



INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

PROF. JOSENALDE OLIVEIRA

josenalde.oliveira@ufrn.br

<https://github.com/josenalde/ic>

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS - UFRN

OBJETIVOS

O(a) discente desenvolverá a capacidade de compreender e utilizar técnicas de Inteligência Computacional (IC) na solução de problemas computacionais. Adquirirá uma visão ampla dos softwares, bibliotecas e métodos utilizadas na área de IC, de modo a incorporar tais soluções no desenvolvimento de software.

CONTEÚDO

Introdução à inteligência computacional; Algoritmos de busca heurística; Algoritmos Genéticos; Sistemas Fuzzy; Introdução ao aprendizado de máquina supervisionado; Redes neurais artificiais.

PLANO DE CURSO

Sistemas baseados em conhecimento

Introdução a inteligência computacional; paradigmas; aplicações; busca computacional e otimização; métodos heurísticos; sistemas especialistas; sistemas nebulosos (fuzzy)



Introdução à aprendizagem de máquina; modelo e modelagem; qualidade dos modelos/métricas/indicadores; métodos de classificação, de diagnóstico e de previsão; redes neurais; próximos passos da IC

Aprendizagem de Máquina

Utilizaremos PYTHON e notebooks Jupyter/Colab em nossas implementações (não restrito!)

PLANO DE CURSO

- Referências

Notas de aula .pdf disponibilizadas de autoria do docente (slides)

<https://github.com/josenalde/ic>
www.kaggle.com

FACELI, K. et al. Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

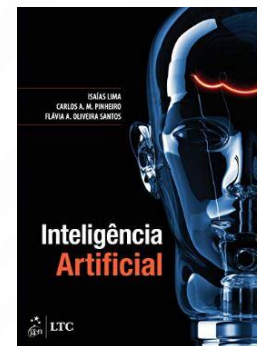
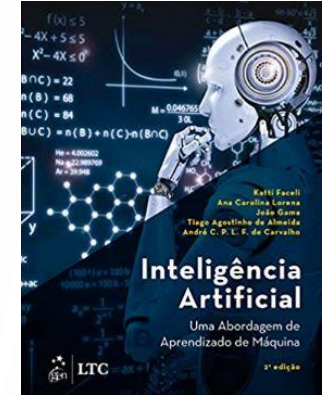
ROSA, João L.G. Fundamentos de Inteligência Artificial. LTC, 2011 (BCZM/EAJ)

LIMA, Isaías et al. Inteligência Artificial. LTC, 2021 (BCZM, 64 exemplares)

Complementar:

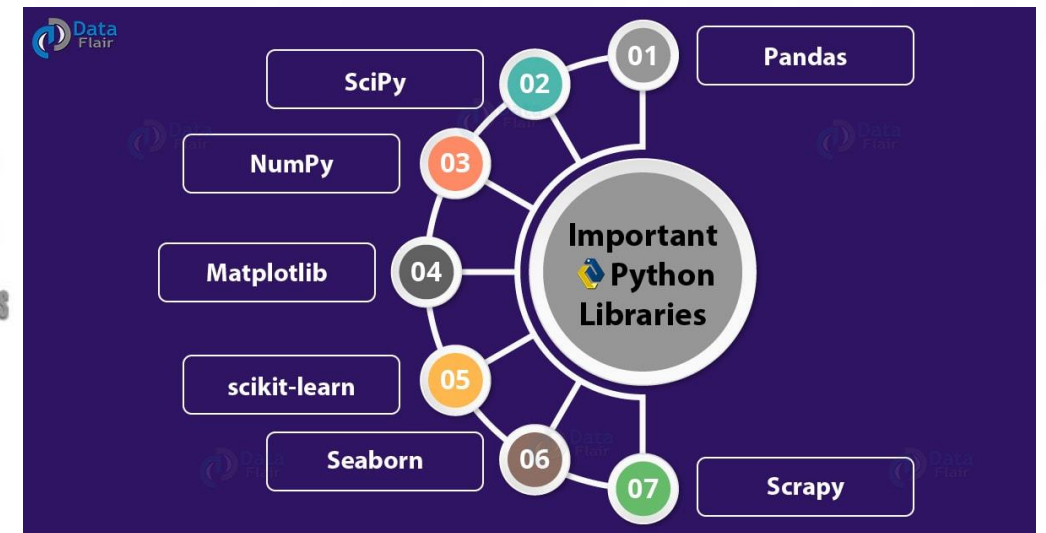
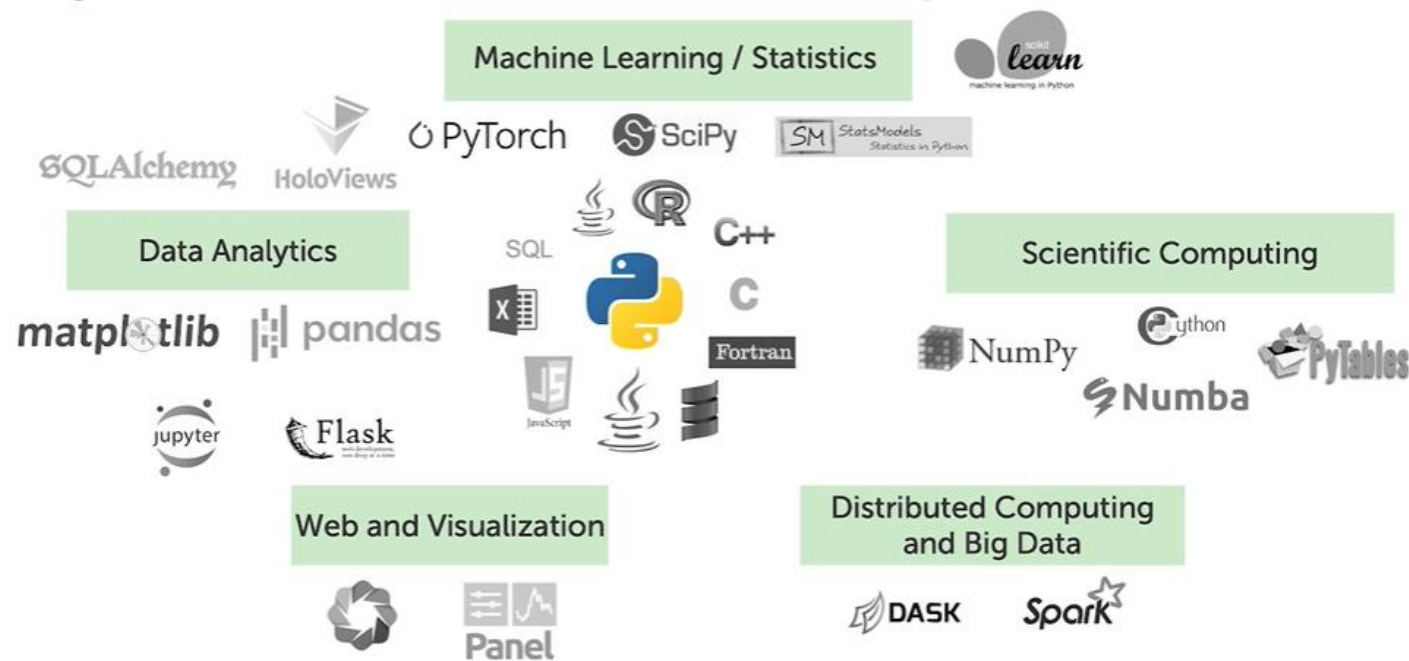
Oliveira Jr., H.A. (coord) et al. Inteligência Computacional. Thomson, 2007. (*fuzzy, rna*)

<https://machinelearningmastery.com/master-machine-learning-algorithms/>



FERRAMENTAS (SUGERIDAS)

- Dentro da miríade (crescente) de ferramentas, é selecionado um ambiente interativo (Jupyter notebooks) baseado em **Python** para desenvolvimento de nossos estudos, a partir do qual bibliotecas e recursos extras vão sendo apresentados/explorados no tempo...



FERRAMENTAS (SUGERIDAS)

- Ganho de produtividade...

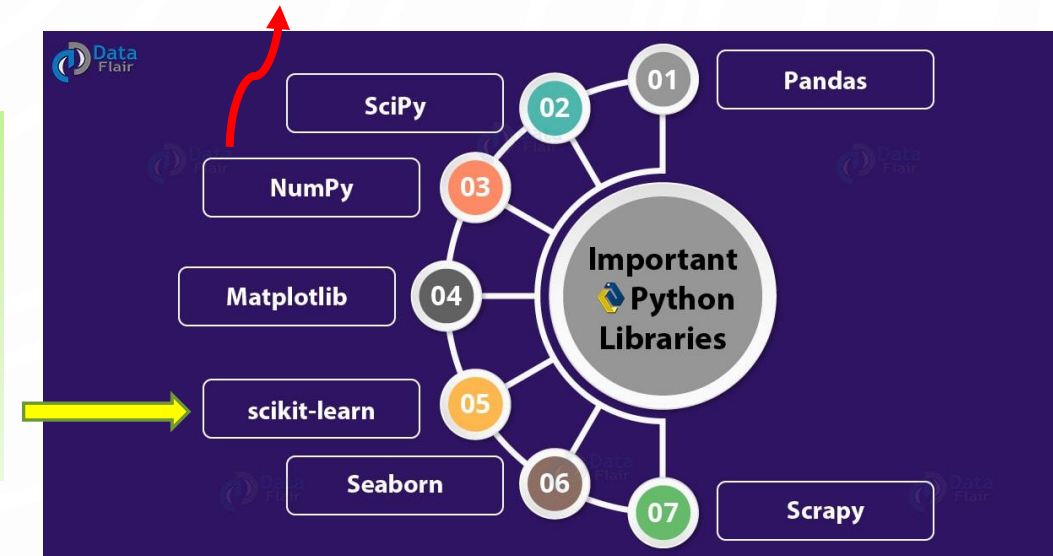
Pandas



```
import pandas as pd
acervobczm = pd.read_csv('../datasets/acervoaquisicao.csv', sep=';')
```

- Provê estruturas de dados de alto nível para dados estruturados ou tabulares (Series, DataFrames)
- Início: 2010 (chave para o Python ganhar espaço em CD)
- Facilita reformatação, manipulação, agregação, seleção
- Tratamento flexível para dados ausentes

- SCIKIT-LEARN: principais técnicas de AM



```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
import seaborn as sns
import statsmodels as sm
```

Dataframe Panda

Dicionário Python

```
import csv

with open('../datasets/acervoaquisicao.csv', encoding='utf8') as f:
    reader = csv.DictReader(f, delimiter=';')
    for row in reader:
        print(row['titulo'])
```


FERRAMENTAS (SUGERIDAS)

- Qual linguagem base devo utilizar?

Ver esta análise [aqui](#)



Introduction	Methodology	Applications of PCA	Extensions of PCA	Final Remarks	References
○○○○○	○○○○○○○○○○○○○○	○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	○○○○○○○○○○○○○○		

Example 1: Food consumption in European Countries

Example 1: European Food Consumption

Step 3a: Perform PCA

R

```
out_cor <- princomp(data, cor=TRUE)

lambda_perc <- out_cor$sdev^2/sum(out_cor$sdev^2)
V <- out_cor$loadings
Y <- cor(data) %*% V # Y = XV
PC <- out_cor$scores # PC = (standardized dataset)V
### Compare with ?prcomp and ?svd
```

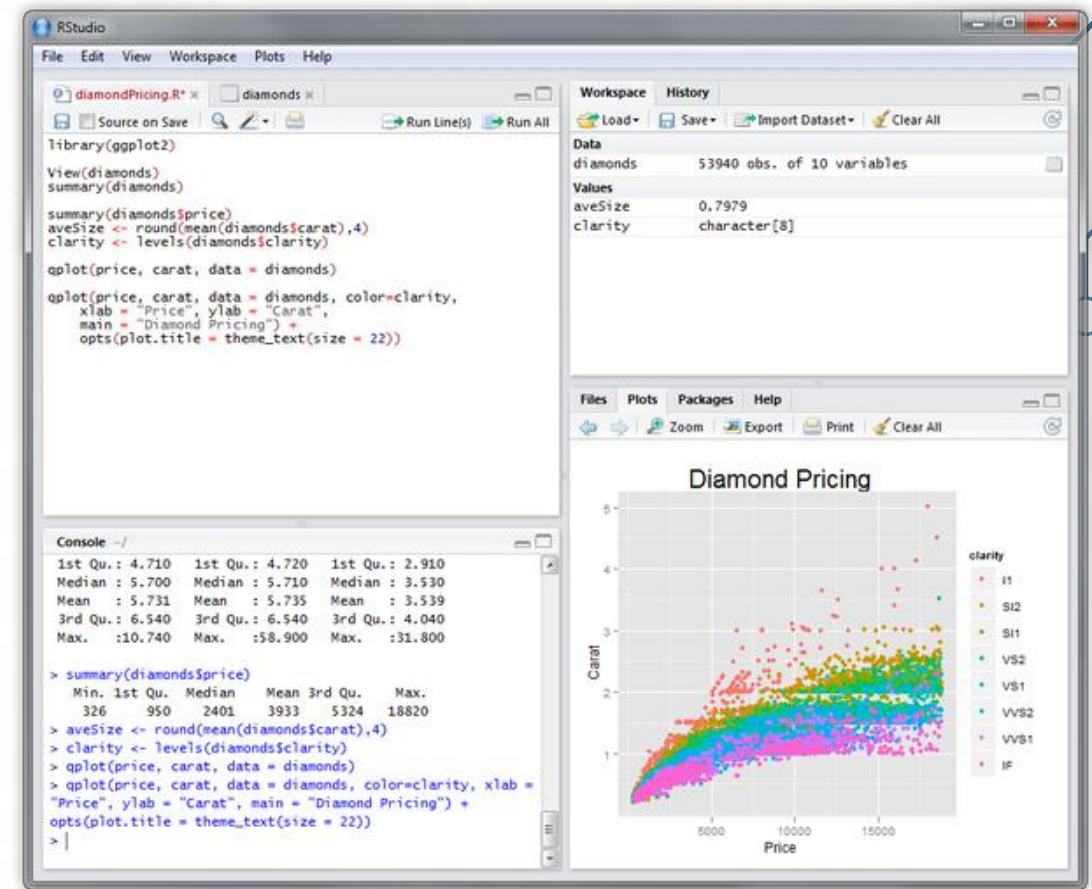
Python

```
data_std = data/data.std()

out_cor = PCA().fit(data_std)

lambda_perc = out_cor.explained_variance_ratio_
V = pd.DataFrame(out_cor.components_.T)
Y = pd.DataFrame(np.dot(data_corr(), V)) # Y = XV
PC = pd.DataFrame(out_cor.fit_transform(data_std))
### Compare with 'scipy.linalg',
### 'numpy.linalg' and
### 'matplotlib.mlab.PCA'
```

UPV



Ambas possuem suas especificidades, qualidades e, em geral, a escolha principal tem sido associada ao background do desenvolvedor, se em computação (python) ou de matemática/estatística (R)

JUPYTER LAB (NOTEBOOK):



ANACONDA®

Anaconda Navigator

File Help

ANACONDA.NAVIGATOR

Home

Environments

Learning

Community

Applications on base (root) Channels

 CMD.exe Prompt 0.1.1 Run a cmd.exe terminal with your current environment from Navigator activated Launch	 Datalore Online Data Analysis Tool with smart coding assistance by JetBrains. Edit and run your Python notebooks in the cloud and share them with your team. Launch	 IBM Watson Studio Cloud IBM Watson Studio Cloud provides you the tools to analyze and visualize data, to cleanse and shape data, to create and train machine learning models. Prepare data and build models, using open source data science tools or visual modeling. Launch	 JupyterLab 2.2.6 An extensible environment for interactive and reproducible computing, based on the Jupyter Notebook and Architecture. Launch	 Notebook 6.1.4 Web-based, interactive computing notebook environment. Edit and run human-readable docs while describing the data analysis. Launch	 Powershell Prompt 0.0.1 Run a Powershell terminal with your current environment from Navigator activated Launch
 Qt Console 4.7.7 PyQt GUI that supports inline figures, proper multiline editing with syntax highlighting, graphical calltips, and more. Launch	 Spyder 4.1.5 Scientific Python Development Environment. Powerful Python IDE with advanced editing, interactive testing, debugging and introspection features Launch	 VS Code 1.52.1 Streamlined code editor with support for development operations like debugging, task running and version control. Launch	 Glueviz 1.0.0 Multidimensional data visualization across files. Explore relationships within and among related datasets. Install	 Orange 3 3.26.0 Component based data mining framework. Data visualization and data analysis for novice and expert. Interactive workflows with a large toolbox. Install	 PyCharm Professional A Full-fledged IDE by JetBrains for both Scientific and Web Python development. Supports HTML, JS, and SQL. Install
 RStudio 1.1.456 A set of integrated tools designed to help you be more productive with R. Includes R essentials and notebooks. Launch					

NUMFOCUS
OPEN CODE • BETTER SCIENCE
[Donate](#)

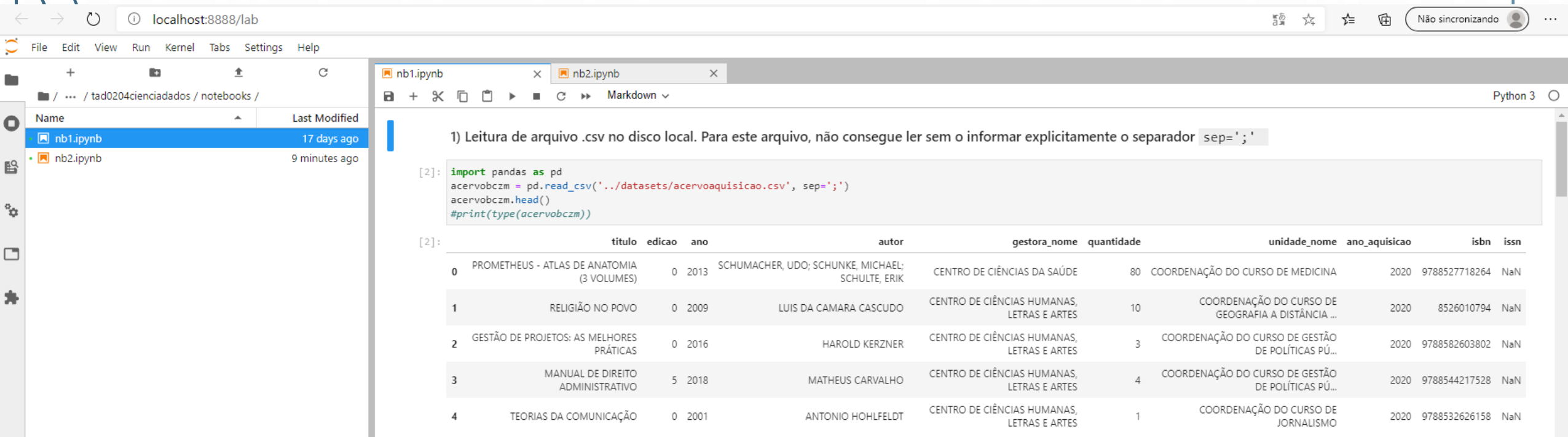
Support the OSS Community

Documentation

Anaconda Blog

Twitter YouTube GitHub

JUPYTER LAB (NOTEBOOK):



The screenshot shows the Jupyter Lab interface. On the left is a file browser showing a directory structure with two notebooks: nb1.ipynb (modified 17 days ago) and nb2.ipynb (modified 9 minutes ago). The main area displays the nb2.ipynb notebook. It has a title bar with 'nb2.ipynb' and a toolbar with icons for saving, opening, and running. The notebook content includes a text cell with the instruction: '1) Leitura de arquivo .csv no disco local. Para este arquivo, não consegue ler sem o informar explicitamente o separador sep=';' ;'. Below this is a code cell with the following Python code:

```
[2]: import pandas as pd
acervobczm = pd.read_csv('../datasets/acervoaquisicao.csv', sep=';')
acervobczm.head()
#print(type(acervobczm))
```

The output of the code cell is a table with 11 columns: index, titulo, edicao, ano, autor, gestora_nome, quantidade, unidade_nome, ano_aquisicao, isbn, and issn. The table contains 5 rows of data.

	titulo	edicao	ano	autor	gestora_nome	quantidade	unidade_nome	ano_aquisicao	isbn	issn
0	PROMETHEUS - ATLAS DE ANATOMIA (3 VOLUMES)	0	2013	SCHUMACHER, UDO; SCHUNKE, MICHAEL; SCHULTE, ERIK	CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE	80	COORDENAÇÃO DO CURSO DE MEDICINA	2020	9788527718264	NaN
1	RELIGIÃO NO POVO	0	2009	LUIS DA CAMARA CASCUDO	CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES	10	COORDENAÇÃO DO CURSO DE GEOGRAFIA A DISTÂNCIA ...	2020	8526010794	NaN
2	GESTÃO DE PROJETOS: AS MELHORES PRÁTICAS	0	2016	HAROLD KERZNER	CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES	3	COORDENAÇÃO DO CURSO DE GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	2020	9788582603802	NaN
3	MANUAL DE DIREITO ADMINISTRATIVO	5	2018	MATHEUS CARVALHO	CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES	4	COORDENAÇÃO DO CURSO DE GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	2020	9788544217528	NaN
4	TEORIAS DA COMUNICAÇÃO	0	2001	ANTONIO HOHLFELDT	CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES	1	COORDENAÇÃO DO CURSO DE JORNALISMO	2020	9788532626158	NaN

- Ambiente para execução interativa (lpython), com mescla de código interpretável, texto, imagens, LaTeX – linguagem Markdown e HTML
- No Anaconda Prompt:
 - conda update jupyter
 - notebook jupyter

- Baseado no projeto lpython (Fernando Pérez, 2001...)
- Projeto Jupyter (2014...)
- Desenvolvimento baseado no fluxo execução-exploração ao invés de edição-compilação-execução
- Em ciência de dados, as análises envolvem exploração, tentativa e erro e iteração

GOOGLE COLAB



O que é o Colaboratory?

O Colaboratory ou "Colab" permite escrever código Python no seu navegador, com:

- Nenhuma configuração necessária
- Acesso gratuito a GPUs
- Compartilhamento fácil

Você pode ser um **estudante**, um **cientista de dados** ou um **pesquisador de IA**, o Colab pode facilitar seu trabalho. Assista ao vídeo [Introdução ao Colab](#) para saber mais ou simplesmente comece a usá-lo abaixo!

- Desenvolvimento online com integração Gdrive e Github

Dito isto...

INTRODUÇÃO – CONCEITOS BASE

Mas....é possível definir inteligência? Observar aspectos humanos pode nos ajudar!

Características da inteligência humana

- Aprende por **experiência** e é capaz de utilizar o **conhecimento** adquirido por experiência
- Soluciona problemas mesmo se as **informações** disponíveis forem **incompletas** e/ou **imprecisas**
- **Reage** rapidamente perante uma **nova situação**
- Determina aquilo que é **importante** em cada **contexto**
- **Raciocina**, **pensa** e **compreende** imagens visuais
- Capacidade de abstração da realidade
- Processa e manipula **símbolos** (pensamento)
- É **criativo**, **imaginativo** e utiliza **heurísticas**



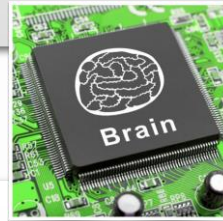
INTRODUÇÃO – CONCEITOS BASE

O termo “Sistema Inteligente” diz respeito a um sistema **capaz de lidar com conhecimento** (representação e raciocínio) sobre um determinado domínio

INTELIGÊNCIA

“capacidade de tomar a melhor decisão possível dada a informação disponível, com a capacidade de **se adaptar a novas situações**” – segundo esta definição consiste num problema de análise de dados

Artificial



Computacional

Capacidade de **máquinas** tomarem decisões **inteligentes**

Ser humano + algoritmo gera melhor **decisão** que algoritmo sozinho ?!

IA geral e clássica evoluindo para uma nova linha de pesquisa para manipular informações visuais, auditivas, textuais e senso comum, que não possuem formalismos lógicos bem estruturados, (lógica proposicional, predicados, redes semânticas, buscas em grafos, base de regras etc.), incluindo algoritmos de inspiração natural e biológica



INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA



Peça The Rebellling Robots (R.U.R) 1921 (escrita por Karel Čapek)

McCulloch, Pitts, 1943: proposta de neurônio “matemático”

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02478259>

- Isaac Asimov (1920-1992), crítico da peça, escreve e propõe em I, robot (Eu robô, 1950) as três leis da robótica:

- 1ª Lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por inação, permitir que um ser humano sofra algum mal.
- 2ª Lei: Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que entrem em conflito com a Primeira Lei.
- 3ª Lei: Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira ou Segunda Leis
- Lei 0: um robô não pode causar mal à humanidade ou, por omissão, permitir que a humanidade sofra algum mal.



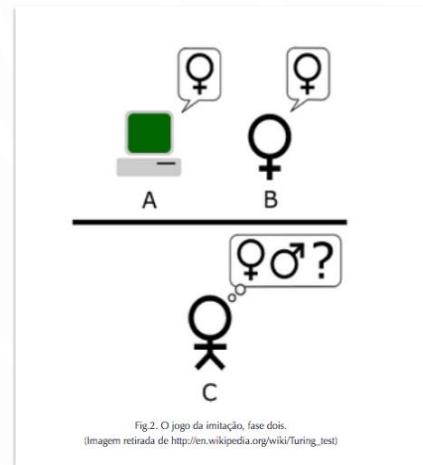
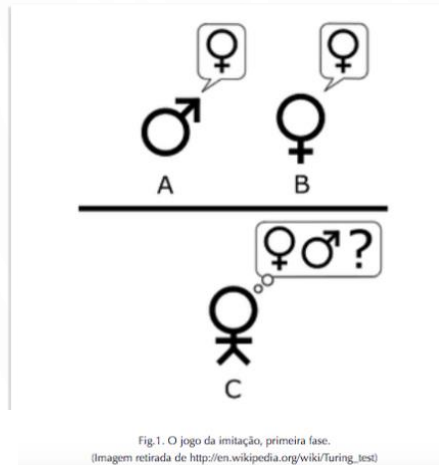
Superman 1941



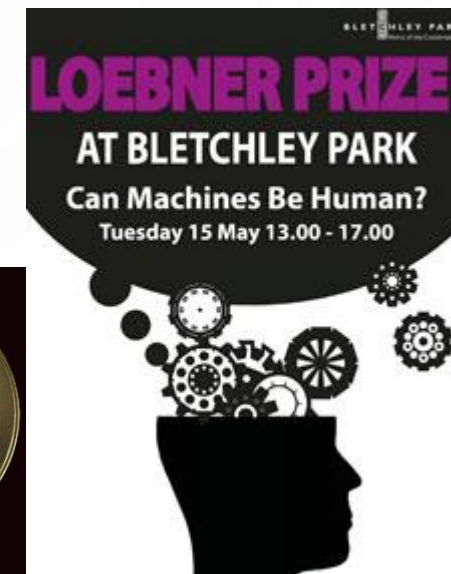
Robby, 1956

INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

Alan Turing: *can machines think?* Jogo da imitação, 1950:
<https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>

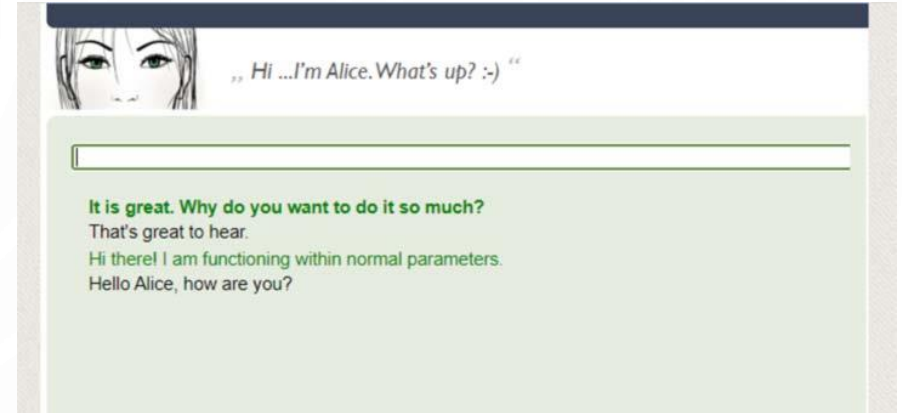
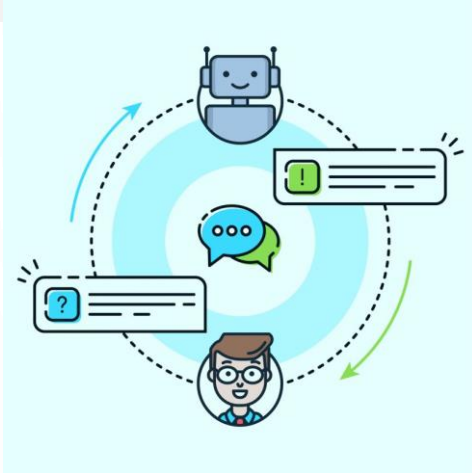


- Competições para o teste de turing: *prêmio Loebner*
- Foco atual em PLN (*processamento de linguagem natural*)
- Teste de Turing total inclui vídeo – *visão computacional*
 - Testar percepção do computador
- O próprio Turing levantou eventuais objeções e responde!



INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

Consequência: estudos sobre os chatbots e agentes virtuais (ibm)



A.L.I.C.E (1995-atual): inspiração para a Kuki
Richard Wallace: AIML (AI Markup Language)

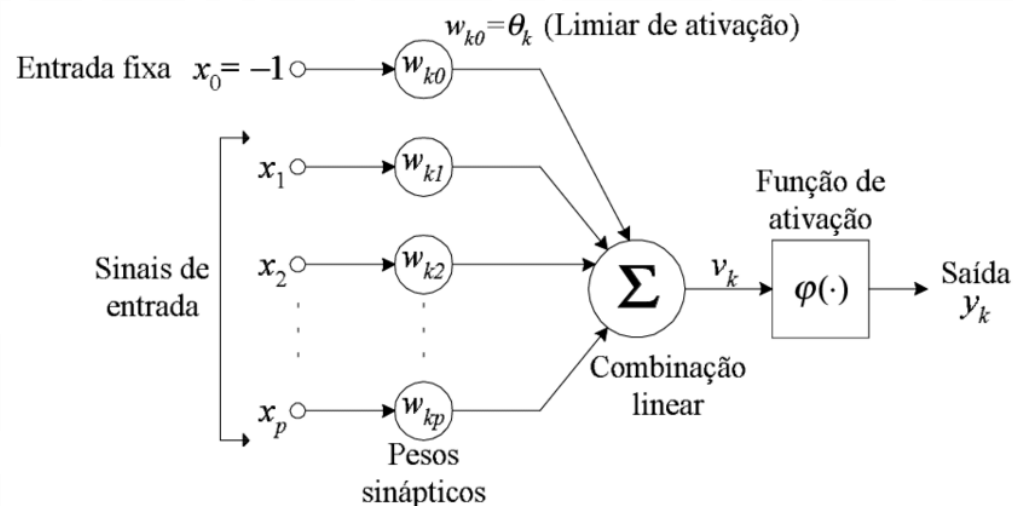
Leitura complementar: <https://builtin.com/design-ux/chatbot-turing-test-mitsuku-pandorabots>

- Mitsuku (Kuki), ganhou 5 vezes o prêmio
- Desenvolvido por Steve Worswick na PandoraBots

- Google Meena (Google AI)
- Meta AI Blender Bot, projeto PARL
- Assistentes
- IBM Watson

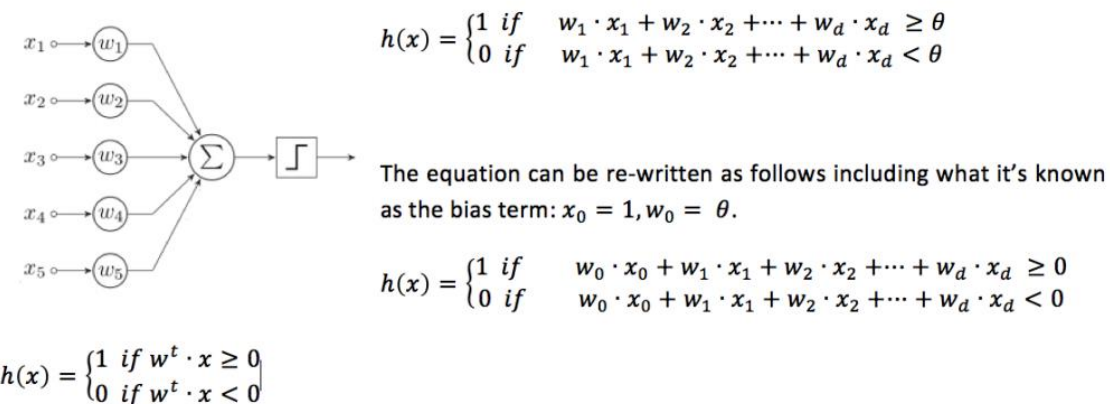
INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

McCulloch, Pits, 1943: proposta de neurônio “matemático”
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02478259>



Um neurônio completo com entradas, pesos, uma somatória para calcular o número resultante do produto (entradas, pesos) e a função de ativação com o número T de limiar para que o neurônio possa ativar em um output y.

Rosenblat, Frank 1957: evolução PERCEPTRON
Rede neural de 1 camada intermediária (escondida) com 1 neurônio. Classificação de problemas lineares
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9070967>



As pesquisas e interesse por RNA ficaram um tempo sem despertar interesse até o trabalho de Rubelhart et al. 1986, discutindo técnicas de aprendizado, backpropagation, gradiente etc.

INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

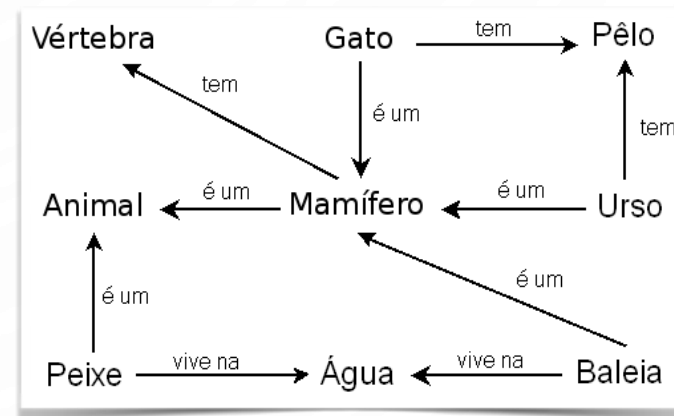
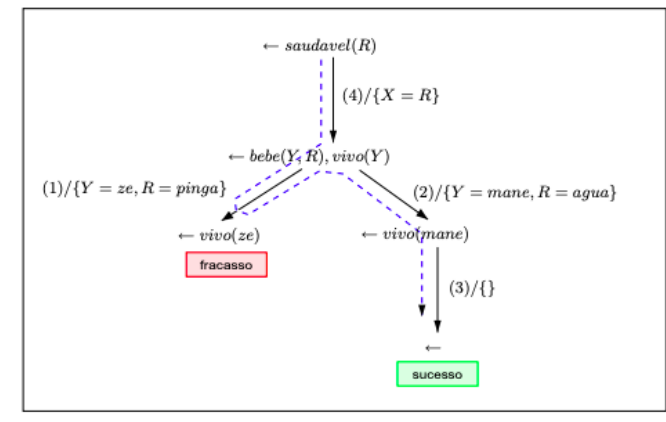
O trabalho de Rosenblat veio na sequência do Congresso de Dartmouth em 1956 onde a IA surge formalmente como linha de pesquisa para criar máquinas “pensantes” de uso prático

“O estudo se baseia na ideia de que todo aspecto de aprendizado ou qualquer característica da inteligência consegue, por princípio, ser tão **precisamente descrito** que uma máquina pode ser criada para simulá-la.

A tentativa será feita para descobrir como máquinas podem criar linguagem, formar abstrações e conceitos, resolver problemas restritos a humanos **e até melhorar elas mesmas**. Nós acreditamos que um avanço significativo em tais questões poderá acontecer **se um grupo de cientistas selecionados trabalhar em conjunto durante um verão.**”

Primeiros trabalhos com estruturas para representar o conhecimento, descrição semântica e algoritmos para busca

```
(1) bebe(ze, pinga) ←  
(2) bebe(mane, agua) ←  
(3) vivo(mane) ←  
(4) saudavel(X) ← bebe(Y, X), vivo(Y)
```



INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

Desenvolvimento de SISTEMAS ESPECIALISTAS em detrimento de SISTEMAS GERAIS DE IA, com entradas de dados (base de conhecimento) “a priori” **sem capacidade de “auto aprendizado”** – buscar conclusões com base em respostas – Exemplo: motor JDROOLS:
<https://www.drools.org/>

Mapear uma base de regras E com base no caminho de interação do usuário final, ir direcionando o fluxo até o resultado final – chatbots mais simples são baseados neste fluxo de interação

Exemplo: palmaS (tapioca@ufrn), diagnoseweb (embrapa) etc.

Compare um robô autônomo num ambiente controlado com um carro autônomo numa estrada (necessidades)

Em meados dos anos 1960, **novas técnicas** começaram a ser desenvolvidas, a partir da observação de **outros fenômenos inteligentes naturais** além da inteligência humana, bem como a necessidade de contemplar o raciocínio impreciso (fuzzy, 1965)

Quem classificaria o mecanismo utilizado pelos cupins para a construção de seus ninhos como um comportamento inteligente? (swarm intelligence)

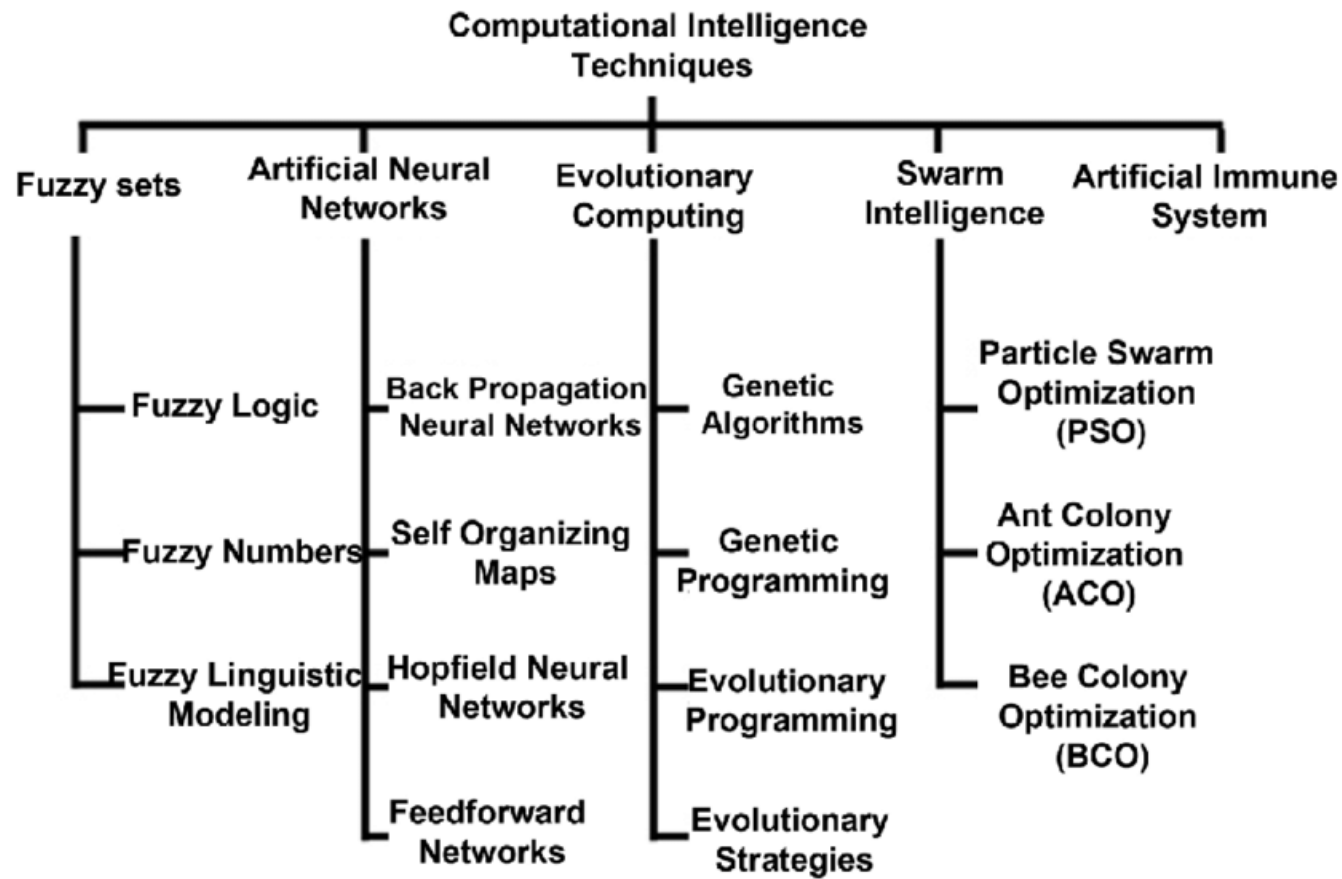
Vários outros exemplos existem na natureza:

Evolução das espécies, construção de colmeias de **abelhas**, coleta de comida por **formigas**, voo dos **pássaros**, etc.

Essas técnicas podem ser consideradas técnicas de **Computação Natural** e, mais especificamente, técnicas de Computação Inspirada na Natureza

INTRODUÇÃO – TÉCNICAS IC

Exemplo de classificação



INTRODUÇÃO – UM POUCO DE HISTÓRIA

Compare um robô autônomo num ambiente controlado com um carro autônomo numa estrada (necessidades, complexidade)



Se Então
Senão Se Então
...
Fim_Se

E A APRENDIZAGEM DE MÁQUINA (MACHINE LEARNING)?

Diferenciando-se da IA clássica, a proposta é as máquinas aprenderem as regras de decisão sozinhas, a partir de exemplos apresentados

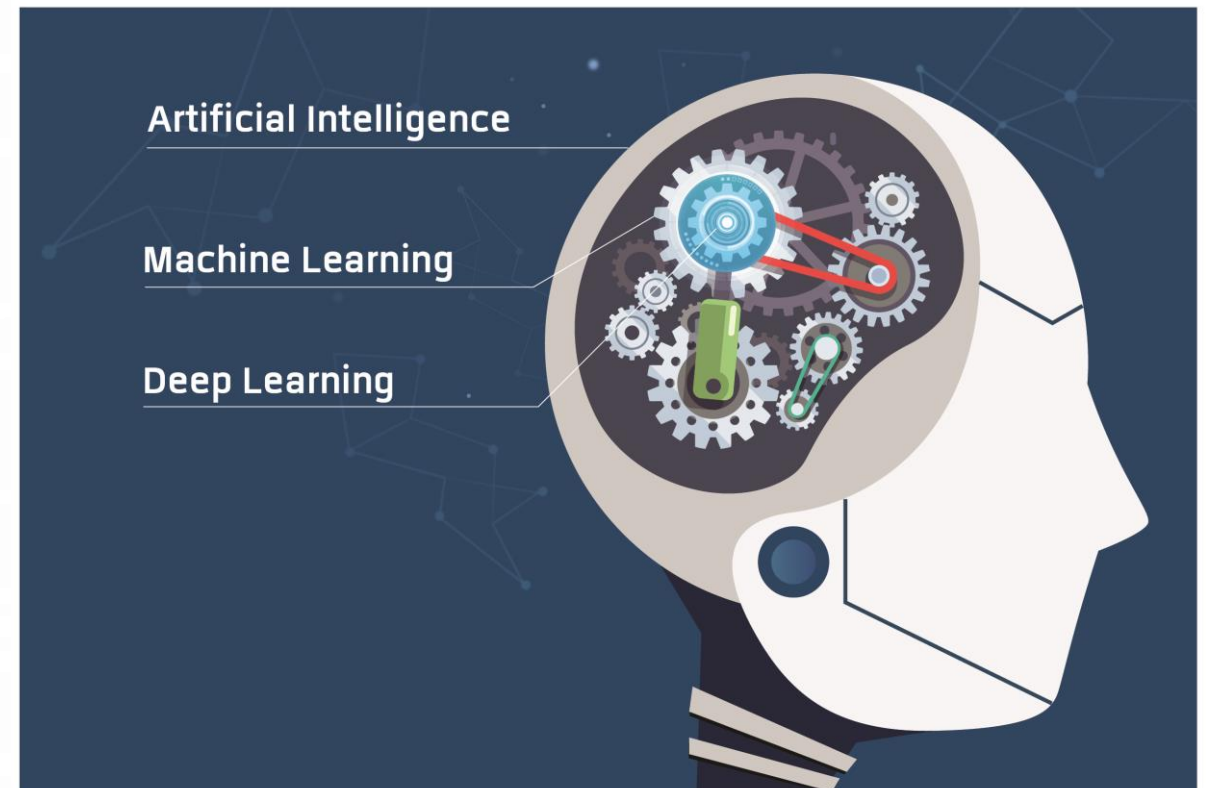
Tomada de decisão via identificação de padrões (complexos) nos dados

Foco em modelos preditivos – capacidade preditiva
Acertos no que se propõe fazer!

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots$$

- Num clássico problema de inferência estatística, foco na descoberta dos coeficientes, suas relações etc.
- Numa abordagem ML, foco em acertar a qualidade da predição Y , sem necessariamente se preocupar com os processos complexos que o algoritmo usou!

Contraponto: IA explicável!!!! (XAI)



APLICAÇÕES E ATUALIDADE (FOCO DEV)

SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT

Subvenção Econômica à Inovação – 04/2022

MCTI/Finep **Startups IA**

Encerrou Junho 2022 submissões

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e a Financiadora de Estudos e Projetos - Finep tornam pública a presente Seleção, cujo objetivo é selecionar projetos de inovação de **Inteligência Artificial** (IA) nas linhas temáticas Agro 4.0, Saúde 4.0, Indústria 4.0 e Cidades Inteligentes e Turismo 4.0.

Para fins desta Seleção Pública, entende-se por Inteligência Artificial: Tecnologia que simula, por meio de algoritmos computacionais, mecanismos avançados de cognição e suporte à decisão baseado em grandes volumes de informação. Seu funcionamento alicerça-se em outras tecnologias como **Machine Learning**, que consiste no reconhecimento de padrões a partir da análise de grandes conjuntos de dados, permitindo a construção de resultados de forma autônoma a partir desse aprendizado, mesmo sem estar formalmente programado para este fim; **Deep Learning**, um subconjunto de Machine Learning que consiste no uso de algoritmos complexos para estruturação hierárquica de dados não lineares utilizando técnicas de redes neurais; **Big Data Analytics**, que consiste na análise de grandes bases de dados construindo análises descritivas ou preditivas; **Processamento de Linguagem Natural**, a qual envolve um mix de todas as tecnologias anteriores permitindo que agentes autônomos sejam capazes de receber e processar comandos e informações em linguagem natural; e **Visão Computacional**, que é a capacidade de reconhecer padrões visuais e de automatizar tarefas com base na detecção de imagens, objetos, pessoas ou quaisquer dados multidimensionais.

Julho 21, 2020

Diagnóstico Inteligente é o desafio lançado pela Bayer no Startups Connected

Só no agro, ver p. 27 [deste link](#), de iniciativas e desafios que valorizam IA etc.