

Universidade Federal da Paraíba

Centro de Informática

Departamento de Informática

Aprendizado Profundo

Introdução à Aprendizagem Profunda

Tiago Maritan
(tiago@ci.ufpb.br)

Software 1.0

- ▶ Software consiste de **um conjunto de instruções definidas explicitamente** por um programador;
 - ▶ Geralmente escritos em LPs tradicionais (C, C++, Java, Python)
- ▶ Tem dificuldade para resolver alguns tipos de problemas:
 - ▶ Reconhecimento de padrões (objetos, pessoas, sons, etc)
 - ▶ Síntese de voz, imagens;
 - ▶ Processamento de Linguagem Natural (Tradução Automática)
 - ▶ Jogos

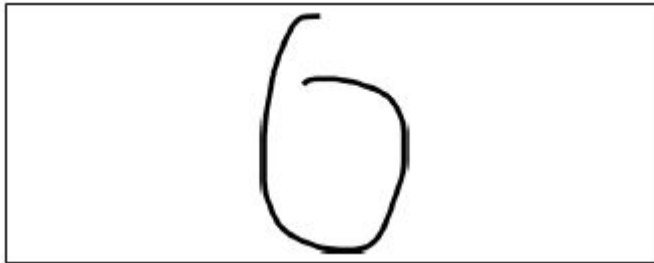
Software 1.0

- ▶ Ex: Como escrever um programa capaz de reconhecer automaticamente dígitos escritos à mão?



Motivação

- ▶ Zero seria representado por um loop único e fechado?
 - ▶ Mas e se alguém escreve um zero que não foi perfeitamente fechado? Poderia ser confundido com um 6?



- ▶ Como distinguir o 3 do 5, o 4 do 9?
- ▶ **Mesmo que conseguíssemos resolver, a solução seria complicada!**

Software 2.0

- ▶ Software é escrito de forma **mais abstrata**, em **linguagem não humana** (ex: **conjunto de pesos de uma rede neural**)
- ▶ A ideia é que o **computador aprenda sem ser explicitamente programado**:
 - ▶ Inspira-se na ideia de **aprender a partir dos dados**
 - ▶ Também chamado de **Aprendizagem de Máquina**;



Paolla
Oliveira



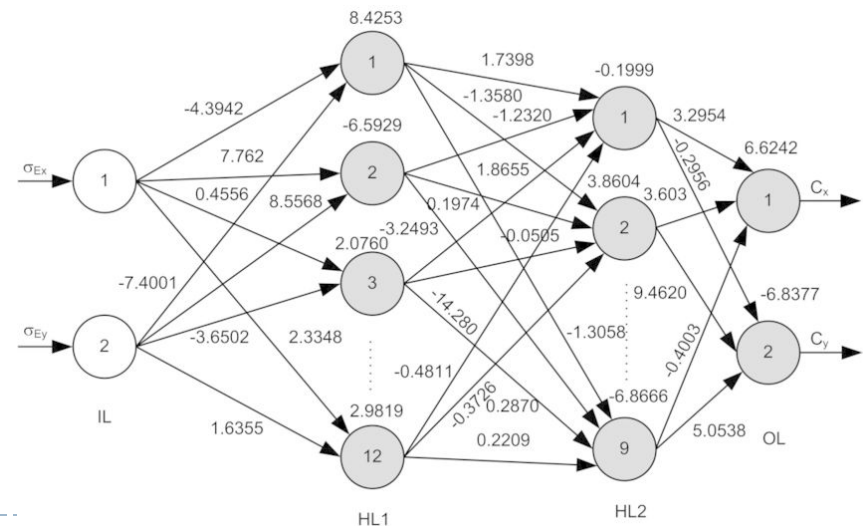
Isis
Valverde



Paolla
Oliveira



Isis
Valverde



Software 2.0

- ▶ **Aprendizagem de Máquina:**

Estuda algoritmos que...

A partir de uma **Experiência E**,
Melhoram a sua **Performance P**,
Para uma dada **Tarefa T**.

Software 2.0

- ▶ Como funciona:
 - ▶ Define-se um alvo (ex: classificar pessoas, reconhecer dígitos)
 - ▶ Monta-se uma base de dados (ex: conjunto de imagens)
 - ▶ Escreve-se um esqueleto de código
 - ▶ Ex: Arquitetura da rede neural
 - ▶ Procura-se qual é a **melhor combinação de pesos da rede neural** que atinge o alvo usando os recursos computacionais



Paolla
Oliveira



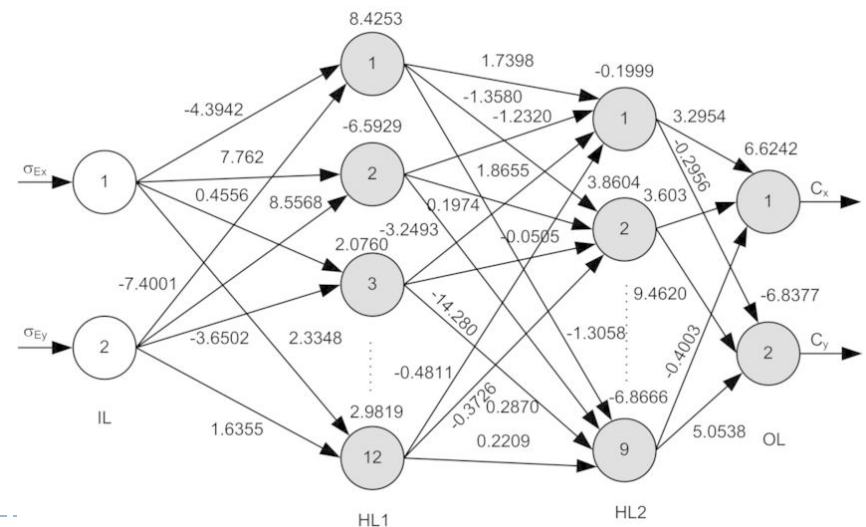
Isis
Valverde



Paolla
Oliveira

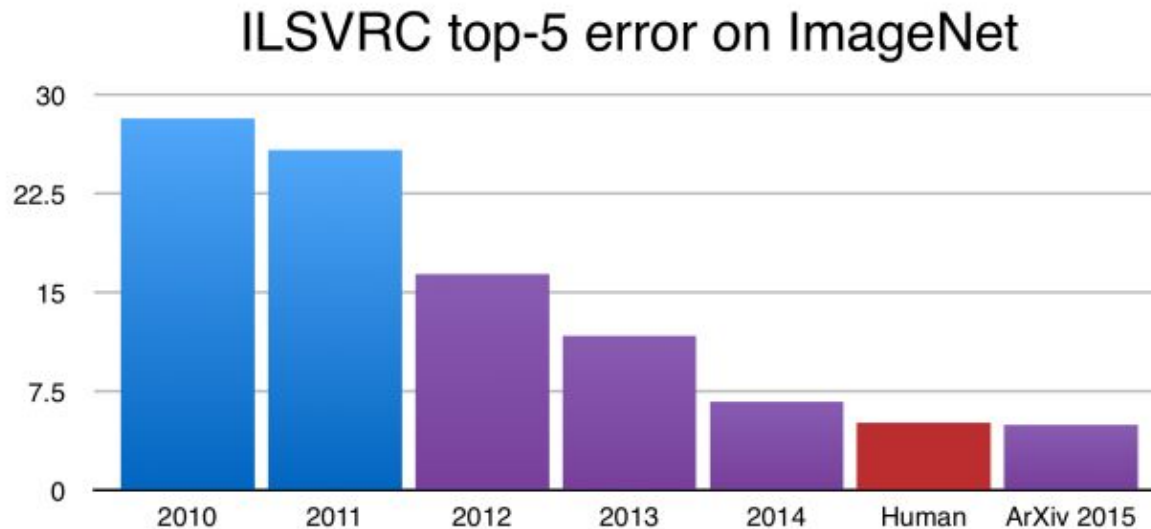


Isis
Valverde

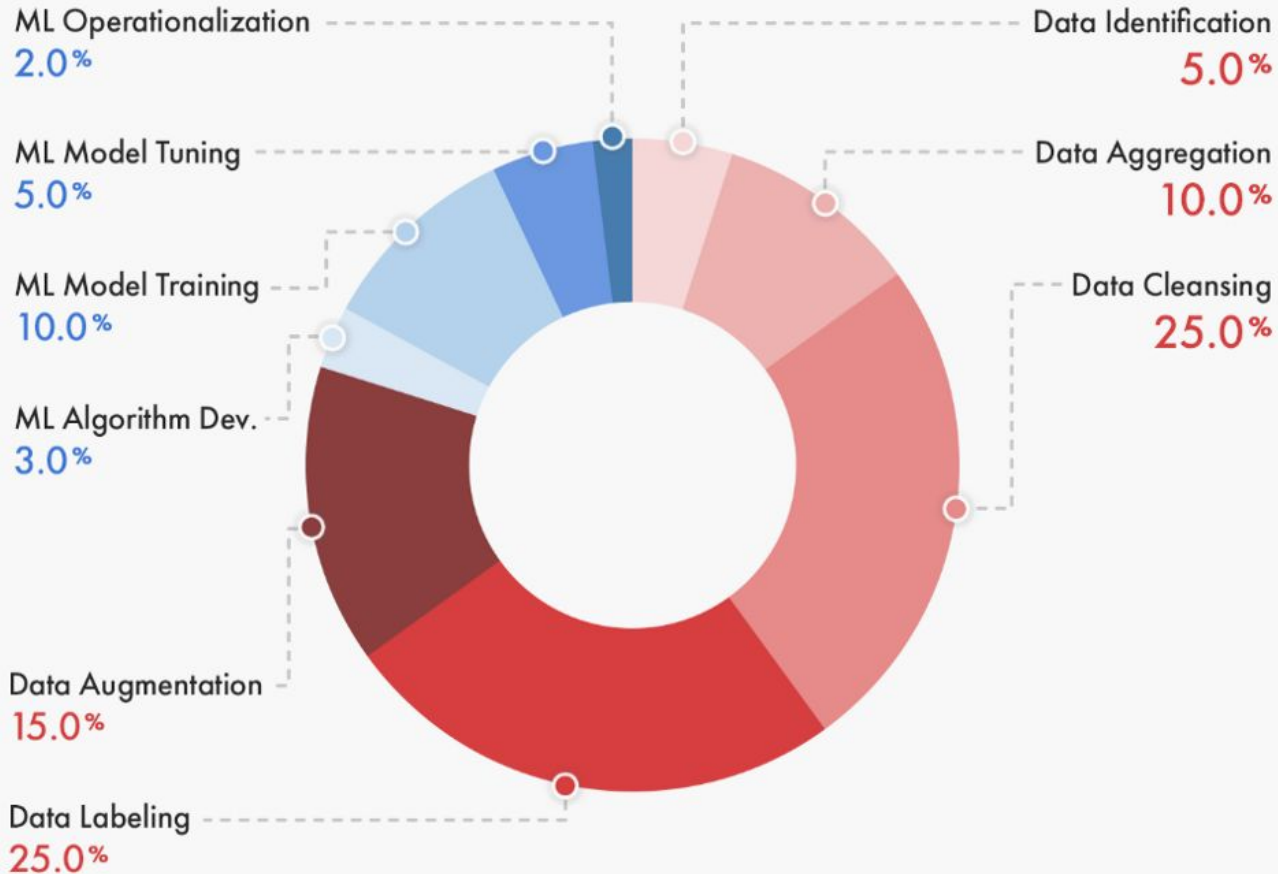


Software 2.0

- ▶ **Motivação:** Em grande parte dos problemas do mundo real é **mais fácil coletar os dados** do que explicitamente **escrever o programa**.
- ▶ Ex: Desafio do ImageNet



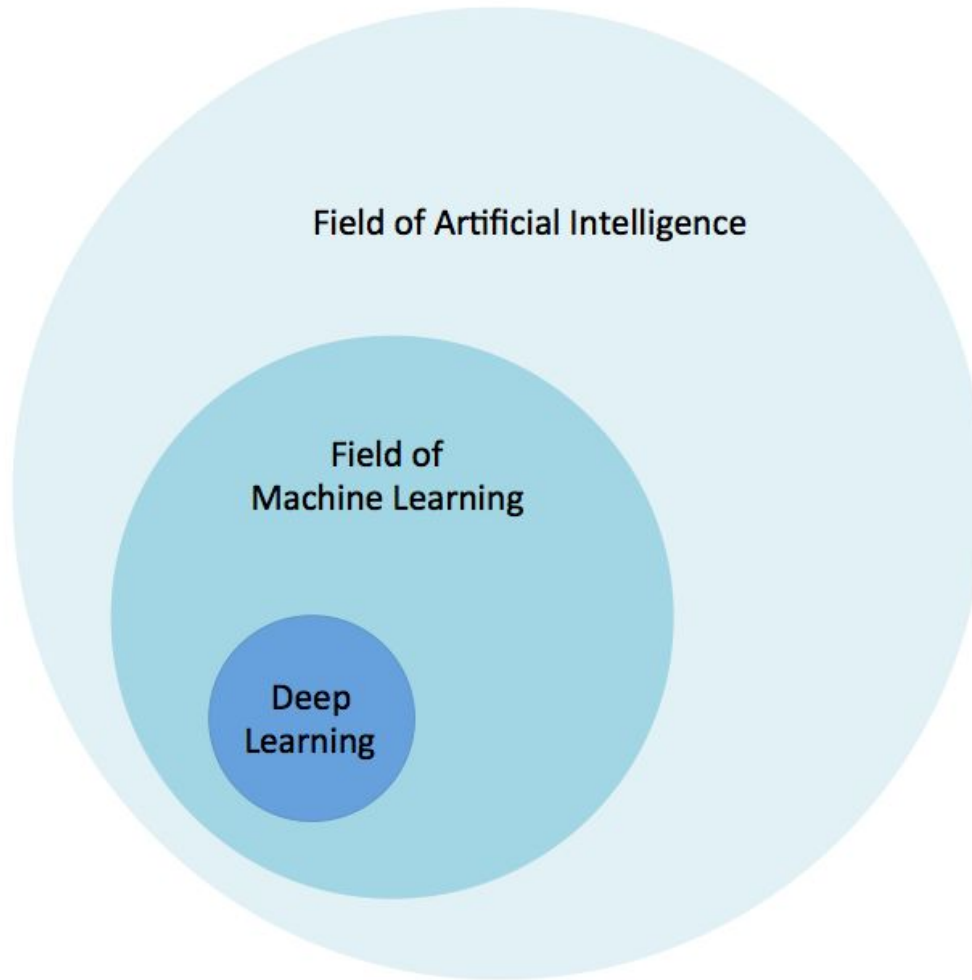
Percentage of Time Allocated to Machine Learning Project Tasks



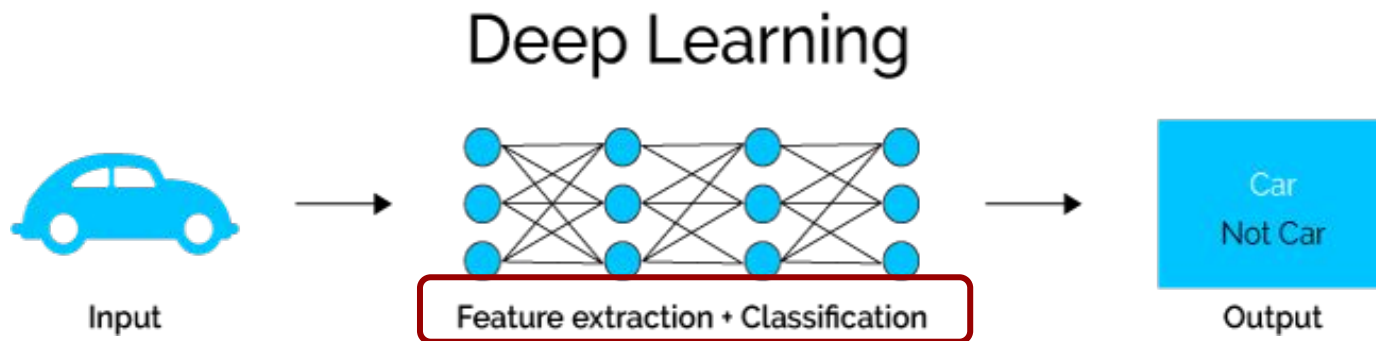
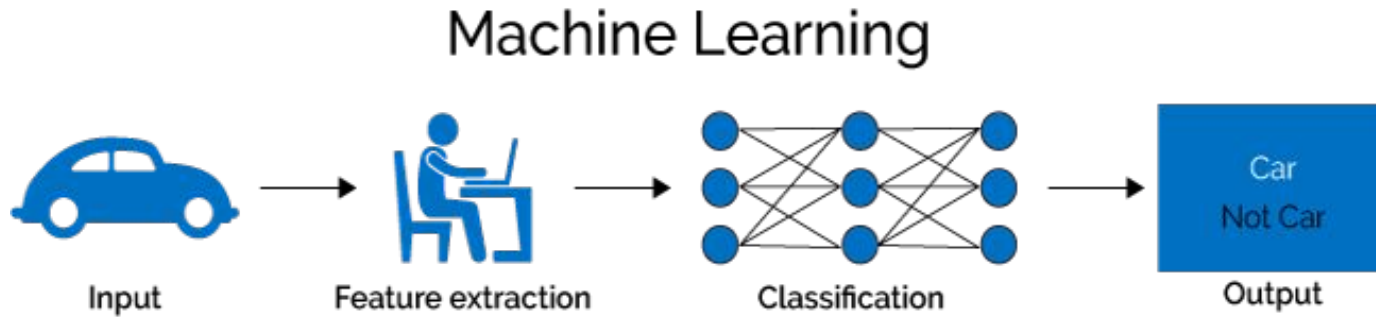
Ok! E Deep Learning? Onde entra
nessa história?



Relação entre IA, ML e DL



Machine Learning vs Deep Learning

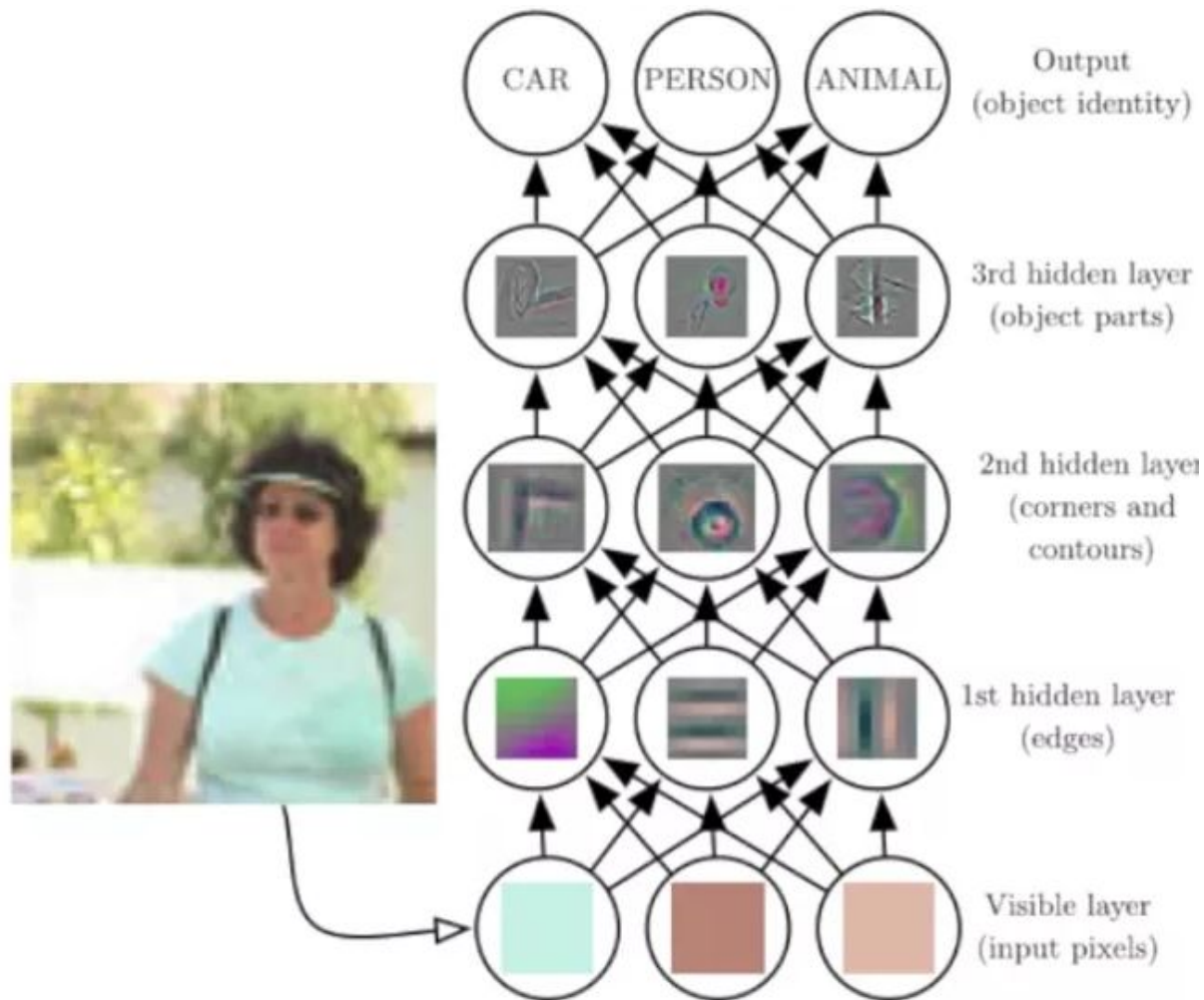


**Extração de características e classificação
são feitas diretamente e automaticamente
pela rede!!!**

Deep Learning

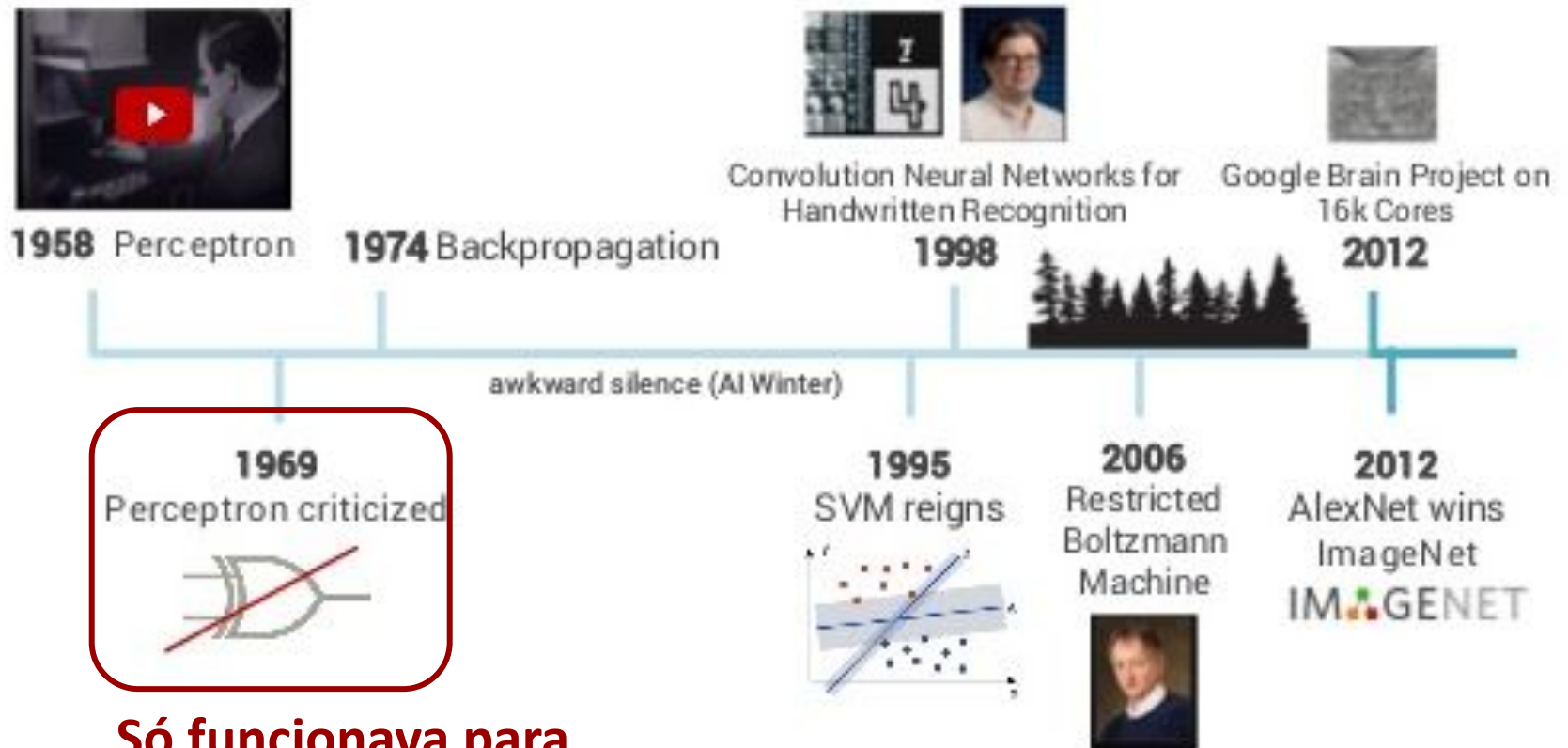
- ▶ Subárea da Machine Learning que tenta **aprender a partir dos dados EM MÚLTIPLOS NÍVEIS/CAMADAS.**
- ▶ Funciona como uma **hierarquia de camadas**
 - ▶ Cada **CAMADA** transforma os dados de entrada em uma representação mais abstrata.
- ▶ Utiliza (é uma evolução das) **Redes Neurais Artificiais**

Exemplo - Deep Learning Model



Deep Learning - Breve Histórico

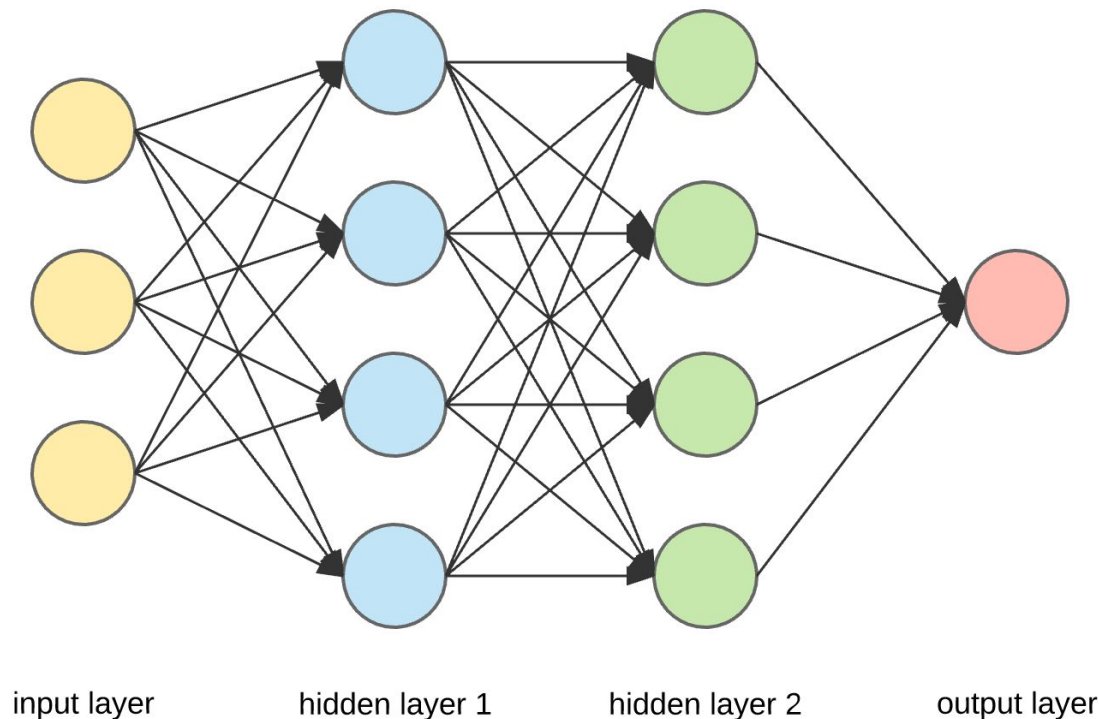
- ▶ DL surgiu na década de 1940
 - ▶ Modelo de Neurônio Artificial de McCulloch-Pitts



**Só funcionava para
problemas lineares**

Redes Neurais Artificiais

- ▶ Rede formada por **neurônios (nós de processamento)** que conectam-se entre si através de **sinapses ("elos")**.
 - ▶ A força dessa ligação é representada por **pesos sinápticos**.



Redes Neurais Artificiais

Compara (Saída obtida (Y2), Saída Desejada (Y))

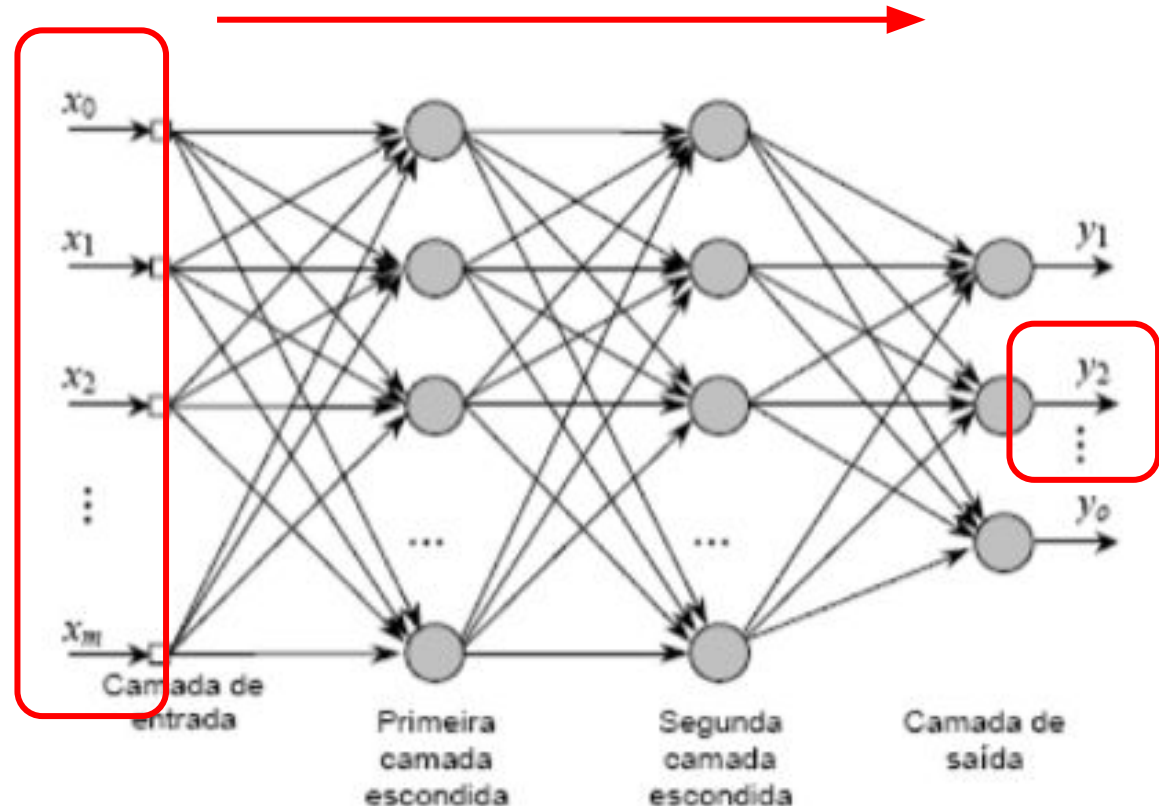
Base de dados:

(X, Y)

(X, Y)

(X, Y)

...



Redes Neurais Artificiais

Comparação gera uma representação de Erro

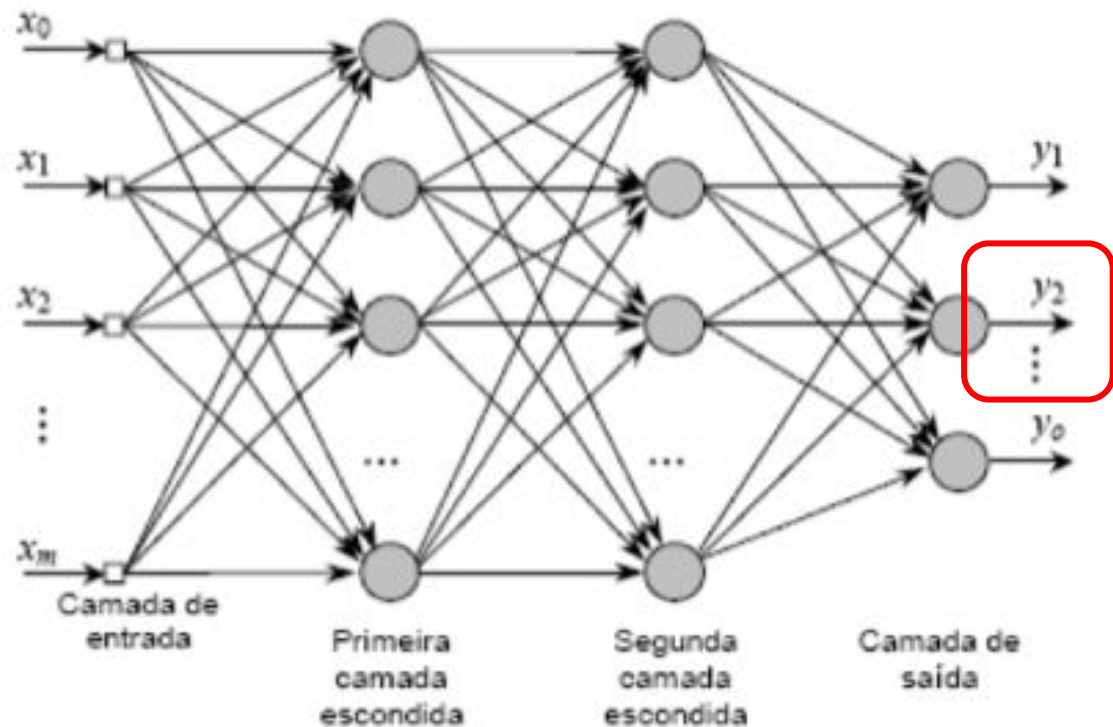
Base de dados:

(X, Y)

(X, Y)

(X, Y)

...



Redes Neurais Artificiais

**Ajustes dos pesos para reduzir o Erro
(usando o gradiente descendente)**



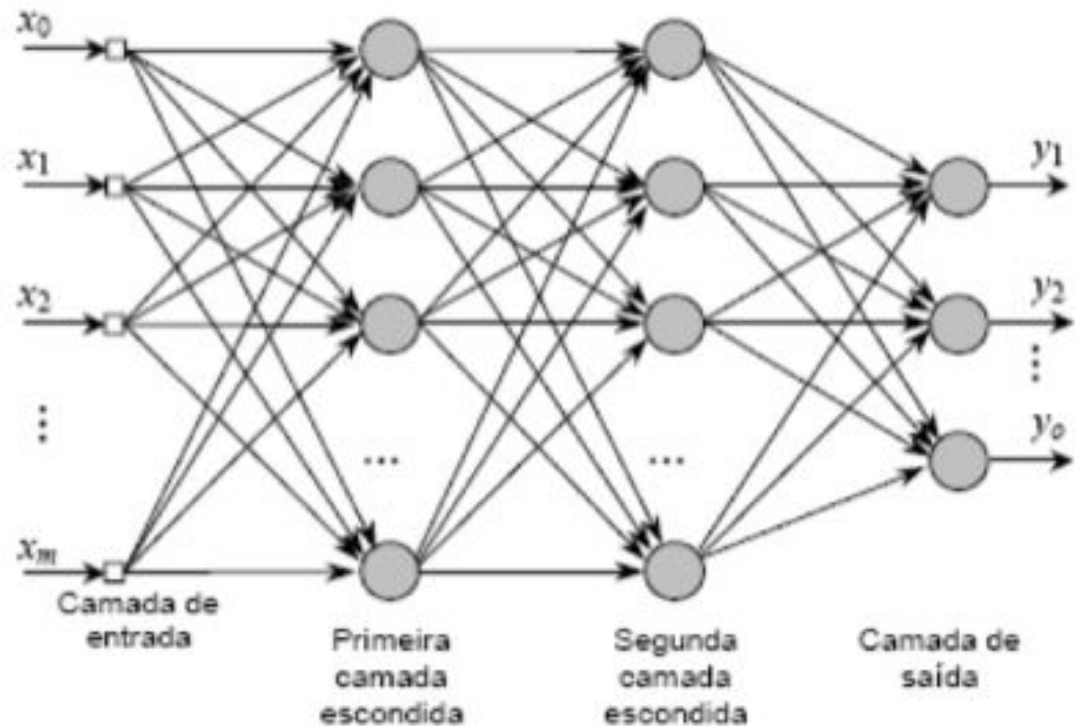
Base de dados:

(X, Y)

(X, Y)

(X, Y)

...



Redes Neurais Artificiais

Repete processo até o que o erro entre saída obtida (Y_2) e a saída desejada (Y) seja mínimo

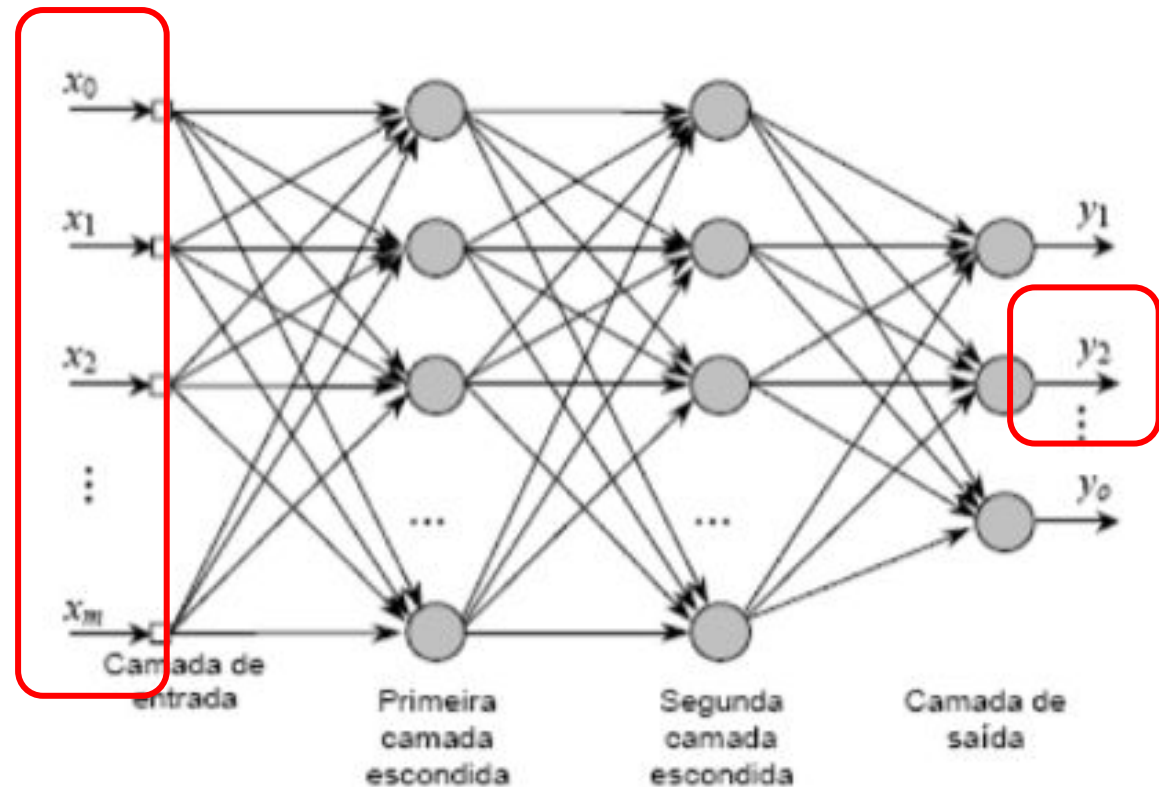
Base de dados:

(X, Y)

(X, Y)

(X, Y)

...



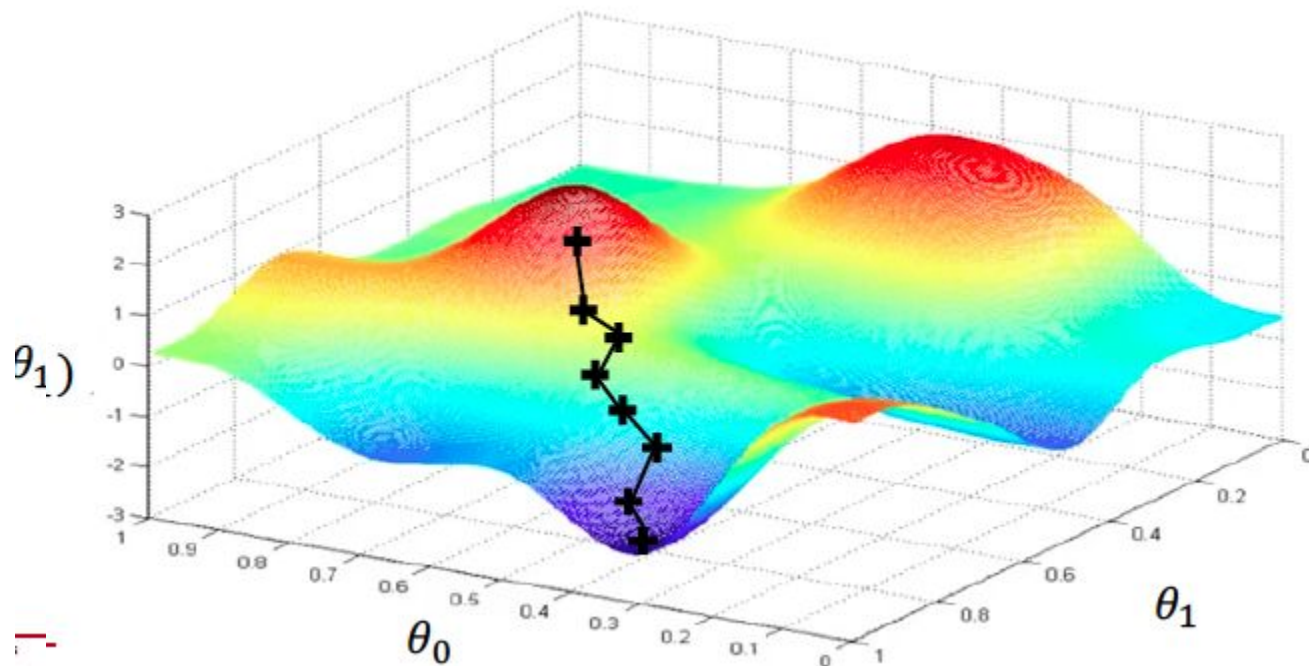
Redes Neurais Artificiais

- ▶ Treinamento de uma RNA é um **problema de otimização**.

"Procure a combinação de pesos sinápticos que minimize o erro entre a saída real da rede (Y_2) e a saída desejada (Y)".

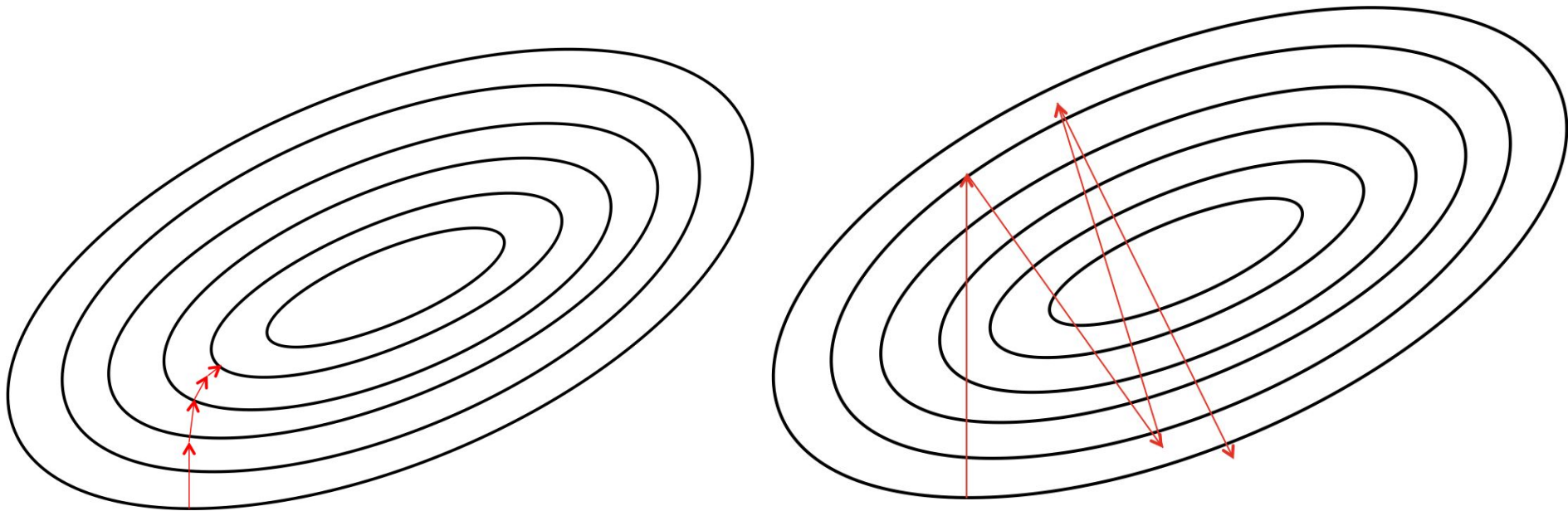
Treinamento de Redes Neurais

Método de Descida do Gradiente
(Repete até a convergência)



Treinamento de Redes Neurais

- **Problema:** Qual é o valor ideal para o tamanho do passo de descida (taxa de aprendizagem)?



Deep Learning

- ▶ A ideia de **redes com múltiplas camadas** não é recente.
- ▶ Problemas complexos exigem **redes mais profundas**.
- ▶ Problemas no treinamento
 - ▶ Backpropagation – Gradiente desaparece!
 - ▶ Treinamento demorado e os resultados não são bons.

O que mudou?

- ▶ DL ganhou destaque devido aos avanços em 3 áreas:

1. Dados:

- ▶ Big Data

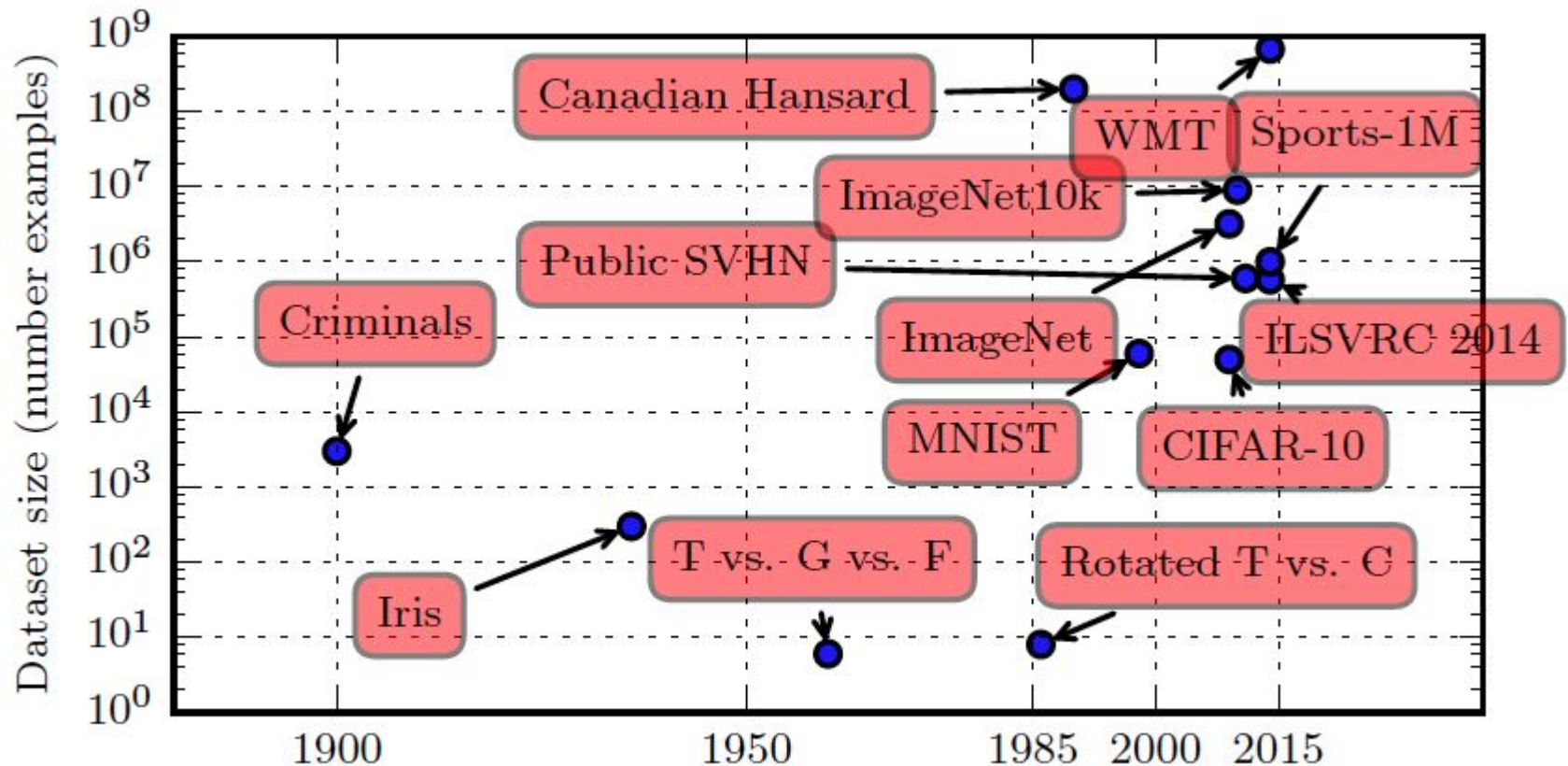
2. Hardware:

- ▶ GPUs, Lei de Moore

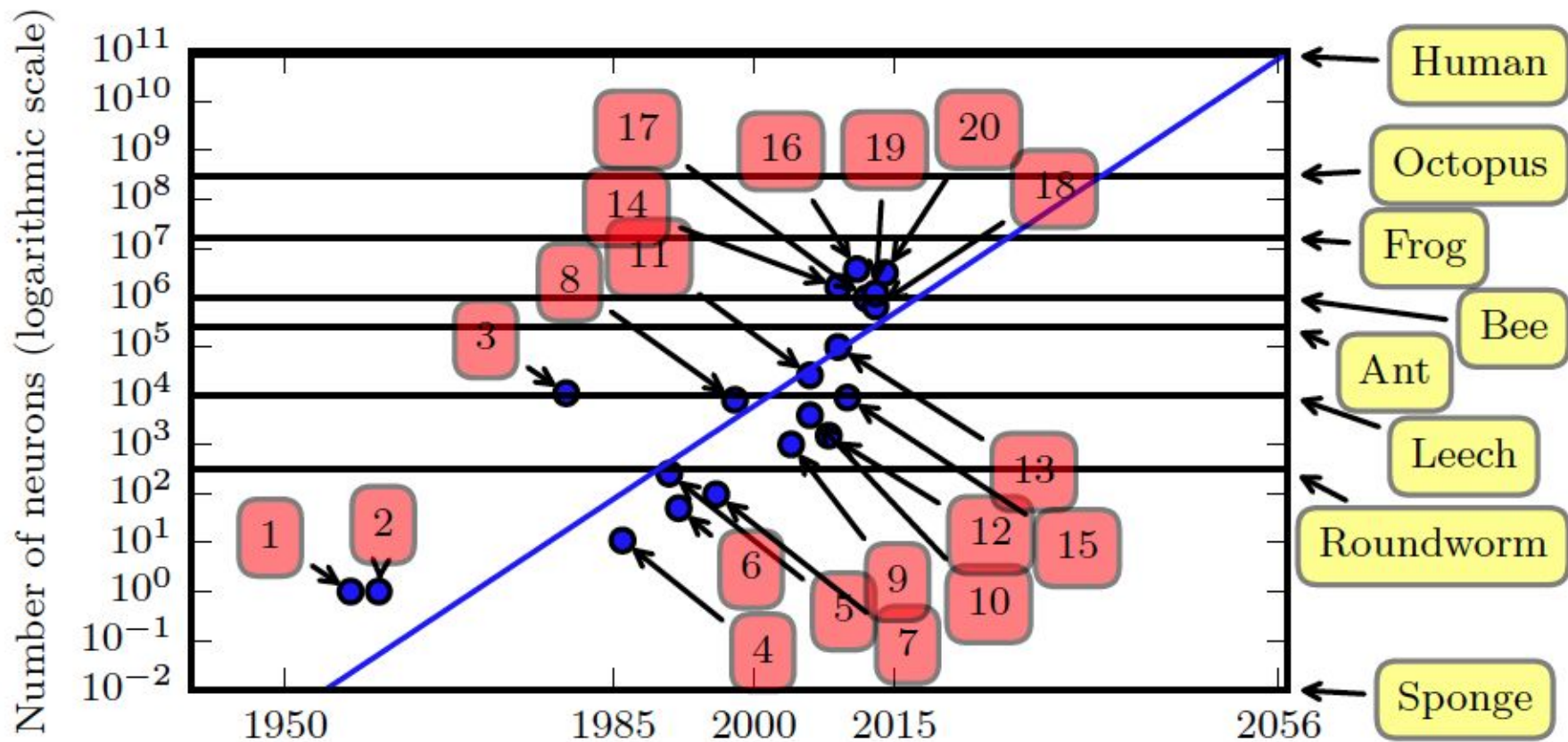
3. Progresso nos algoritmos

- ▶ Inicialização dos pesos (RBM);
- ▶ Funções de ativação (RELU);
- ▶ Representação hierárquica dos dados;
- ▶ Representações intermediárias mais ricas, etc;

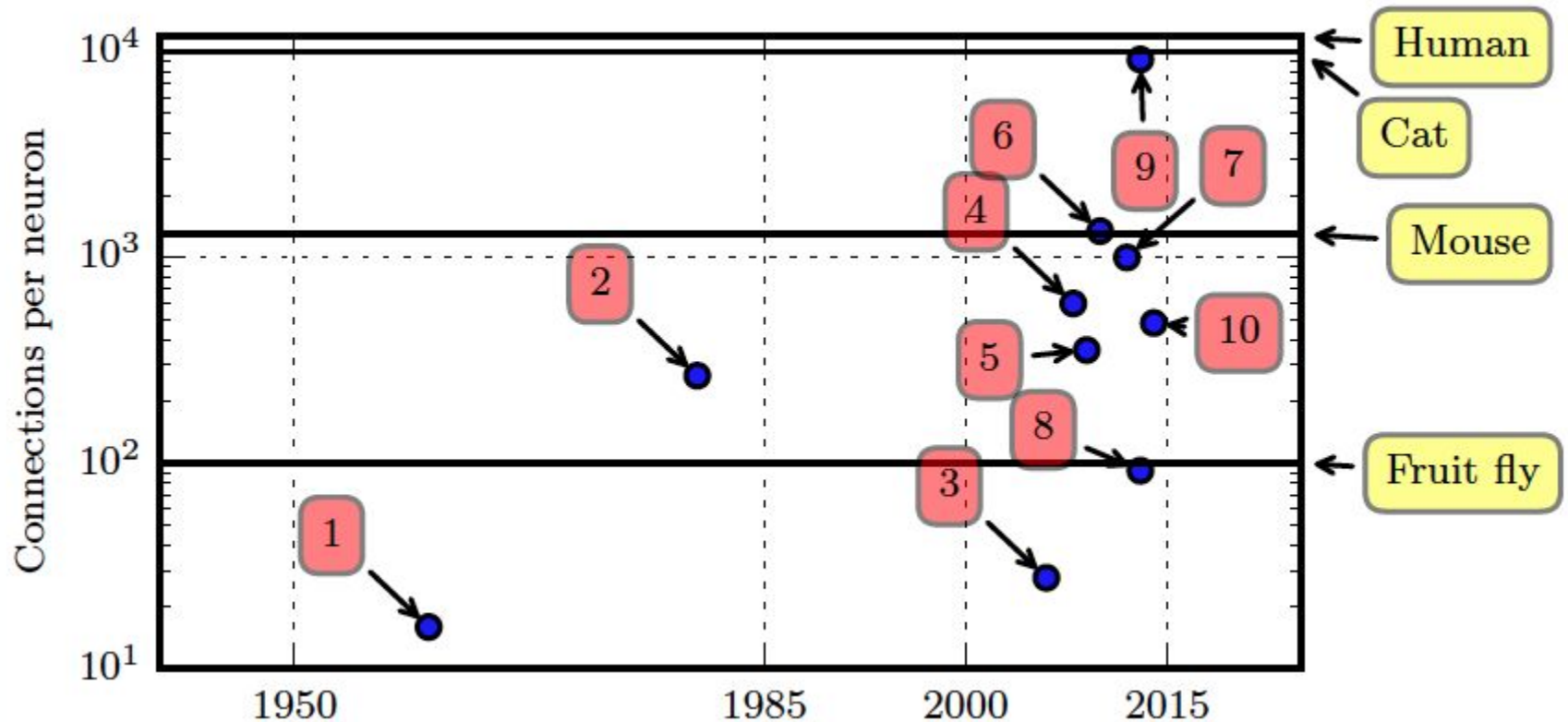
Crescimento das Bases de Dados



Crescimento no Tamanho das RNs - Nº de neurônios



Crescimento N° de Conexões P/ Neurônio

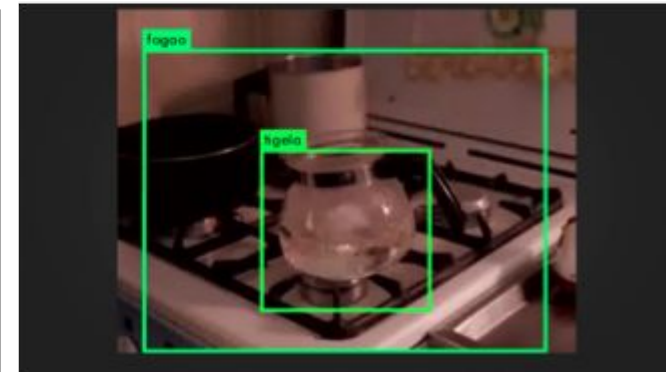
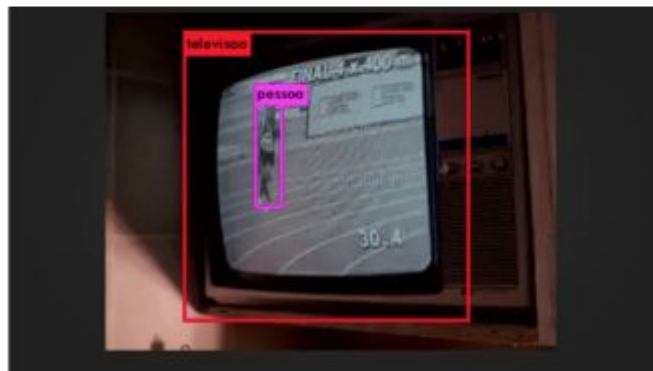
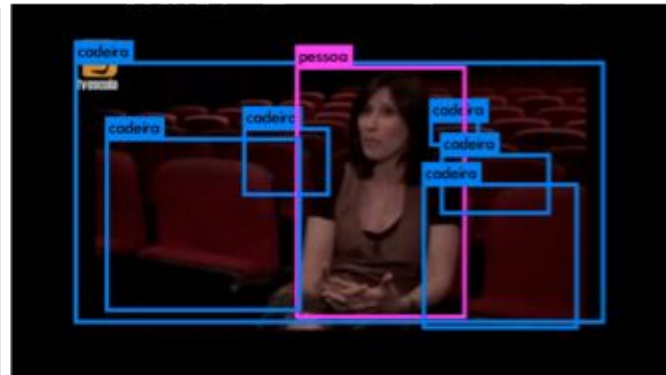


Aplicações de Deep Learning



Visão Computacional

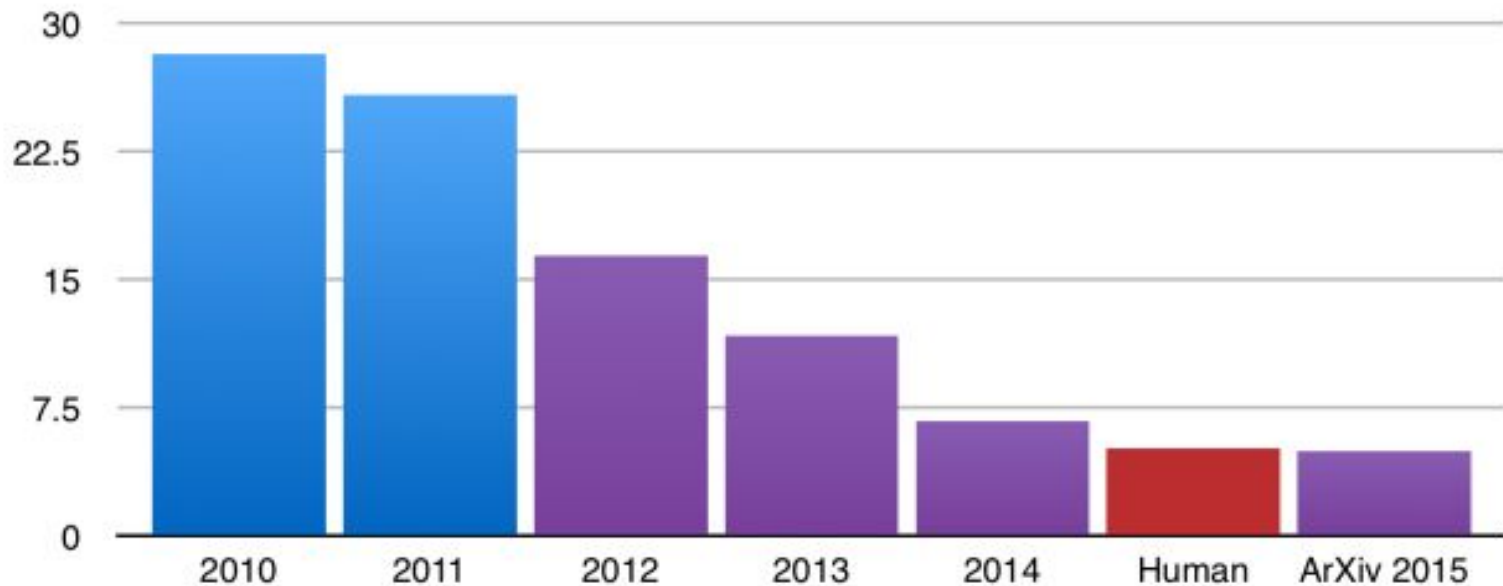
- Classificação e Detecção de Objetos
(<http://pjreddie.com/darknet/yolo>)



Visão Computacional

- ▶ ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge
 - ▶ > 14 M de imagens, de > 20K categorias
 - ▶ Desde 2012, DL venceu todos os anos
 - ▶ Em 2015, superou o desempenho humano.

ILSVRC top-5 error on ImageNet



Visão Computacional

- ▶ ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge
 - ▶ Em 2017, 29 das 38 concorrentes tiveram precisão > **95%**
 - ▶ Em 2018, anunciaram um novo desafio com foco em classificação de objetos 3D;
 - ▶ Mais caro e mais difícil anotar os dados, as bases dados deveriam ser menores
 - ▶ Possíveis aplicações em robótica e VR

Visão Computacional

- ▶ Legendagem/Descrição de Imagens e Vídeos



"man in black shirt is playing guitar."



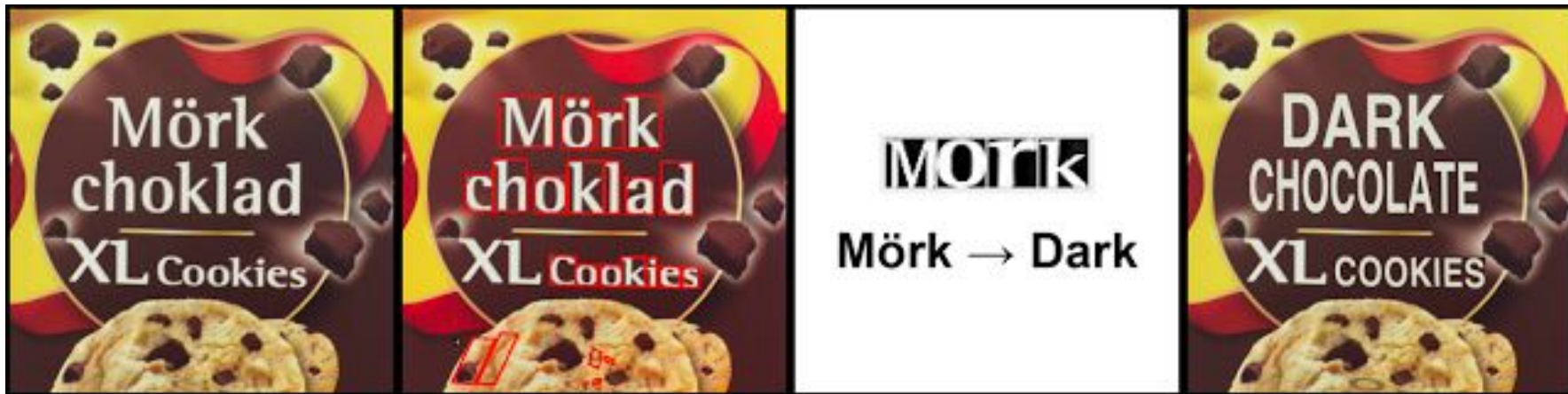
"construction worker in orange safety vest is working on road."



"two young girls are playing with lego toy."

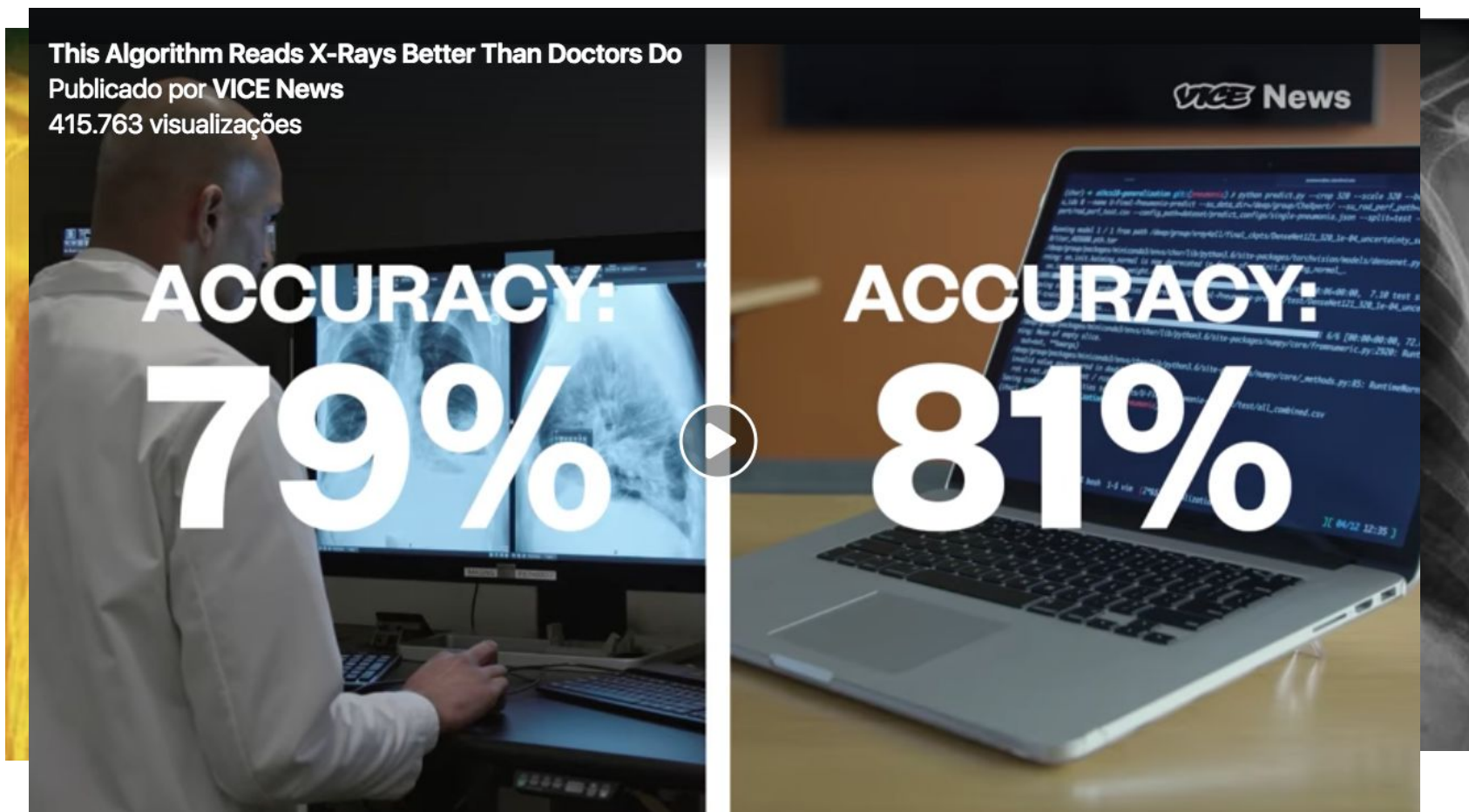
Visão Computacional

- ▶ Tradução Automática de Imagens (Google Translate)



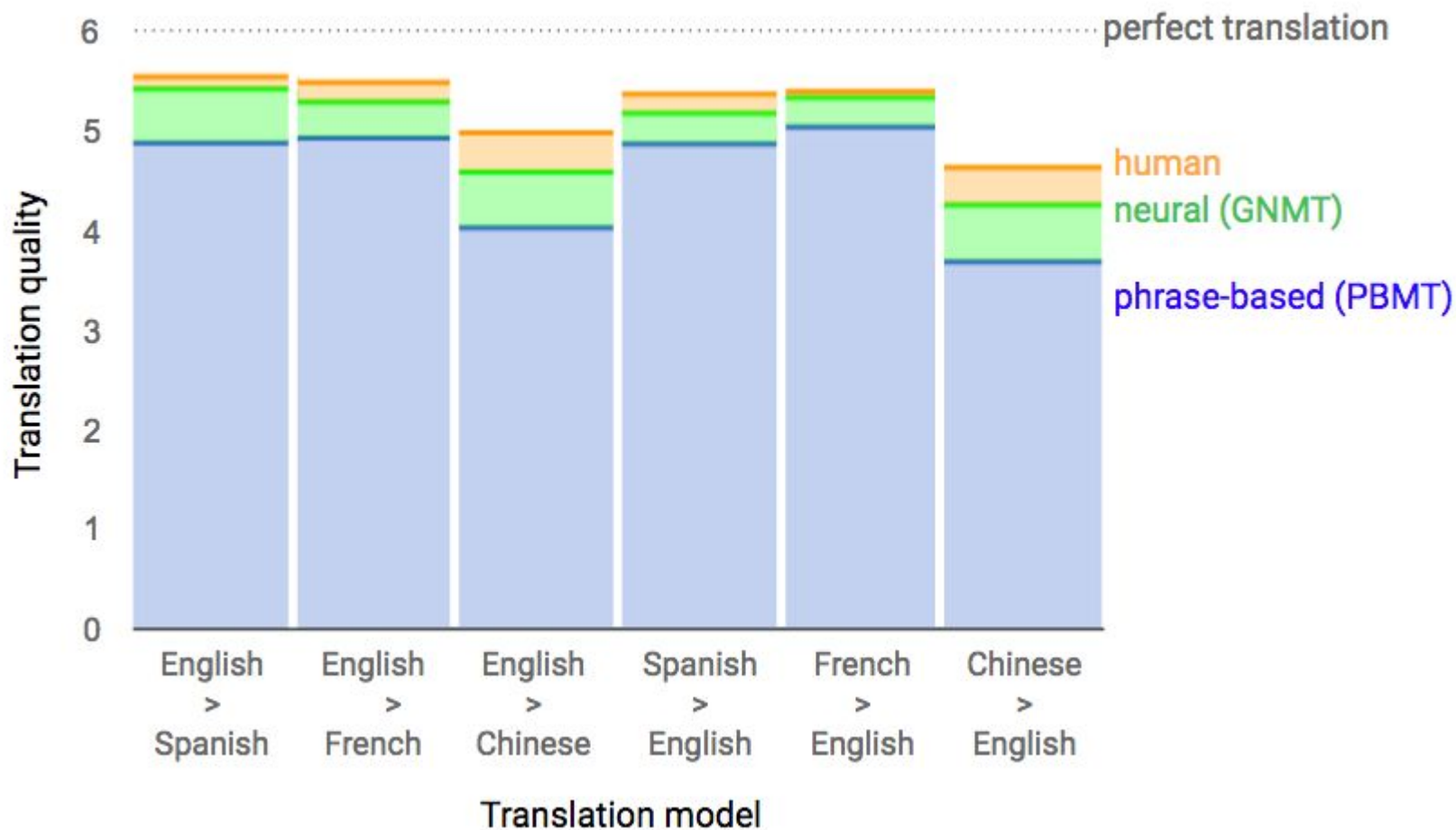
Diagnóstico Médico

► Análise de Raio-X



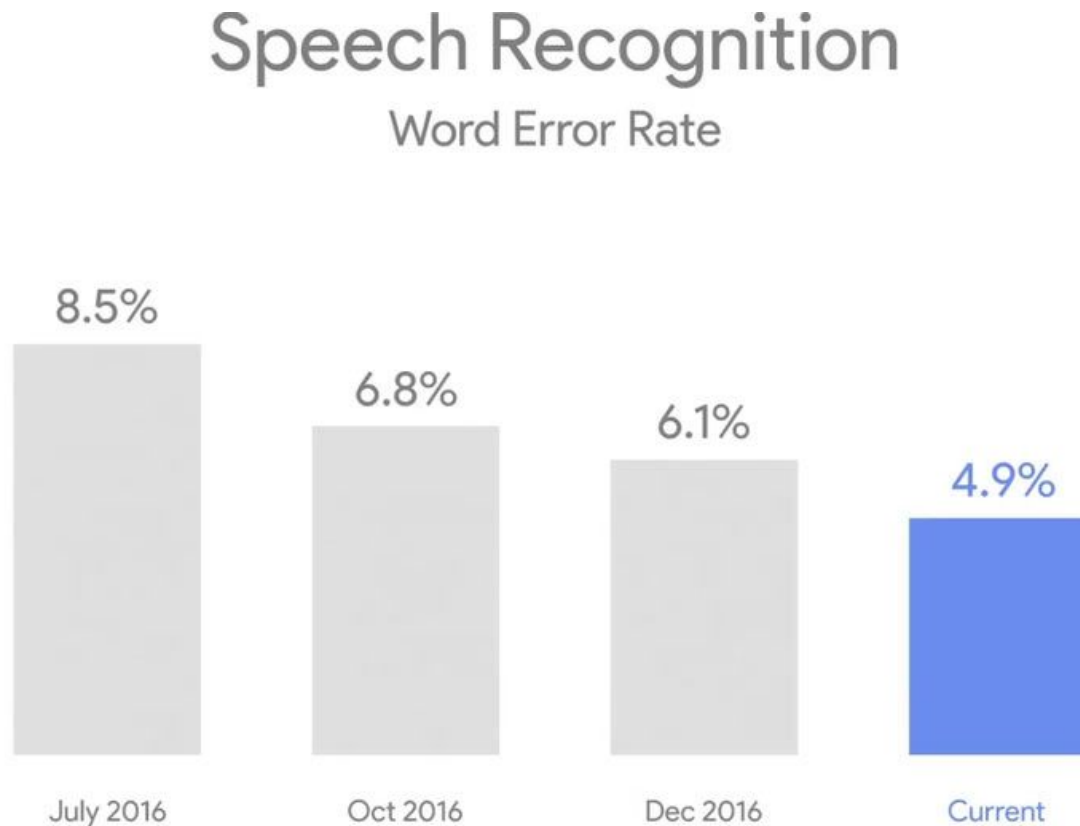
Tradução Automática

- ▶ Tradução Automática de Textos (Google Translate)



Reconhecimento de Voz

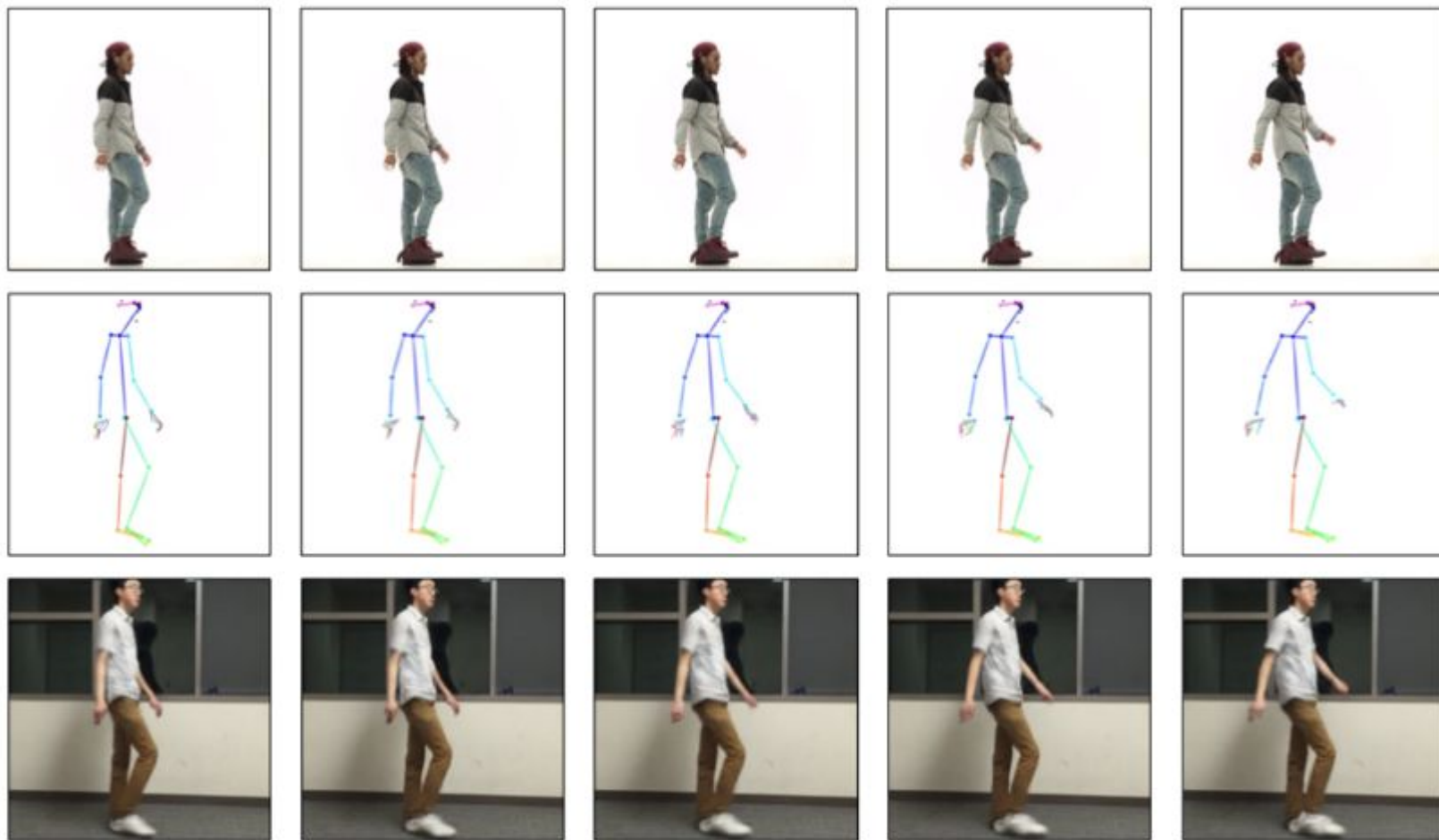
- ▶ Google Speech Recognition System utiliza DL



Arte - Composição Musical

- ▶ Computador gerando improvisação de Jazz com DL:
<https://www.youtube.com/watch?v=Cbb08ifTzUk>
- ▶ Dueto musical com Humanos:
<https://www.youtube.com/watch?v=0ZE1bfPtvZo>





This looks suspiciously like the move we've always wanted. Picture: UC Berkley

One of the more controversial applications of AI on the internet, deepfakes, is here to show you how to dance.

Animate Anyone

- ▶ <https://humanaigc.github.io/animate-anyone>



Google VEO 3

- ▶ <https://veo3.io>

Self-driving Cars

- Tesla Self-Driving (www.tesla.com/autopilot)



Games

- ▶ Google AlphaGo venceu o campeão mundo de Go



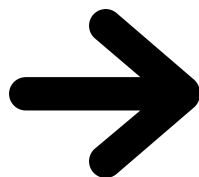
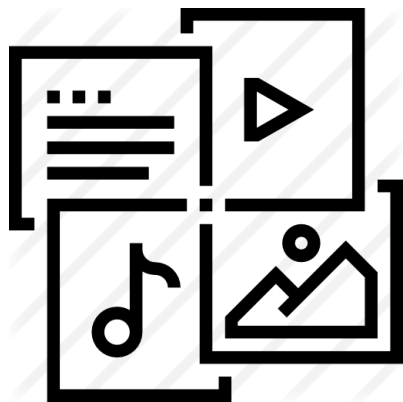
Chatbots, IAs de Domínio Geral



E o que nós estamos
fazendo nessa área?

VLibras

- ▶ Tradução automática para línguas de sinais usando DL



VLibras-Widget



Órgãos do Governo

Acesso à Informação

Legislação

Acessibilidade

PT ▼



Entrar com o gov.br

Serviços e Informações do Brasil

O que você procura?



Serviços para você

MAIS ACESSADOS

- 1 Consultar CPF
- 2 Receber o Abono Salarial
- 3 Consultar e solicitar a devolução de Valores a Receber
- 4 Consultar restituição do imposto de renda
- 5 Obter a Carteira de Trabalho
- 6 Emitir certidão de regularidade fiscal

DESTAQUE

Finanças, Impostos e Gestão Pública

Entregar Me...nda (DIRPF)

Acessar Link

Educação e Pesquisa

Solicitar conexão a internet para escolas

Educação e Pesquisa

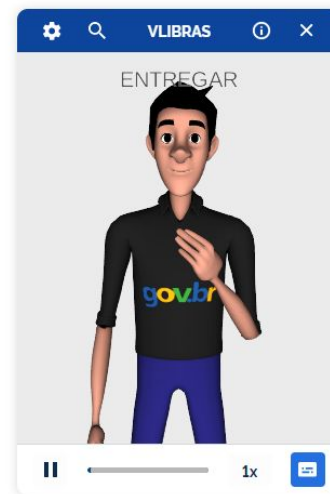
Fazer o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

Educação e Pesquisa

Fazer o Revalida (Revalida)

Educação e Pesquisa

Realizar adesão ao Sisu (Sisu Gestão)



VLibras

Mais de 100 mil traduções
realizadas todos os dias

120 mil+

Sites utilizam o
VLibras

70 mil

Frases treinadas por
inteligência artificial

21 mil+

Sinais cadastrados em
nossa biblioteca

VLibras-Vídeo



VLIBRAS-VÍDEO

WikiLibras



WIKILIBRAS

VLibras-Desktop



Windows



Linux

VLibras-Plugin



Chrome



Firefox



Safari

VLibras-Móvel



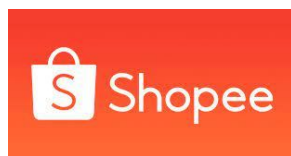
Android



iOS

VLibras – Utilização

- 3 Milhões de traduções p/ mês
- +120 mil websites com VLibras instalado
- Principais sites que utilizam:



VLibras

- ▶ Experimentos sobre Qualidade da Tradução

Sentenças de governo (Fonte: gov.br)		
	Versão Atual (Produção)	Nova Versão (Homologação)
BLEU	48,42	88,63
METEOR	0,69	0,93

Sentenças de domínio geral (Fonte: BrWac)		
	Versão Atual (Produção)	Nova Versão (Homologação)
BLEU	53,79	71,92
METEOR	0,77	0,87

VLibras

► Interpretação sobre o BLEU

Pontuação BLEU	Interpretação
< 10	Praticamente inútil
10 - 19	Difícil de compreender o sentido
20 - 29	O sentido está claro, mas há erros gramaticais graves
30 - 40	Pode ser entendido como boas traduções
40 - 50	Traduções de alta qualidade
50 - 60	Traduções de qualidade muito alta, adequadas e fluentes
> 60	Em geral, qualidade superior à humana

Fonte: <https://cloud.google.com/translate/automl/docs/evaluate?hl=pt-br>

Reconhecimento de Sinais em Libras

- ▶ **99.8%** de acurácia numa base de 200 sinais de saúde;

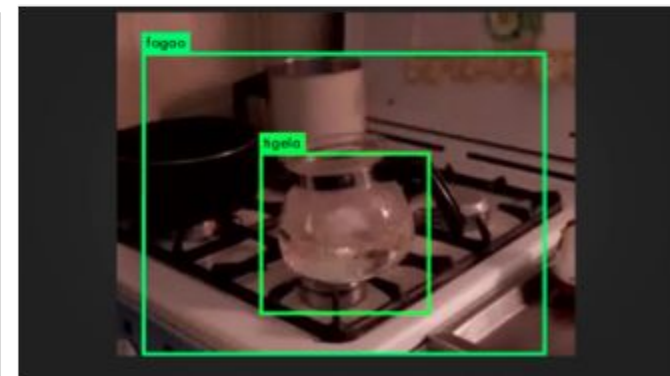
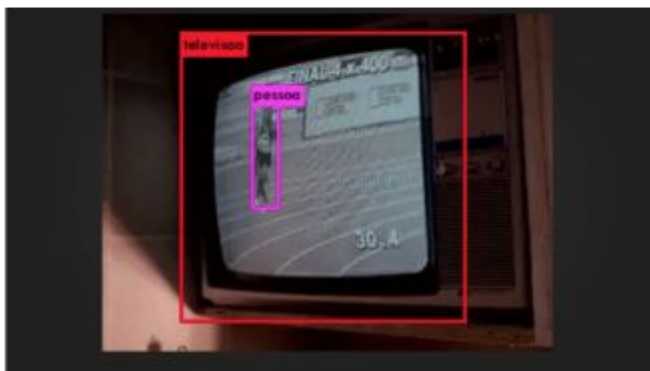
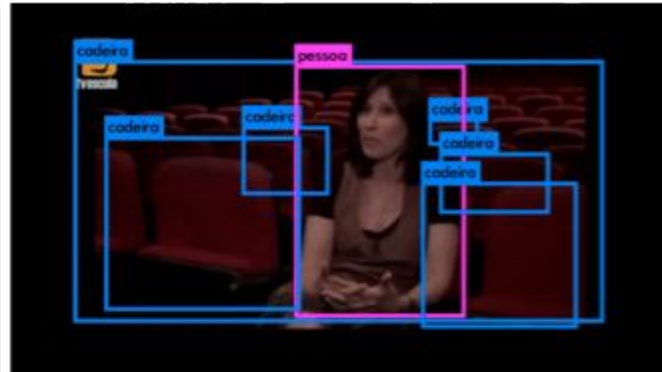



Reconhecimento
de sinais

**TENHO CÁLCULO
RENAL**

CineAD

- ▶ Audiodescrição Automática para Pessoas Cegas



CineAD

► Problemas:



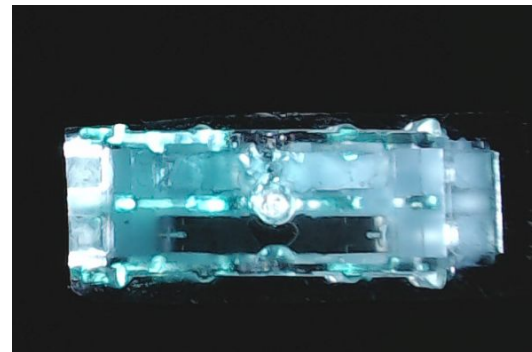
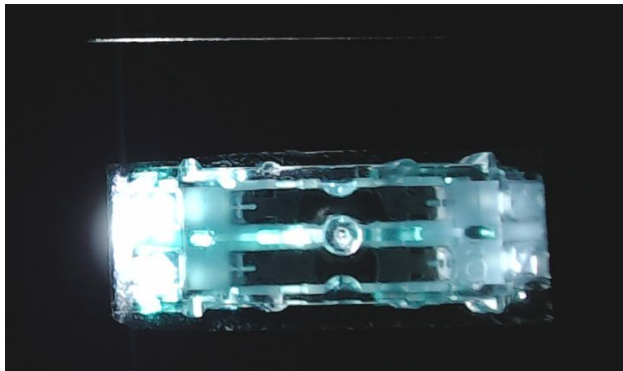
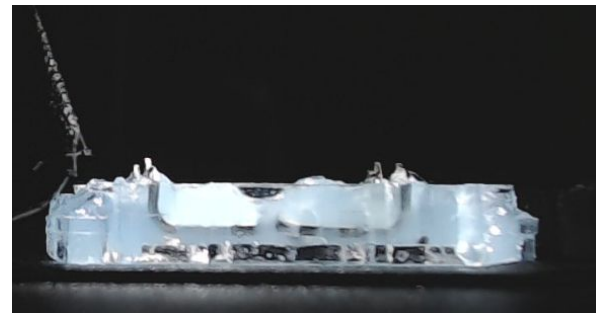
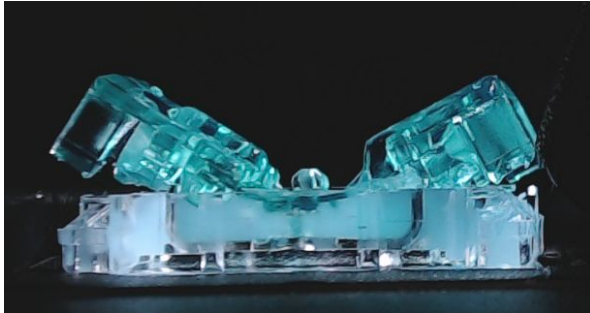
“Uma TV está sentada na mesa”.



“Uma mulher na praia segurando um frisbee”

Corning Inspection - IFPB e Corning

- ▶ Inspeção Automatizada de Conectores **101**



Auditor Robô - TCE/PB

- Exemplos:

- VALOR QUE SE EMPENHA PARA ATENDER AO RECOLHIMENTO DO GOVERNO MUNICIPAL EM FAVOR DO IPMD PARTE EMPRESA 12,22% DOS SERVIDORES DO MDE, RELATIVO AO MES DE NOVEMBRO/2015 13

```
correto: [0. 1.] predict = [0.43899912 0.5610009 ]
```

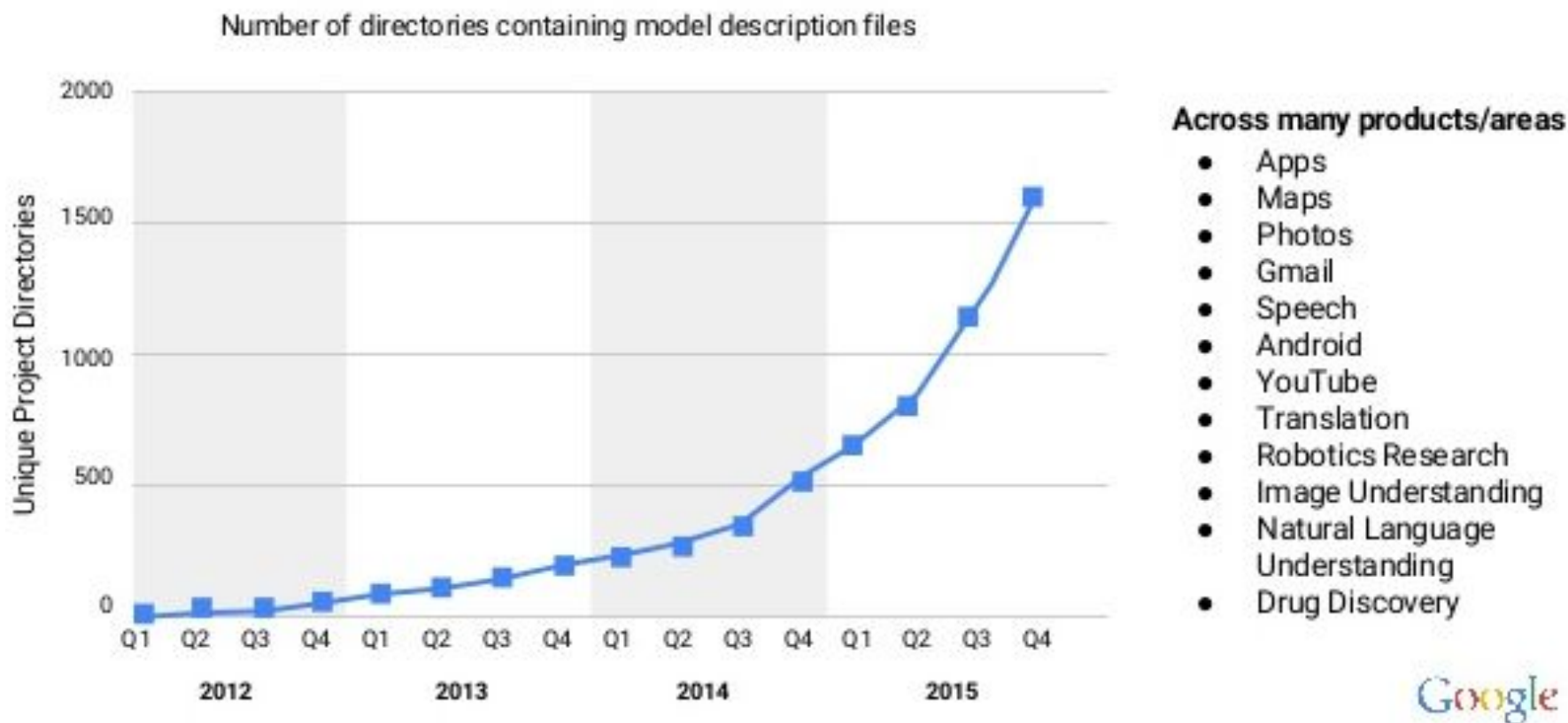
- EMPENHO REFERENTE AO PAGAMENTO DO FORNECIMENTO DE PECAS DE REPOSICAO PARA A CAMIONETE D-20 DE PLACA IDR 6102-PB 30

```
correto: [0. 1.] predict = [0.00211229 0.9978877 ]
```

Deep Learning - Mercado

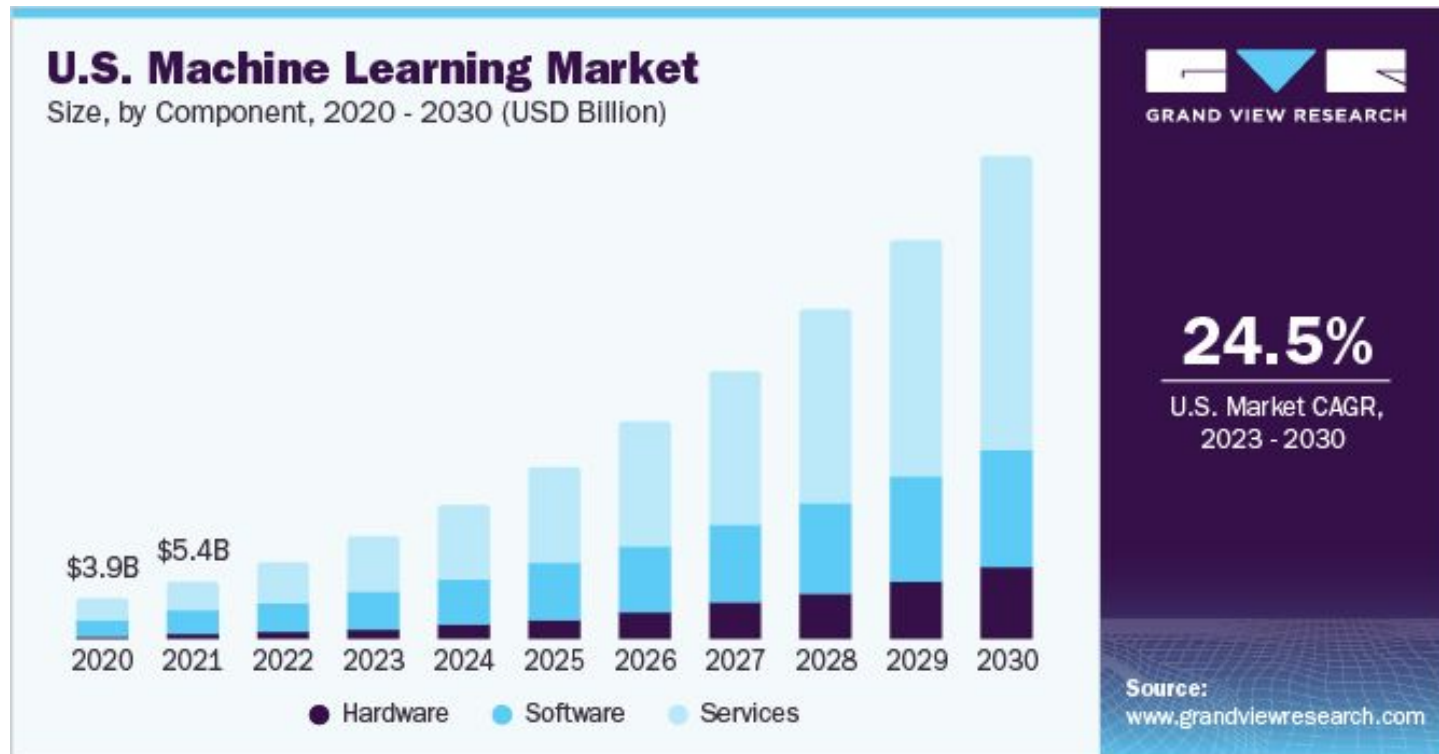
Mercado - Projetos da Google envolvendo DL

Growing Use of Deep Learning at Google

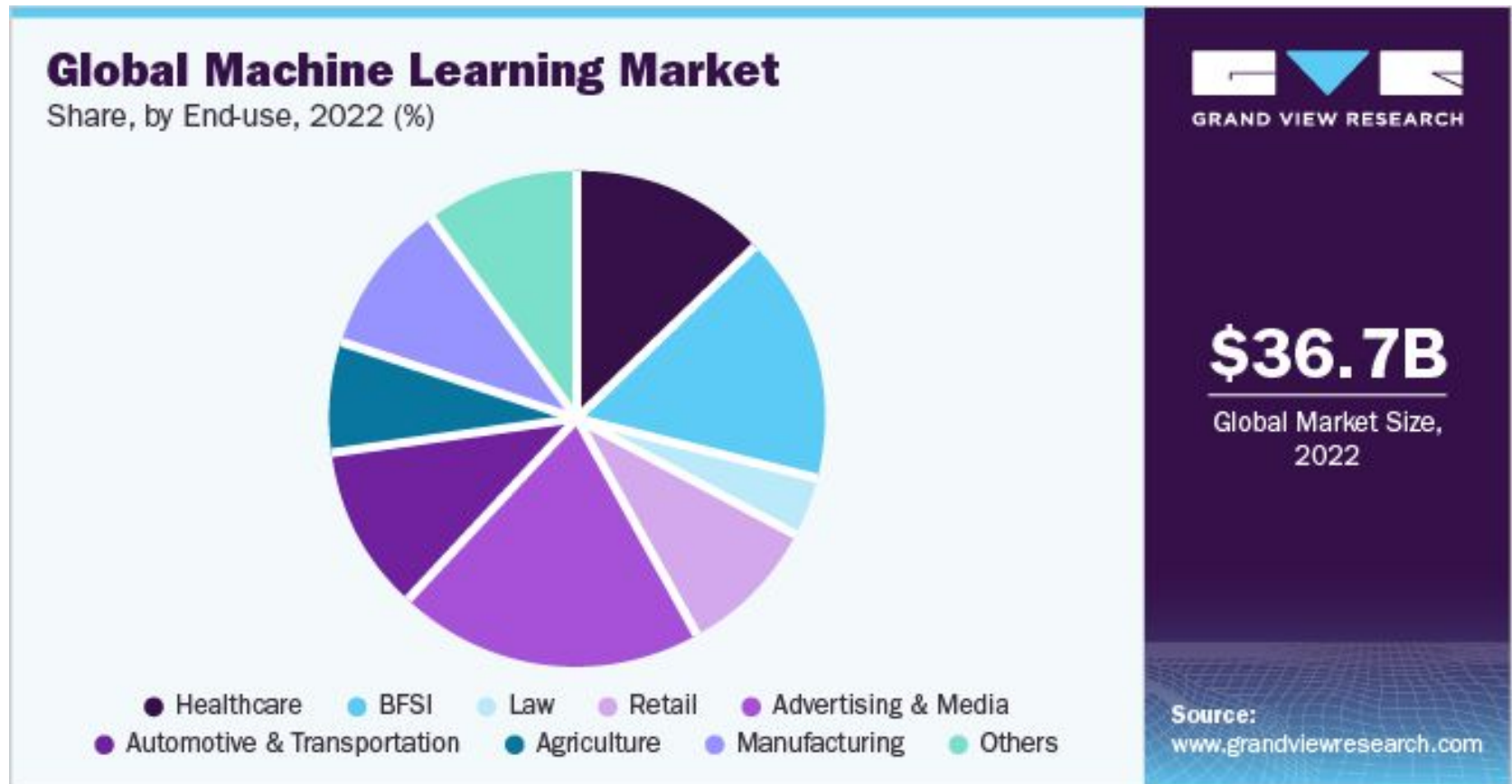


Mercado

- ▶ Segundo a Grand View Research Inc.¹, o mercado de DL movimentou **U\$ 36.7 bi** em 2022
 - ▶ Previsão de **U\$ 419.9 bi** em 2030



Mercado



Deep Learning - Big Players

amazon

facebook

 Microsoft

YAHOO!

Google



IBM



NVIDIA®

Baidu 百度

Universidade Federal da Paraíba

Centro de Informática

Departamento de Informática

Aprendizado Profundo

Introdução à Aprendizagem Profunda

Tiago Maritan
(tiago@ci.ufpb.br)

