

# From Natural Computing to Deep Learning

## Tópicos Avançados II

Aula 2

Augusto Uchôa

Petran- Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Transportes

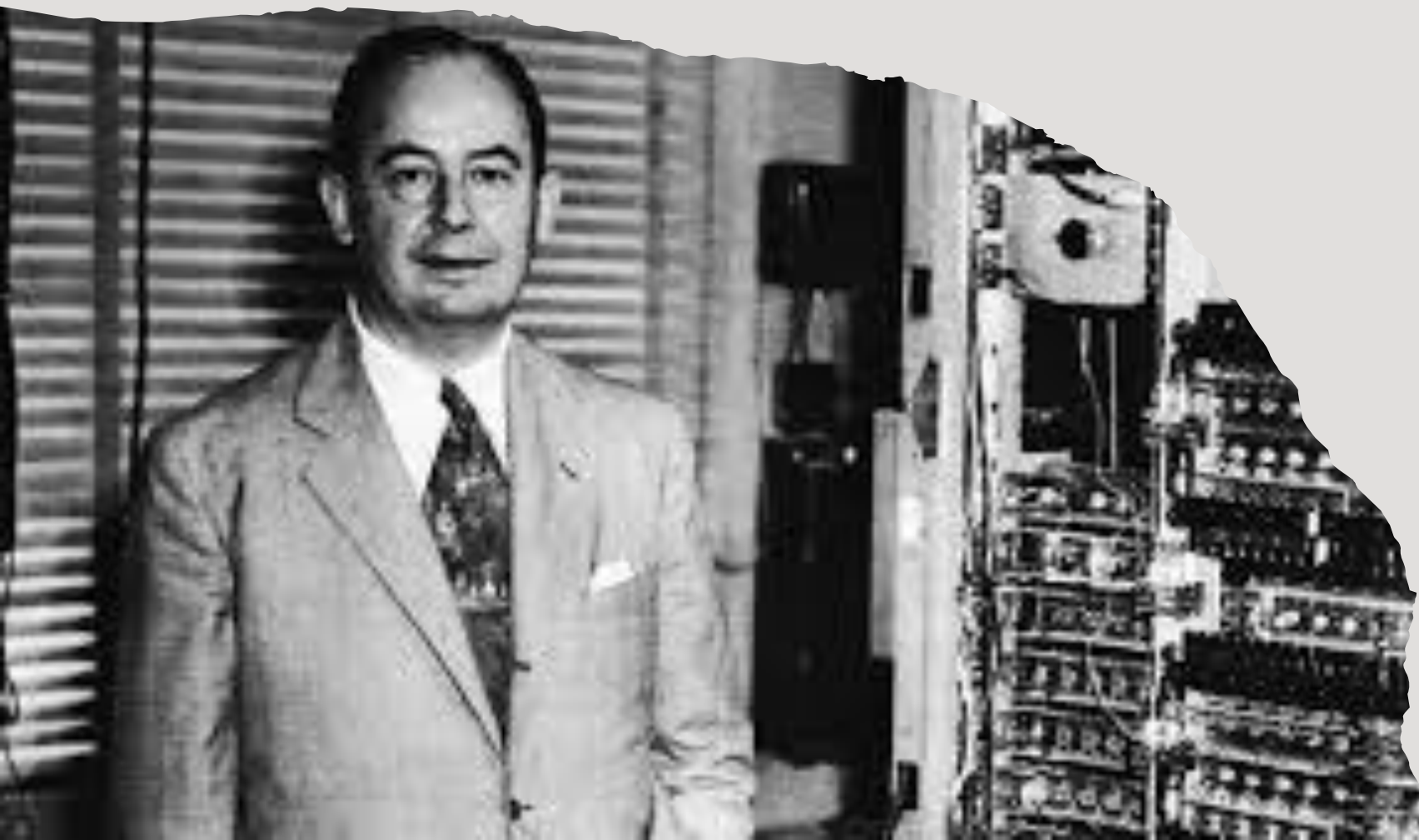


# TRILHA DE HOJE:

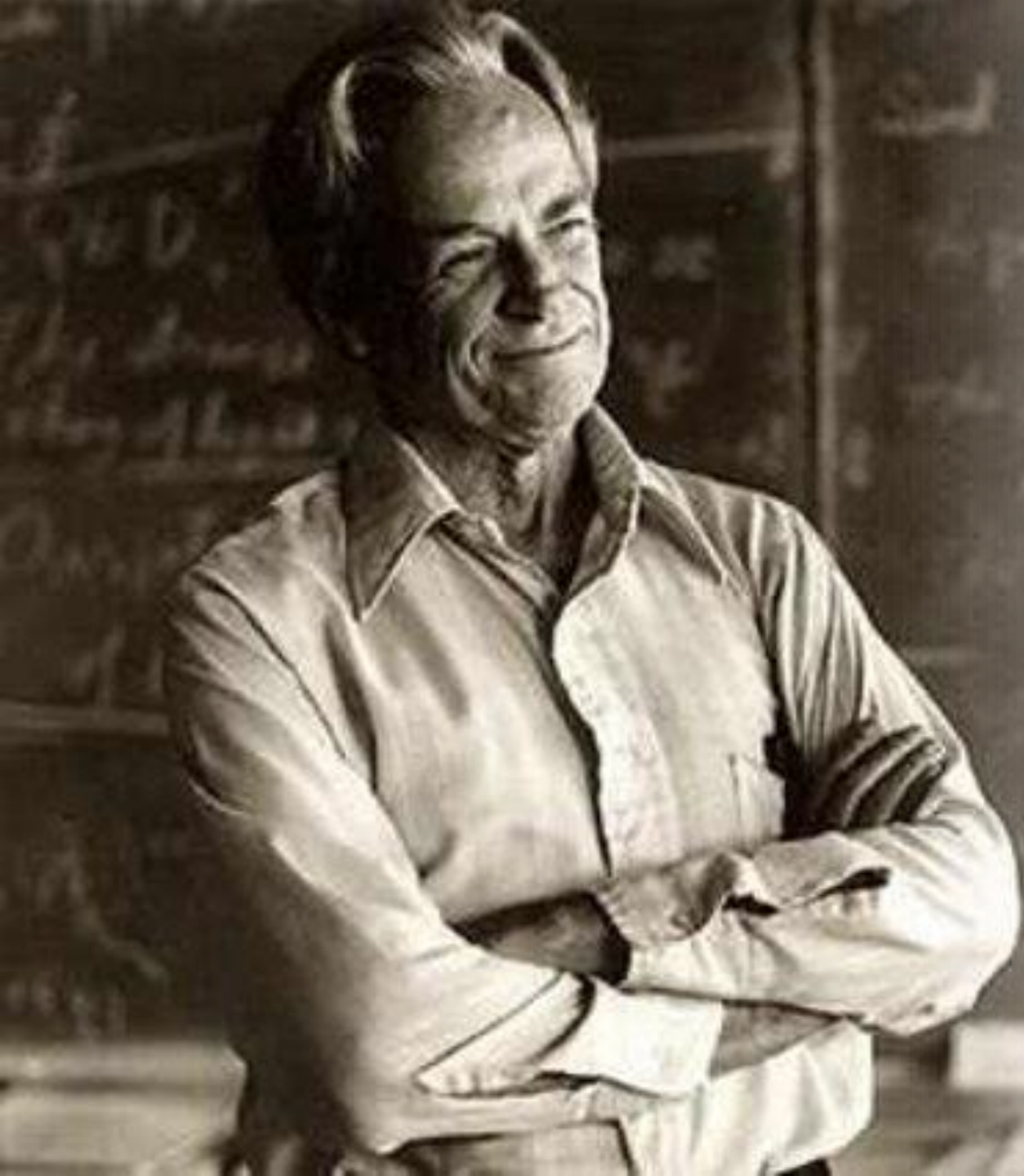
- **CONHECER** o histórico, a interrelação entre NC, AI, ML, NN e DL;
- **COMPREENDER** as principais técnicas de Machine learning e,
- **IDENTIFICAR** onde Redes Neurais Artificiais se posicionam como técnica de modelagem



# COMPUTAÇÃO NATURAL NA ORIGEM



Uma possível origem do conceito de computação natural pode ser atribuída ao matemático húngaro de origem judaica, naturalizado estadunidense **John von Neumann**, que em **1956** publicou um livro chamado “**The Theory of Self-Reproducing Automata**”, onde explorou a ideia de máquinas que poderiam se replicar e evoluir, inspirado pelos processos biológicos.



# COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

O físico americano **Richard Feynman**, que em **1982** p contribuiu para a definição de compuração natural, quando propôs o conceito de computação quântica, baseado nas propriedades da mecânica quântica

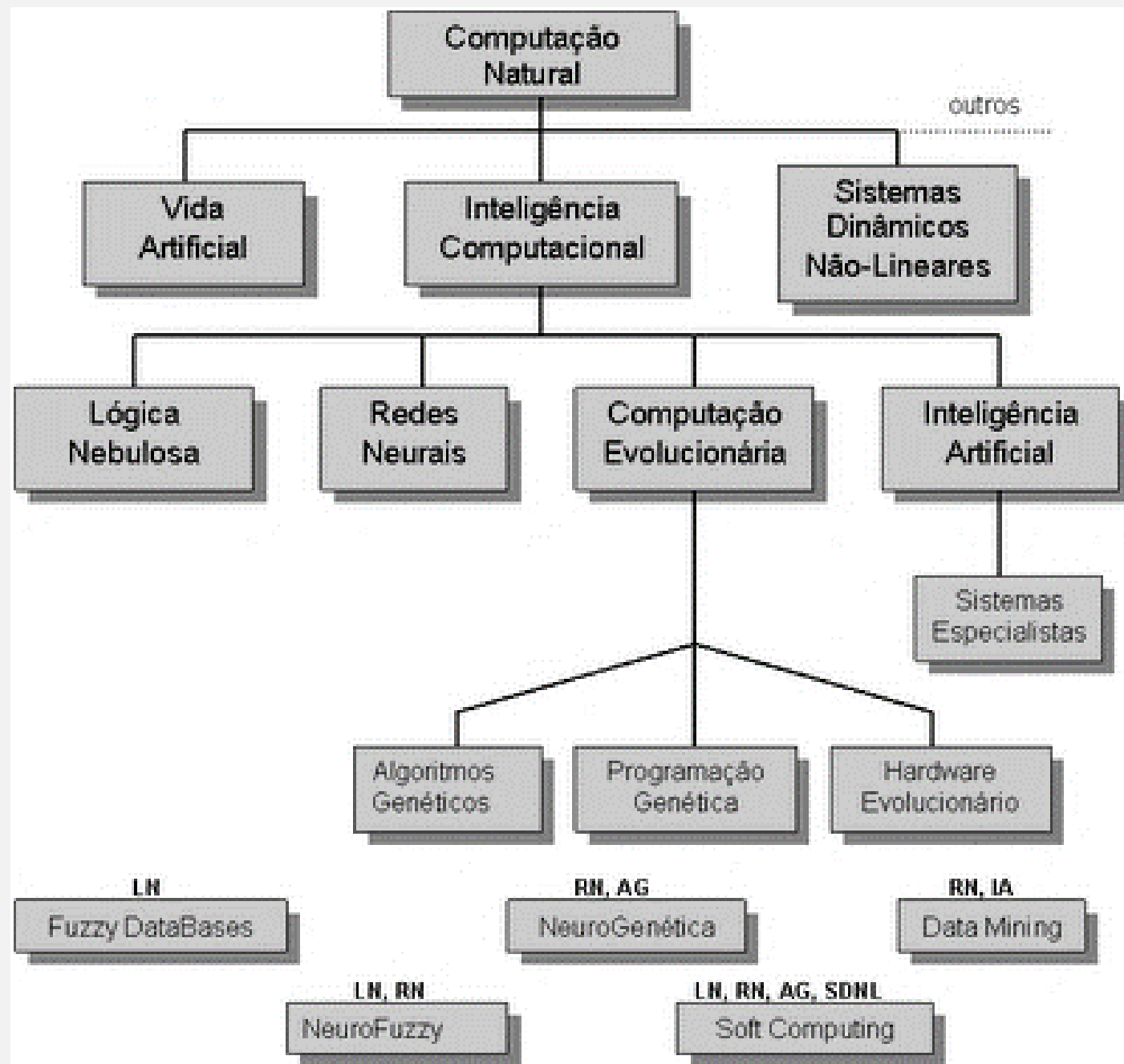
# COMPUTAÇÃO NATURAL HOJE

“É o estudo de sistemas computacionais que usam ideias e obter inspiração a partir de sistemas naturais, incluindo processos biológicos, físicos e químicos “

**Susan Stepney,**  
Universidade de York, no  
Reino Unido, 2008.



# NOS ANOS 2000

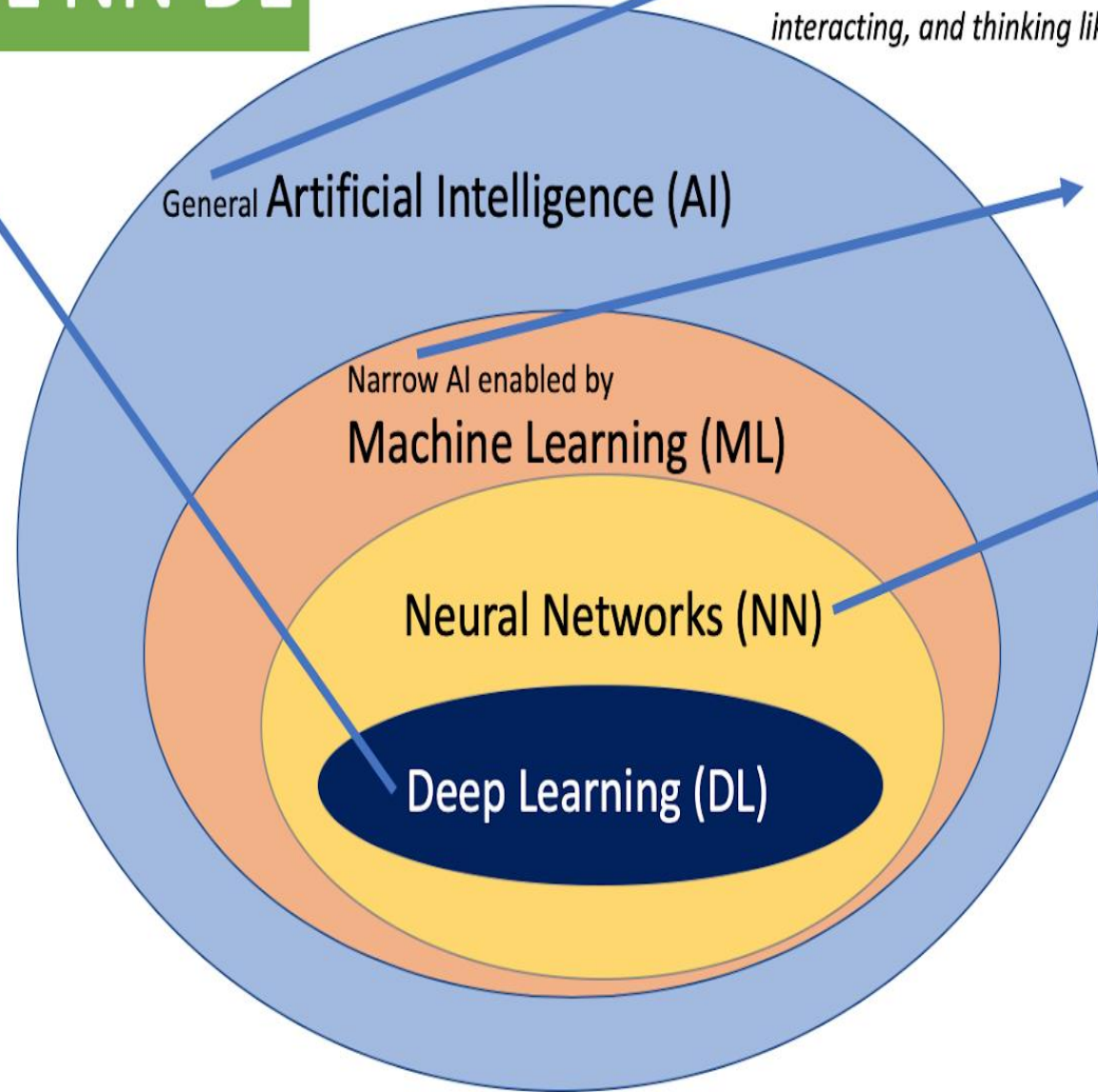


# MAS EM 2023



AI ML NN DL

*the word "deep" comes from the fact that DL algorithms are trained/run on deep neural networks. These are just neural networks with (usually) three or more "hidden" layers*



General **Artificial Intelligence (AI)**

*computers possessing the same characteristics of human intelligence, including reasoning, interacting, and thinking like we do*

Narrow AI enabled by  
**Machine Learning (ML)**

*technologies that can accomplish specific tasks such as playing chess, recommending your next Netflix TV show, and identifying spam emails*

**Neural Networks (NN)**

*neural networks are a specific group of algorithms used for machine learning that model data using graphs of Artificial Neurons. Those neurons are a mathematical model that "mimics approximately how a neuron in the brain works"*

**Deep Learning (DL)**

# IA E A QUEBRA DE PARADIGMAS

O que faremos para transformar essa “tendência” em algo concreto, usando o que dispomos?

“Todo progresso, evolução, mudança é fator de desestabilização ao mesmo tempo que é caminho para novos pontos de equilíbrio.”

**Leroi-Gourhan**

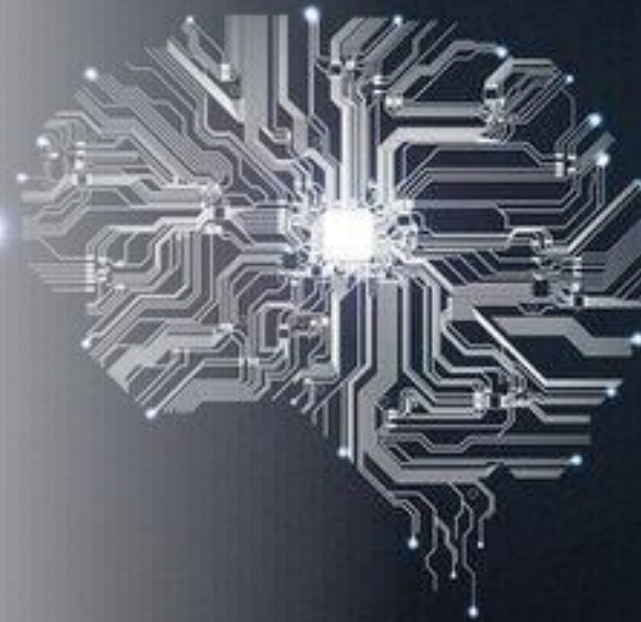


# A METÁFORA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O fato concreto é que **pouco entendemos a inteligência humana**, na qual ela se inspira. Assim, como poderíamos entender e construir uma, ou várias “inteligências artificiais”?

O termo “**inteligência artificial**” é **apenas uma figura de linguagem**, são apenas técnicas computacionais que, via de regra, apresentam maior eficiência em processos de estimação, classificação e até regressão para fenômenos dos quais se **dispõe dados (muitos)** para representa-los

**Professor e se eu tiver um banco de dados pequeno? Tô no lugar errado?**



# A INTELIGÊNCIA HUMANA NÃO AINDA É COMPUTÁVEL

Se traduzida em números, a inteligência natural torna-se **impossível** de ser decidida por uma **máquina finita**

**computação quântica resolverá o problema? NÃO.** Ela será mais rápida com certeza, mas os qubits estão apenas criando uma ilusão de estados superpostos, ainda seguem o mesmo princípio de máquina finita. E qual a solução então? Sei lá, mas ela virá e logo

**Não sabemos nem o que é, nem onde está a consciência, nem a inteligência humanas, se desconhecemos, não podemos simula-la nem reproduzi-la**

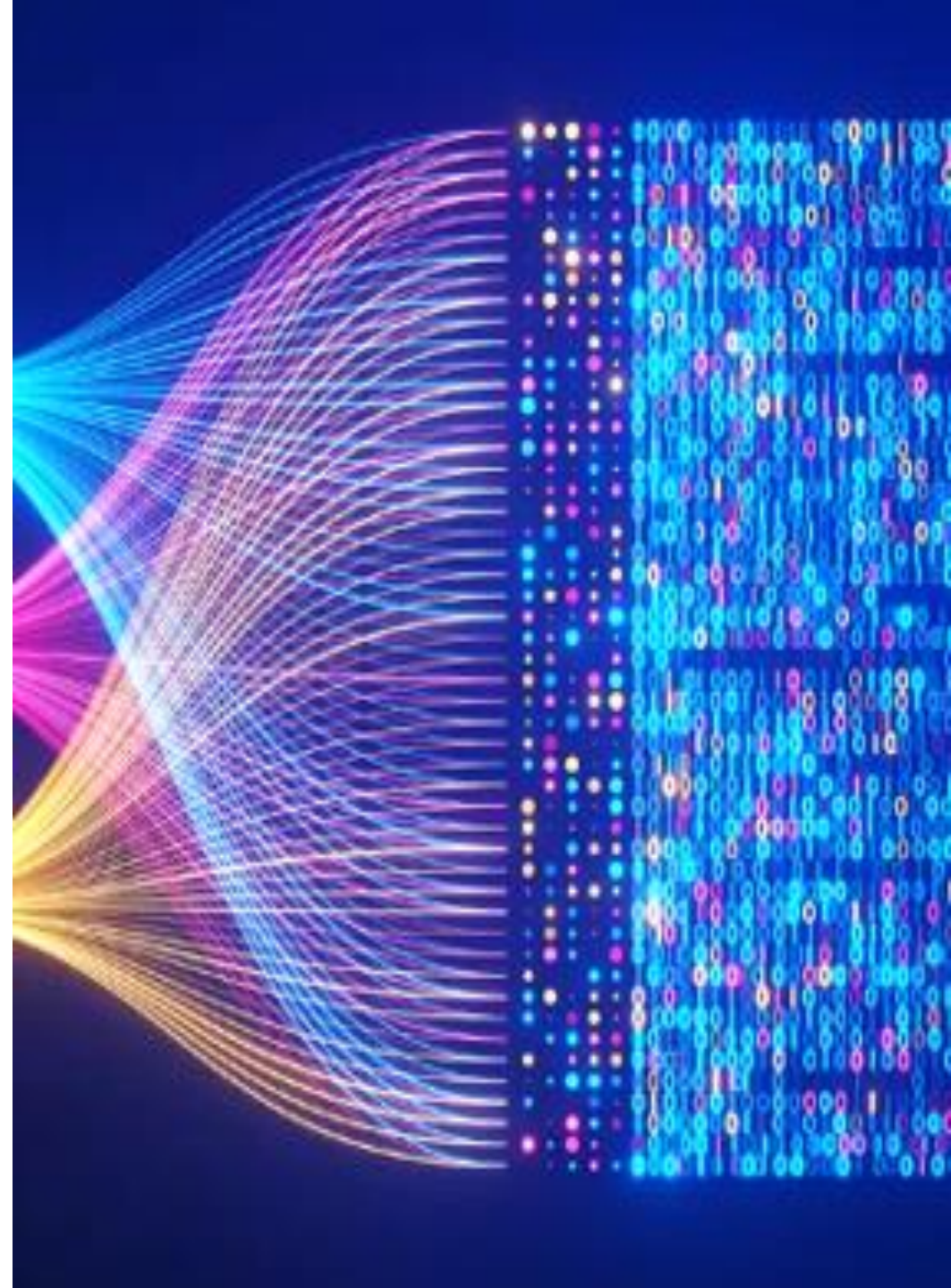
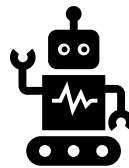


86 bilhões de  
neurônios, trilhões  
de conexões

# “INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL”

A computação desenvolveu **técnicas, algoritmos e dispositivos** tecnológicos que já mostram significativos **resultados em interpretar e sintetizar a voz, “visão computacional”** ou movimentos humanos e processamento de linguagem.

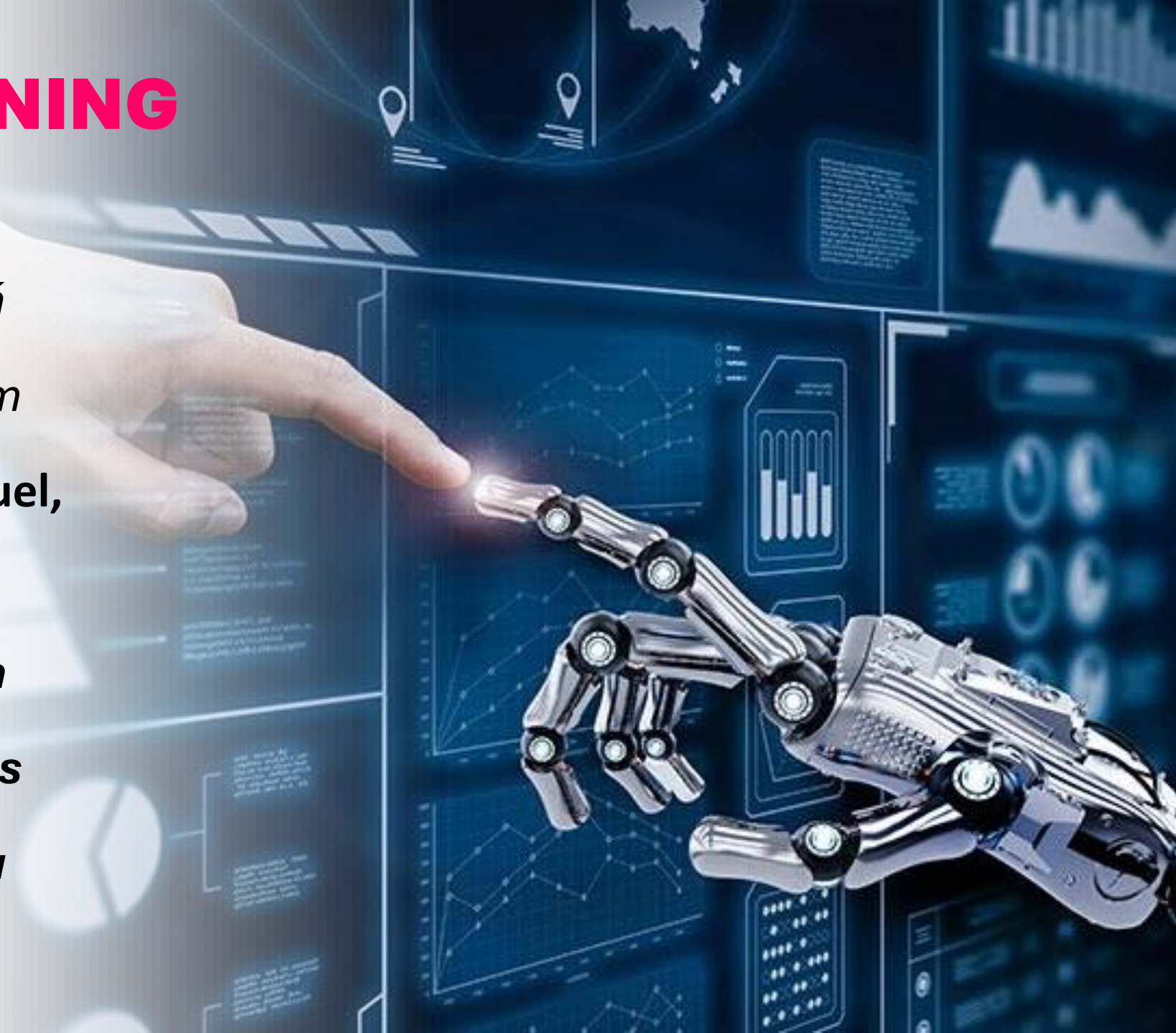
Mas, ainda **falta muito para que máquinas atinjam o conceito mais próximo possível do que seria a inteligência humana.**



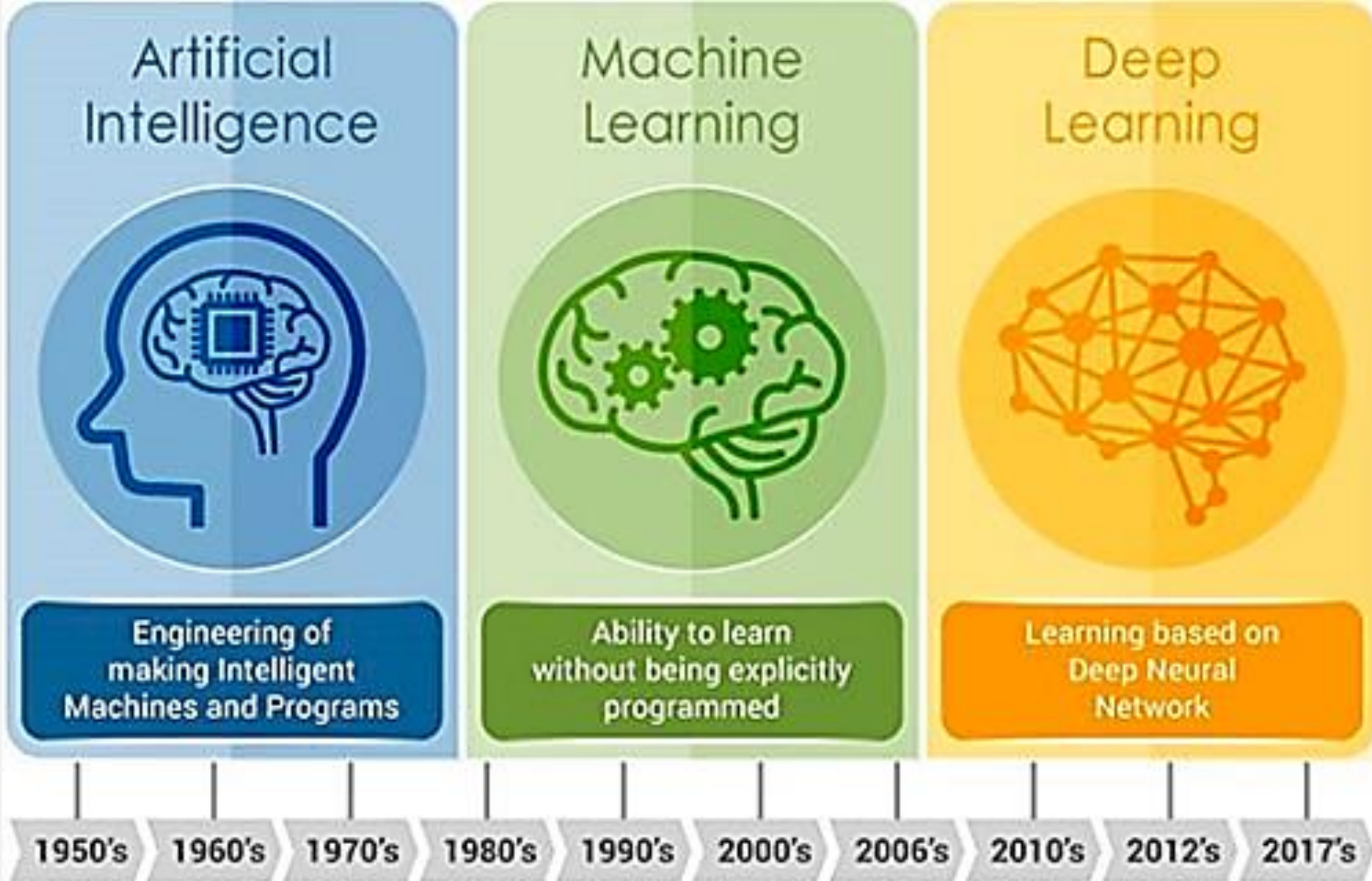
# MACHINE LEARNING (ML)

*É o campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem serem explicitamente programados.” Arthur Samuel, 1959*

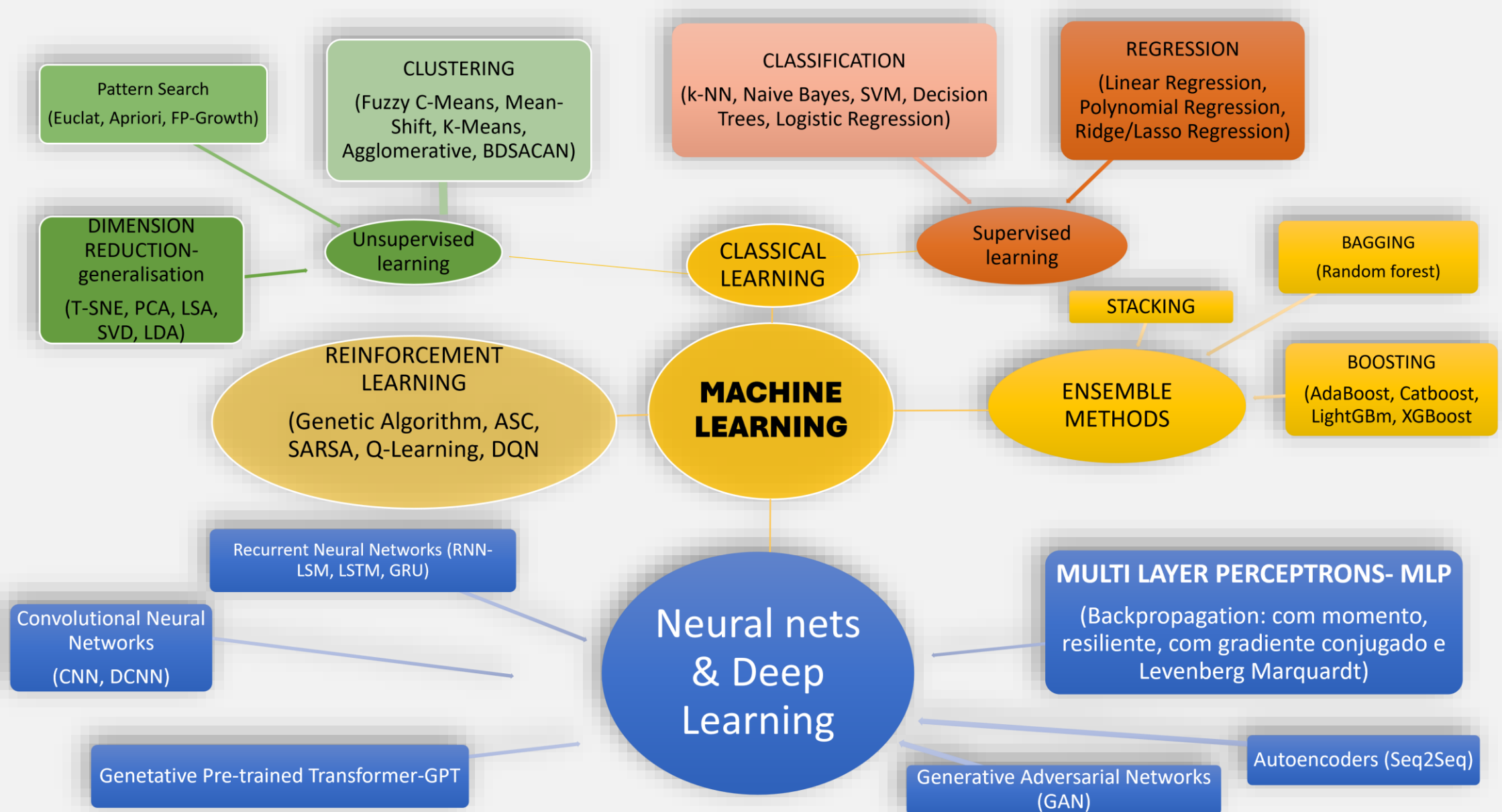
*“É um ramo da inteligência artificial que se concentra em usar dados e algoritmos para criar sistemas que aprendem e melhoram seu desempenho com base na experiência.*

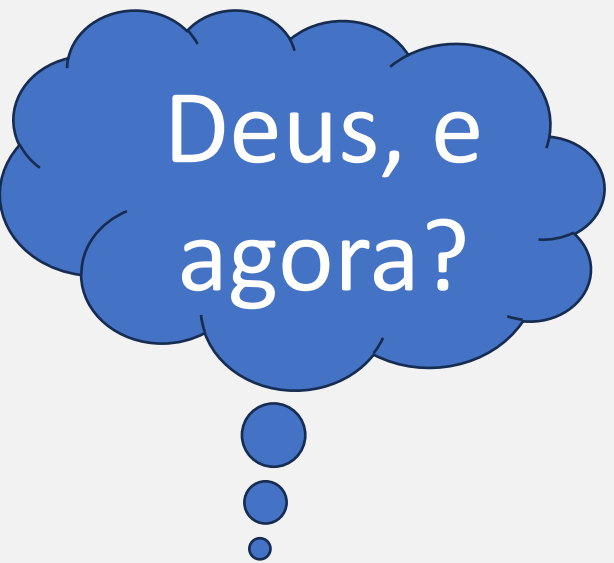


# CRONOLOGIA



# MACHINE LEARNING: TÉCNICAS E ALGORITMOS





Deus, e agora?

### ● CLUSTERING

- k Means
- k Medians
- BIRCH
- Fuzzy C-Means
- Fuzzy K-Modes
- Mini Batch K-Means
- DBSCAN
- Fuzzy clustering
- Mean-shift
- Optics algorithm
- Expectation Maximization
- Hierarchical Clustering
- Minimum spanning tree

### ● OTHER ML ALGORITHMS (Part 1)

- ALOPEX
- CN2 algorithm
- FastICA
- Feature selection Algorithms
- Linde Buzo Gray Algorithm
- Forward Backward algorithm
- Algorithm Accuracy Evaluation
- Performance Measures
- Optimization Algorithm
- Dynamic Time Warping
- Local Outlier Factor
- Logic Learning Machine
- Markov Chain Monte Carlo
- T Distributed Stochastic neighbor Embedding
- Wake Sleep Algorithm
- Prefrontal Cortex Basal Ganglia Working Memory

### ● DIMENSIONALITY REDUCTION

- PCA Algorithm
- PCR Algorithm
- PLSR Algorithm
- Sammon Mapping
- MDS Algorithm
- Projection Pursuit
- LDA Algorithm
- ICA Algorithm
- NMF Algorithm
- RDA Algorithm
- MDA Algorithm
- PLSDA Algorithm
- QDA Algorithm
- CCA Algorithm
- Diffusion Map

### ● RULE SYSTEM

- Cubist
- OneR
- ZeroR
- Ripper

### ● OTHER ML ALGORITHMS (Part 2)

- LogitBoost
- Sparse PCA
- Structured kNN
- WMA Algorithm
- GeneRec
- Leabra
- RProp

### ● REGRESSION

- Ordinary Least Squares Regression
- Linear Regression
- Logistic Regression
- Stepwise Regression
- MARS Algorithm
- Locally Estimated Scatterplot Smoothing

# 100+ MACHINE LEARNING ALGORITHMS

### ● DEEP LEARNING

- CNN
- RNNs
- LSTMs
- Stacked Auto Encoders
- Deep Boltzmann Machine
- Deep Belief Networks

### ● DECISION TREE

- Conditional Decision Trees
- Decision Stump
- C4.5 and C5.0
- CHAID
- CART
- ID3
- M5

### ● REGULARIZATION

- Ridge Regression
- Elastic Net
- LASSO
- LARS

### ● EMSEMBLE

- GBDT
- GBRT
- Boosting
- Bagging
- AdaBoost
- Random Forest
- Blending Algorithm
- Stacked Generalization
- Gradient Boosting Machines

### ● INSTANCE BASED

- Learning Vector Quantization
- K Nearest Neighbor
- Self-Organizing Map
- Locally Weighted Learning
- Support Vector Machines

### ● BAYESIAN

- AODE
- Naive Bayes
- Gaussian Naive Bayes
- Multinomial Naive Bayes
- Bayesian Belief Network
- Bayesian Network

### ● REINFORCEMENT LEARNING

- Q Learning
- SARSA Algorithm
- Deep Q-network
- Learning Automata
- DDPG Algorithm
- NAF Algorithm
- A3C Algorithm
- TRPO Algorithm
- PPO Algorithm
- Constructing Skill Trees

### ● ANNs

- Perceptron
- MLP Algorithm
- Back-Propagation
- Stochastic Gradient Descent
- Hopfield Network
- RBFN Algorithm

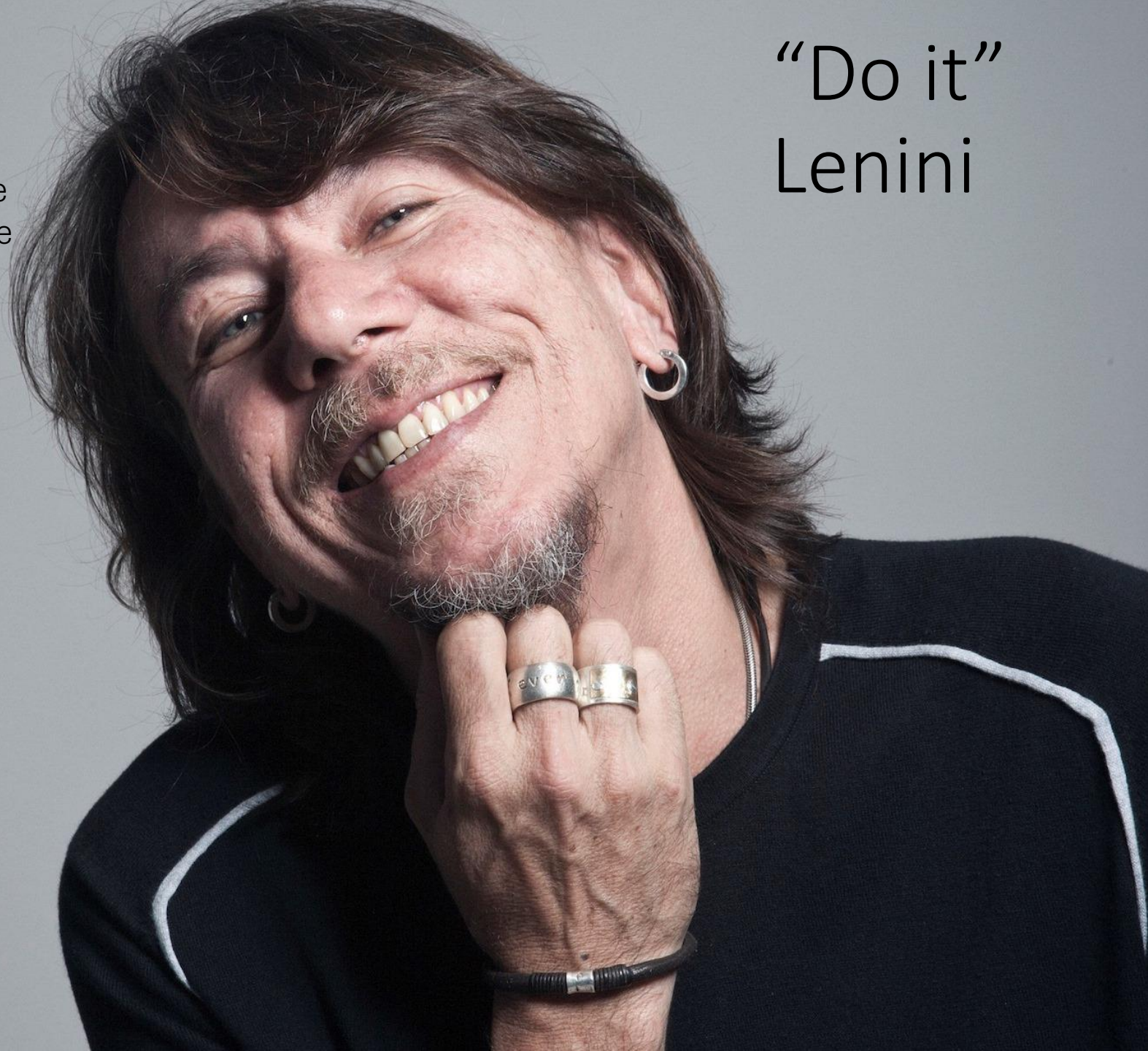
### ● ARL

- Apriori Algorithm
- Eclat Algorithm
- FP Growth Algorithm

# “Do it” Lenini

'Tá cansada senta  
**Se acredita tenta**  
Se 'tá frio esquenta  
Se 'tá fora entra  
Se pediu aguenta  
Se pediu aguenta  
Se sujou cai fora  
Se dá pé namora  
**'Tá doendo chora**  
**'Tá caindo escora**  
**Não 'tá bom melhora**  
Não 'tá bom melhora  
Se aperta grite  
Se 'tá chato agite  
Se não tem credite  
Se foi falta apite  
Se não é imite  
Se é do mato amanse  
**Trabalhou descanse**  
Se tem festa dance  
**Se 'tá longe alcance**  
**Use sua chance**  
Use sua chance

**Se 'tá puto quebre**  
**'Tá feliz requebre**  
**Se venceu celebre**  
Se 'tá velho alquebre  
E corra atrás da lebre  
Corra atrás da lebre  
**Se perdeu procure**  
**Se é seu segure**  
**Se 'tá mal se cure**  
Se é verdade jure  
**Quer saber apure**  
Quer saber apure  
Se sobrou congele  
Se não vai cancele  
**Se é inocente apele**  
**Escravo se rebele**  
**Nunca se atropele**  
Se escreveu remeta  
**Engrossou se meta**  
Quer dever prometa  
Pra moldar derreta  
**E não se submeta**  
E não se submeta





# QUAL TÉCNICA E ALGORITMO USAR?

Qual é o meu objetivo na investigação do fenômeno?

Existem indicações de técnicas já usadas na literatura?

o fenômeno é linear ou não? é uni ou multivariado? São linearmente separáveis ou não?

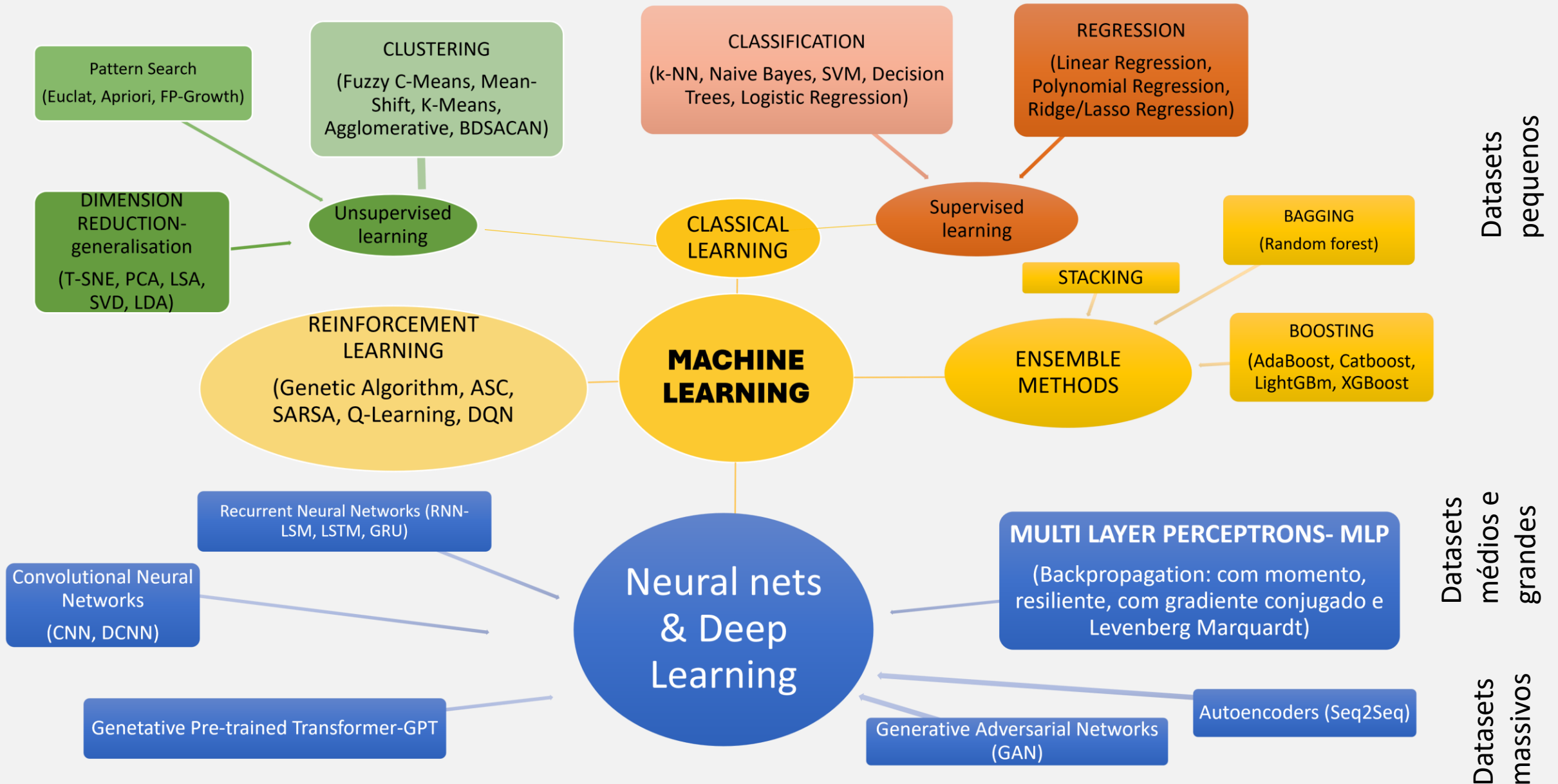
Existem dados secundários?  
Quais as fontes?  
Se não, vou ter como obter dados primários?

Qual o tamanho do meu DataSet? Formato?  
Confiabilidade? data de aquisição? Abrangência, Espaciais? Temporais?

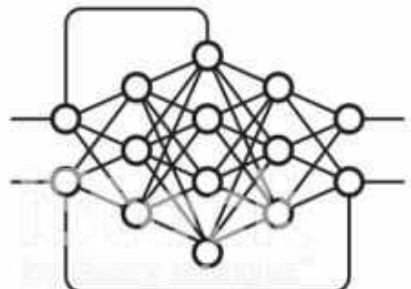
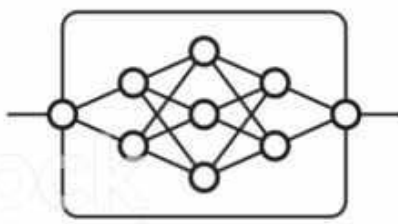
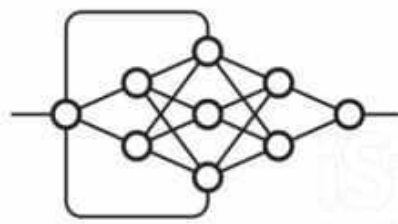
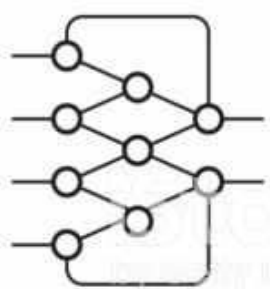
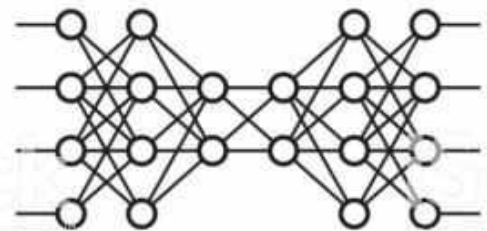
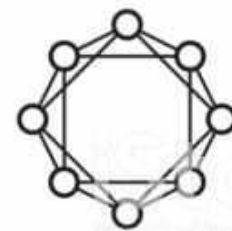
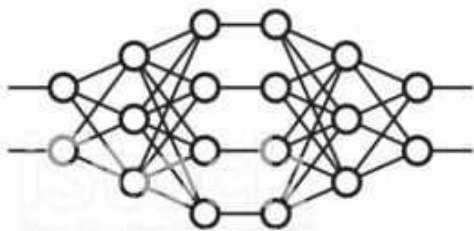
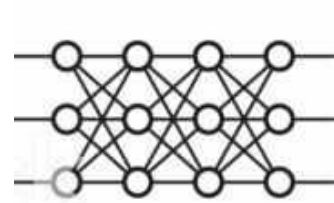
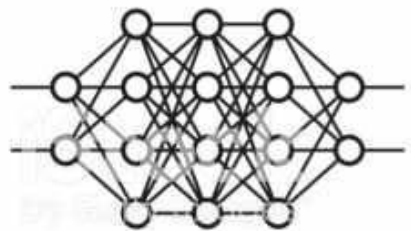
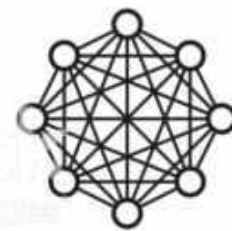
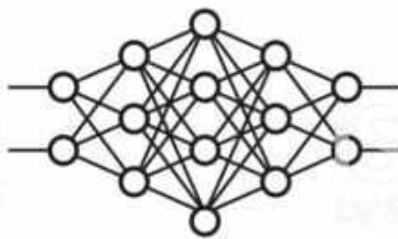
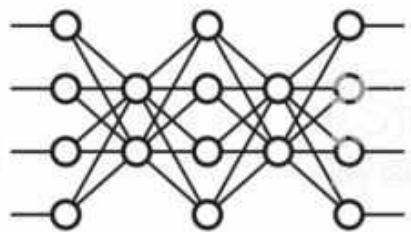
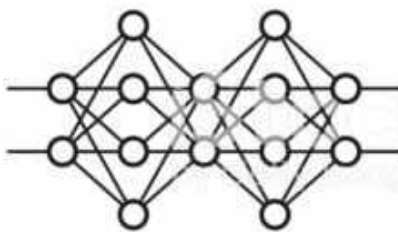
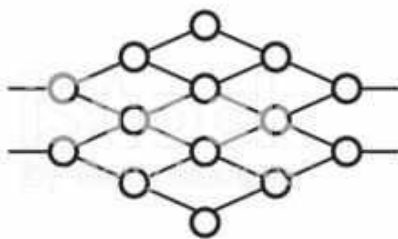
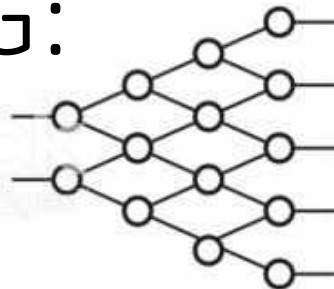
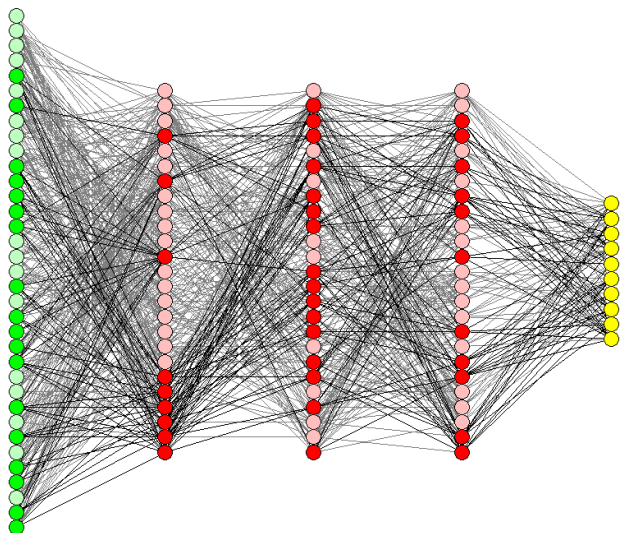
**Depois de ter resposta para todas essas perguntas, aí sim, posso pensar nas técnicas**



# MACHINE LEARNING: TÉCNICAS E ALGORITMOS



# DEEP LEARNING: Arquiteturas



# PULGA ATRÁS DA ORELHA?

1. Como são os Datasets que representam os fenômenos estudados em Infraestrutura e, Planejamento & Operação de sistemas de transportes?
2. Como você justificaria aos membros de sua tese/dissertação adoção desta ou daquela técnica de modelagem?



- PERGUNTAS?
- EXPERIÊNCIAS?

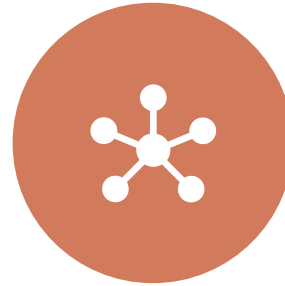
# TAREFA



# PONTOS CHAVE



HISTÓRICO/ORIGEM



RELAÇÕES ENTRE NC, AI,  
ML, NN E DL



DEFINIÇÕES



ADEQUAÇÃO DA TÉCNICA  
AO OBJETIVO DA  
MODELAGEM E AOS  
DADOS DISPONÍVEIS

## ATIVIDADE 2:

Se você está aqui, deve pretender modelar algum fenômeno com alguma finalidade certo?

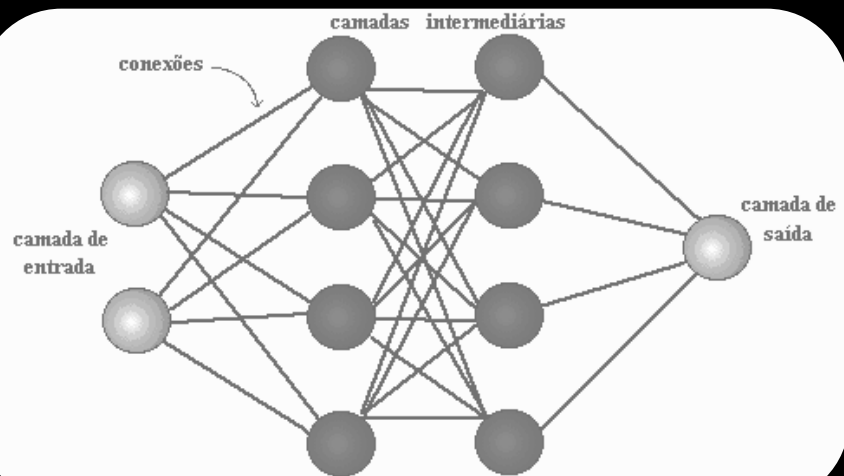
Sendo assim, você vai precisar de dados, se esses dados já existem, você já tem acesso a eles?

Que tal começar a tentar responder as perguntas do slide 17 e escrever uma lauda com uma justificativa para o uso desta ou daquela técnica de modelagem em sua pesquisa?

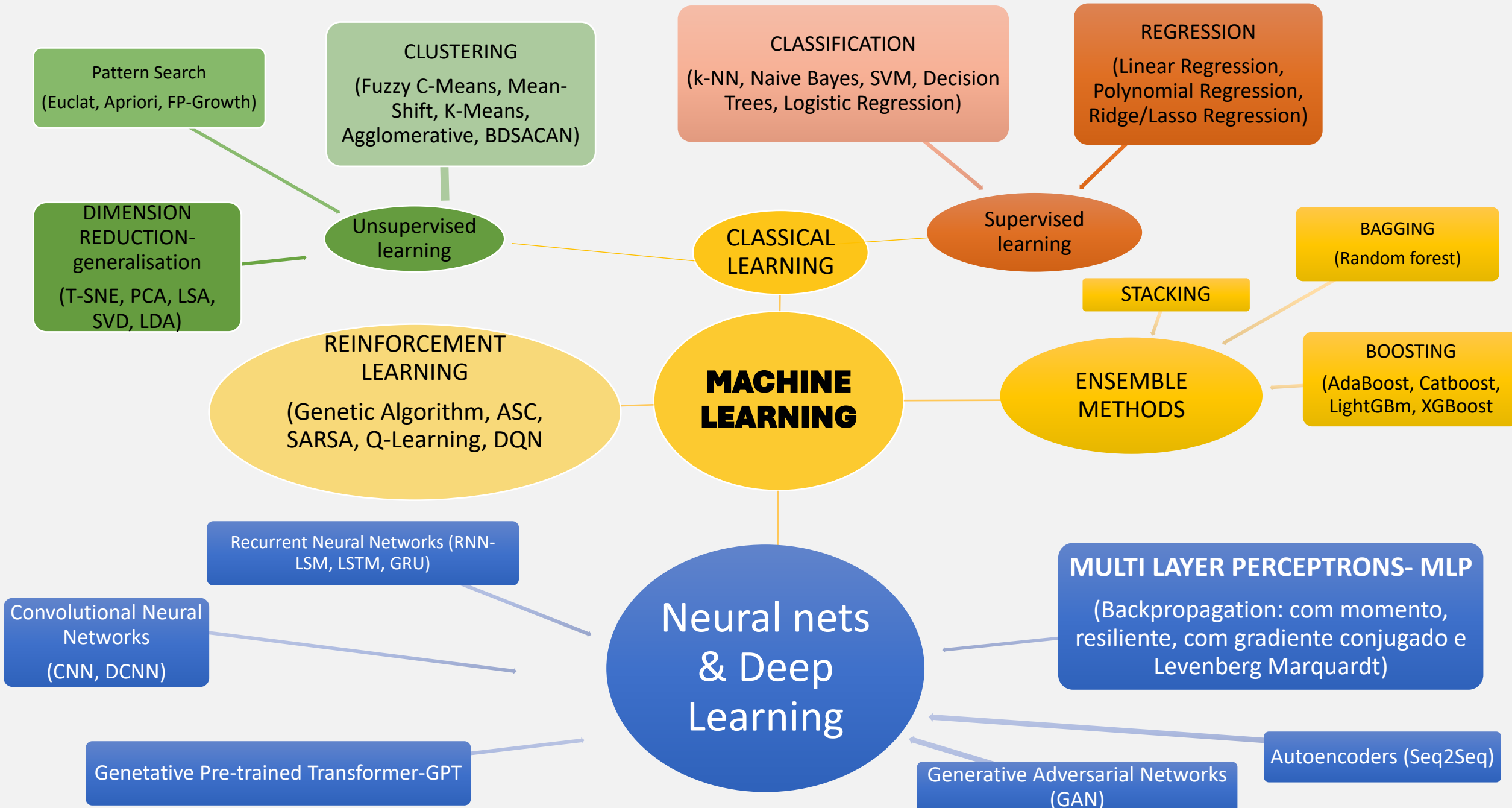
Dica: Apoie sua justificativa nas características de seu fenômeno, no dataset disponível e no objetivo que tem ao modelar e obviamente na literatura pertinente.



A SEGUIR, CENAS DO  
**PRÓXIMO**  
CAPÍTULO







**MACHINE LEARNING**

CLASSICAL LEARNING

Unsupervised learning

Supervised learning

CLASSIFICATION  
(k-NN, Naive Bayes, SVM, Decision Trees, Logistic Regression)

REGRESSION  
(Linear Regression, Polynomial Regression, Ridge/Lasso Regression)

BAGGING  
(Random forest)

BOOSTING  
(AdaBoost, Catboost, LightGBm, XGBoost)

STACKING

ENSEMBLE METHODS

REINFORCEMENT LEARNING  
(Genetic Algorithm, ASC, SARSA, Q-Learning, DQN)

Neural nets & Deep Learning

MULTI LAYER PERCEPTRONS- MLP  
(Backpropagation: com momento, resiliente, com gradiente conjugado e Levenberg Marquardt)

Generative Adversarial Networks (GAN)

Autoencoders (Seq2Seq)

Genetative Pre-trained Transformer-GPT

Convolutional Neural Networks (CNN, DCNN)

Recurrent Neural Networks (RNN-LSM, LSTM, GRU)

Pattern Search (Euclat, Apriori, FP-Growth)

CLUSTERING  
(Fuzzy C-Means, Mean-Shift, K-Means, Agglomerative, BDSACAN)

DIMENSION REDUCTION-generalisation  
(T-SNE, PCA, LSA, SVD, LDA)