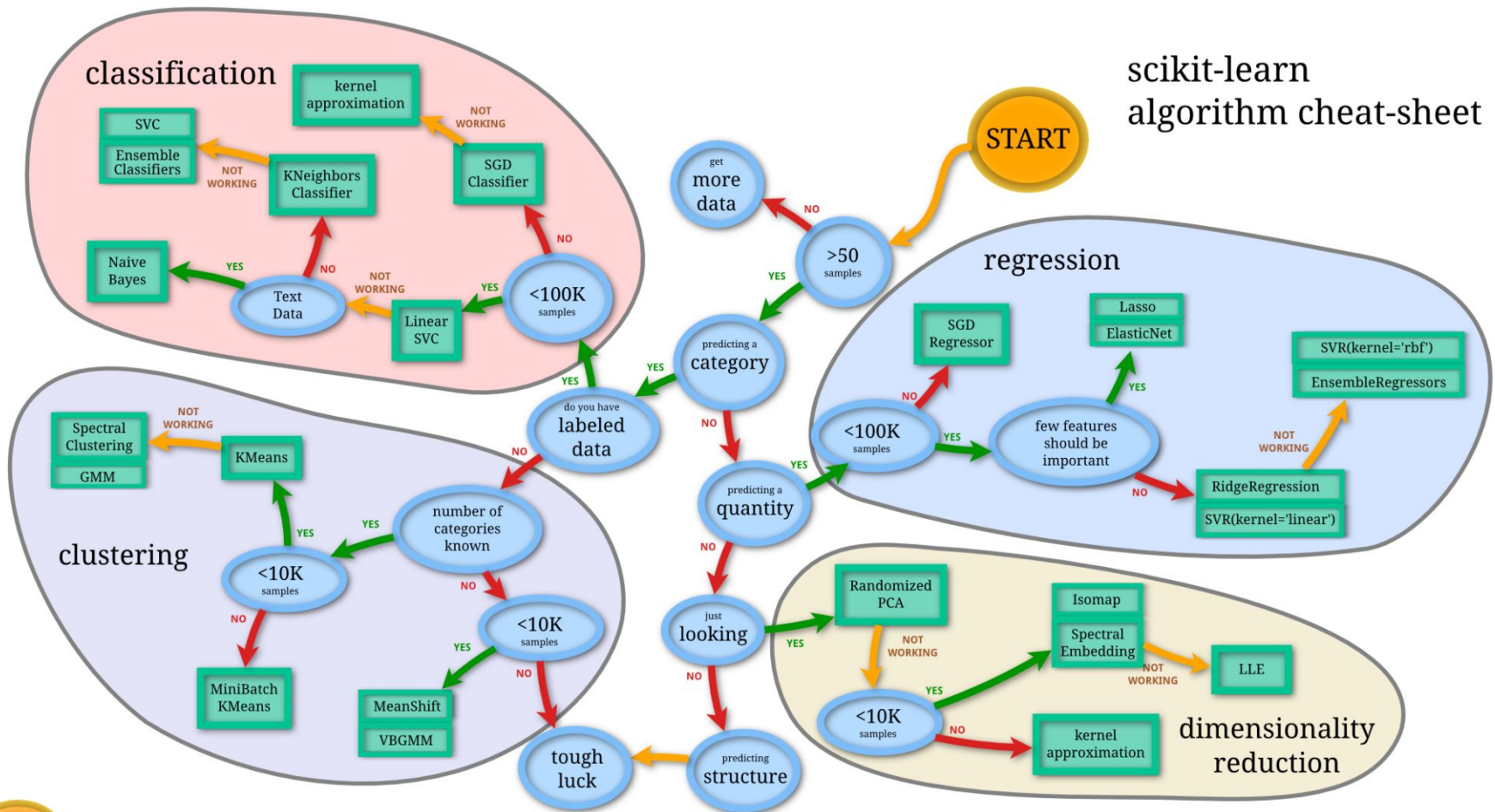
Supervisionado		Não supervisionado	
Classificação	Regressão	Agrupamento	Associação
Regressão Logística Árvore de Decisão Random Forest k-NN SVM Naive Bayes	Regressão Linear Árvore de Regressão Random Forest k-NN SVR	K-Means DBSCAN Hierárquico	Apriori FP-Growth Eclat

# Exemplos de algoritmos clássicos

Supervisionado		Não supervisionado	
Classificação	Regressão	Agrupamento	Associação
Regressão Logística Árvore de Decisão Random Forest k-NN SVM Naive Bayes	Regressão Linear Árvore de Regressão Random Forest k-NN SVR	K-Means DBSCAN Hierárquico	Apriori FP-Growth Eclat

Mesmas técnicas com  
pequenas adaptações de  
acordo com a tarefa

# scikit-learn algorithm cheat-sheet



4.

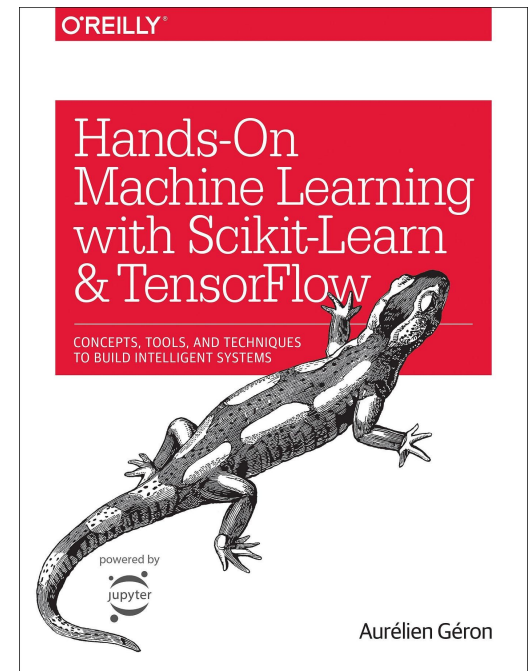
# Ferramentas

*Para a parte prática*



# Principais ferramentas

## Linguagens de programação:



## Bibliotecas/frameworks (Python):

Manipulação de dados



Algoritmos



Redes Neurais



TensorFlow

# 5. Exercícios

*Vamos testar os conhecimentos?*

# Exercício #1

Uma universidade quer prever se um aluno tem alta chance de abandonar o curso no próximo semestre para que possa intervir antecipadamente.

- Qual a tarefa?
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?
- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

# Exercício #1

Uma universidade quer prever se um aluno tem alta chance de abandonar o curso no próximo semestre para que possa intervir antecipadamente.

- Qual a tarefa? *Classificação*
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?

*Curso, frequência, nota, tempo de deslocamento, etc.*

- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

*Sim. Evasão (sim/não)*

## Exercício #2

Uma empresa de bicicletas compartilhadas quer prever quantas bicicletas serão alugadas na Lagoa da Pampulha ao longo do dia.

- Qual a tarefa?
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?
- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

# Exercício #2

Uma empresa de bicicletas compartilhadas quer prever quantas bicicletas serão alugadas na Lagoa da Pampulha ao longo do dia.

- Qual a tarefa? *Regressão*
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?

*Dia da semana, temperatura, chuva, feriado, evento, etc.*

- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

*Sim. Número de bicicletas alugadas.*

# Exercício #2

Uma empresa de bicicletas compartilhadas quer prever quantas bicicletas serão alugadas na Lagoa da Pampulha ao longo do dia.

Podemos transformar em um problema de classificação?

- Qual a tarefa? *Regressão*
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?

*Dia da semana, temperatura, chuva, feriado, evento, etc.*

- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

*Sim. Número de bicicletas alugadas.*

# Exercício #2

Uma empresa de bicicletas compartilhadas quer prever quantas bicicletas serão alugadas na Lagoa da Pampulha ao longo do dia.

- Qual a tarefa? **Classificação**
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?

Podemos transformar em um problema de classificação?

*Dia da semana, temperatura, chuva, feriado, evento, etc.*

- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

Sim. **Quantidade de bicicletas alugadas (alta/baixa).**



## Exercício #2

Uma empresa de bicicletas compartilhadas quer prever quantas bicicletas serão alugadas na Lagoa da Pampulha ao longo do dia.

- Qual a tarefa?
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?
- Existe atributo de saída (alvo/*target*)? Qual?

# Exercício #3

Um hospital quer descobrir quais medicamentos costumam ser prescritos juntos para determinados perfis de pacientes.

- Qual a tarefa?
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?
- Existe atributo de saída (*alvo/target*)? Qual?

# Exercício #3

Um hospital quer descobrir quais medicamentos costumam ser prescritos juntos para determinados perfis de pacientes.

- Qual a tarefa? *Associação*
- Possíveis atributos de entrada (*features*)?

*Medicamento A, medicamento B, Idade > 60, diabetes, etc.*

- Existe atributo de saída (*alvo/target*)? Qual?

*Não (descoberta de regras).*

# Referências

FACELI, Katti et al. **Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.  
(*Capítulo 1 e Introdução das Partes II e III*)