

FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA DE DADOS



PPGI PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Deep Learning +

Prof. Jorge Zavaleta

Prof. Sergio Serra

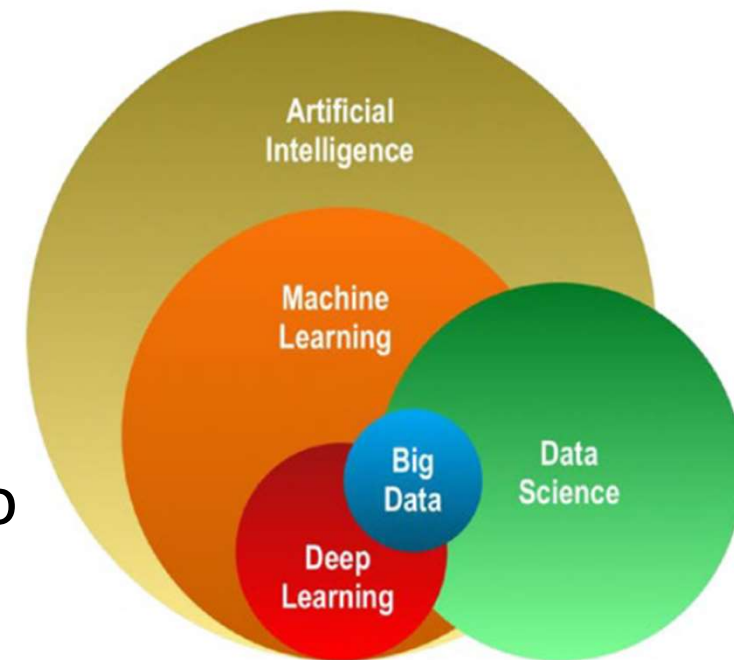
RJ, outubro de 2024

zavaleta@pet-si.ufrrj.br

Deep Learning (DL)

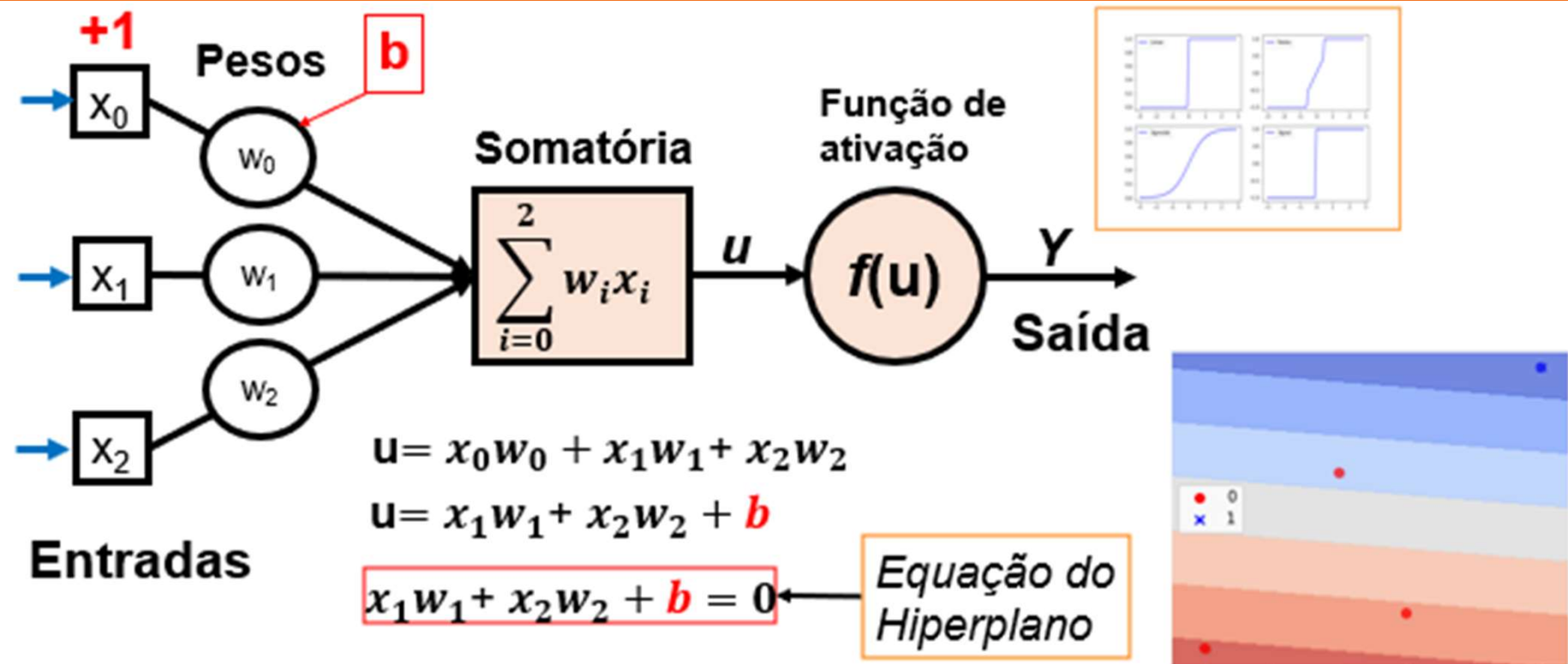
- **Deep Learning (DL) – Aprendizado Profundo:**

- ✓ Este é um subcampo do aprendizado de máquina no qual **redes neurais profundas** e multicamadas são usadas para fazer previsões, especialmente destacando-se em visão computacional, reconhecimento de fala, compreensão de linguagem natural e etc.



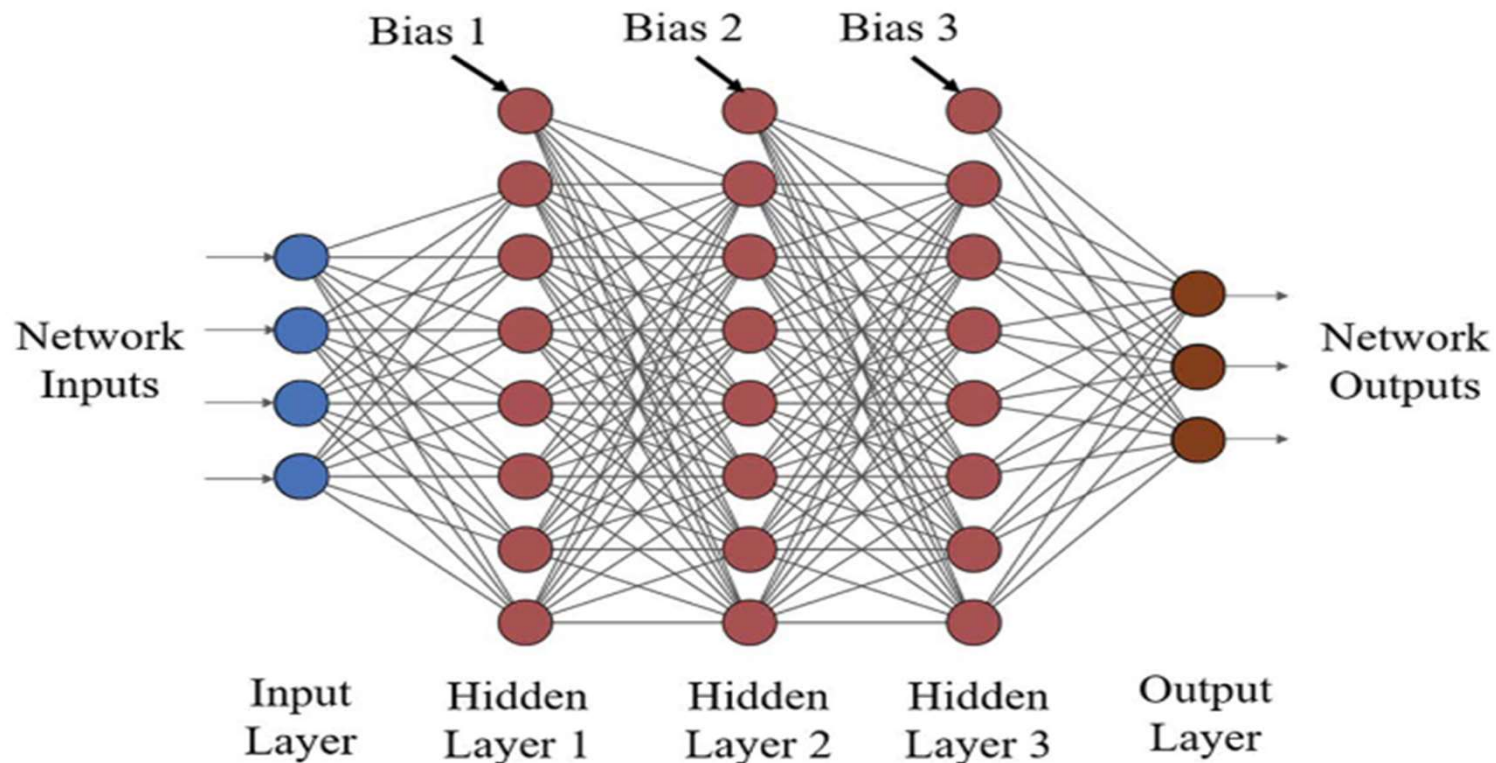
@Yalcin2021

Redes Neurais Profundas



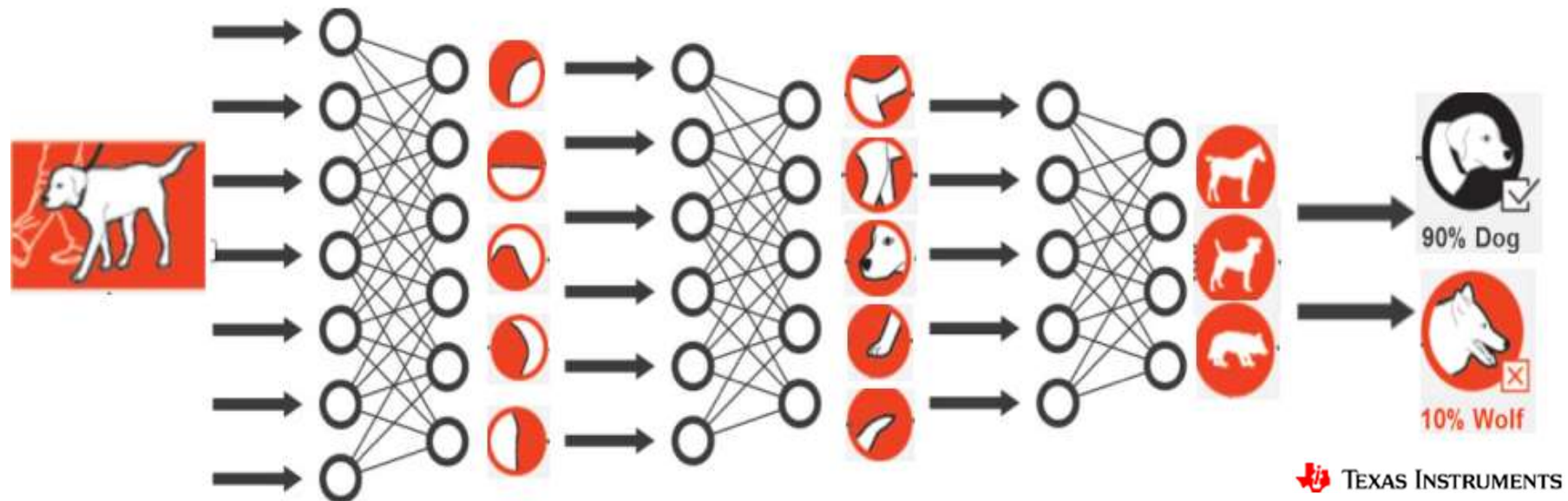
Serra, S. & Zavaleta, J. (2024). Fundamentos de Ciencia de Dados. PPGI-UFRJ.

Redes Neurais Profundas



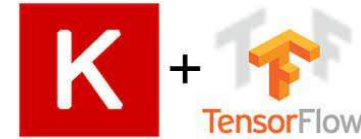
Arif, T. M., & Rahim, M. A. (2024). *Deep Learning for Engineers* (1^o ed). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003402923>

Arquitetura de Deep Learning (DL)

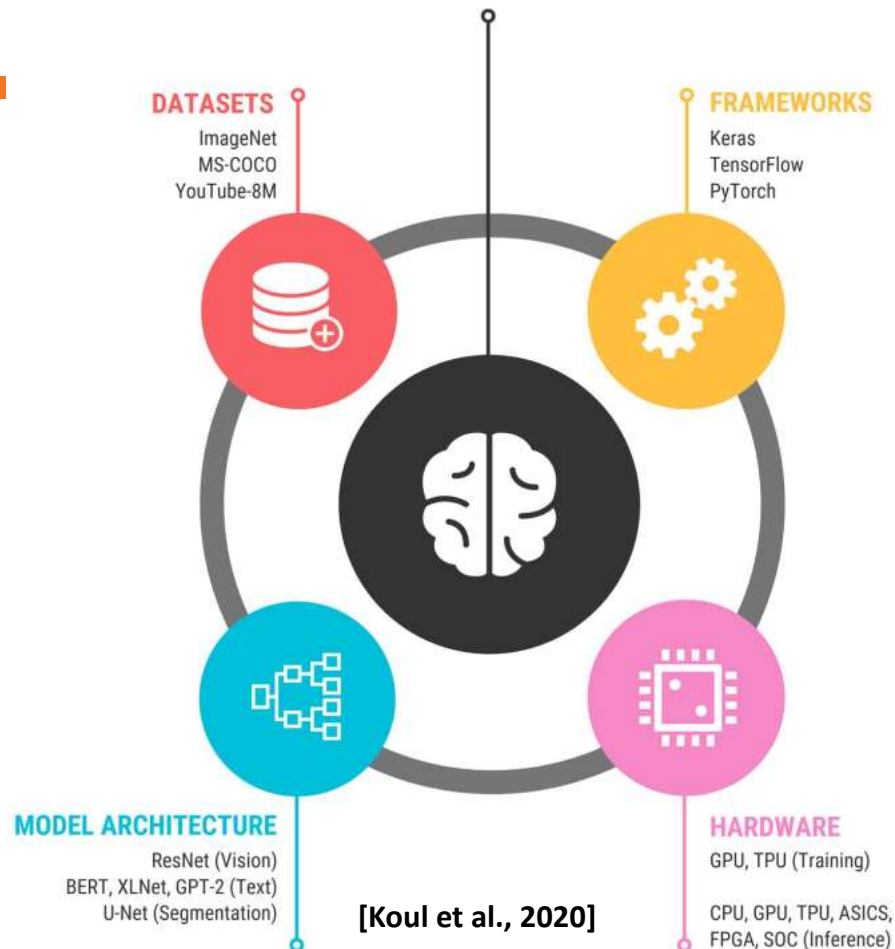


- O aprendizado profundo cria muitas camadas de neurônios, tentando aprender a representação estruturada de big data, camada por camada.

FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA DE DADOS



DEEP LEARNING SOLUTION



- **Dataset:** imagens, vídeos, texto, dados de satélite, áudio, ...

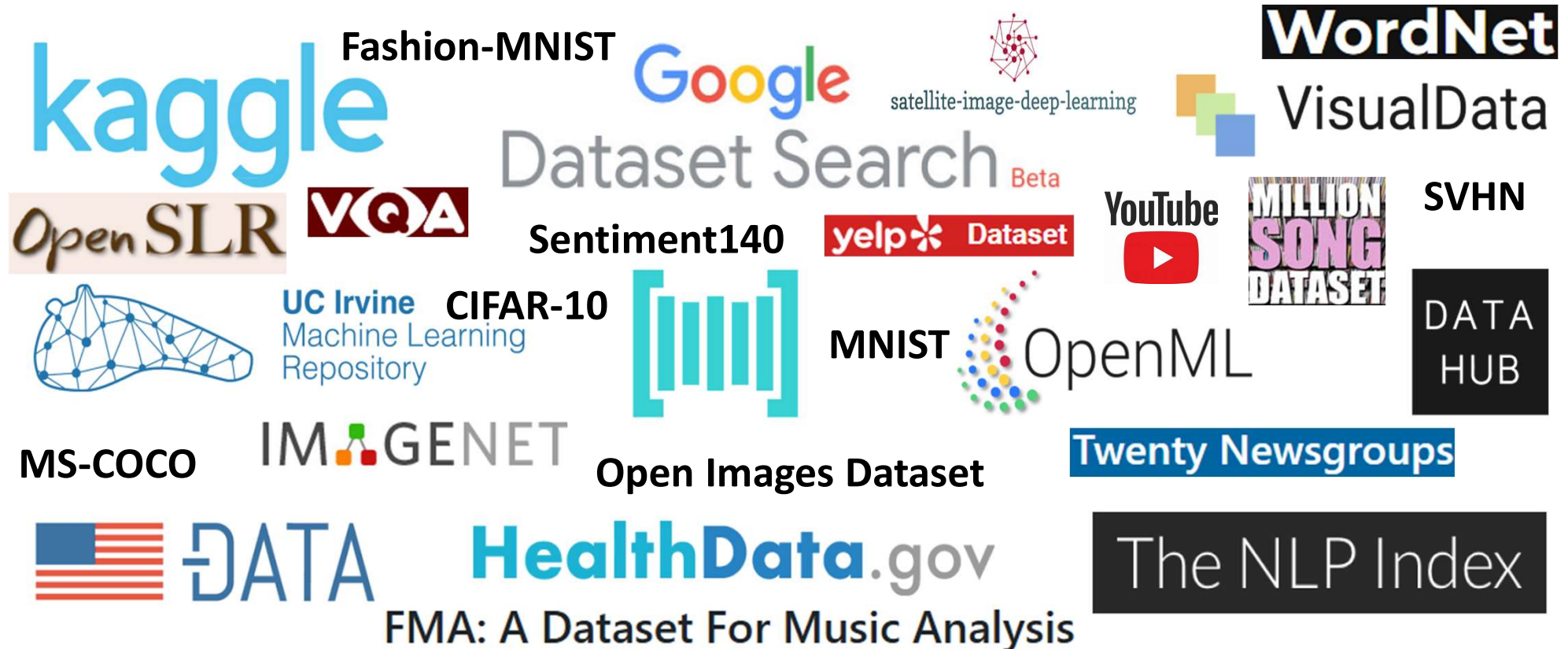
- **Modelo:** Arquitetura de redes neurais (CNN, RNN, LSTM,...)

- **Hardware:** CPU, GPU (NVIDIA), FPGA, ASIC, TPU, NPU, ...

- **Frameworks:** TensorFlow, PyTorch, ...

Dataset + Model + Framework + Hardware = DL

Datasets



Arquitetura do modelo

- Um bom modelo é aquele cujas previsões correspondem de forma confiável à realidade esperada.
- A precisão do modelo em um conjunto de dados é um fator determinante importante para saber se ele é adequado para uso em uma aplicação do mundo real.
- Arquitetura = grafo + nós + arestas

Task	Example model architectures
Image classification	ResNet-152 (2015), MobileNet (2017)
Text classification	BERT (2018), XLNet (2019)
Image segmentation	U-Net (2015), DeepLabV3 (2018)
Image translation	Pix2Pix (2017)
Object detection	YOLO9000 (2016), Mask R-CNN (2017)
Speech generation	WaveNet (2016)

[Koul et al., 2020]

Frameworks

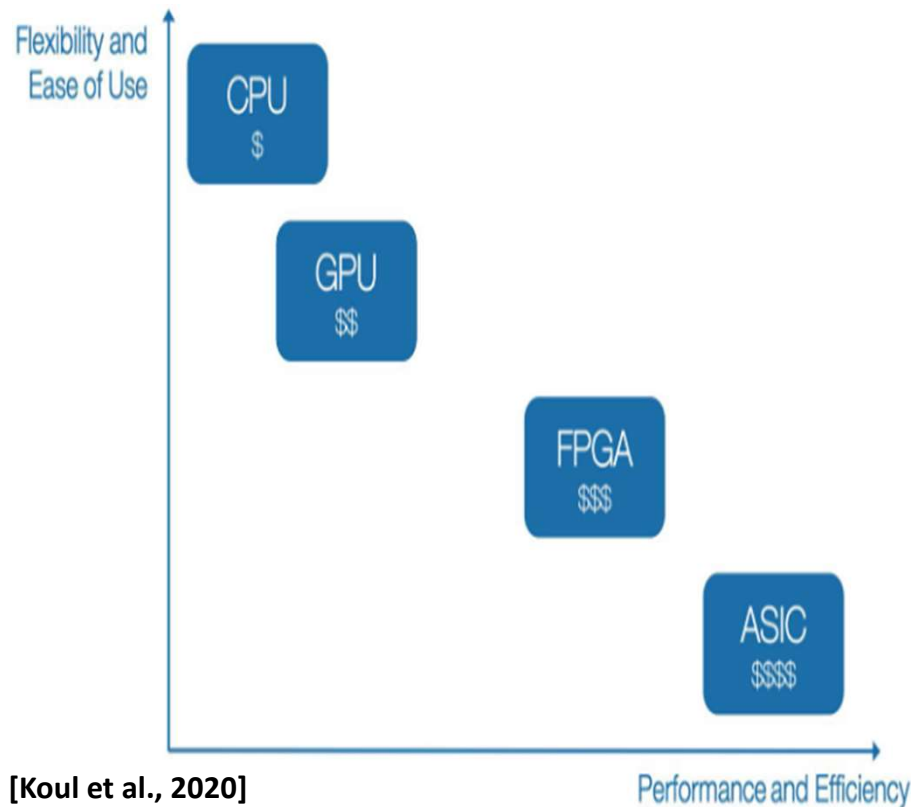
Popular deep learning frameworks

Framework	Best suited for	Typical target platform
TensorFlow (including Keras)	Training	Desktops, servers
PyTorch	Training	Desktops, servers
MXNet	Training	Desktops, servers
TensorFlow Serving	Inference	Servers
TensorFlow Lite	Inference	Mobile and embedded devices
TensorFlow.js	Inference	Browsers
ml5.js	Inference	Browsers
Core ML	Inference	Apple devices
Xnor AI2GO	Inference	Embedded devices



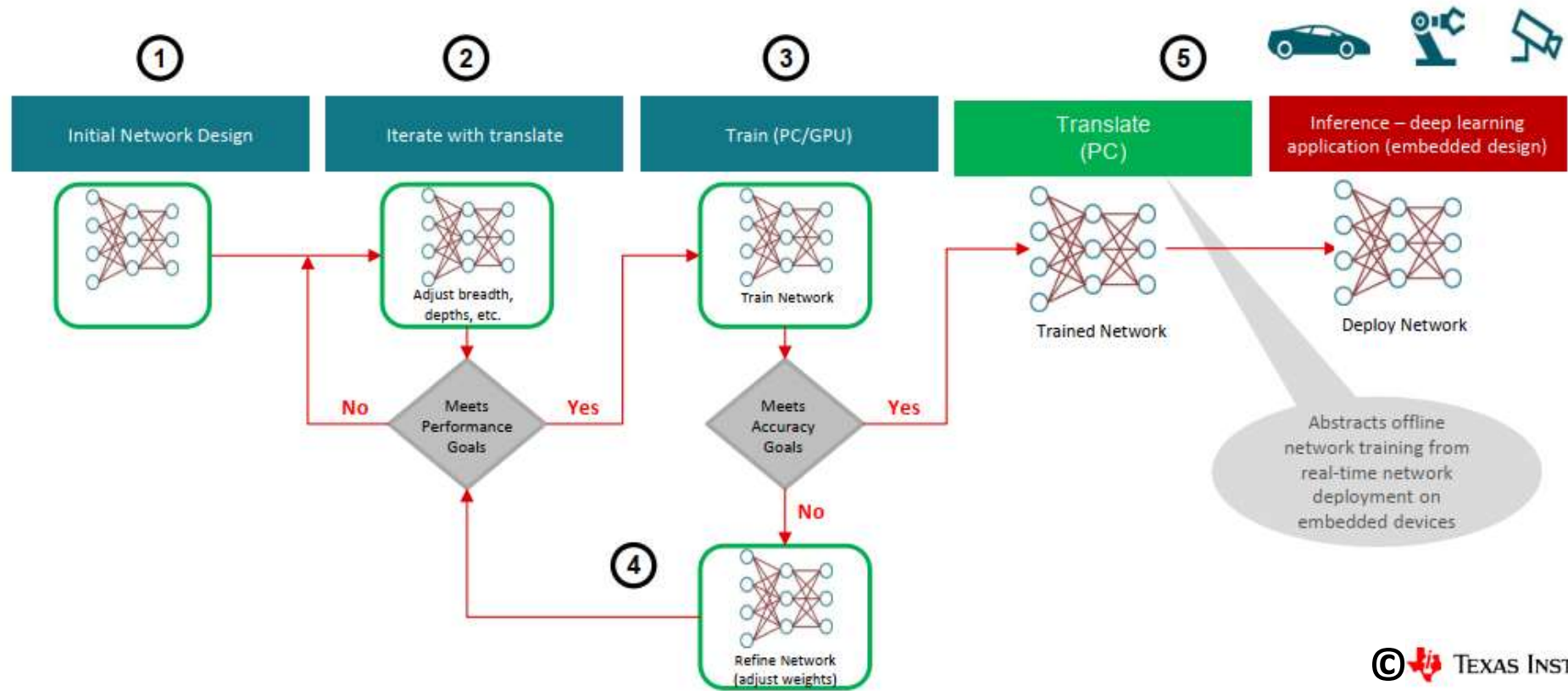
Koul, A., Ganju, S., & Kasam, M. (2020). Practical Deep Learning for Cloud, Mobile, and Edge: Real-World AI and Computer-Vision Projects Using Python, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media, Inc. [Koul et al., 2020]

Hardware

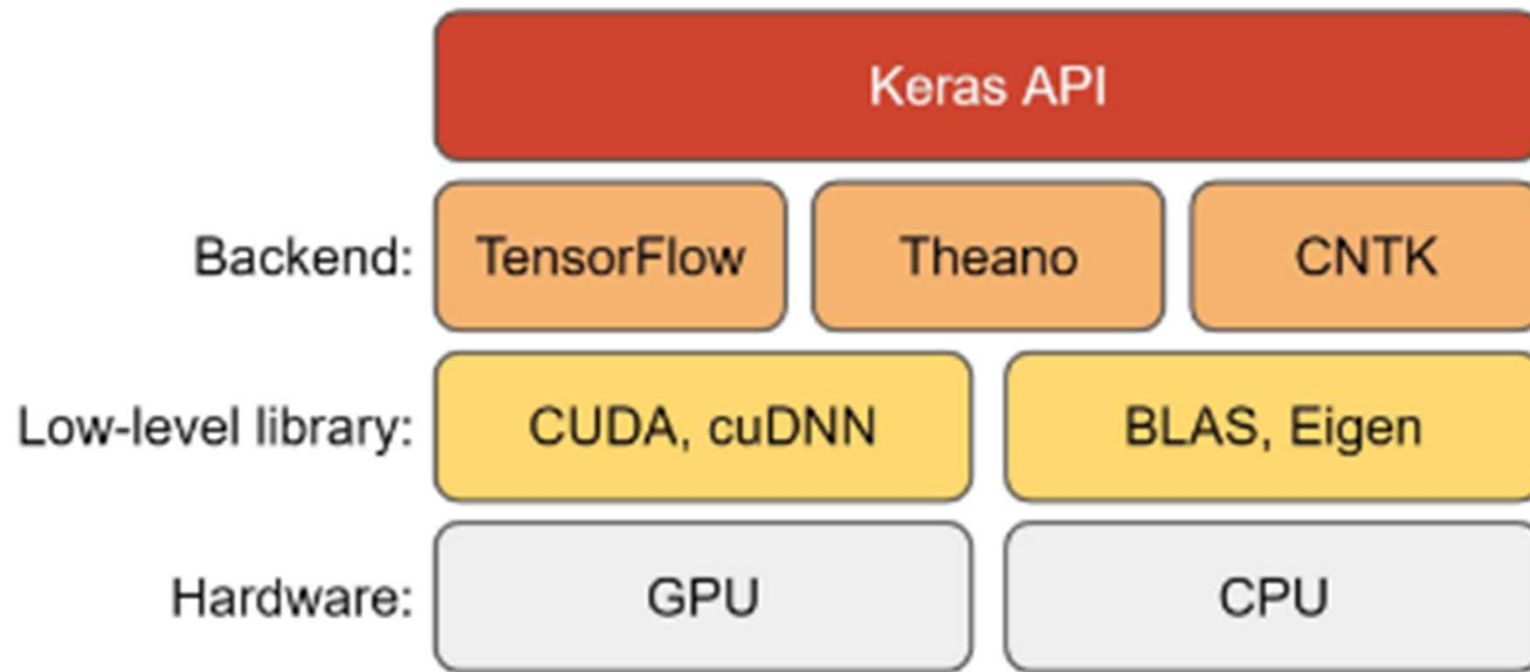


- CPU (Central Process Unit)
- GPU (Graphic Process Unit)
- FPGA (Field-Programming Gate Array)
- ASIC (Application-Specific Integrated Circuit)
- TPU (Tensor Processing Unit)
- Edge TPU
- NPU (Neural Processing Unit)

Fluxo de desenvolvimento de DL



Deep Learning (DL) - Keras



Main: <https://keras.io/>

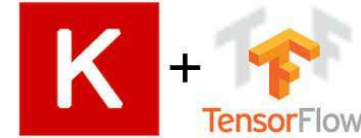
Github: <https://github.com/keras-team/keras>

Deep Learning (DL) - KERAS

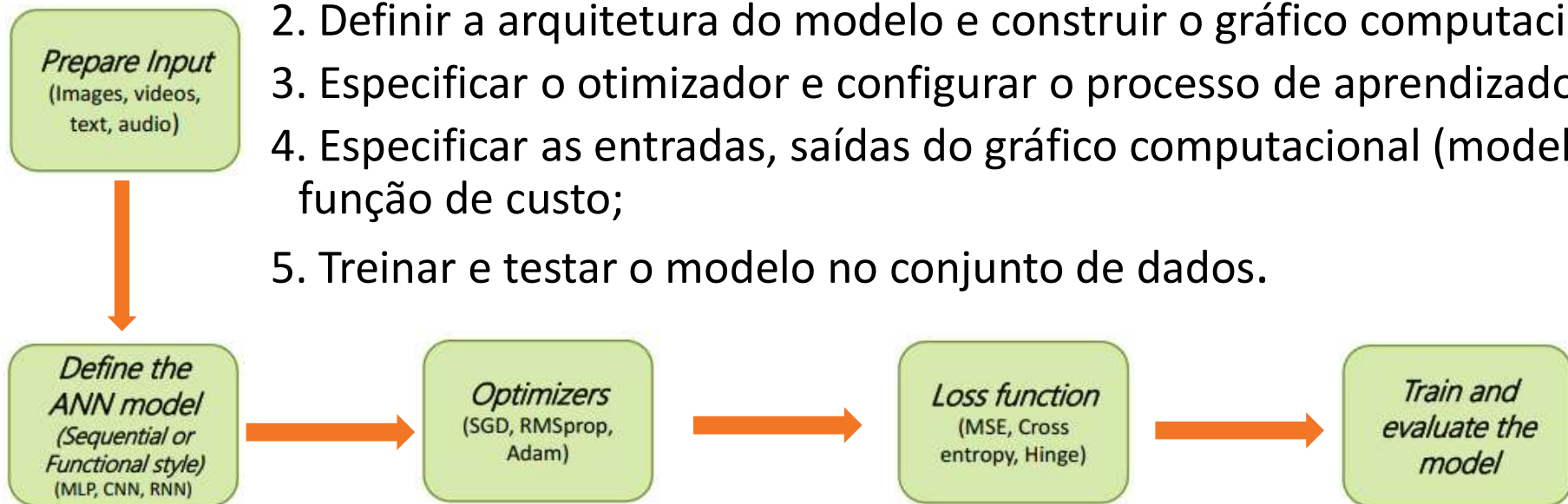


- O que é Keras?
 - ✓ Biblioteca de rede neural escrita em Python
 - ✓ Projetada para ser minimalista e direta
 - ✓ Construída em cima do TensorFlow e Theano
- Por que usar Keras?
 - ✓ Simples para começar, simples para continuar
 - ✓ Altamente modular e fácil de expandir
 - ✓ Profunda o suficiente para construir modelos importantes

Keras



- A ideia geral é basear-se em camadas de entradas e saídas
 1. Preparar as entradas e especificar da dimensão de saída;
 2. Definir a arquitetura do modelo e construir o gráfico computacional;
 3. Especificar o otimizador e configurar o processo de aprendizado;
 4. Especificar as entradas, saídas do gráfico computacional (modelo) e a função de custo;
 5. Treinar e testar o modelo no conjunto de dados.



Keras - camadas



- Modelos:
 - ✓ Sequential - Pilha linear de camadas. Útil para construir modelos simples.
 - ✓ Functional – Multi-input e multi-output
 - ✓ Subclassing – Máxima flexibilidade
- Keras tem um número de camadas pré-definidas:
 - Regulares: Dense, tipo MLP;
 - Camadas recorrentes: LSTM, GRU, etc
 - Camadas Convolucionais: 1D, 2D, 3D
 - Autoencoders construir outros tipos de camadas.
 - Outras: Dropout, noise, Pooling, Normalization, Embedding, etc.

Keras – API Estimador



- É uma API TensorFlow de alto nível que encapsula as seguintes funcionalidades:
 - Treinamento
 - Avaliação
 - Previsão
 - Exportar o modelo para disponibilização para outros usos
- Se pode aproveitar vários estimadores pré-instalados, bem como escrever o próprio modelo com a API do Estimador.
- Os estimadores simplificam as implementações de compartilhamento entre os desenvolvedores de modelos.

API Estimator

High-Level
TensorFlow APIs

Estimators

Mid-Level
TensorFlow APIs

Layers

Datasets

Metrics

Low-level
TensorFlow APIs

Python

C++

Java

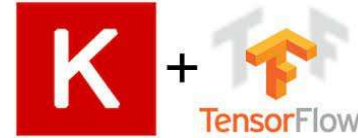
Go

TensorFlow
Kernel

TensorFlow Distributed Execution Engine

<https://www.databricks.com/br/glossary/tensorflow-estimator-api>

Keras – Métodos padrão

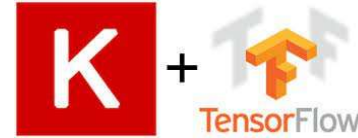


- O método de treinamento padrão, pode usar as seguintes funções:
 - `model.compile()`
 - `model.fit()`
 - `model.evaluate()`
 - `model.predict()`
- Se pode personalizar o processo de treinamento, em vez de seguir opções de treinamento padrão que permitem usar funções como `model.compile()`, `model.fit()`, `model.evaluate()` e `model.predict()`.
- Para personalizar se pode usar `tf.GradientTape()`.



Keras - otimizadores

- Otimizadores:
 - ✓ SGD (Stochastic gradient descent)
 - ✓ SGD with momentum
 - ✓ Adam
 - ✓ AdaGrad
 - ✓ RMSprop (Root Mean Squared Propagation)
 - ✓ AdaDelta
 - ✓ Adamax
 - ✓ Nadam
- Funções de custo
 - ✓ MSE, MAE, Categorical cross entropy, KL Divergence.



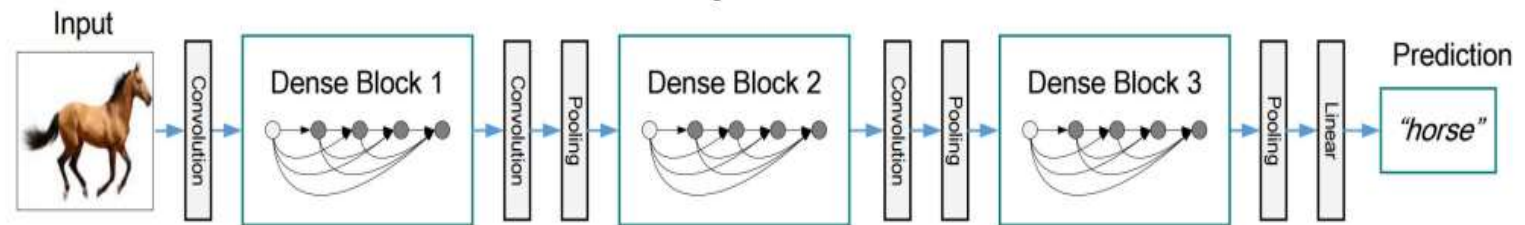
TensorFlow para Keras

- TensorFlow é uma biblioteca de computação científica de algoritmos de aprendizado profundo, de código aberto desenvolvida pela Google Brain.
- Principais recursos:
 - Funciona com Python, C++, Java, R e Go.
 - Keras – API padrão de rede neural de alto nível que foi integrada ao TensorFlow.
 - O TensorFlow permite a implantação de modelos e facilidade de uso na produção.
 - O suporte para computação rápida foi introduzido no TensorFlow 2.x, além da computação gráfica baseada em gráficos estáticos.
 - O TensorFlow tem um excelente suporte da comunidade.

Arquiteturas DL comuns

- Redes Convolucionais:

- ✓ Alex net
- ✓ VGG
- ✓ Res-Net
- ✓ DenseNet



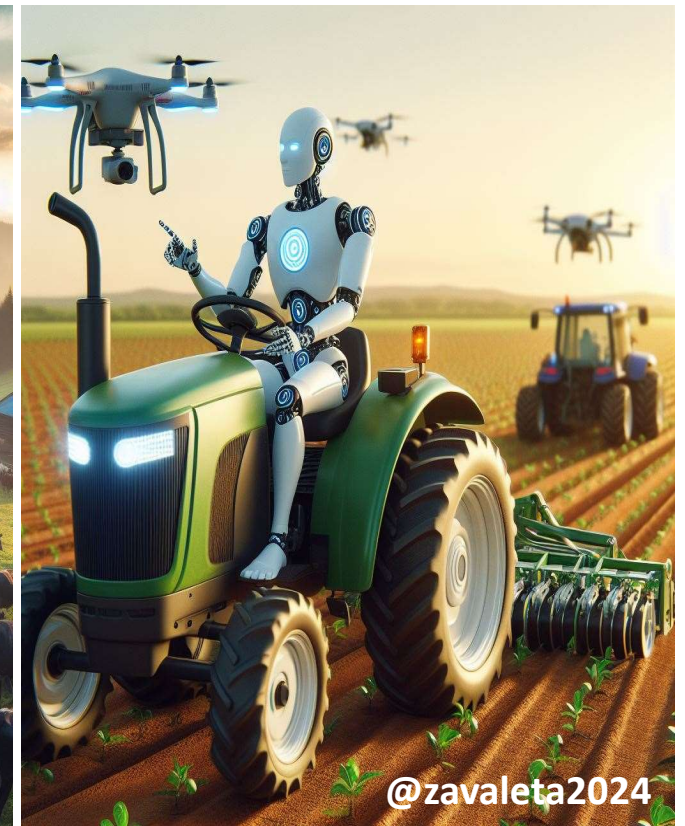
<https://github.com/liuzhuang13/DenseNet>

- ✓ Modelos generativos

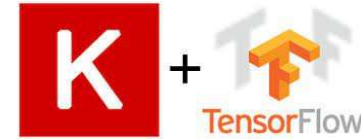
- ✓ Autoencoders
- ✓ GAN - Generative adversarial network



DL - Aplicações



DL - Aplicações



Industrial Factory & Automation



- Improving pick and place
- Predictive maintenance/failure

Agriculture



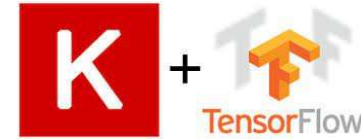
- Optimize crop watering and harvesting

Retail



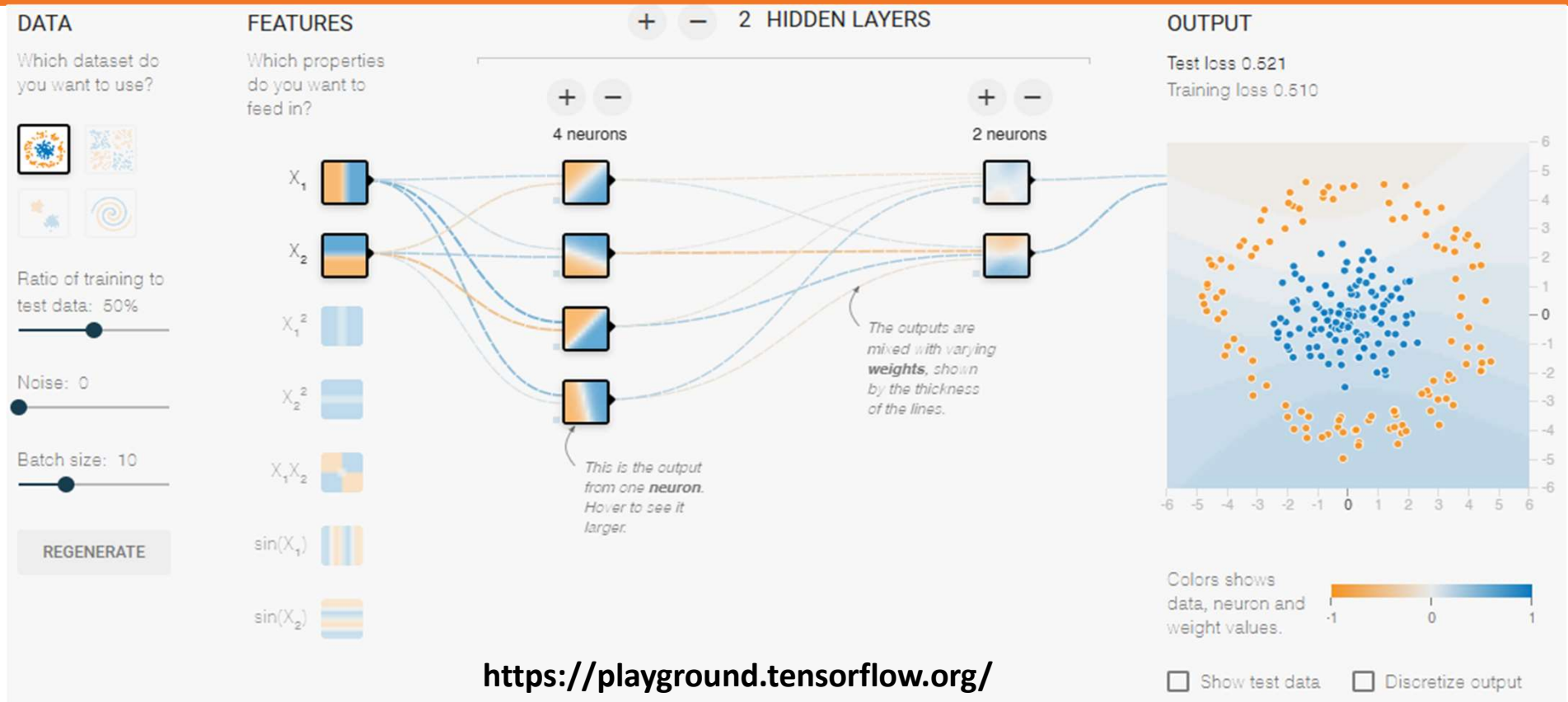
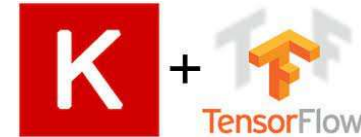
- Improve automated checkout
- Track shoppers and provide incentives

DL - Aplicações

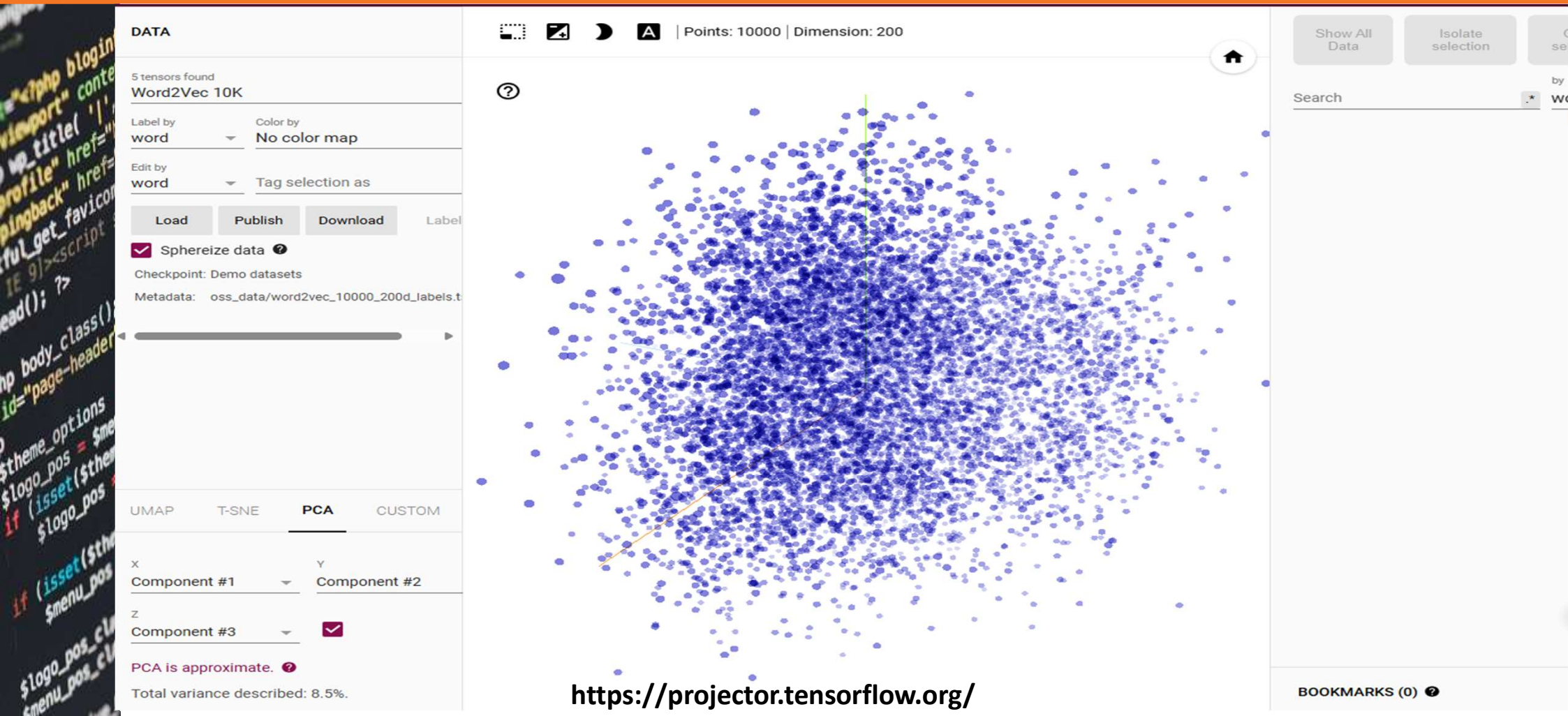


<https://deepdreamgenerator.com/>

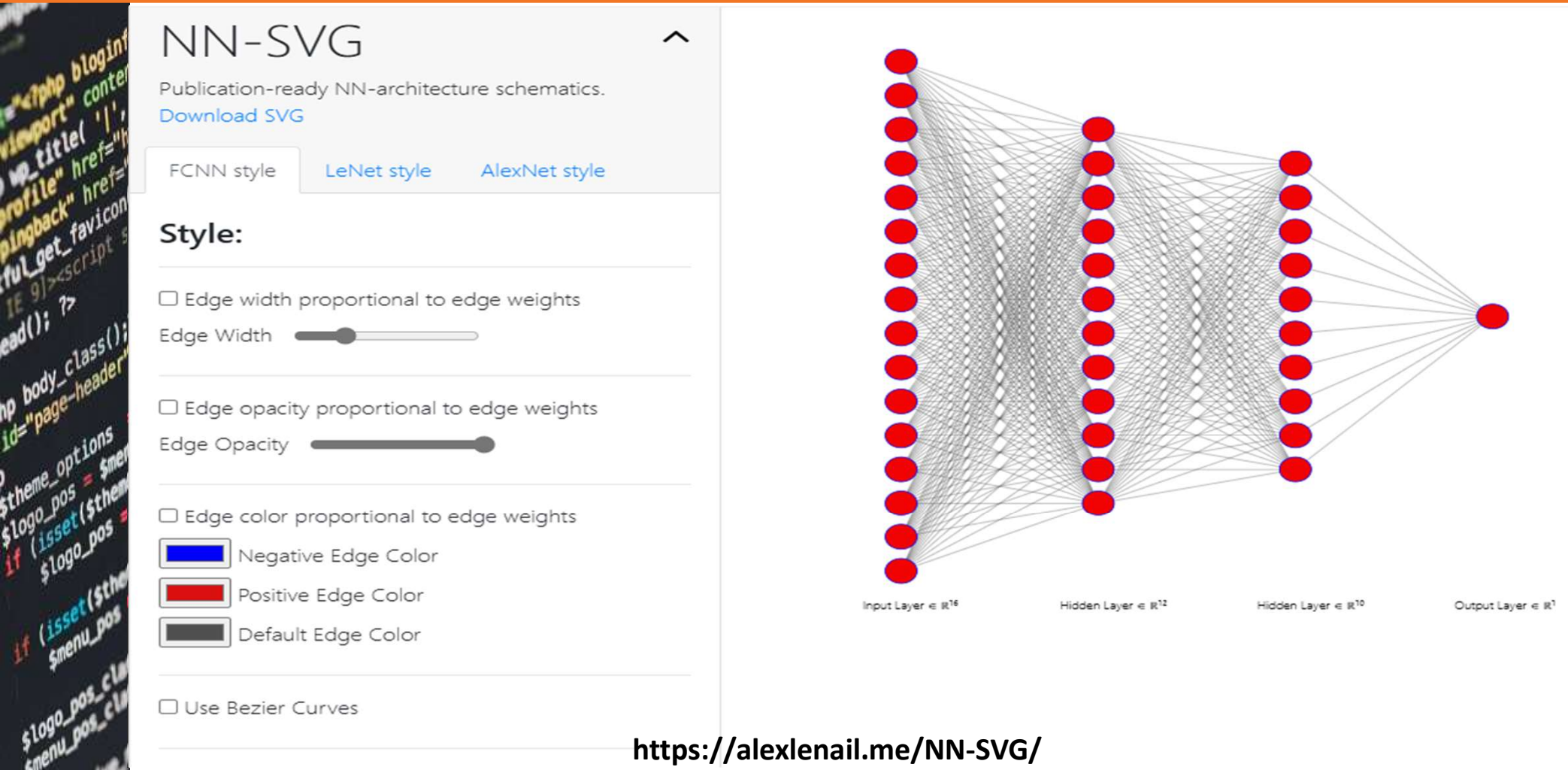
DL - Aplicações



FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA DE DADOS



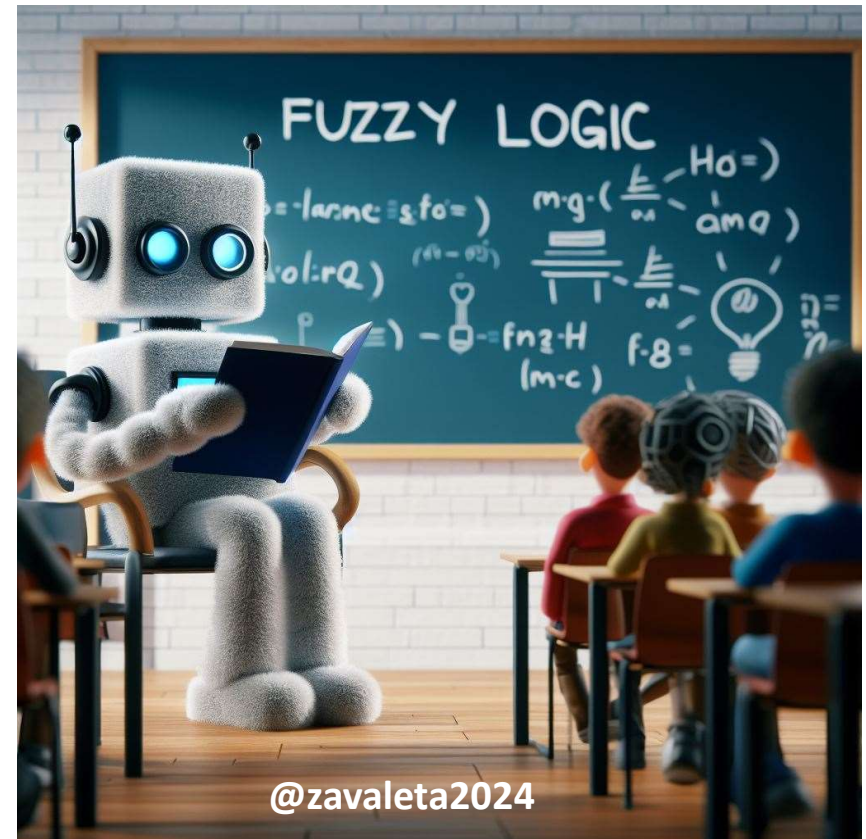
FUNDAMENTOS DE CIÊNCIA DE DADOS



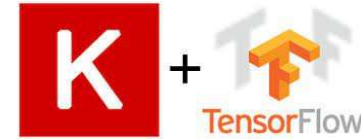
<https://alexlenail.me/NN-SVG/>

DL - Aplicações

- Processamento de Linguagem Natural (PLN)
- Visão Computacional
- Medicina
- Biologia
- Geração de Imagens
- Sistemas de recomendação
- Robótica
- Outras aplicações – Mercado financeiro, ...



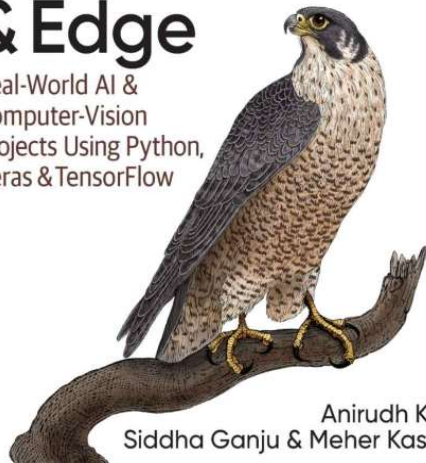
Bibliografia



O'REILLY®

Practical Deep Learning for Cloud, Mobile & Edge

Real-World AI & Computer-Vision Projects Using Python, Keras & TensorFlow



Beginning Deep Learning with TensorFlow

Work with Keras, MNIST Data Sets, and Advanced Neural Networks

Liangqu Long
Xiangming Zeng

apress®

DOUGLAS J. SANTRY

DEMYSTIFYING DEEP LEARNING

AN INTRODUCTION TO THE MATHEMATICS OF NEURAL NETWORKS



EXPERT INSIGHT

Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras

Regression, ConvNets, GANs, RNNs, NLP, and more with TensorFlow 2 and the Keras API

Second Edition



Antonio Gulli, Amita Kapoor, Sujit Pal

Packt