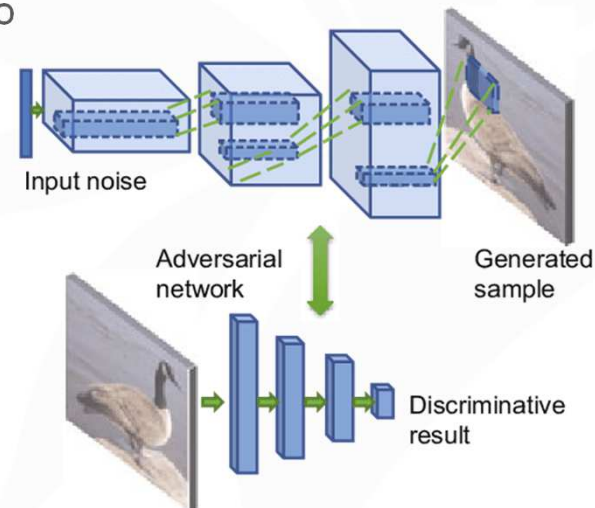
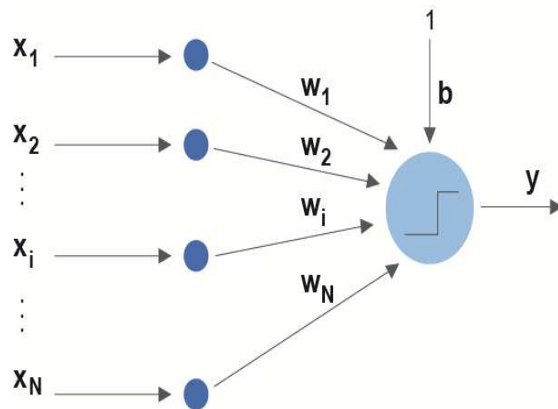


Breve Historia de las Redes Neuronales Artificiales y del Deep Learning

Del Perceptron a los Modelos Generativos

Jesús Alfonso López
jalopez@uao.edu.co



Quién es el Conferencista?

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

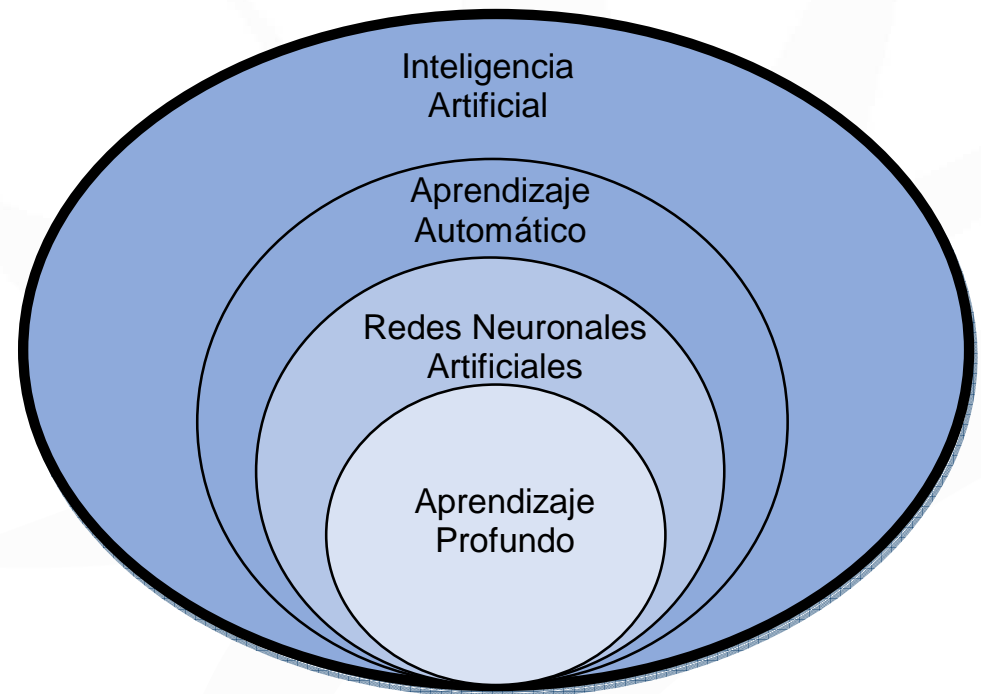
Vigilada MinEduación.

- Jesús Alfonso López Sotelo
- Ingeniero Electricista, M Sc. en Automática, Ph. D. en Ingeniería
- Vinculado a la Universidad Autónoma de Occidente
- Investigador asociado (Colciencias)
- Inteligencia Artificial y Computacional
RNA, DL, Control Automático
- Senderista y Montañista aficionado
- Publicaciones



https://scholar.google.com/citations?user=7PIjh_MAAAAJ&hl=en

- El término se le atribuye a John McCarthy (1955)
- ¿Cómo crear computadores y software que sean capaces de tener comportamiento inteligente?



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

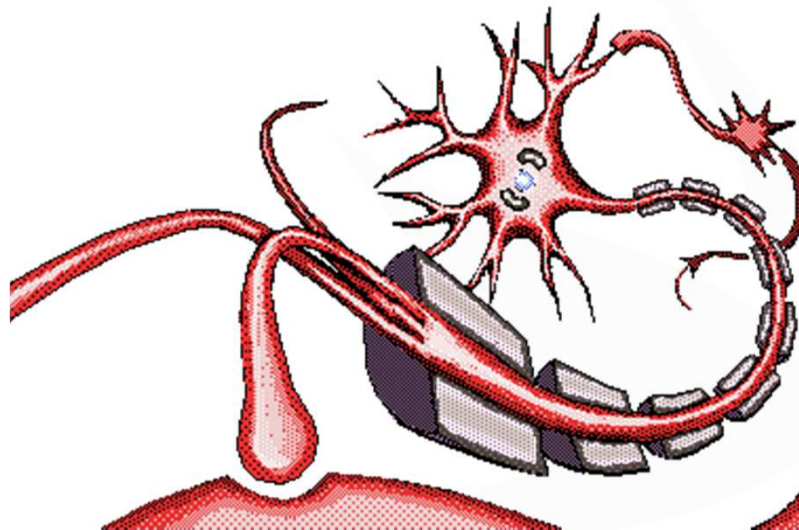
Redes Neuronales Artificiales alias Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



Conjunto de elementos de procesamiento que emulan algunas características de funcionamiento del cerebro humano

Redes Neuronales Artificiales alias Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



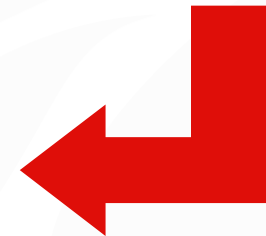
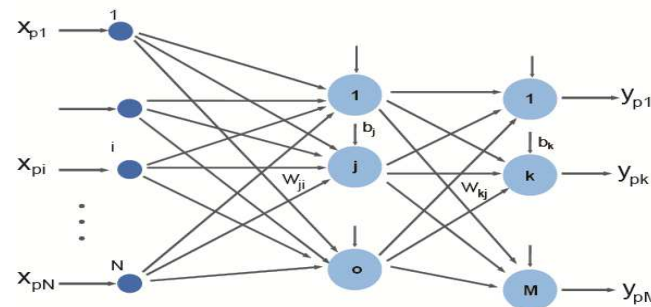
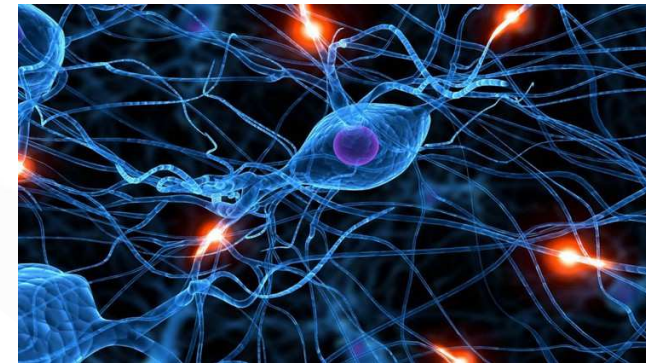
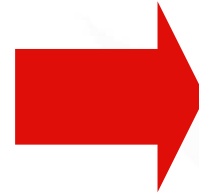
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

<https://medium.com/espanol/avances-en-redes-neuronales-705c2efe53d2>



<https://medicine.wustl.edu/news/slow-steady-waves-keep-brain-humming/>



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López.
En proceso editorial. 2018

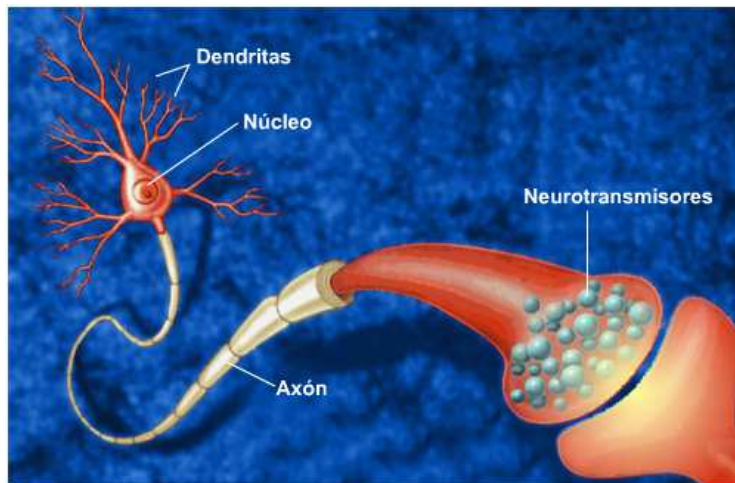
La Neurona Biológica

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



Aspectos funcionales de una neurona biológica:

1. Los elementos de proceso (neuronas) reciben las señales de entrada
2. Las señales pueden ser modificadas por los pesos sinápticos
3. Los elementos de proceso suman las entradas afectadas por las sinápsis
4. Bajo una circunstancia apropiada la neurona transmite una señal de salida
5. La salida del elemento de proceso puede ir a muchas neuronas

Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales Eduardo F. Caicedo, Jesús A. López - Cali: Universidad del Valle, 2009.
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/10330>

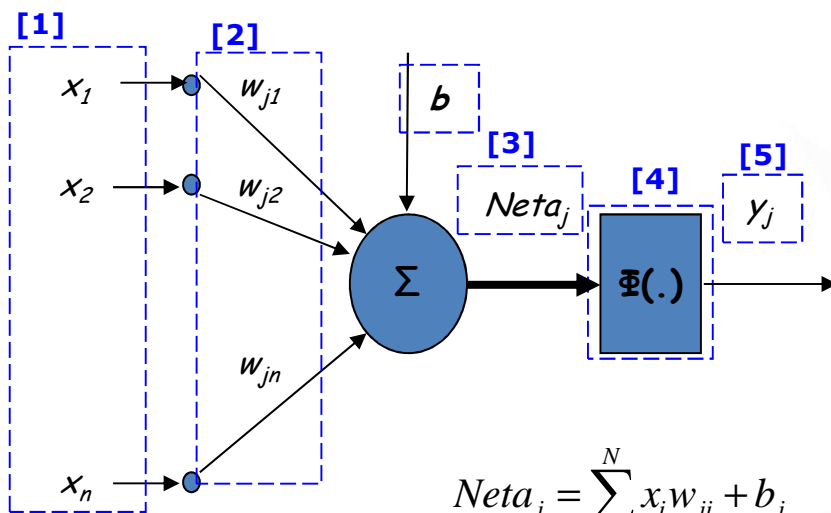
La Neurona Artificial

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

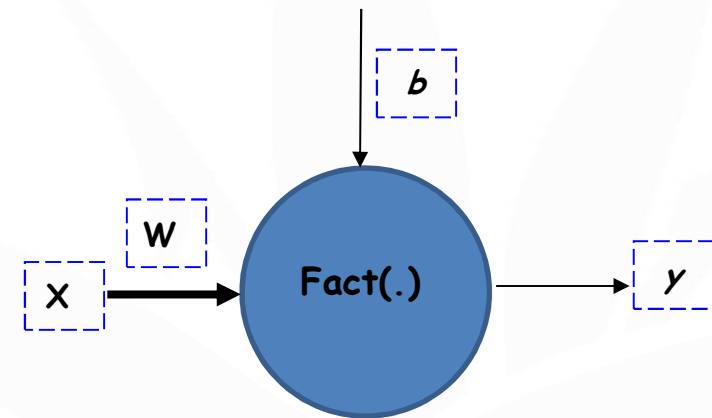


$$Neta_j = \sum_{i=1}^N x_i w_{ji} + b_j$$

$$Neta_j = w_1 x_{j1} + w_2 x_{j2} + \dots + w_i x_{ji} + \dots + w_N x_{jN} + b_j$$

$$Neta_j = \mathbf{w}^T \mathbf{X}_j + b_j$$

$$y_j = Fact_j(Neta_j)$$



Funciones de Activación

¡Soy Autónomo,
soy calidad!

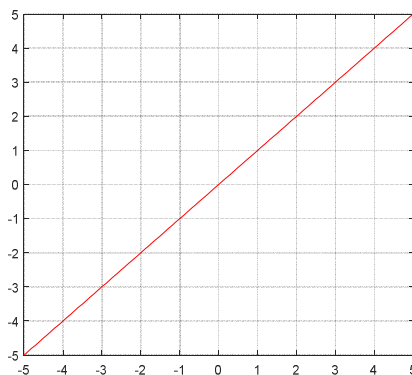


Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

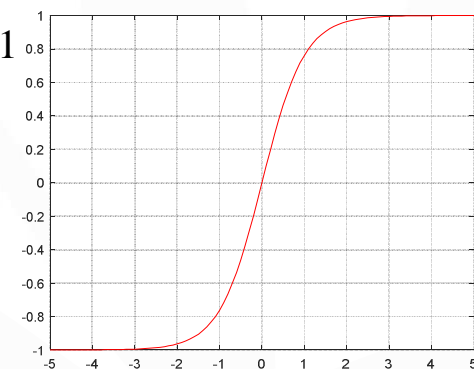
Lineal

$$f(neta) = neta$$



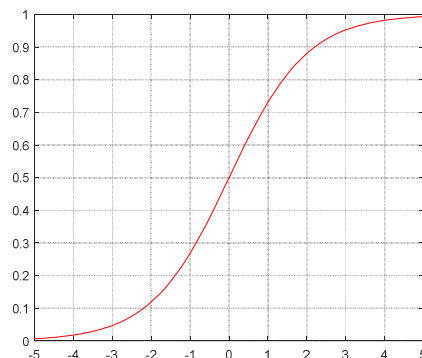
Tangente Sigmoidal

$$f(neta) = \frac{2}{1 + e^{-neta}} - 1$$



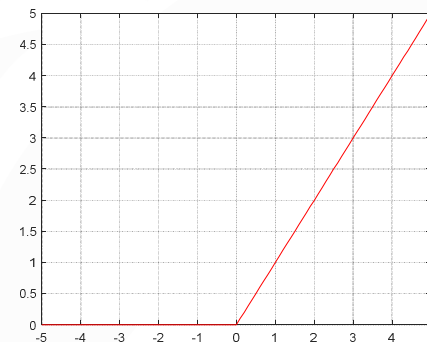
Sigmoidal

$$f(neta) = \frac{1}{1 + e^{-neta}}$$



ReLu

$$f(neta) = \max(0, neta)$$



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Redes Neuronales Artificiales alias Deep Learning

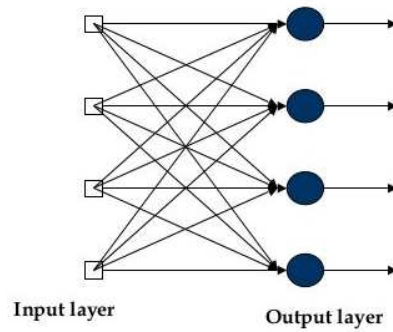
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



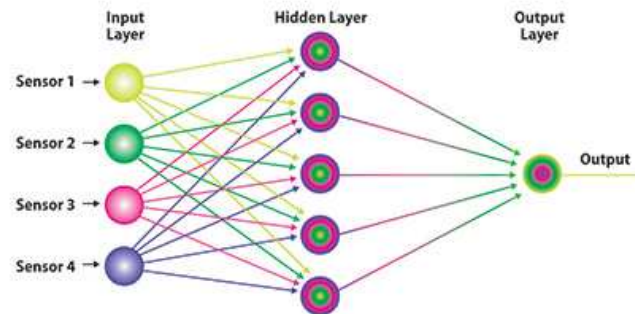
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

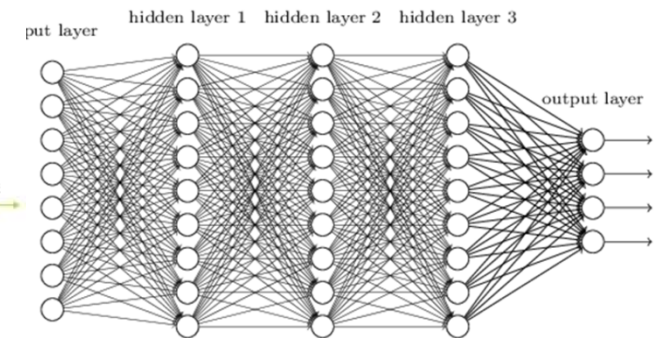
Monocapa



Superficial

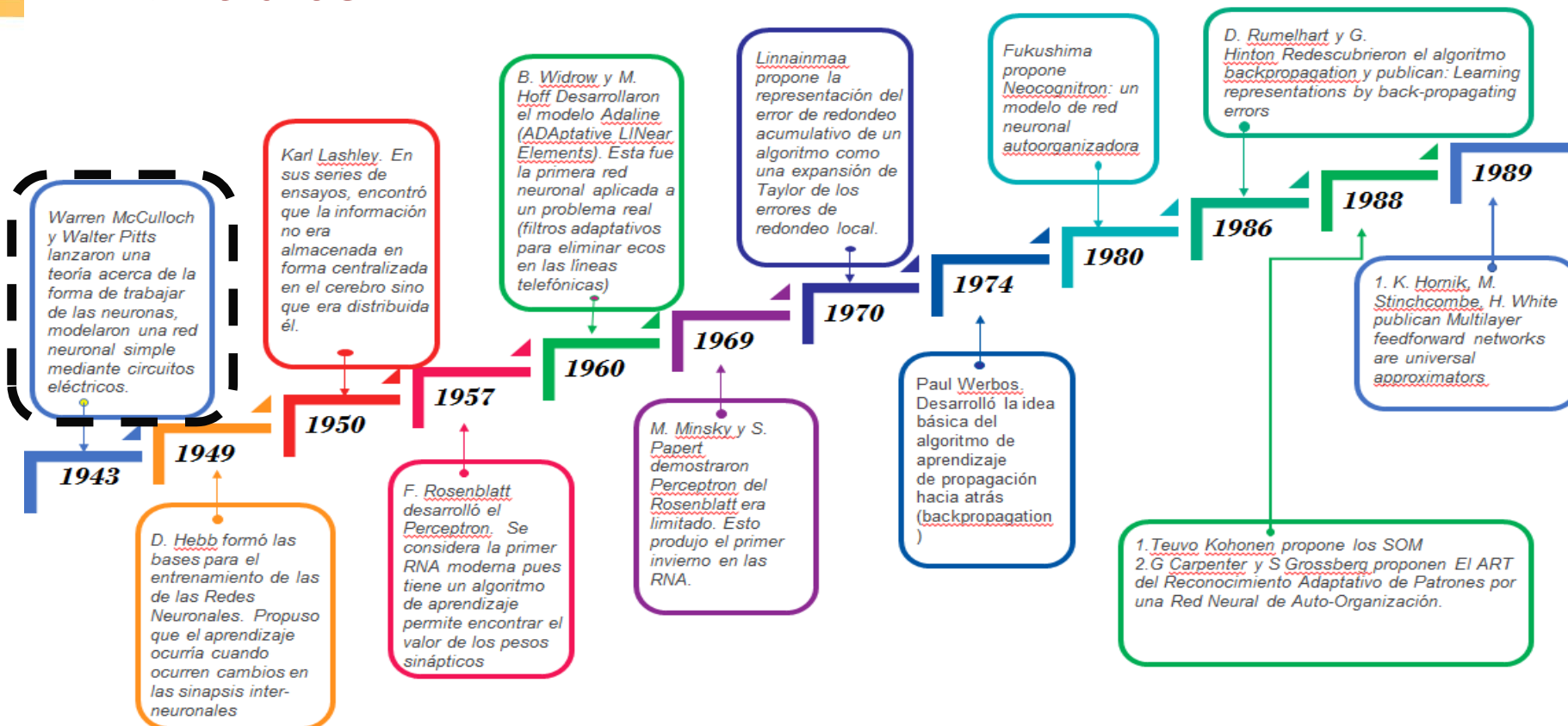


Profunda



Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales

Soy Autónomo,
soy calidad!



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Perceptron

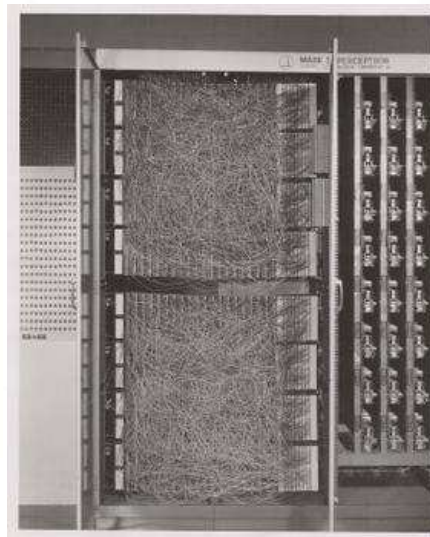
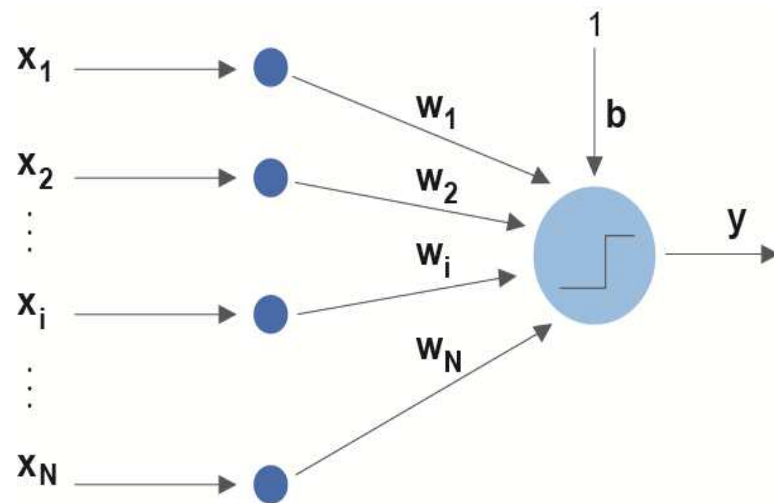
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

The Mark I Perceptron machine was the first implementation of the perceptron algorithm



<https://en.wikipedia.org/wiki/Perceptron>

Frank Rosenblatt



<https://blogs.umass.edu/comphon/2017/06/15/did-frank-rosenblatt-invent-deep-learning-in-1962/>

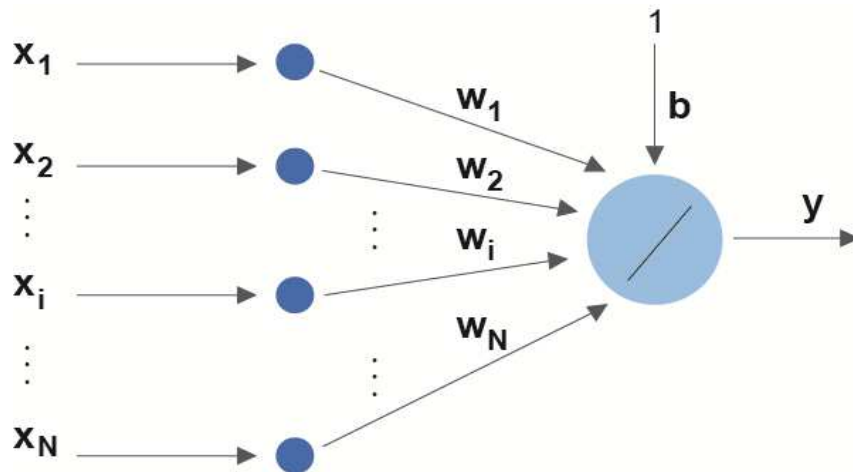
Adaline. Gradiente Descendente

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

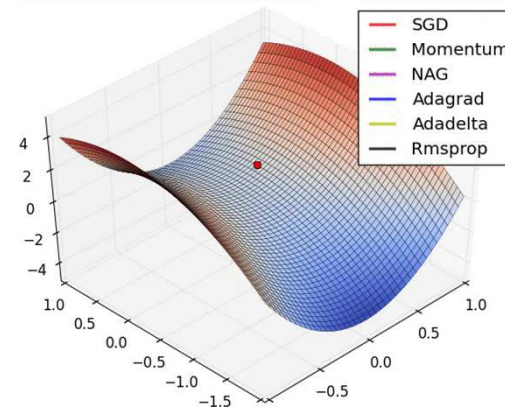


<https://medium.com/invisible-illness/the-mountaineer-897387f8a902>

Regla Delta

$$w_i(t + 1) = w_i(t) + \Delta w_i(t)$$

$$w_i(t + 1) = w_i(t) + \alpha(d_i - y_i) x_i$$



<http://dsdeepdive.blogspot.com/2016/03/optimizations-of-gradient-descent.html>

Problemas de las Redes Monocapa

Primer Invierno

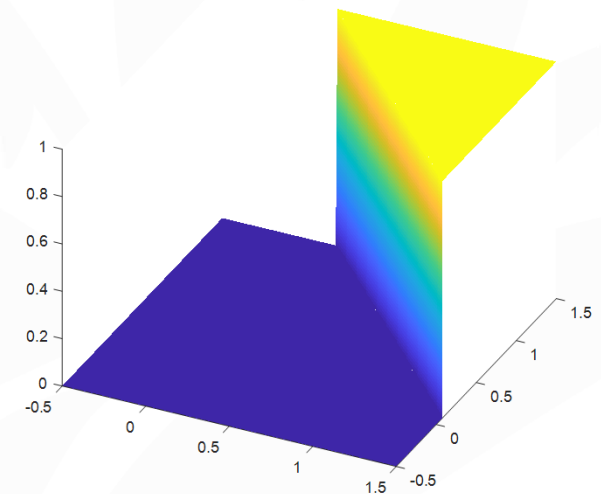
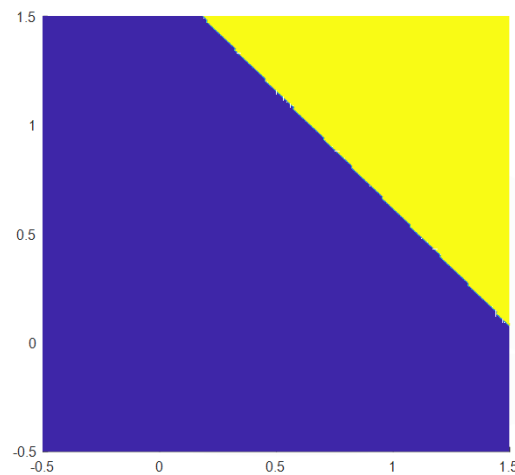
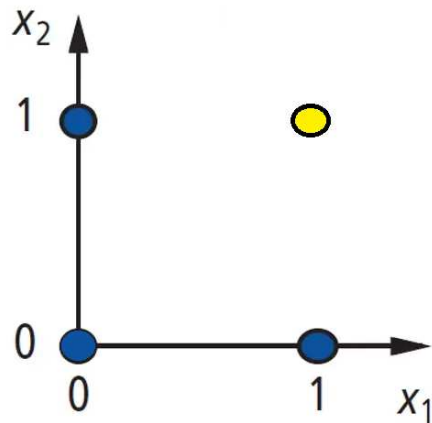
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Problema de la AND



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Problemas de las Redes Monocapa

Primer Invierno

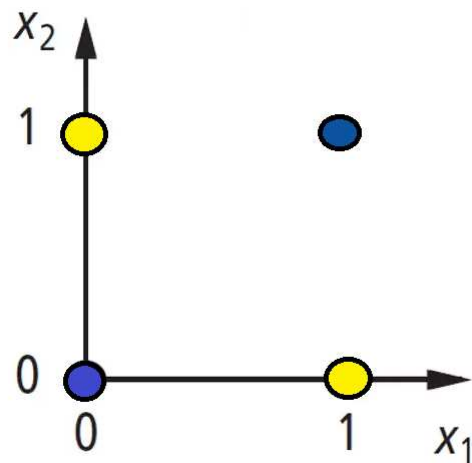
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

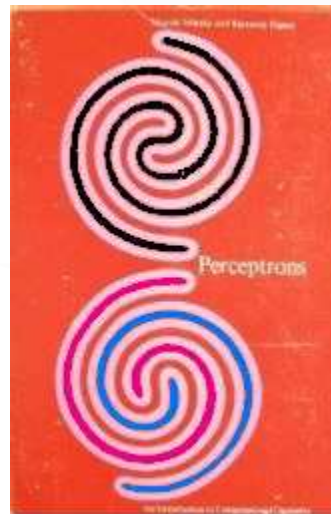
Vigilada MinEduación.

Problema de la XOR



Marvin Minsky and
Seymour Papert

Winter!!!

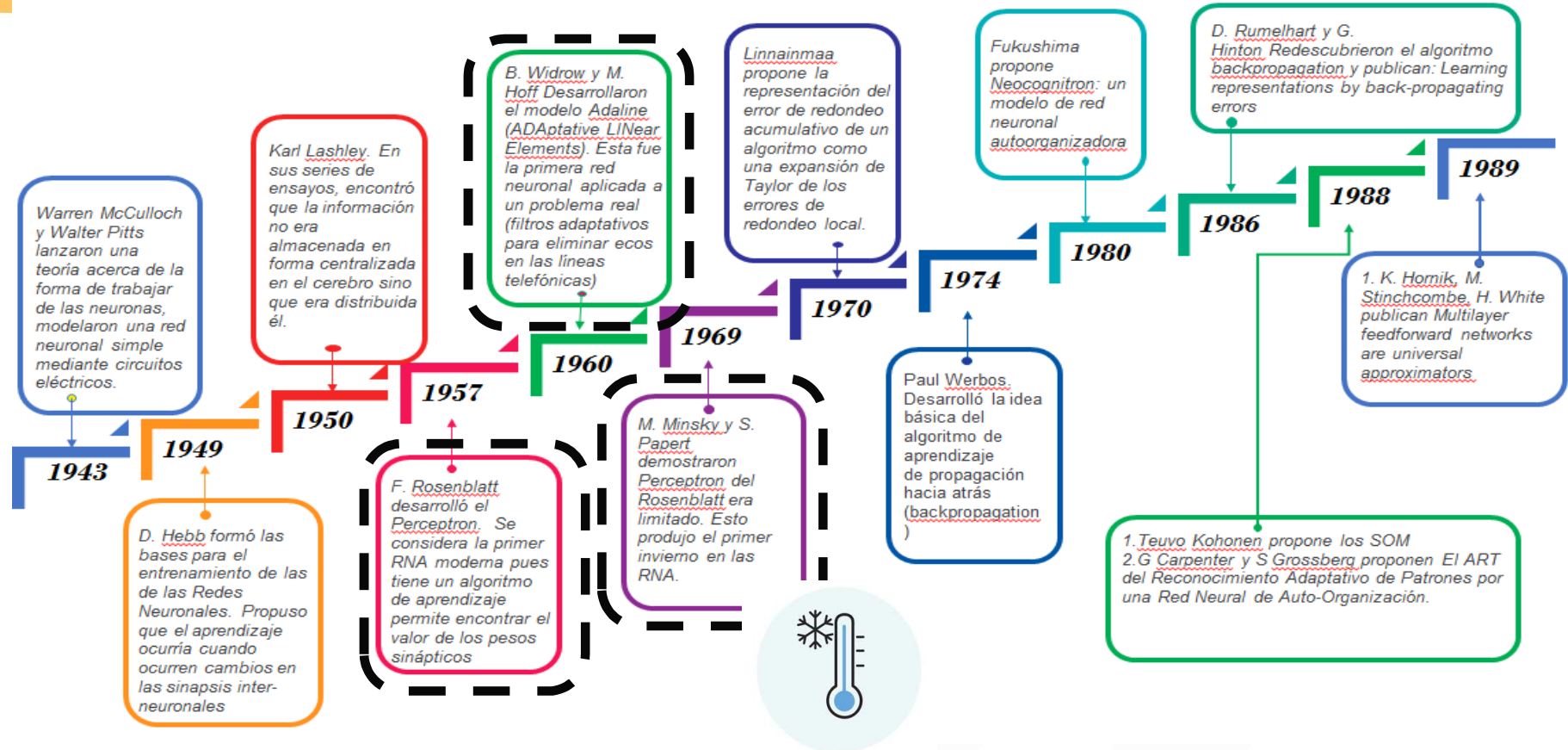


<http://harveycohen.net/image/perceptron.html>



Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

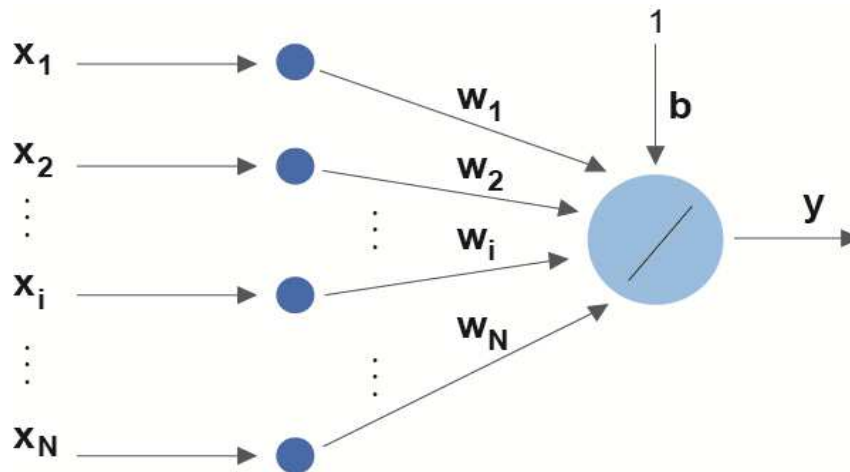
Backpropagation

¡Soy Autónomo,
soy calidad!

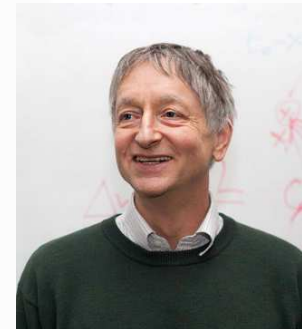


Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



David Rumelhart



Geoffrey Hinton

Regla Delta Generalizada

$$w_i(t + 1) = w_i(t) + \Delta w_i(t)$$

$$w_i(t + 1) = w_i(t) + \alpha(d_i - y_i) \text{Fact}'(\text{neta})x_i$$

Es evidente en la capa de Salida pero
¿Cómo se calcula en las
capas ocultas?

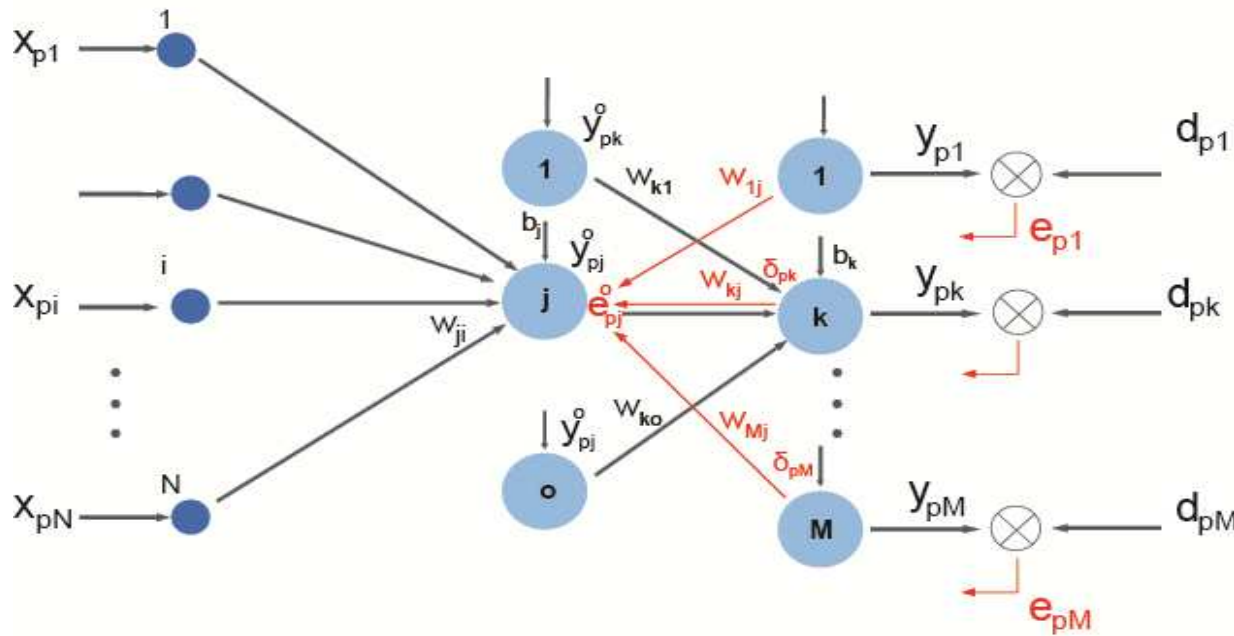
Backpropagation

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



$$w_{ji}^o(t+1) = w_{ji}^o(t) + \alpha \frac{2}{M} \delta_j^o x_i$$

$$\delta_j^o = (d_{pj}^o - y_{pj}^o) f_k'^s(Neta_{pk}^s)$$

$$\delta_j^o = e_{pj}^o f_j'^o(Neta_{pj}^o)$$

$$e_{pj}^o = \sum_{k=1}^M \delta_{pk}^s w_{kj}^s$$

$$w_j(t+1) = w_i(t) + \alpha e_j^o \text{Fact}'(neta) x_j$$

Problemas de la Redes de Muchas Capas. Segundo Invierno

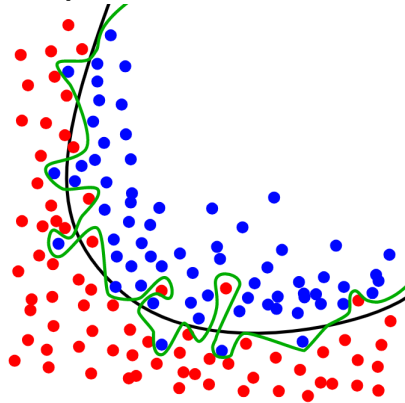
¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

- Se requiere muchos datos.



<https://en.wikipedia.org/wiki/Overfitting>

- ¿Cómo entrenar una red con muchos datos?



<https://sectionhiker.com/the-best-backpacks-for-winter-hiking-and-backpacking/>

- Se requiere una alta capacidad de computo

Problemas de las RNA de Muchas Capas. Segundo Invierno

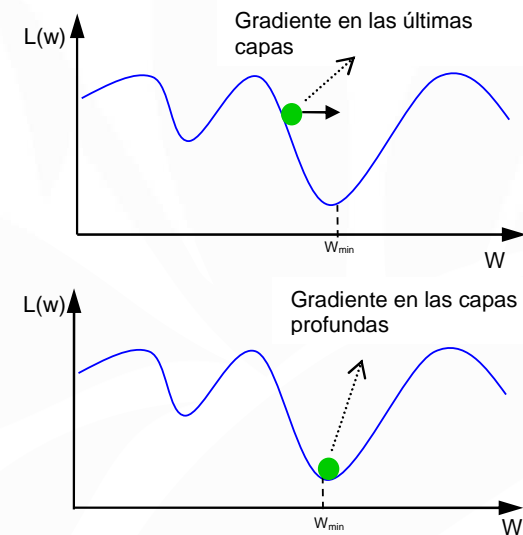
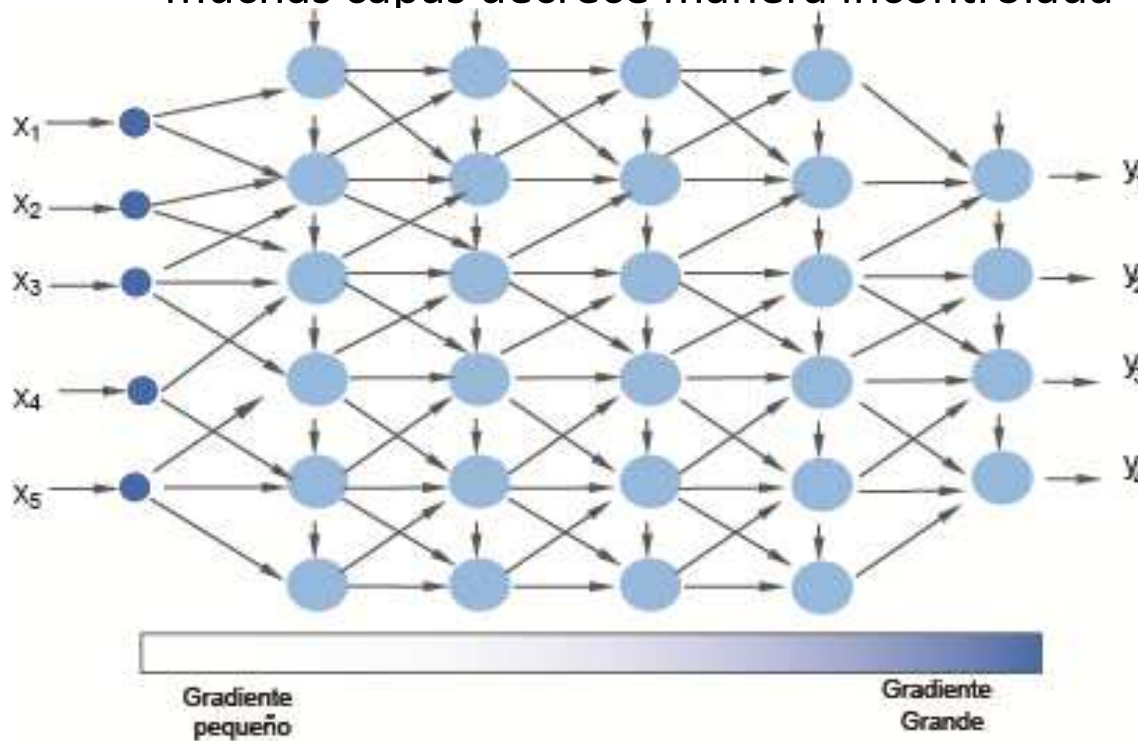
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

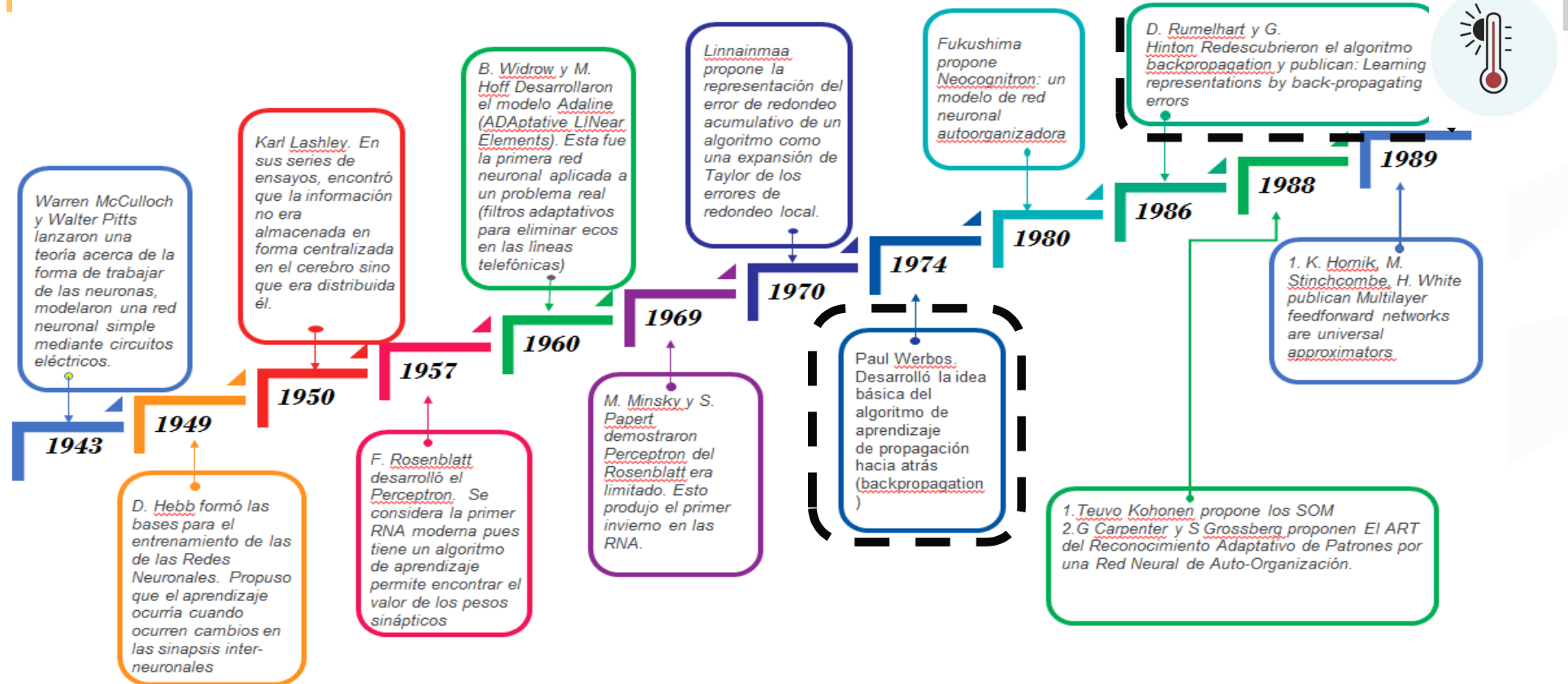
Vigilada MinEduación.

- Problema fundamental: El gradiente en redes de muchas capas decrece manera incontrolada



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

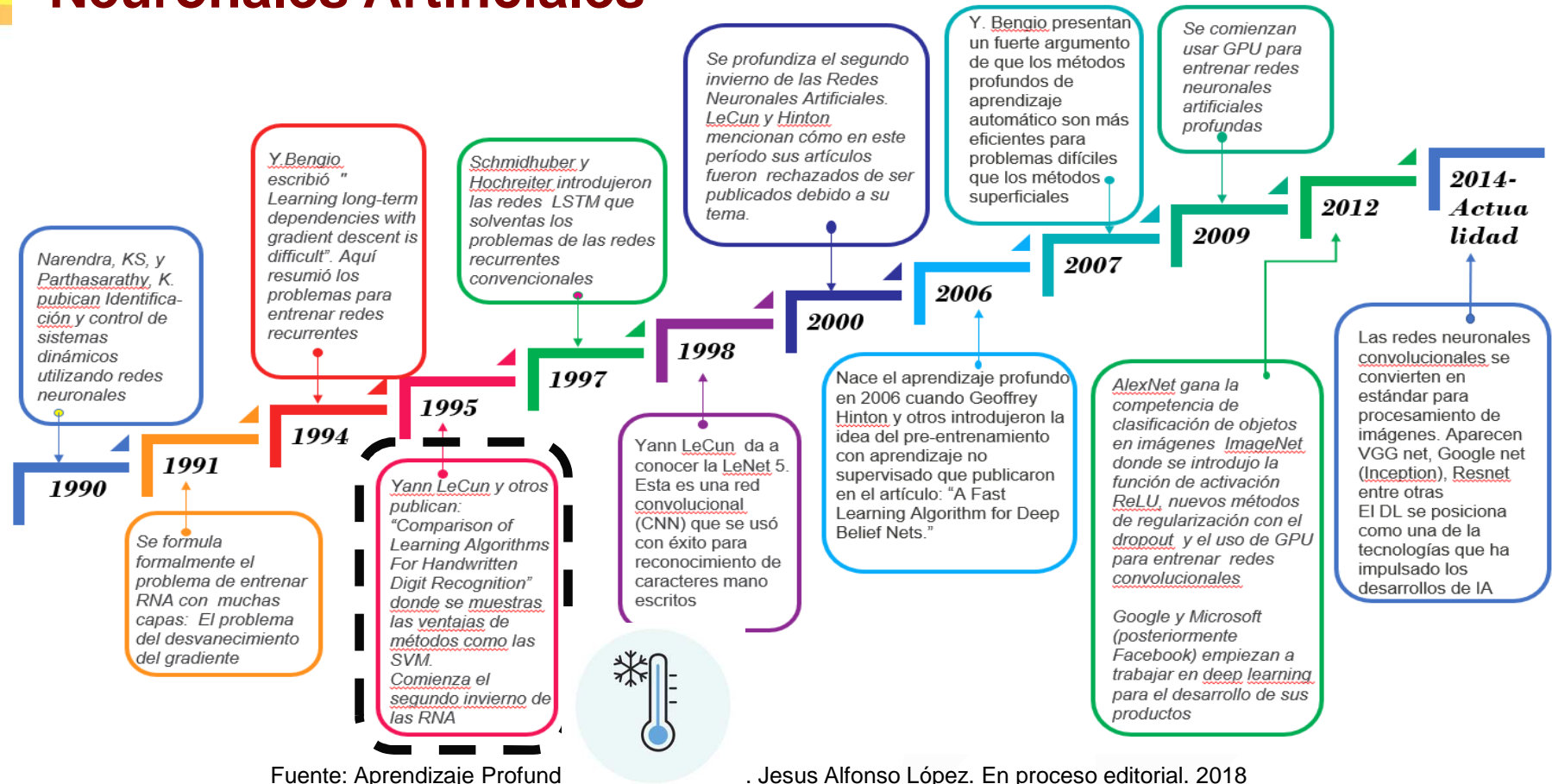
Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Fuente: Aprendizaje Profund

. Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Soluciones

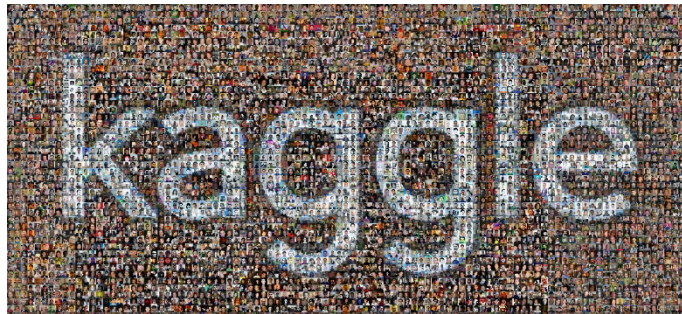
¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

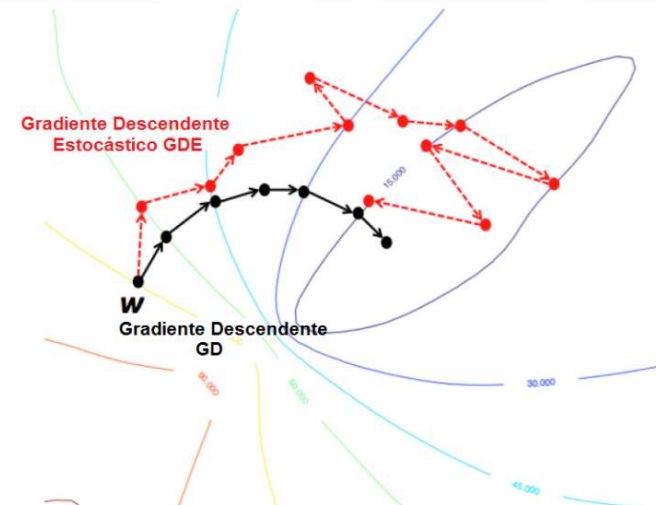
- Se requiere muchos datos
 - Accesibilidad a diversos data sets



(<http://image-net.org/>)

<https://www.facebook.com/kaggle/>

- Cómo entrenar una red con muchos datos?
 - Entrenamiento por lotes
 - Gradiente estocástico



<https://wikidocs.net/3413>

- Se requiere una alta capacidad de computo:
 - Uso de GPU



	Neural Networks	GPUs
Inherently Parallel	✓	✓
Matrix Operations	✓	✓
FLOPS	✓	✓
Bandwidth	✓	✓

GPUs deliver --

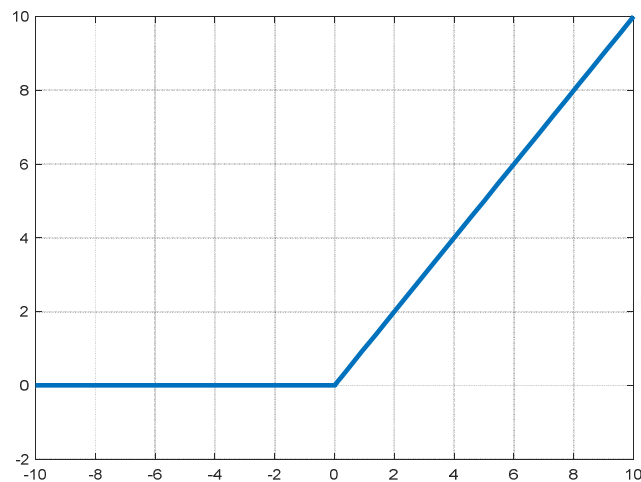
- same or **better** prediction accuracy
- faster results
- smaller footprint
- lower power
- lower cost

<http://www.funkykit.com/news/pc-computers/nvidia-abandon-3-way-4-way-sli-configurations/>

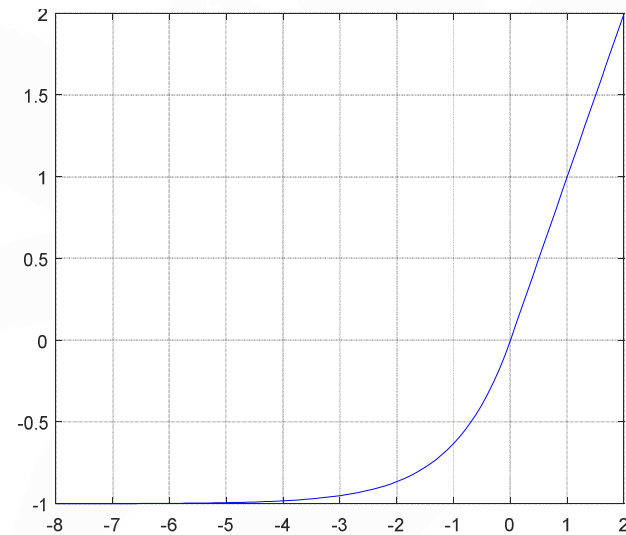
<https://naadispeaks.wordpress.com/2017/12/06/configuring-a-windows-running-deep-learning-rig/>

- Problema fundamental: Cambio de no linealidades

ReLu (Rectified Linear Unit)



ELU (Exponential Linear Unit)



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Soluciones

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

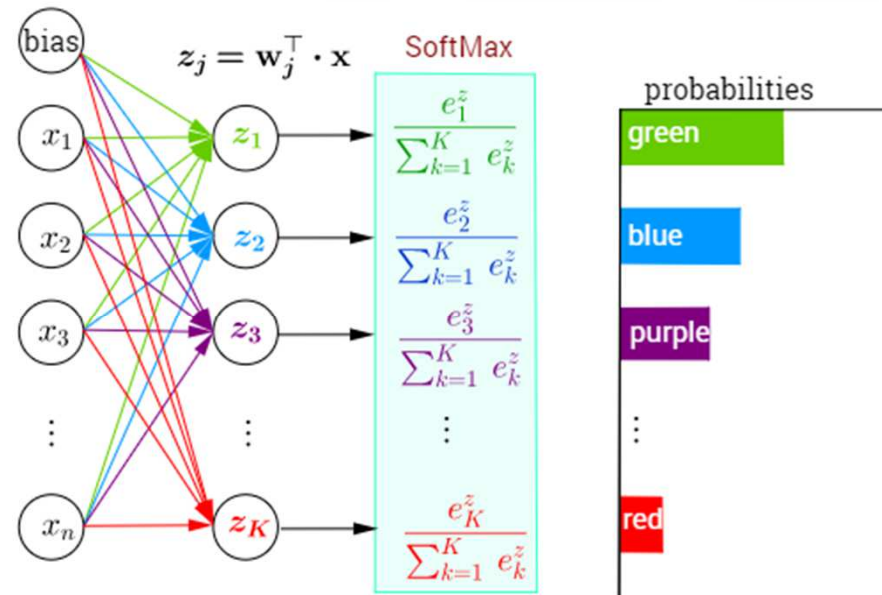
Vigilada MinEduación.

- Problema fundamental: Cambio de no linealidades

Softmax

$$y_k = \frac{e^{Act_k}}{\sum_{k=1}^M e^{Act_k}}$$

$$\mathbf{z} = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ \vdots \\ z_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{w}_1^T \\ \mathbf{w}_2^T \\ \mathbf{w}_3^T \\ \vdots \\ \mathbf{w}_K^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$



<https://stats.stackexchange.com/questions/265905/derivative-of-softmax-with-respect-to-weights>

- Problema fundamental: Nuevas funciones de pérdida

Error promedio cuadrático

$$MSE = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^M (d_{pk} - y_{pk})^2$$

Error entropía cruzada

$$CEE = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^M d_{pk} \ln(y_{pk}) + (1 - d_{pk}) \ln(1 - y_{pk})$$

Soluciones: Regularización

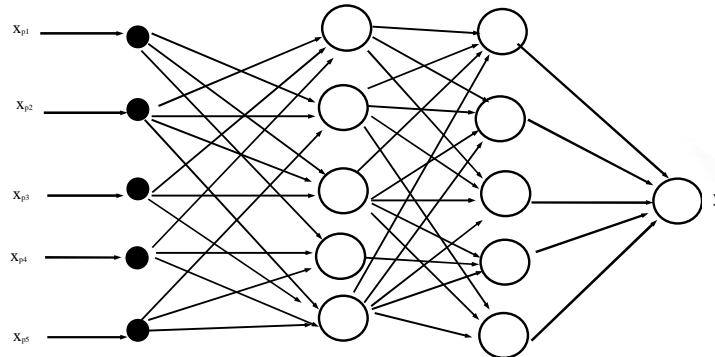
¡Soy Autónomo,
soy calidad!



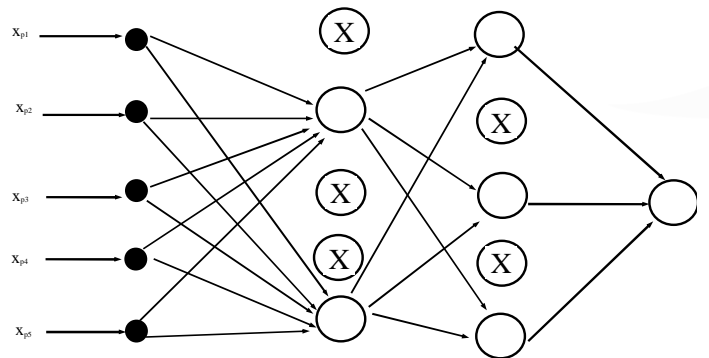
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Dropout



Red Neuronal estándar



Red Neuronal con dropout

Regularización L2

$$L_R = L_D + \frac{\lambda}{2} L_W$$

$$L_D = \frac{1}{PM} \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^M (d_{pk} - y_{pk})^2 \quad L_W = \sum_{n=1}^N w_n^2$$

$$w(t+1) = w(t) + \Delta w(t)$$

$$w(t+1) = w(t) + \left(-\alpha \frac{\partial L_R}{\partial w(t)} \right)$$

$$w(t+1) = w(t) + \left(-\alpha \left(\frac{\partial L_D}{\partial w(t)} + \lambda w(t) \right) \right)$$

$$w(t+1) = (1 - \alpha\lambda)w(t) - \alpha \left(\frac{\partial L_D}{\partial w(t)} \right)$$

Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Soluciones: Regularización

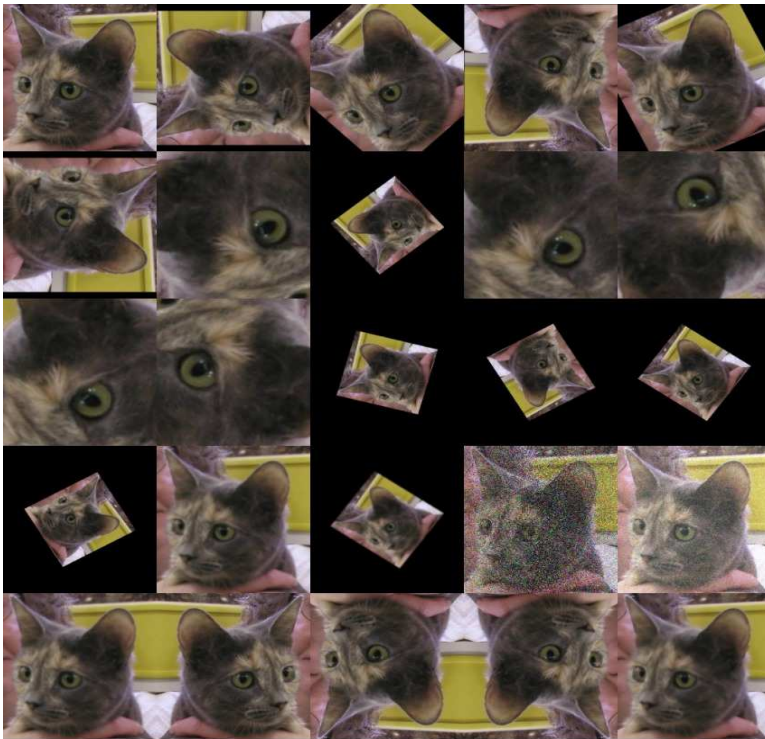
¡Soy Autónomo,
soy calidad!



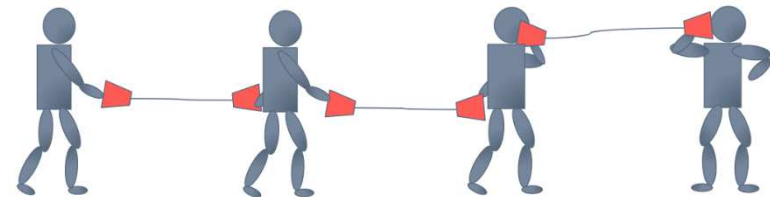
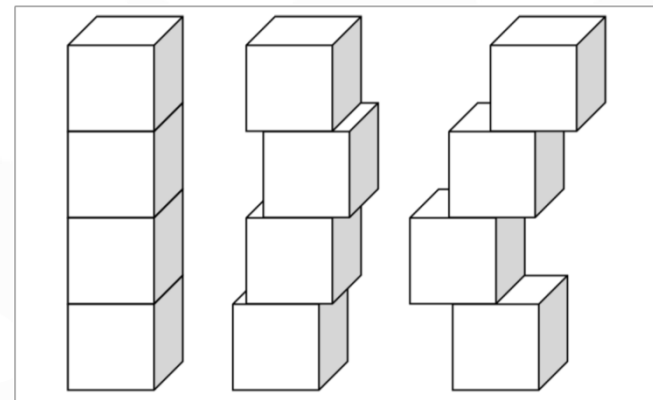
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Data Augmentation



Batch Normalization



<https://gab41.lab41.org/batch-normalization-what-the-hey-d480039a9e3b>

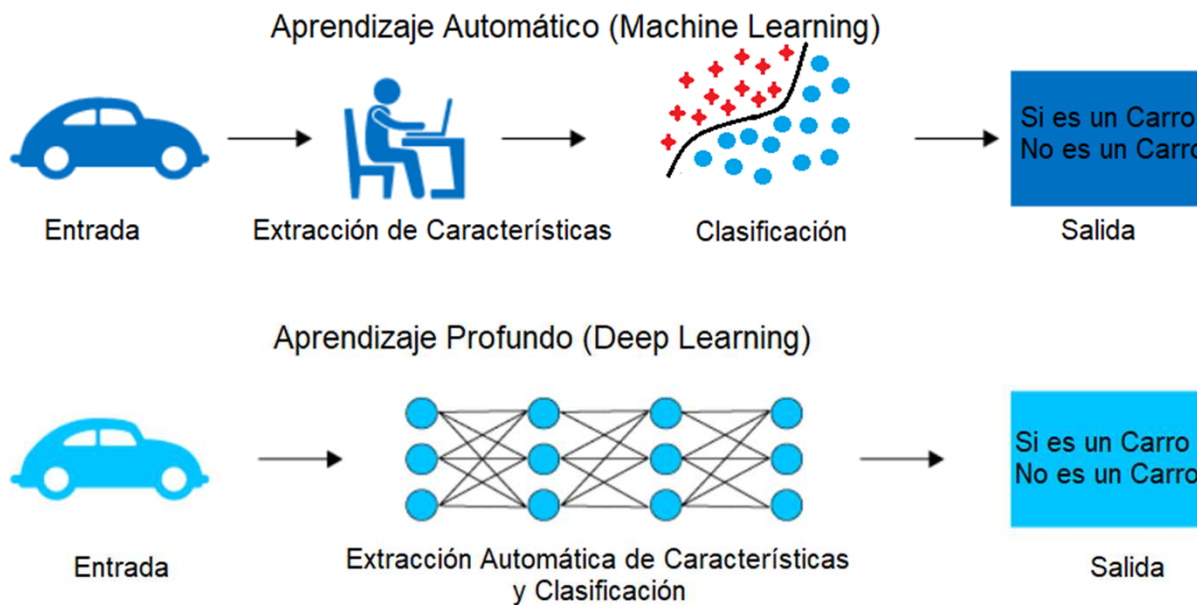
Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

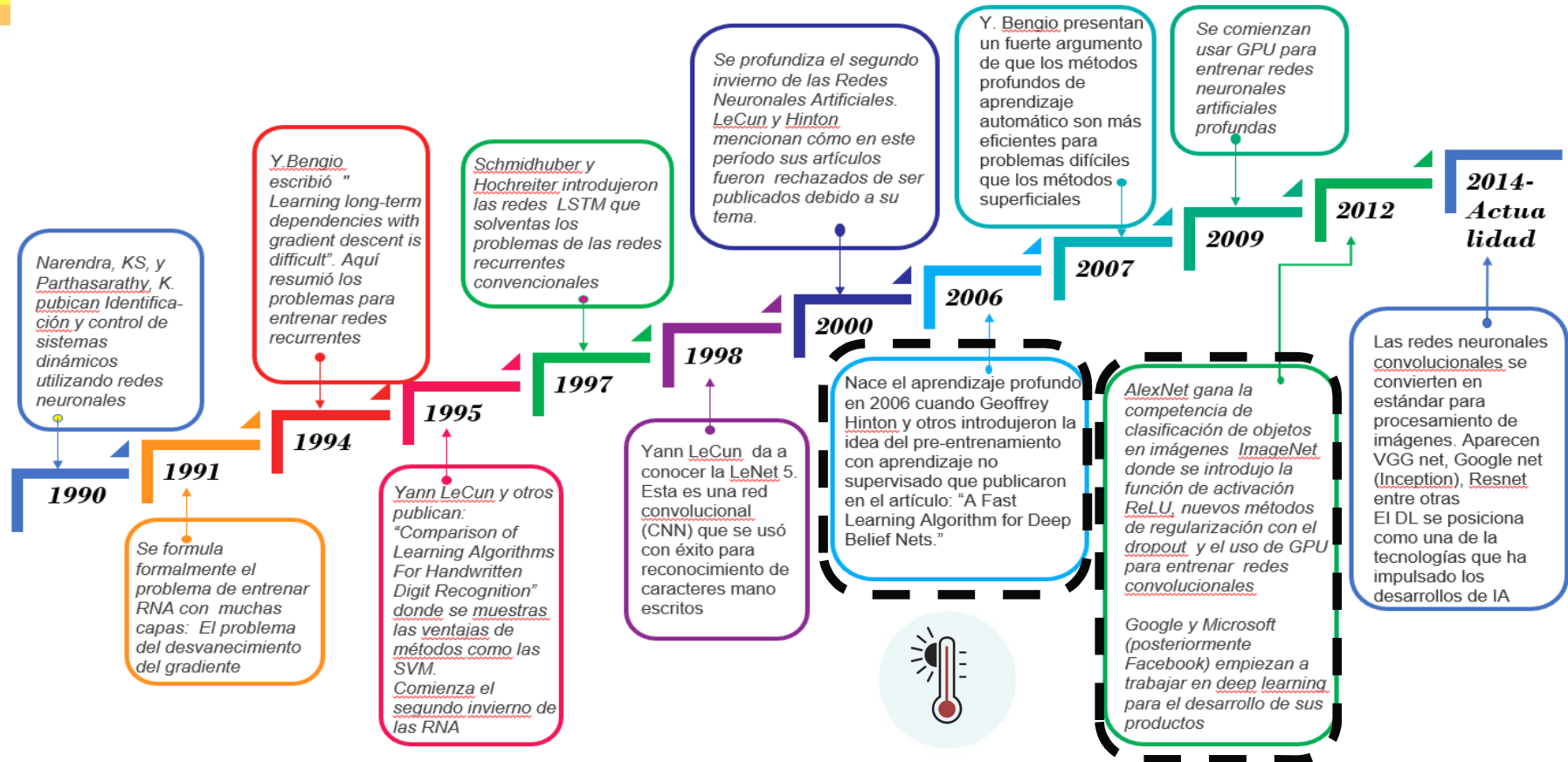
Vigilada MinEduación.



Fuente: Adaptada de <https://www.upwork.com/hiring/for-clients/log-analytics-deep-learning-machine-learning/>

Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Fuente: Aprendizaje Profundo (Deep Learning). Jesus Alfonso López. En proceso editorial. 2018

Redes Convolucionales

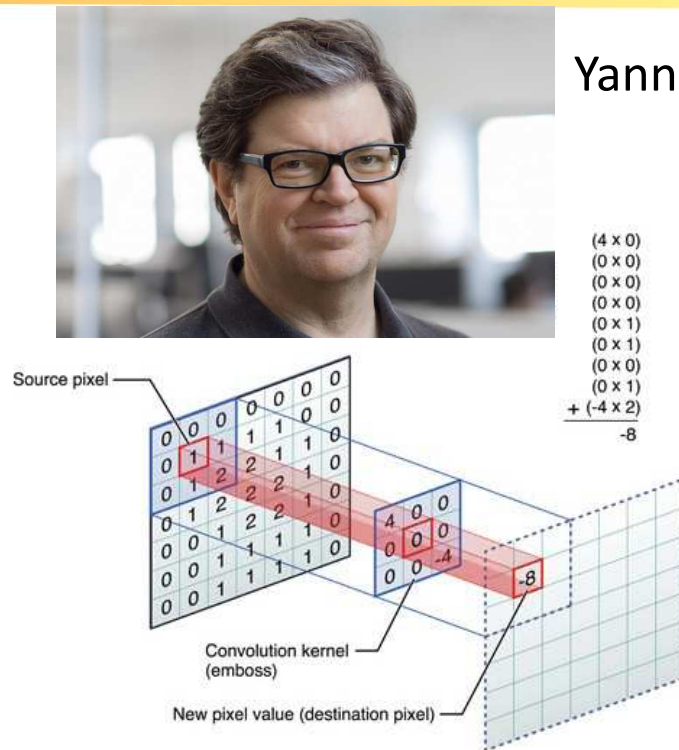
¡Soy Autónomo,
soy calidad!



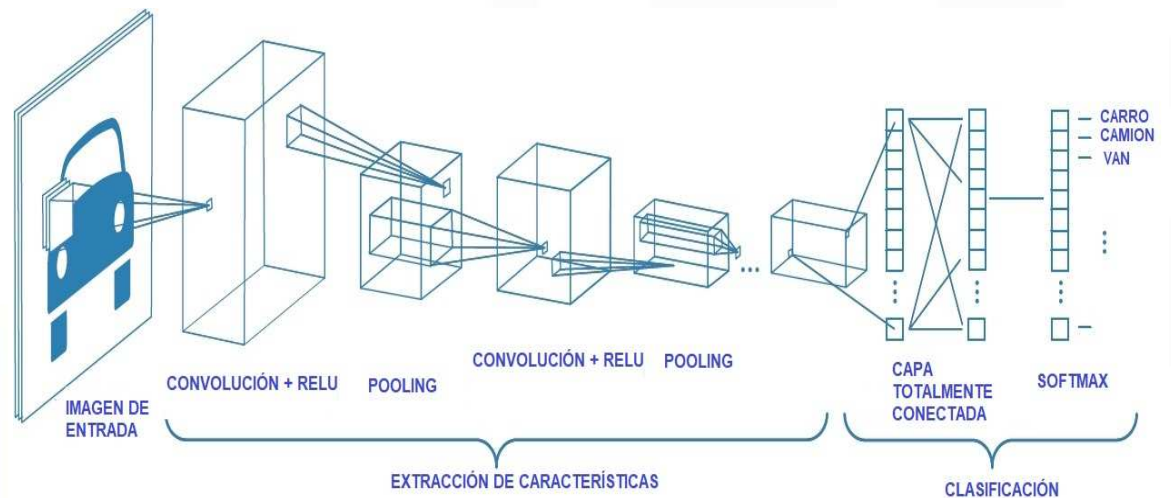
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Yann Lecun



(4 x 0)
(0 x 0)
(0 x 0)
(0 x 0)
(0 x 1)
(0 x 1)
(0 x 1)
(0 x 1)
(0 x 2)
+ (-4 x 2)
-8



<https://developer.apple.com/library/content/documentation/Performance/Conceptual/vImage/ConvolutionOperations/ConvolutionOperations.html>

Fuente: <https://www.mathworks.com/solutions/deep-learning/convolutional-neural-network.html>

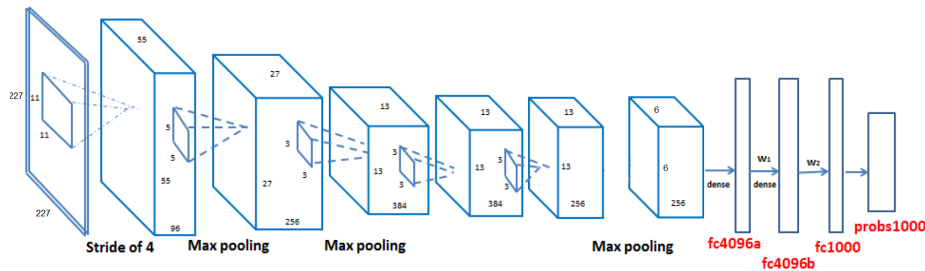
Alex Net

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



- Ganó el Imagenet Challenge en 2012 y puso en el radar el Deep Learning
- Funciones de activación ReLu en vez de sigmoidale
- Uso de GPUs. Tiempo de entrenamiento 6 días
- Uso de nuevas técnicas de regularización como dropout y data augmentation
- Normalización por respuesta local

Basada en

https://www.researchgate.net/publication/300412100_Deep_Learning_for_Image_Retrieval_What_Works_and_What_Doesn%27t/figures?lo=1

Artículo original

<https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks>

Por Favor Más Capas...

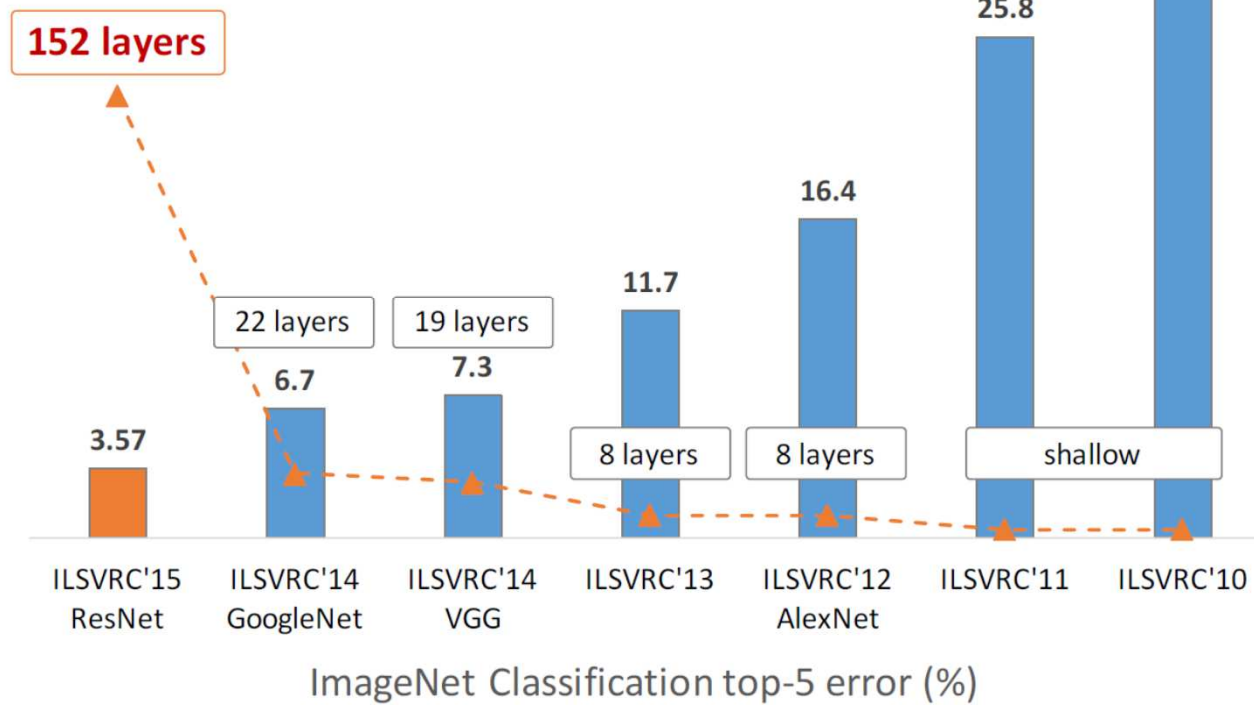
*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Revolution of Depth



https://icml.cc/2016/tutorials/icml2016_tutorial_deep_residual_networks_kaiminghe.pdf

Modelos Generativos

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

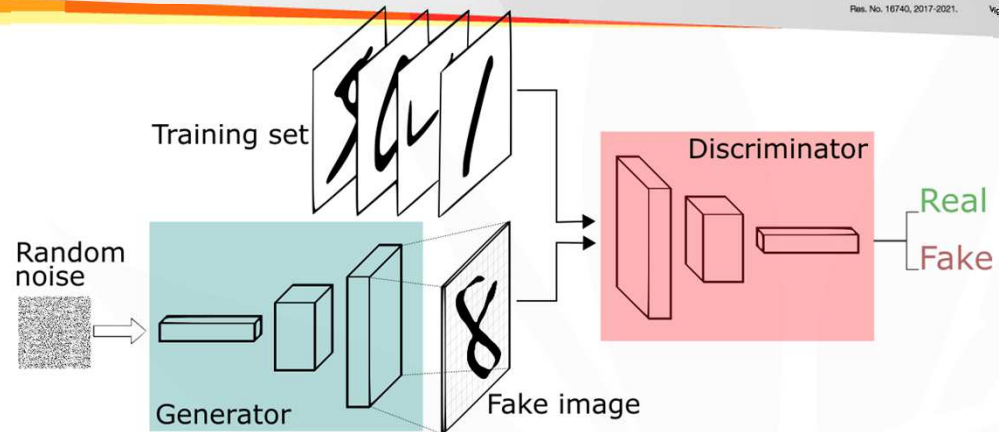


Yoshia Bengio

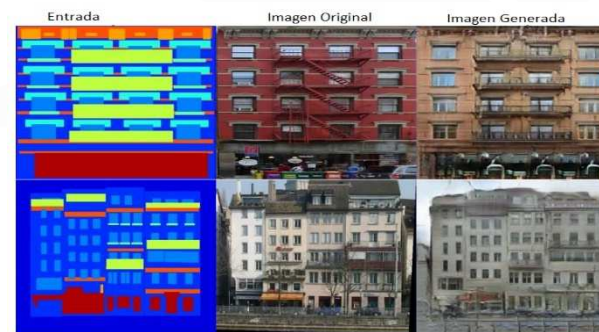


Ian Goodfellow

GAN



<https://deeplearning4j.org/generative-adversarial-network>



Aplicación: Image to Image Translation

Modelos Generativos

¡Soy Autónomo,
soy calidad!



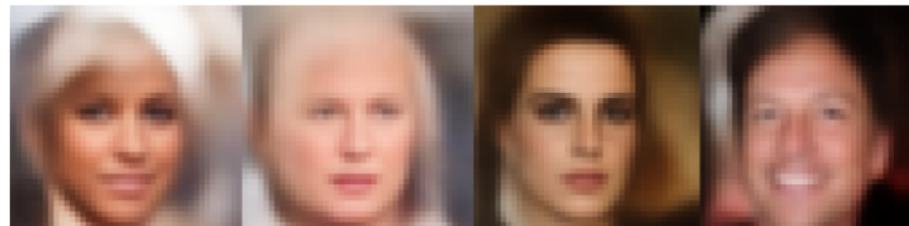
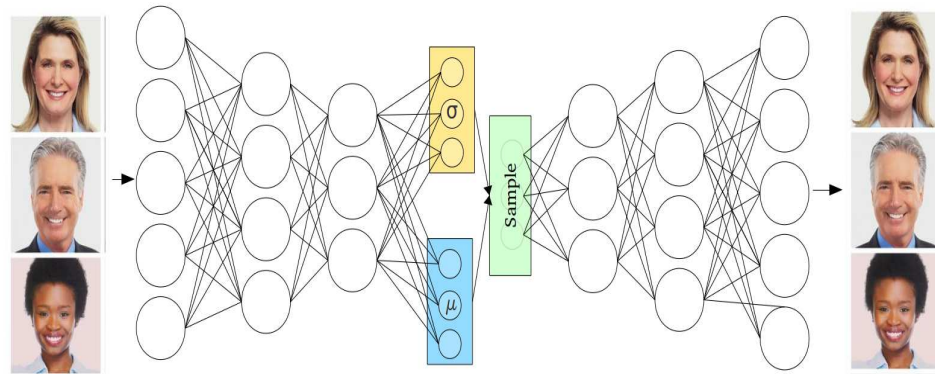
Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Diederik P. Kingma



VAE



Aplicación: Faces Generation

La Revolución del Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Deep Learning: Applications



<http://www.slideshare.net/kuanhoong/dsrlab-seminar-introduction-to-deep-learning>

La Revolución del Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Google



Tencent 腾讯



Baidu 百度

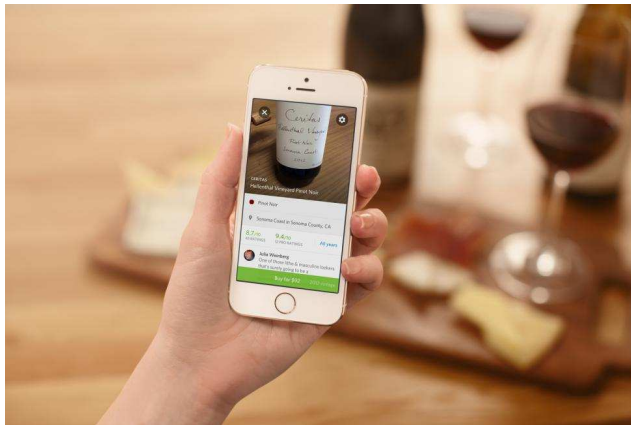
La Revolución del Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.



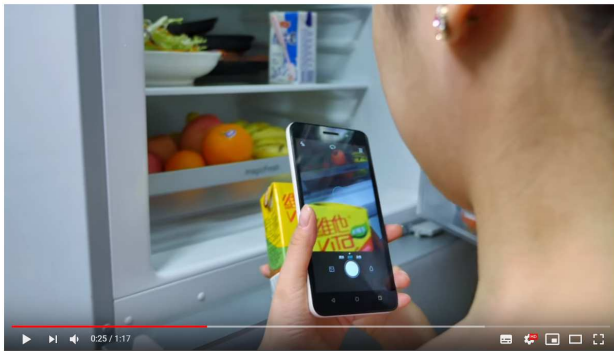
La Revolución del Deep Learning

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

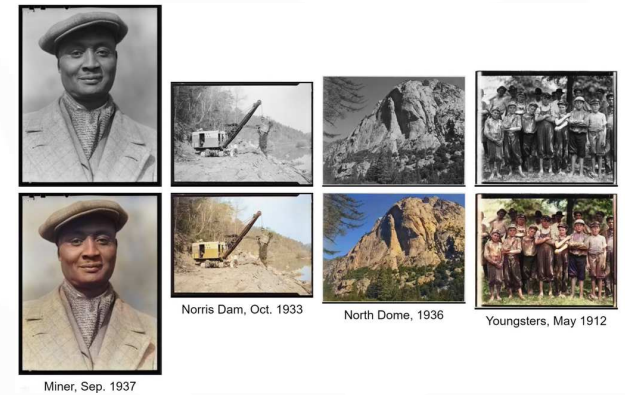


Dulight--Eyes for visually impaired

<https://www.youtube.com/watch?v=Xe5RcJ1JY3c>



Google DeepMind's Deep Q-learning playing Atari Breakout
<https://www.youtube.com/watch?v=V1eYniJ0Rnk>



Deep learning applications

https://www.youtube.com/watch?v=i9MfT_7R_4w

La Revolución del Deep Learning

¡Soy Autónomo,
soy calidad!

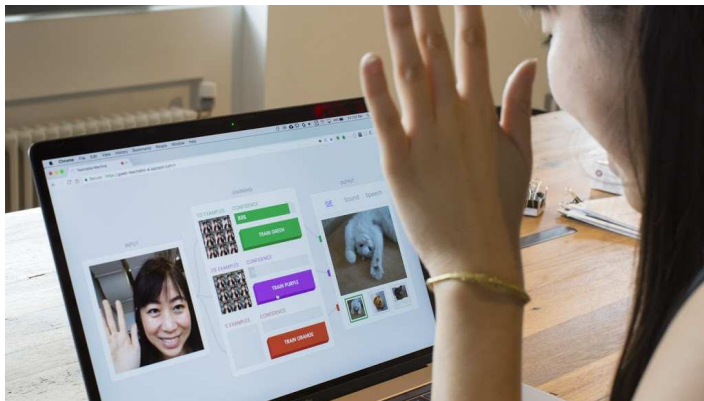


Res. No. 16740, 2017-2021.

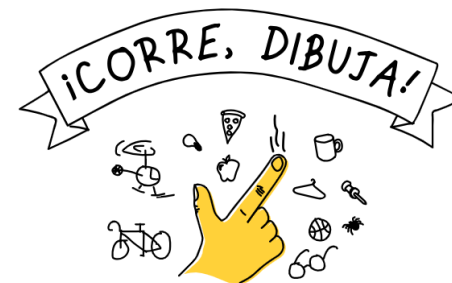
Vigilada MinEduación.

AI Google Experiments

<https://experiments.withgoogle.com/ai>



<https://experiments.withgoogle.com/ai/teachable-machine>



<https://quickdraw.withgoogle.com/#>

¿Puede una red neuronal reconocer tus dibujos?

Añade tus dibujos al [conjunto de datos de dibujos más grande del mundo](#), compartido públicamente, para ayudarnos con la investigación sobre el aprendizaje automático.



<https://aiexperiments.withgoogle.com/thing-translator>

Historia de la RNA y del DL

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Desarrollo del google translator con algo de historia de las RNA

<https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html>

Entrevista Hinton

<https://www.wired.com/2014/01/geoffrey-hinton-deep-learning>

<http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/03/22/a-short-history-of-deep-learning-everyone-should-read/#710f963761b7>

Conceptos de Deep learning con algo de historia

<http://fortune.com/ai-artificial-intelligence-deep-machine-learning/>

Historia de la RNA y del DL

<http://www.andreykurenkov.com/writing/ai/a-brief-history-of-neural-nets-and-deep-learning/>

Deep Learning in Neural Networks: An Overview

<https://arxiv.org/abs/1404.7828>

Algunos Libros en Formato Digital

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Libro de Deep Learning

<http://www.deeplearningbook.org/>

**Una aproximación práctica a las redes
neuronales artificiales [recurso electrónico]**

<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/10330>

Libro de Deep Learning

<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>

*¡Soy Autónomo,
soy calidad!*



Res. No. 16740, 2017-2021.

Vigilada MinEduación.

Breve Historia de las Redes Neuronales Artificiales y del Deep Learning

Gracias!!!

Jesús Alfonso López
jalopez@uao.edu.co