

# Fundamentos Matemáticos del Aprendizaje Profundo

1er cuat. 2025  
Clase 1

# Introducción

- Inscripción en SIU-Guaraní
- Campus
- Bibliografía
  - O. Calin, Deep learning architectures - a mathematical approach, Springer Series in the Data Sciences. 2020
  - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning (MIT Press, Cambridge, 2016), <http://www.deeplearningbook.org>
  - M. Mohri, A. Rostamizadeh, A. Talwalkar, Foundations of Machine Learning, 2nd edn. (MIT Press, Boston, 2018)
  - M. Nielsen, Neural Networks and Deep Learning (2017), <http://www.neuralnetworksanddeeplearning.com>
  - R. Rojas, Neural Networks a Systemic Introduction (Springer, Berlin, 1996)
  - S. Shalev-Shwartz, S. Ben-David, Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms (Cambridge University Press, Cambridge, 2014)

# Advertencia

“ni chicha, ni limonada”

Puede ser poca matemática para los matemáticos y mucha para los no-matemáticos

Qué es este curso	Qué no es este curso
<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción a redes neuronales</li><li>• Introducción a aprendizaje automático</li><li>• Estudio matemático del algoritmo de <i>backpropagation</i></li><li>• Fundamento matemático de aprendizaje profundo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diferentes arquitecturas de RN</li><li>• RN convolucionales o modelos de LLMs</li><li>• Desarrollo de algoritmos e implementación</li></ul>

# Evaluación

Idea original:

- Entrega de ejercicios de las guías de la materia
- Exposición final

No puede funcionar con +70 inscriptos

Idea actual:

- Resolución de problemas en pizarrón en clase
- Sesión de posters al finalizar el cuatrimestre (en grupos?)

# Laboratorio

Sin embargo...

Sólo para interesados, sin ninguna obligación, fuera del horario de clases y sin evaluación.

Requisitos:

- Tener ganas. No es necesario saber NADA.

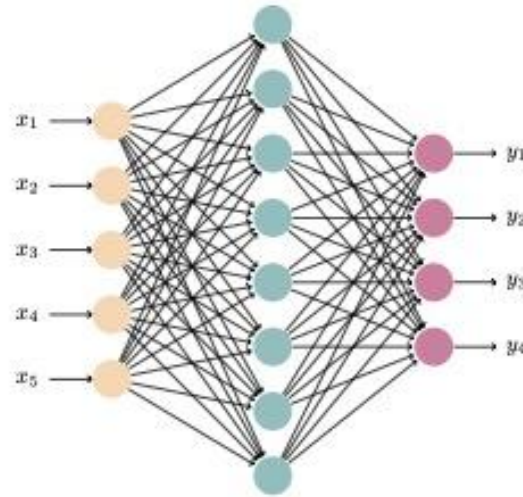
Objetivo:

1. Vamos a implementar algunos ejemplos de RN en Python usando sólo numpy. Los que ya saben programación también están invitados y pueden ayudar a quienes no sepan.
2. Veremos cómo usar TF o Kera para poder hacer esta tarea más sencilla (al final).

# PREGUNTAS

# Empecemos!

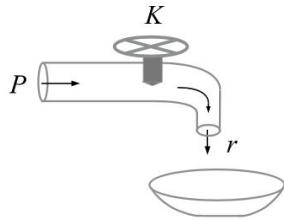
Seguramente muchos habrán visto estos esquemas:



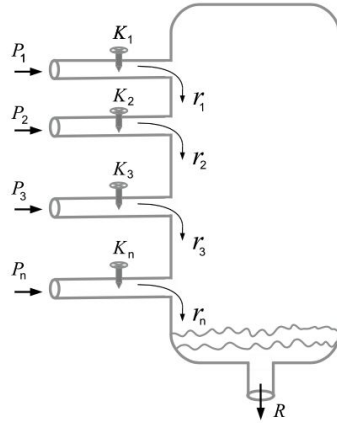
Vamos a tratar de entender qué significa, para qué sirve y cómo se usa.

# Ejemplos

## 1. Agua en un tanque



a



b

$P$  = presión de la canilla

$K$  = ajuste de presión

$r$  = flujo saliente de la canilla

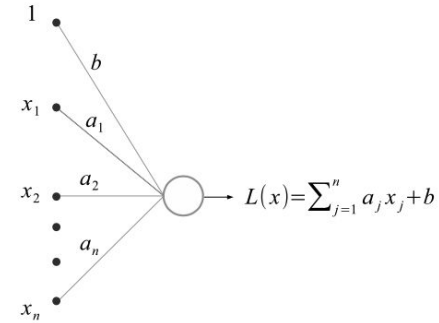
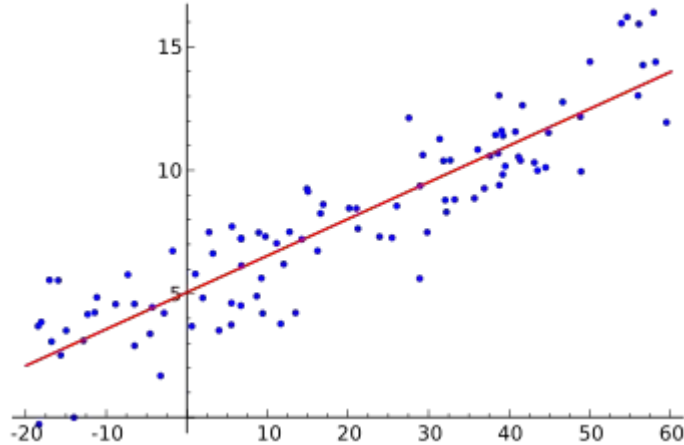
$R$  = flujo saliente del tanque

¿Cómo ajustar los flujos de las canillas para tener un volumen dado  $V$  después de  $t$  segundos?



# Ejemplos

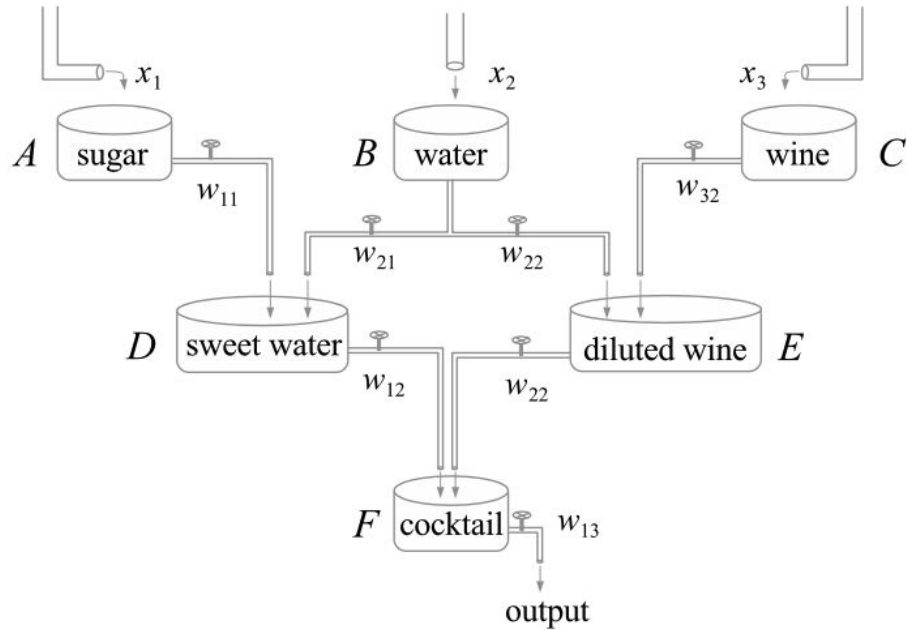
## 2. Regresión lineal



Dado un conjunto de datos, buscamos la función lineal que mejor los representa.

# Ejemplos

## 3. Red de “fábrica de cócteles” (deep learning)



# Resumen

- Ingresos o entradas

Pueden ser uni o multidimensionales, pueden ser determinísticos o aleatorios

- Pesos y sesgos (weights and bias)

Parámetros de la red que hay que optimizar

- Función de salida de la red (o mapa de entrada-salida)

Fijados los pesos y la estructura de la red, esto produce una función que da el valor esperado en función de las entradas.

- Función de costo o pérdida (Loss function)

Típicamente es la distancia entre la salida de la red y el objetivo buscado dado por los datos.

# Funciones de activación

Funciones que determinan si una neurona se activa o no

