

Introduzione alle Reti Neurali

PCTO Addestramento di Reti Neurali con Linguaggio Python

Laura Nenzi, Gloria Pietropolli, Gaia Saveri

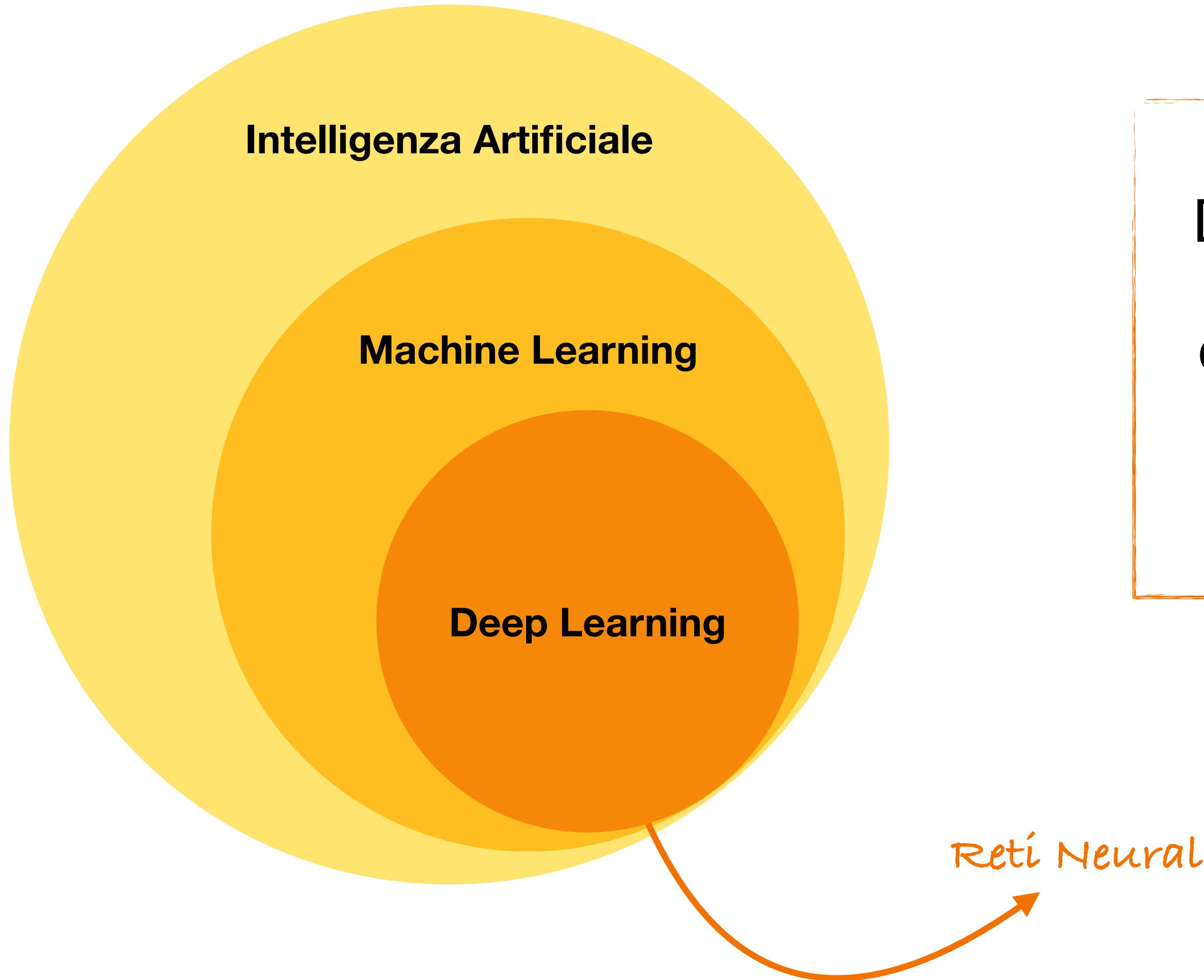


LICEO SCIENTIFICO
GALILEO GALILEI



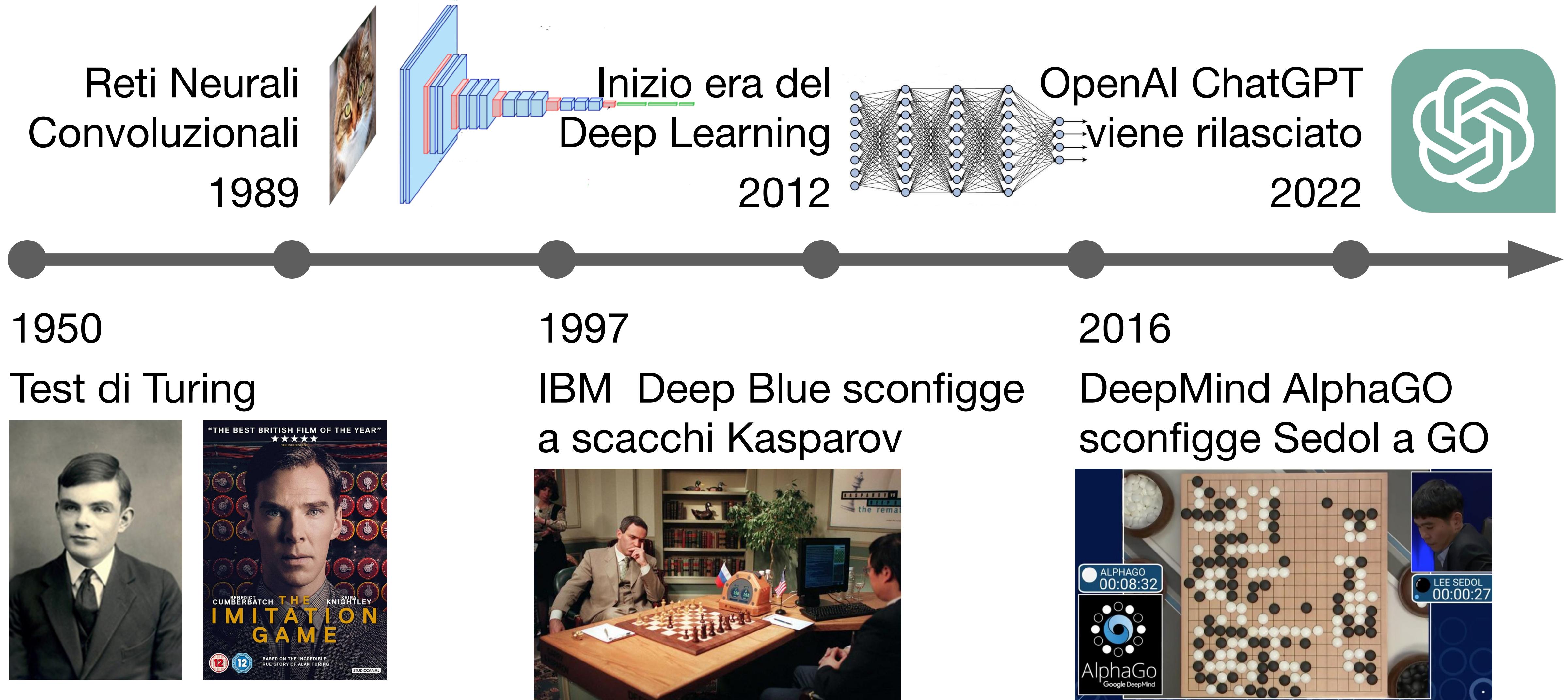
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Cos'è l'Intelligenza Artificiale?



Disciplina scientifica che si occupa di costruire computer e macchine che possono **ragionare**, **imparare** ed **agire** che imitino l'intelligenza umana

Breve Storia dell'Intelligenza Artificiale



Breve Storia dell'Intelligenza Artificiale



Big Data

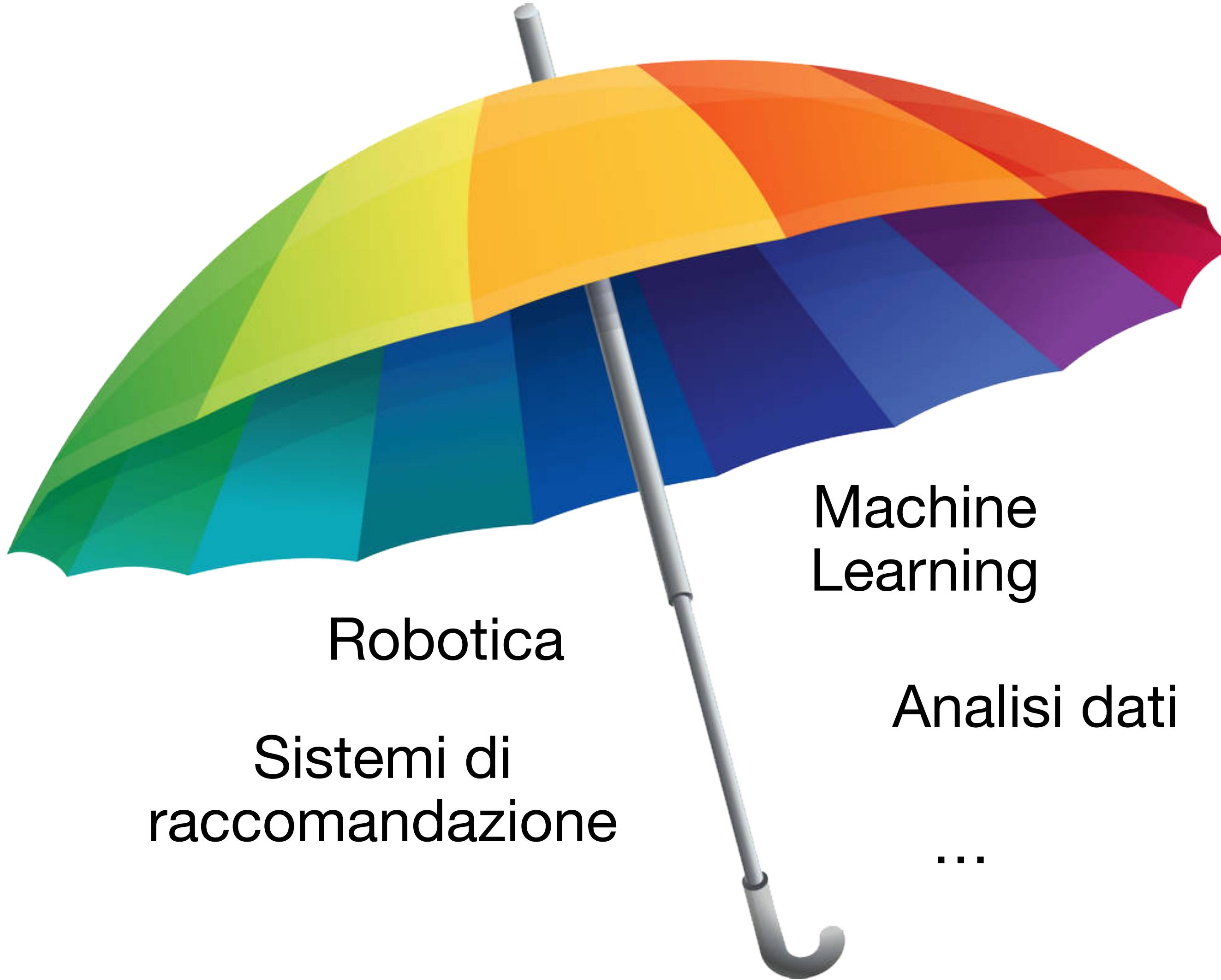


Big Computers



Intelligenza Artificiale è un termine ombrello

Per riferirsi a macchine che mimano l'intelligenza umana



Discipline collegate all'IA:

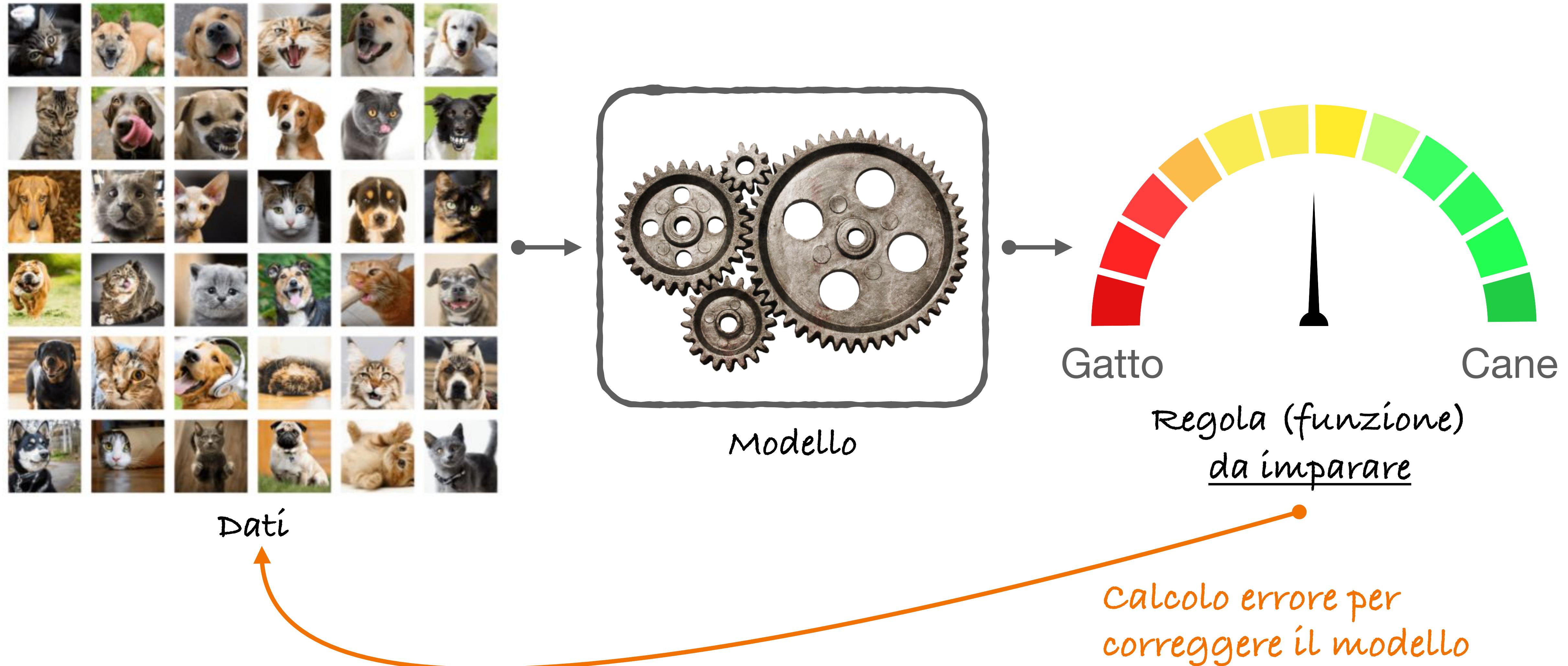
- Matematica
- Informatica
- Neuroscienze
- Economia
- Linguistica
- Filosofia
- ...

Cos'è il Machine Learning?

Il Machine Learning (apprendimento automatico) è una branca dell’Intelligenza Artificiale il cui scopo è **insegnare ad una macchina** uno specifico compito, **senza che sia esplicitamente programmata, a partire dai dati.**

$$\begin{array}{l} 2 ? 2 = 4 \\ 5 ? 5 = 10 \\ 3 ? 6 = 9 \\ 1 ? 3 = 4 \\ 2 ? 6 = 8 \end{array}$$

Il Machine Learning impara dai dati...



... per fare previsioni su nuovi dati

il modello deve essere
in grado di
generalizzare



Nuovi Dati



Modello Allenato

“Gatto”
output

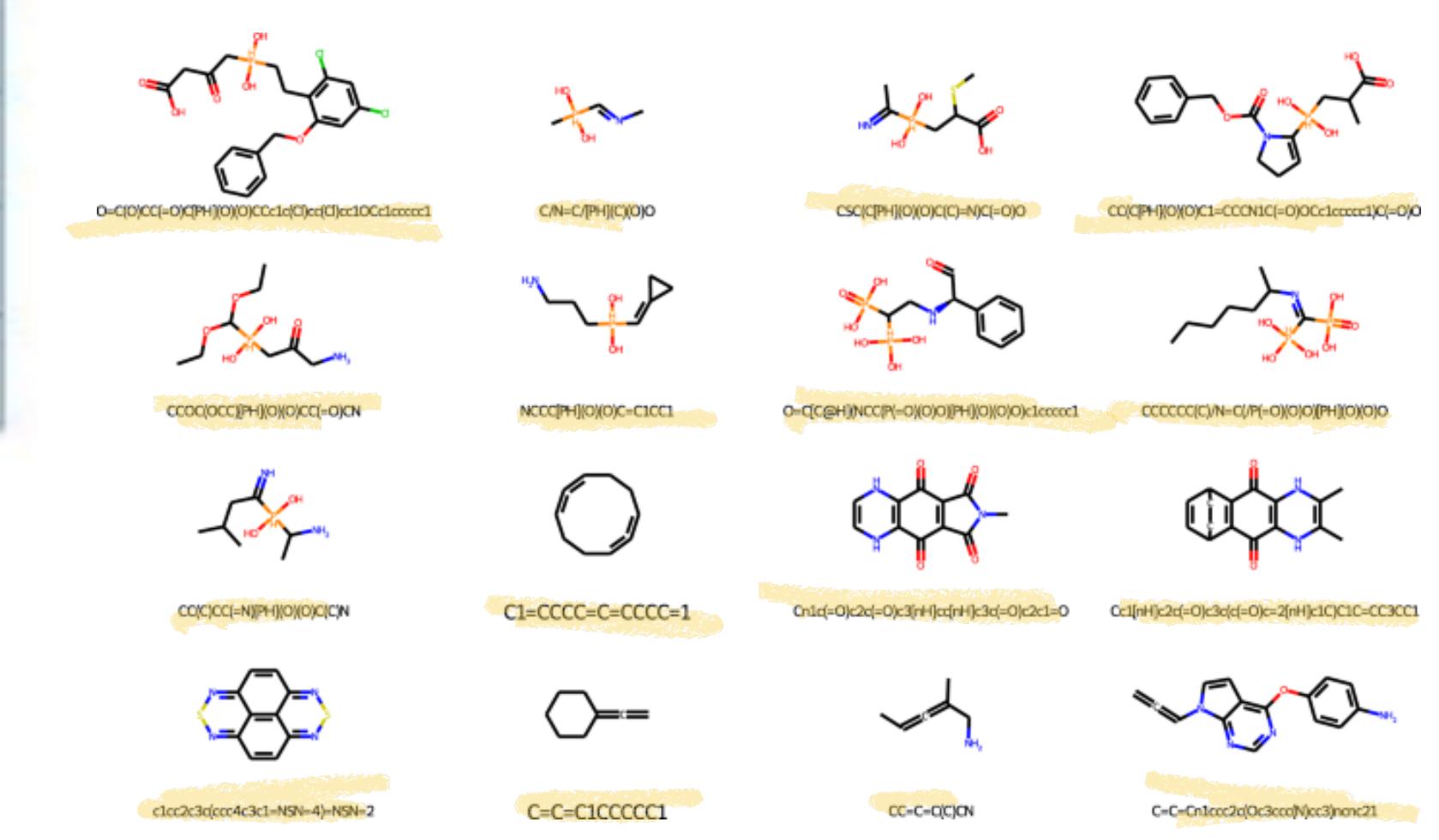
3 principali tipi di Machine Learning

Apprendimento supervisionato

Dataset composto da **dati etichettati**, l'obiettivo è predire le etichette



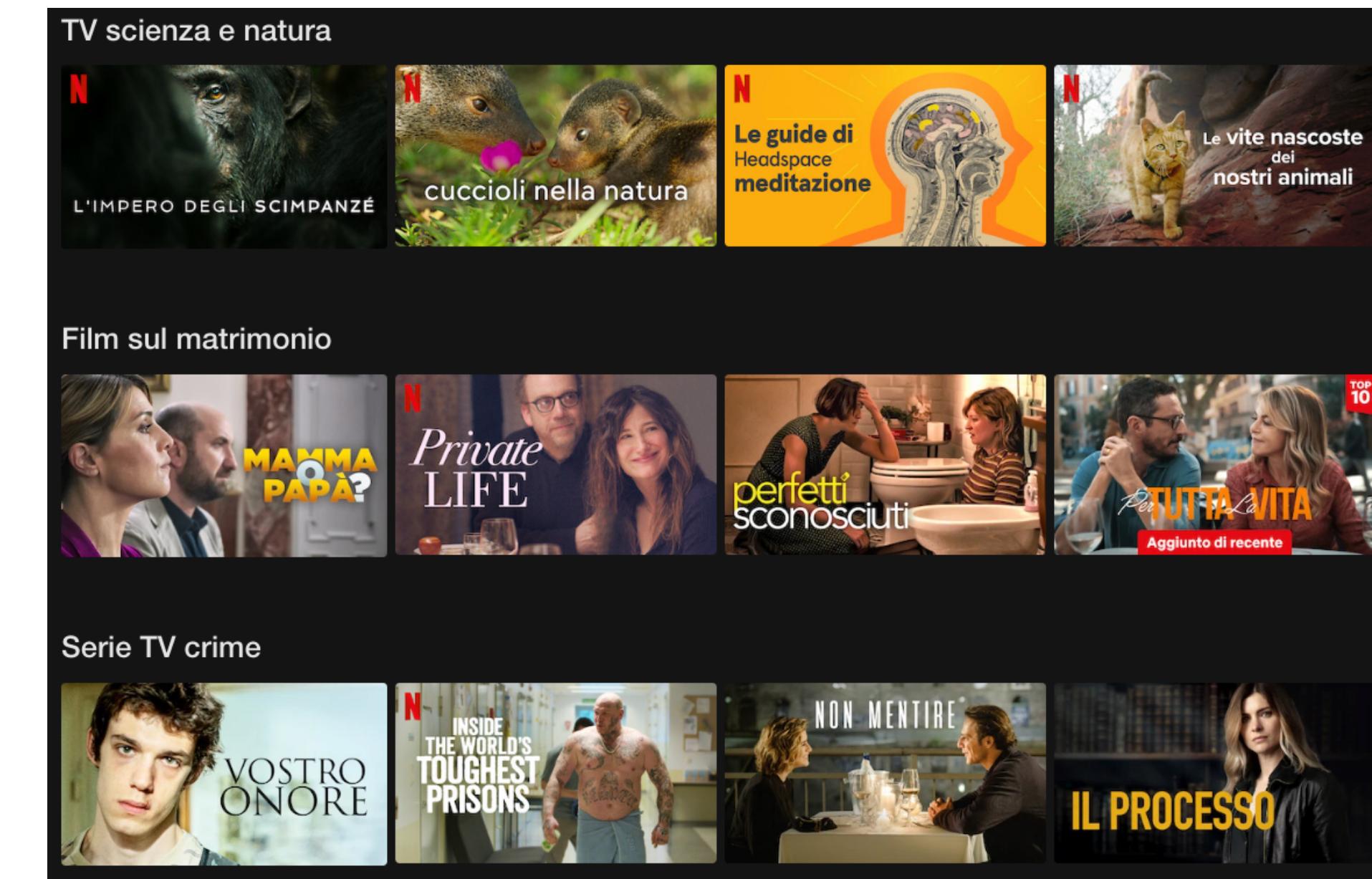
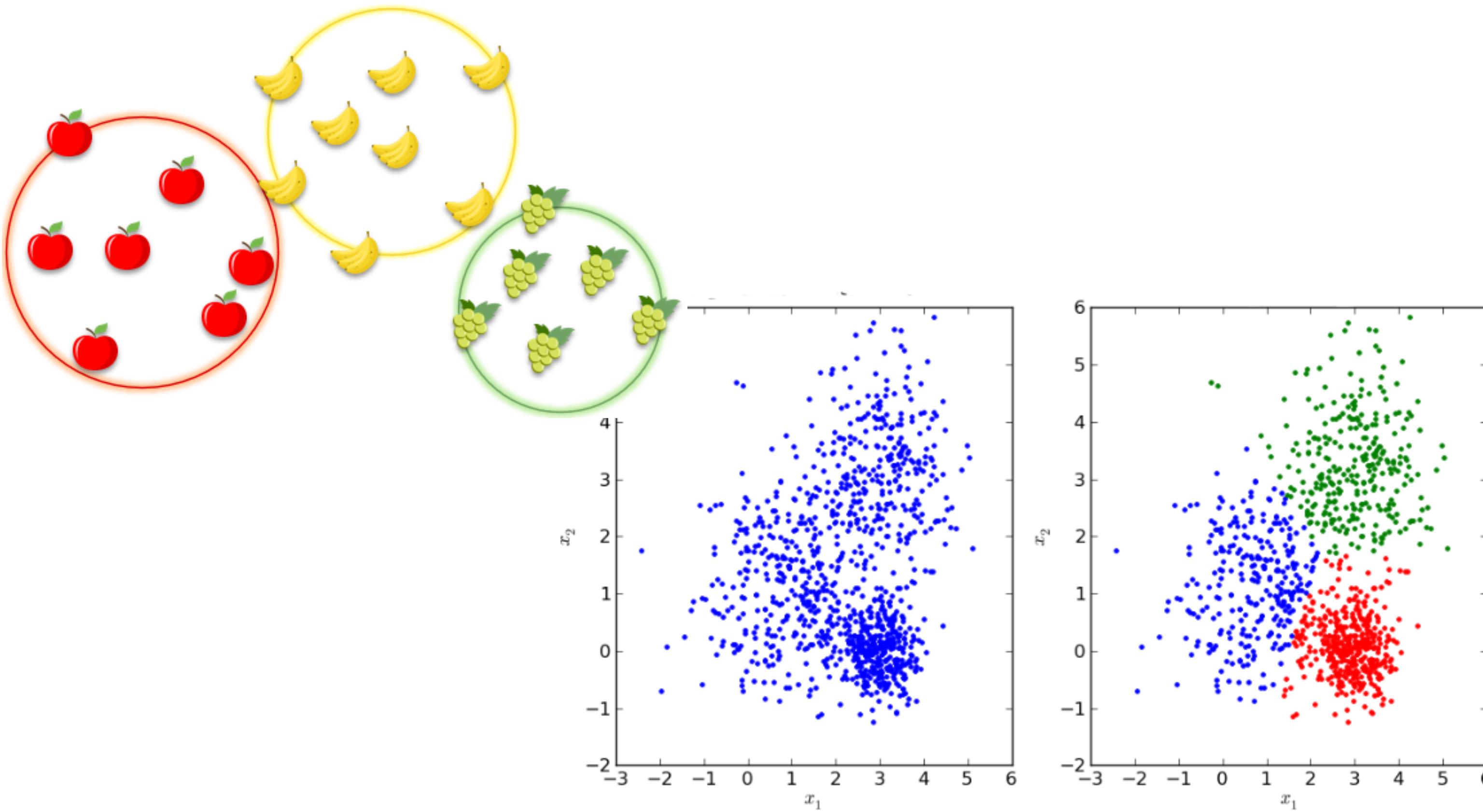
Petalo Lunghezza	Petalo Larghezza	Sepalo Lunghezza	Sepalo Larghezza	Specie
5.1	3.5	1.4	0.2	Iris setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	Iris setosa
7.0	3.2	4.7	1.4	Iris versicolor
6.4	3.2	4.5	1.5	Iris versicolor
6.3	3.3	6.0	2.5	Iris virginica
5.8	3.3	6.0	2.5	Iris virginica



3 principali tipi di Machine Learning

Apprendimento non supervisionato

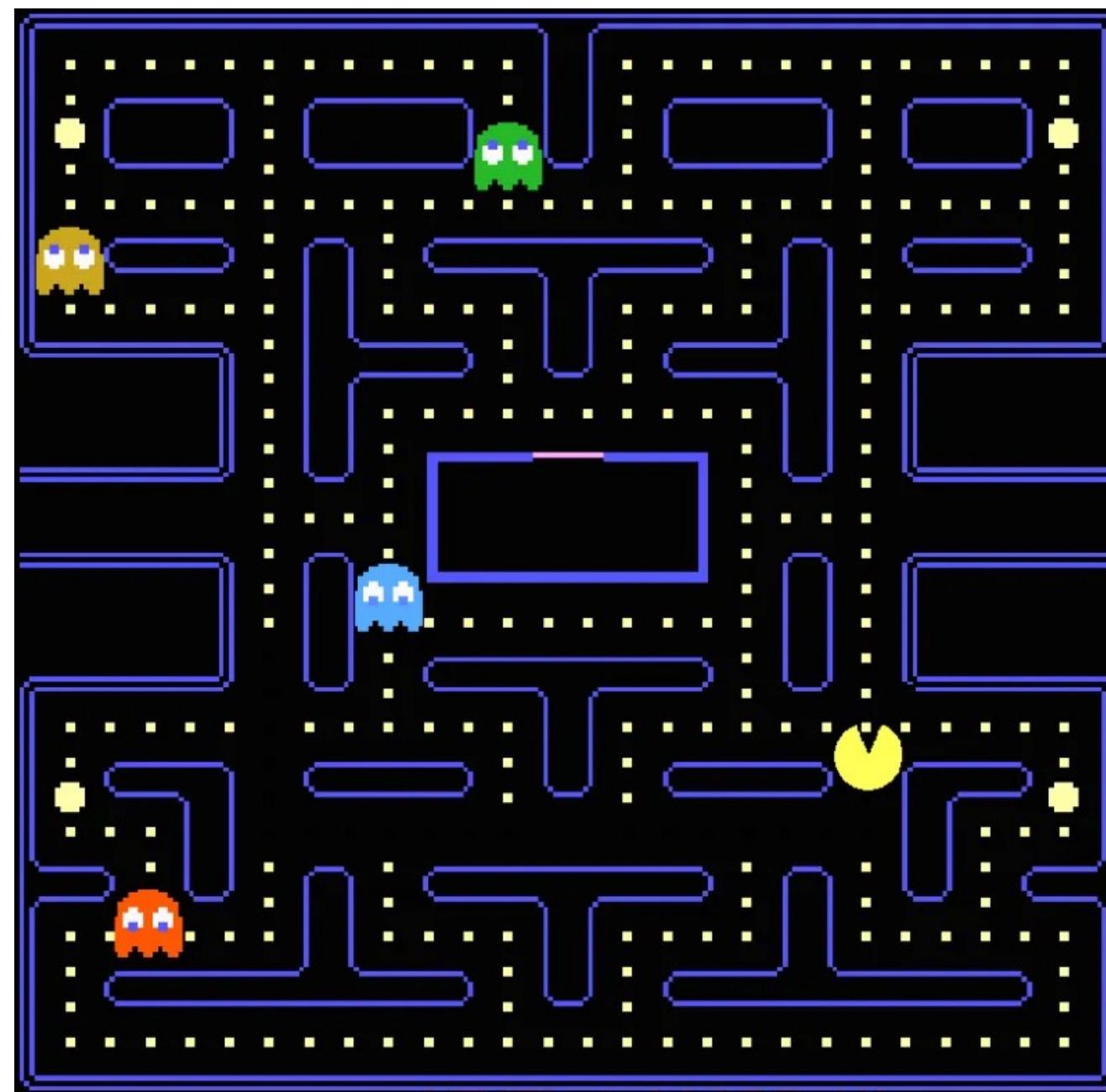
Dataset composto da **dati non etichettati**, l'obiettivo è raggruppare dati simili



3 principali tipi di Machine Learning

Apprendimento per rinforzo

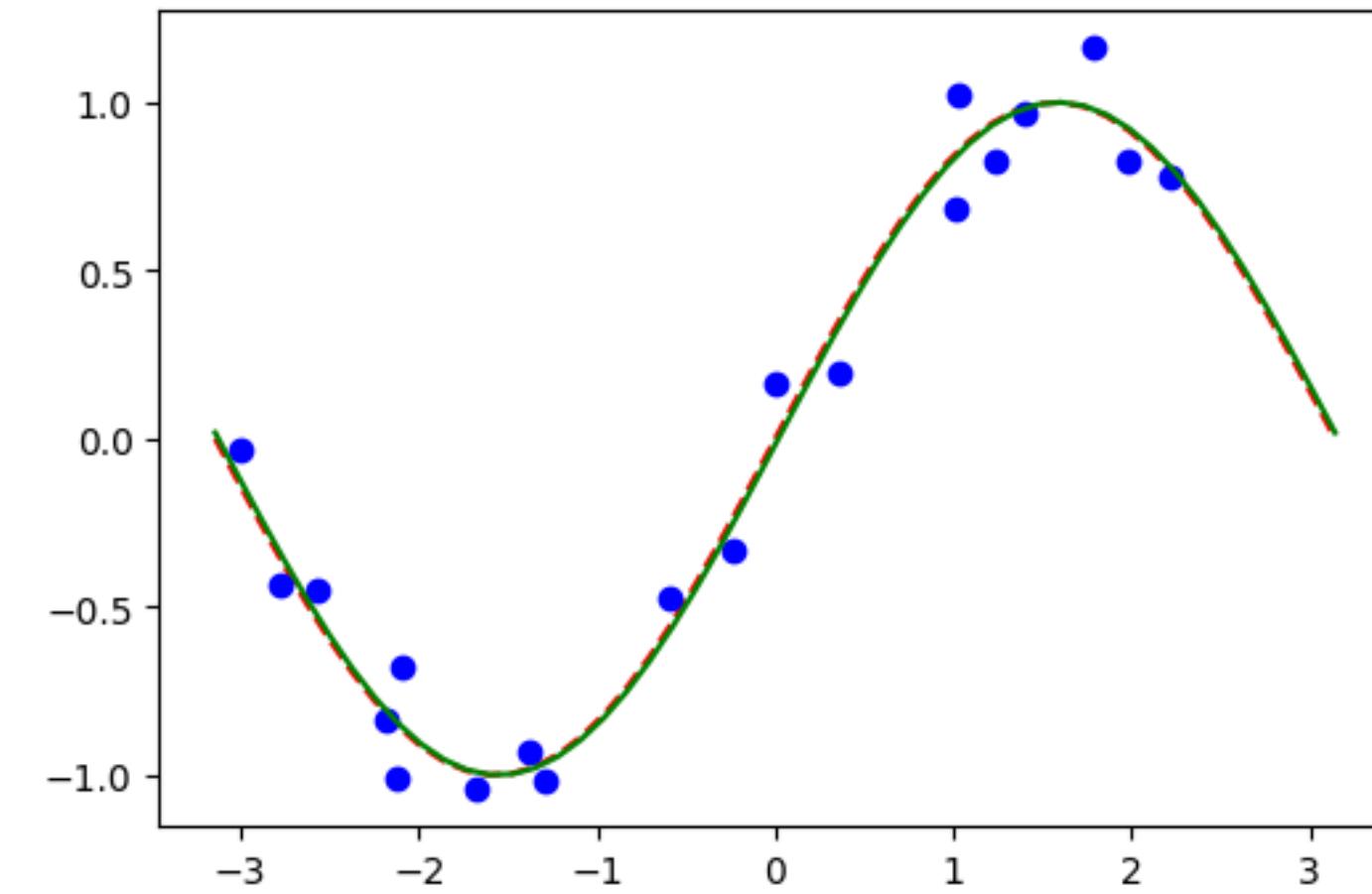
Il modello è un agente che si muove in un ambiente e compie delle azioni, in base alla bontà delle azioni riceve una ricompensa positiva o negativa.



Regressione vs Classificazione nel machine learning supervisionato

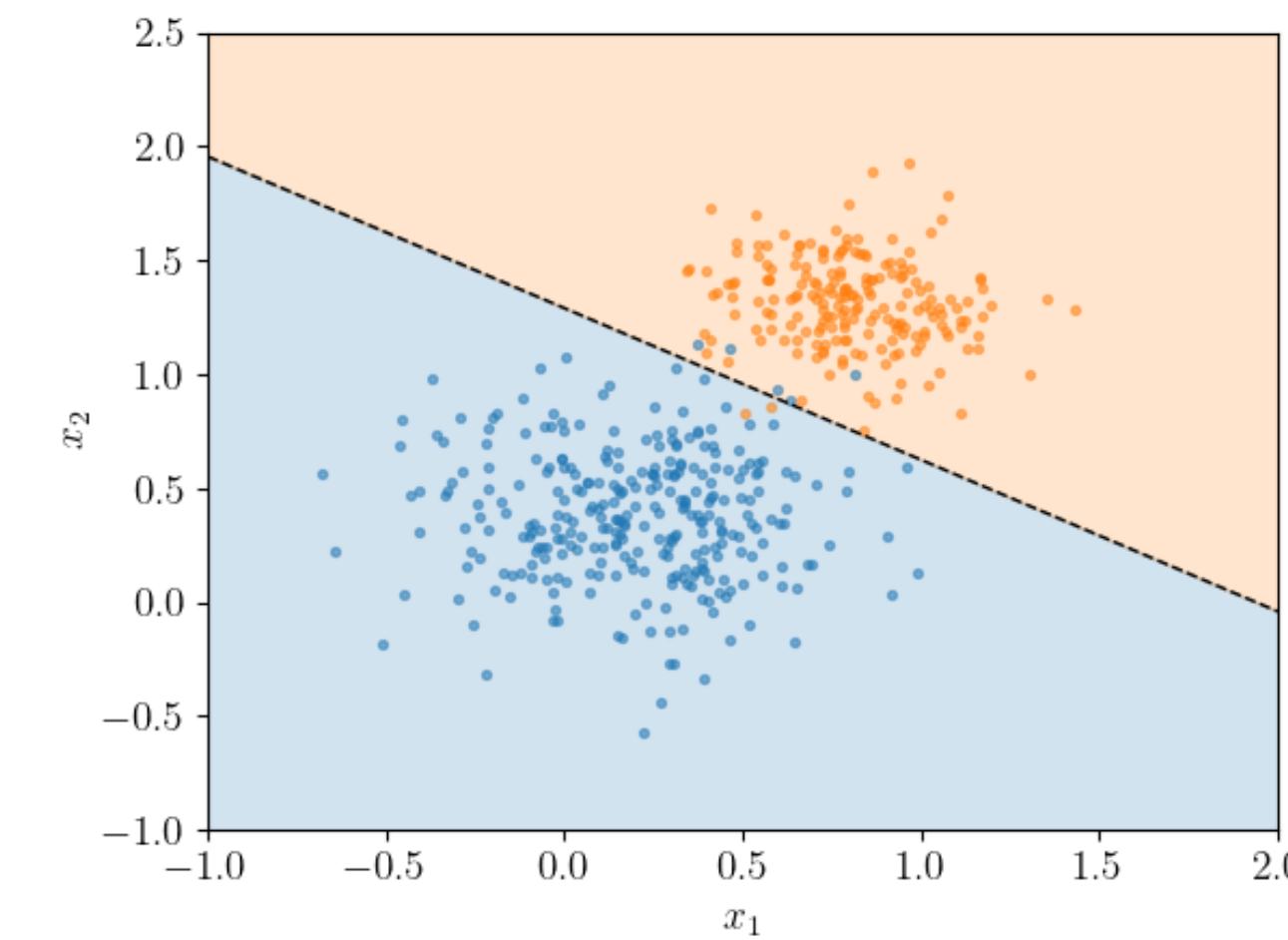
Regressione

L'etichetta è una variabile **quantitativa/numerica** (continua)



Classificazione

L'etichetta è una variabile **qualitativa/categorica** (discreta)



I regressori stimano la relazione tra dati ed etichetta

I classificatori separano i dati

MNIST Dataset

Immagini che rappresentano cifre scritte a mano



Apprendimento supervisionato:



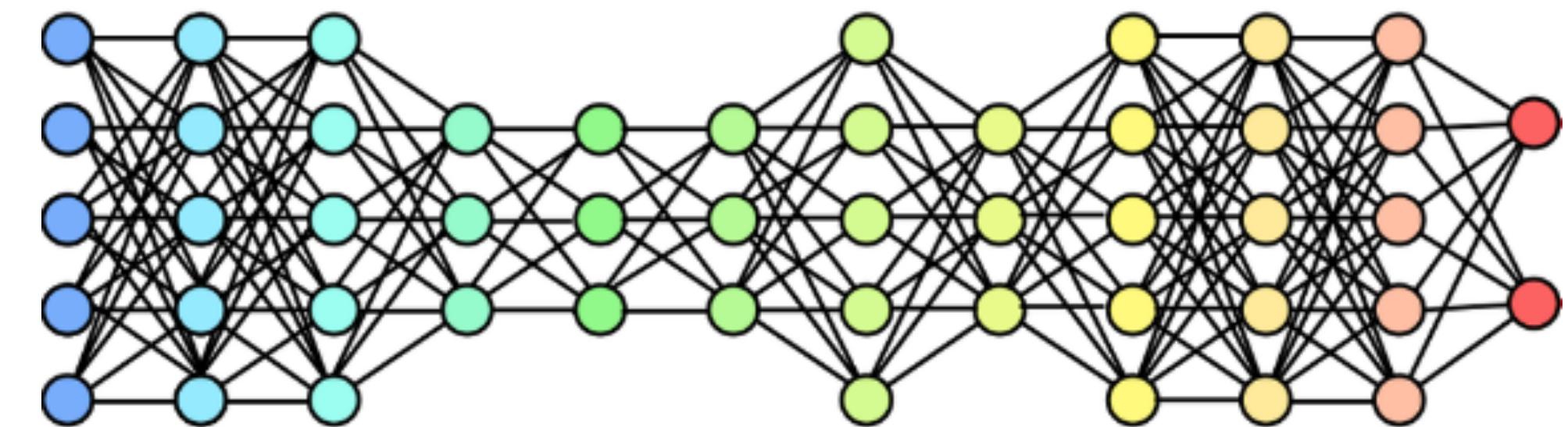
Che tipo di ML è:

- Regressione
- Classificazione

Suggerimento: le cifre possibili sono 10 (numeri interi da 0 a 9)

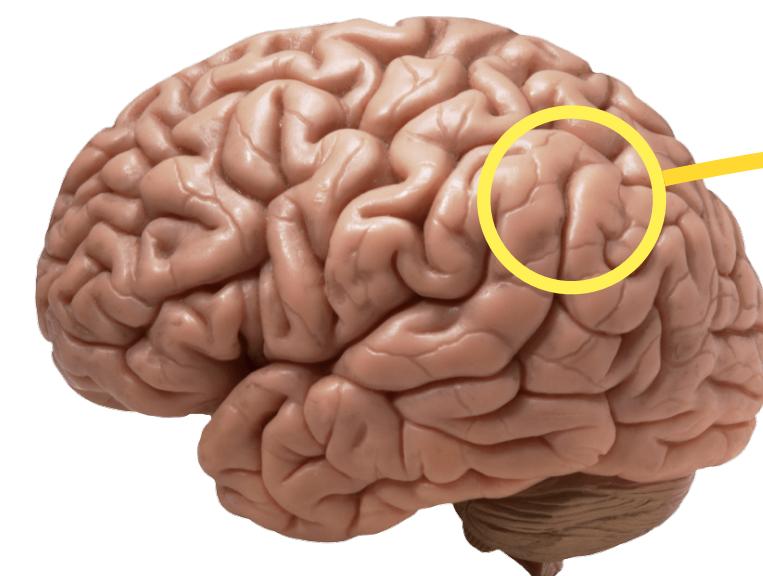
Cos'è il Deep Learning?

Il Deep Learning (apprendimento profondo) è un approccio al Machine Learning che **si ispira al funzionamento del cervello umano.**



Rete Neurale Artificiale

Le Reti Neurali Artificiali sono il modello computazionale su cui si basa il deep learning

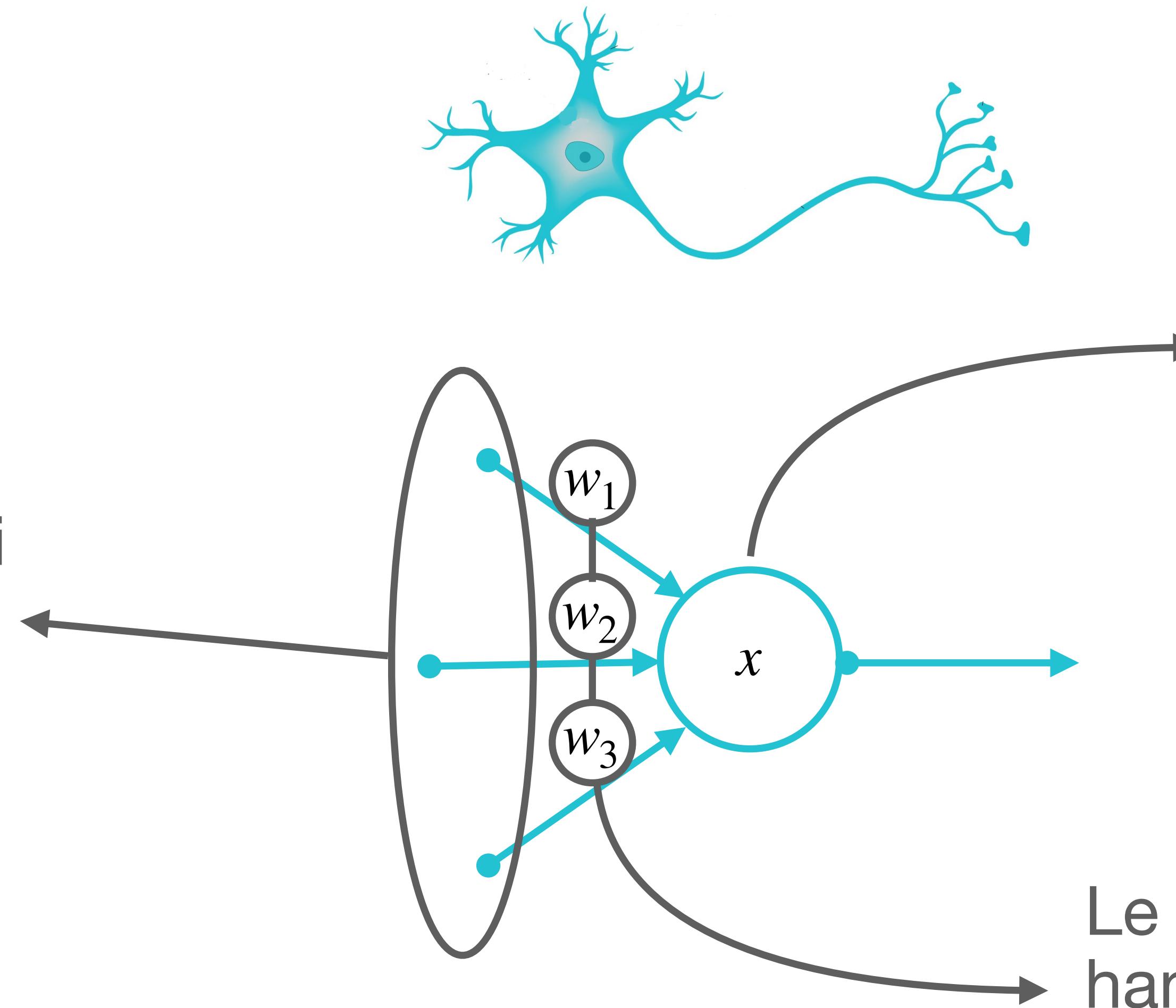


Organizzazione dei neuroni nel cervello

Neuroni Artificiali

Ovvero le strutture più semplici che compongono una Rete Neurale

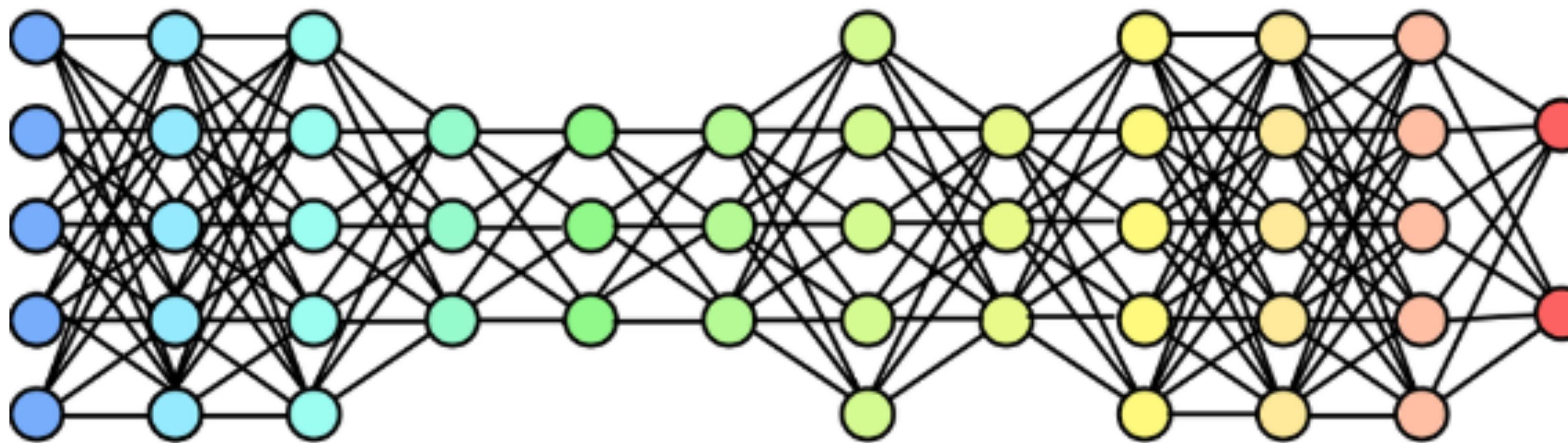
I neuroni hanno
delle connessioni
tra loro sia in
entrata che in
uscita



Il neurone artificiale
contiene un numero ed
esegue una semplice
operazione

Le connessioni tra neuroni
hanno un peso (rappresentato
da un numero)

I Neuroni Artificiali sono connessi tra loro dando così vita alle Reti Neurali



I neuroni sono organizzati in strati/livelli:

- I neuroni appartenenti allo stesso strato non hanno connessioni tra loro;
- Il primo strato si chiama di *input*;
- L'ultimo strato si chiama di *output*;
- Gli strati intermedi sono detti *nascosti*.

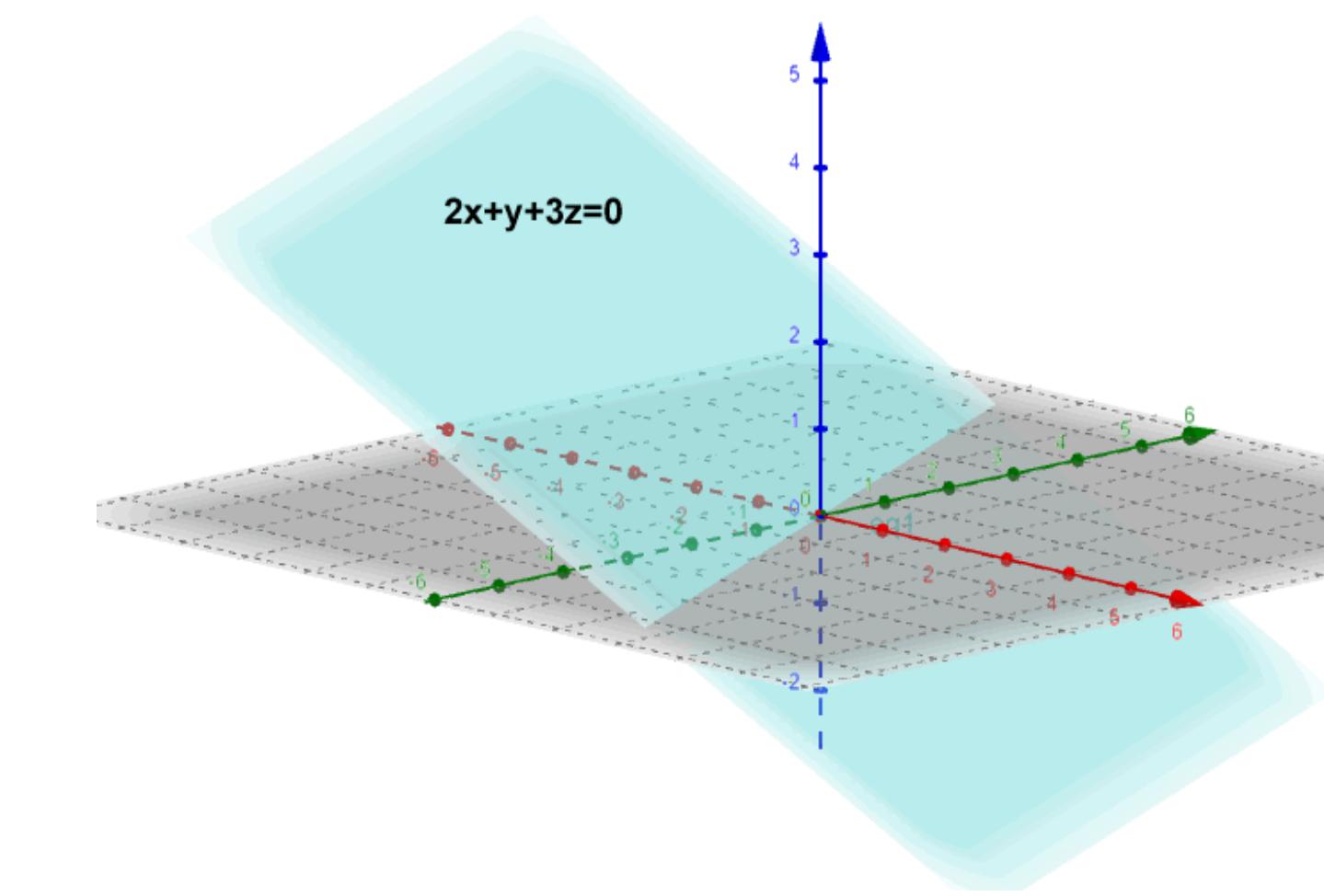
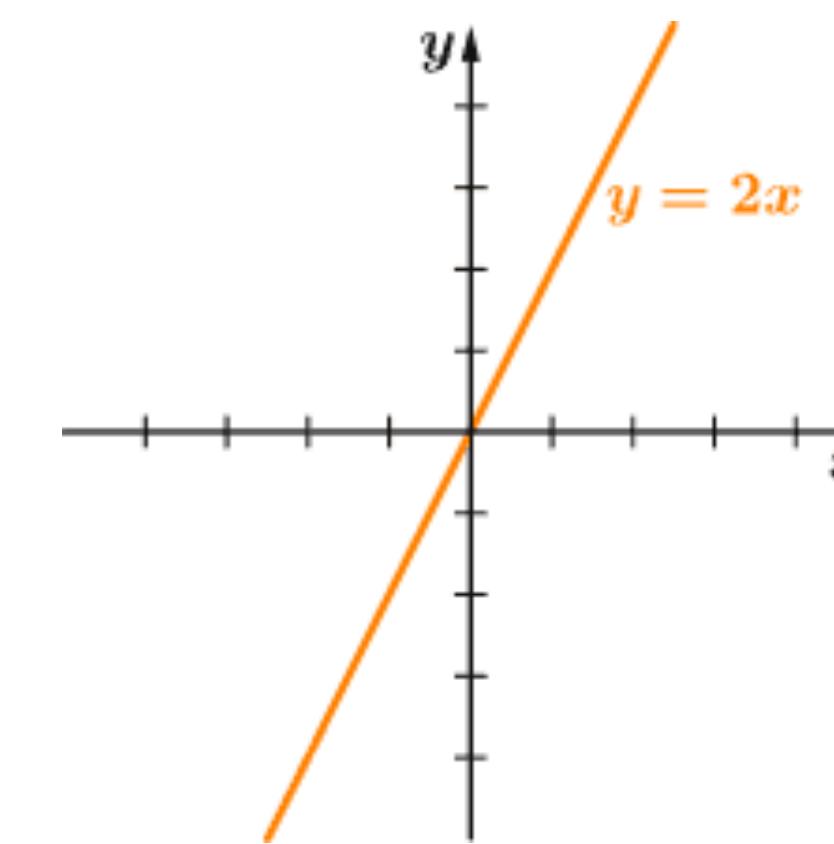
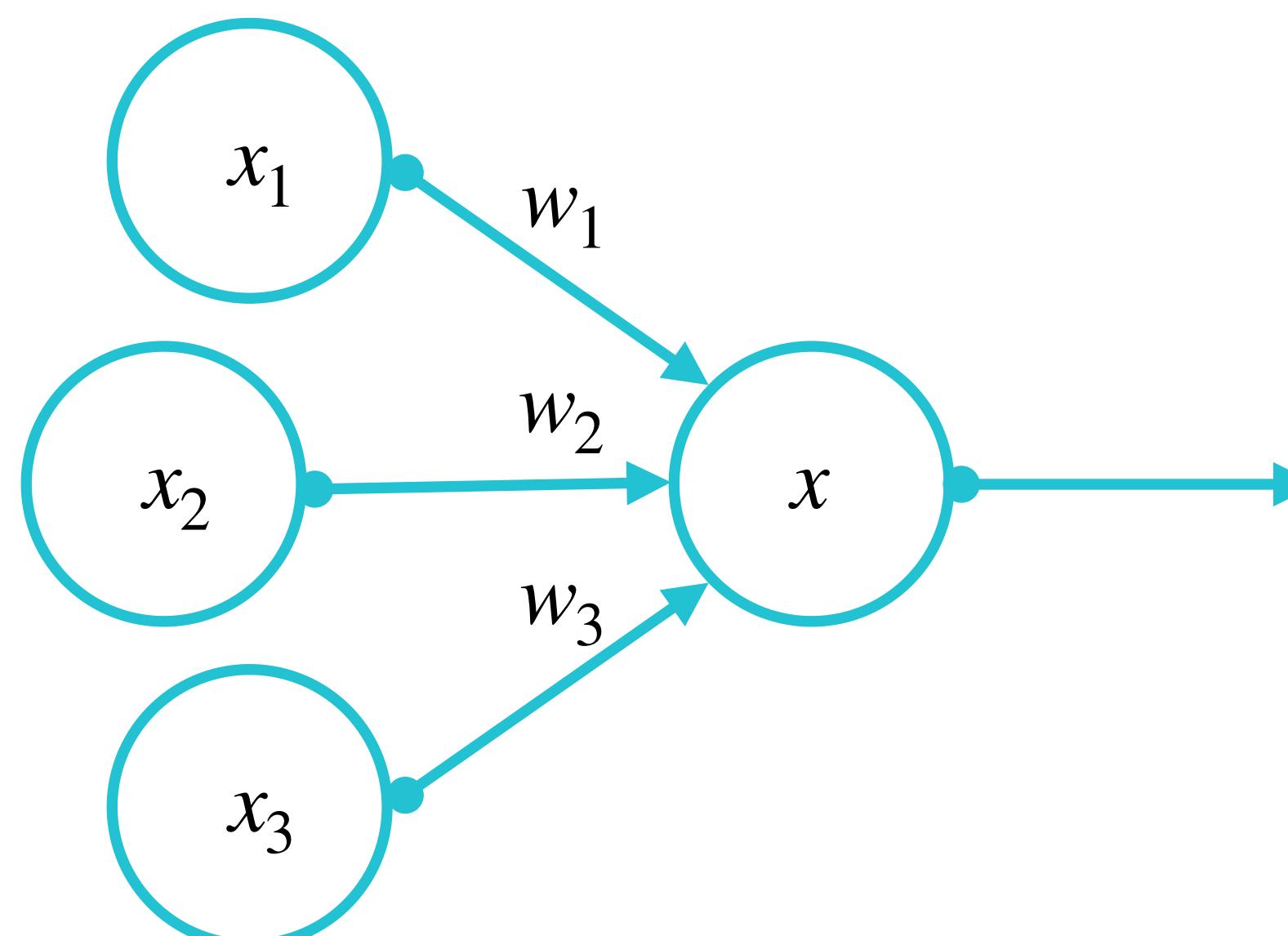
una rete neurale in cui tutti i neuroni di uno strato sono connessi a tutti quelli dello strato successivo si chiama Rete Neurale Completamente Connessa (Multi Layer Perceptron - MLP)

Ogni Neurone esegue una funzione semplice per calcolare il valore che contiene

Step 1:

Combinazione lineare del valore dei neuroni dello strato precedente, usando come coefficienti i pesi delle connessioni

$$x = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3$$

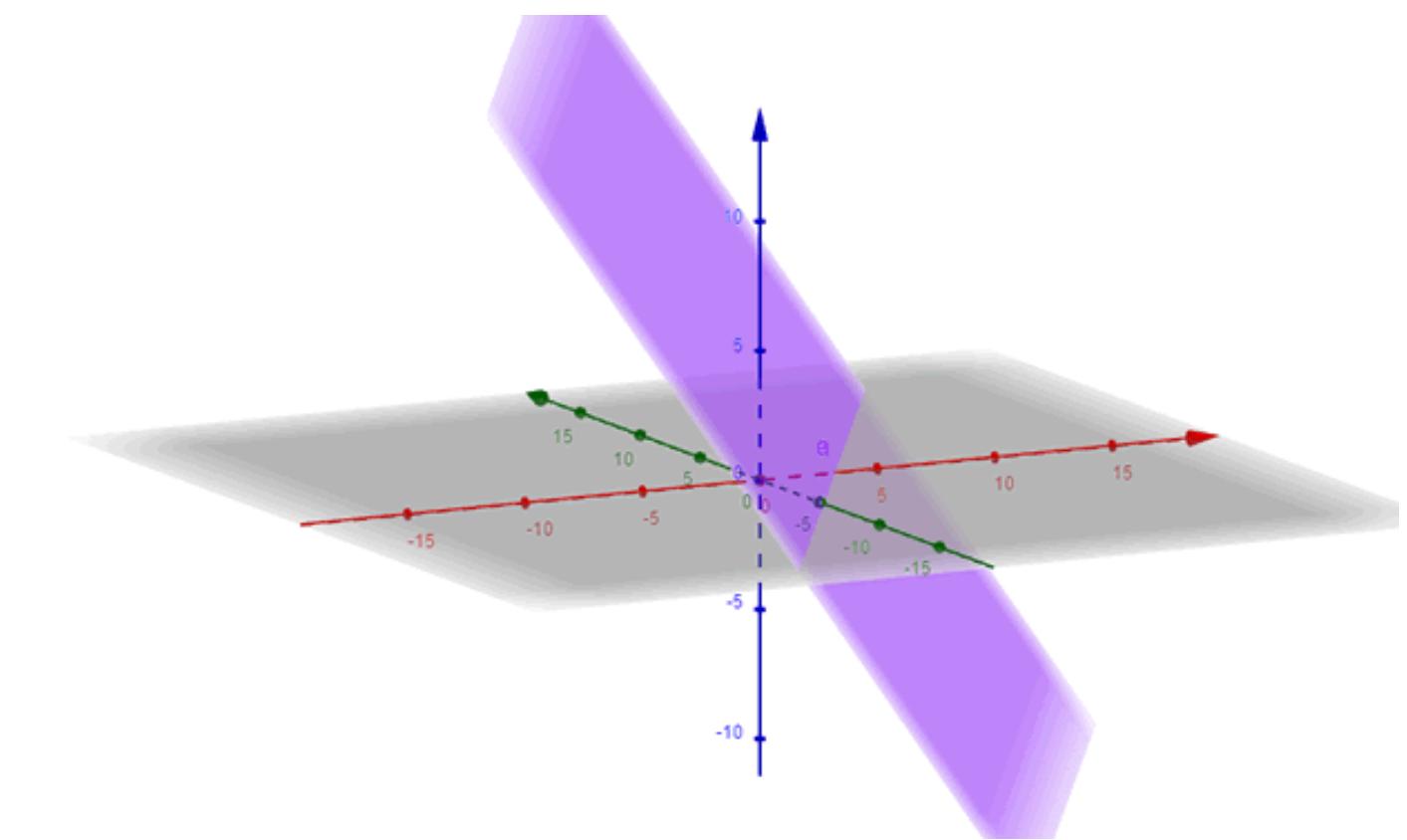
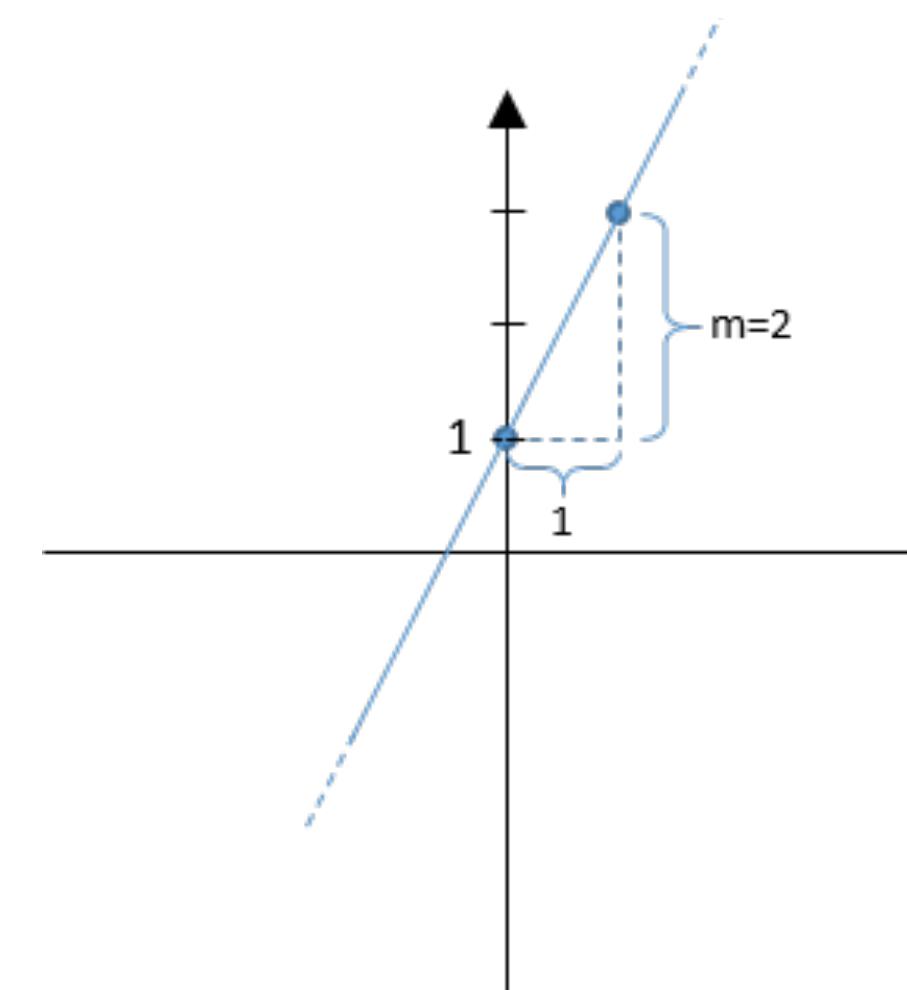
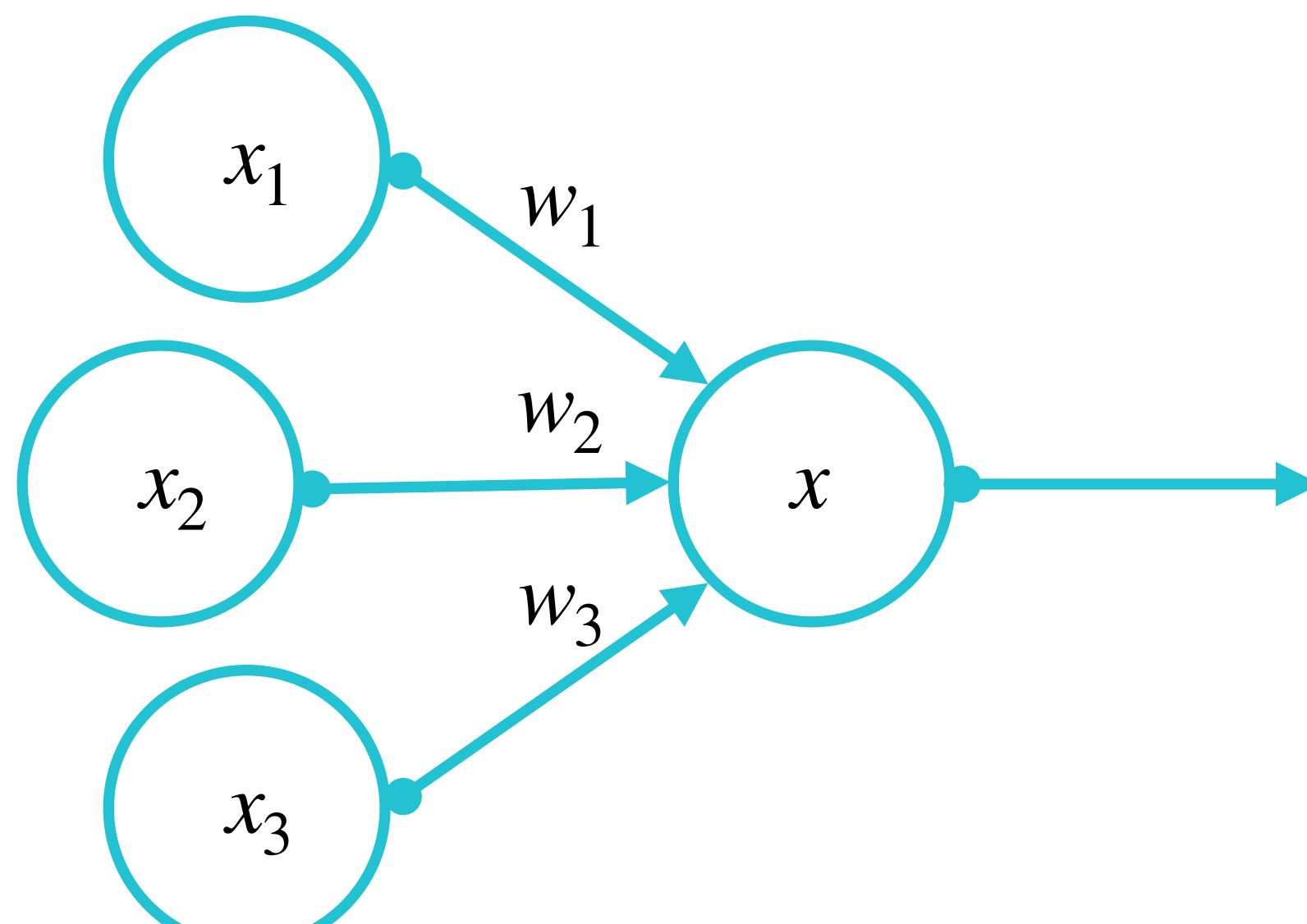


Ogni Neurone esegue una funzione semplice per calcolare il valore che contiene

Step 1:

Combinazione lineare del valore dei neuroni dello strato precedente, usando come coefficienti i pesi delle connessioni

$$x = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + b$$

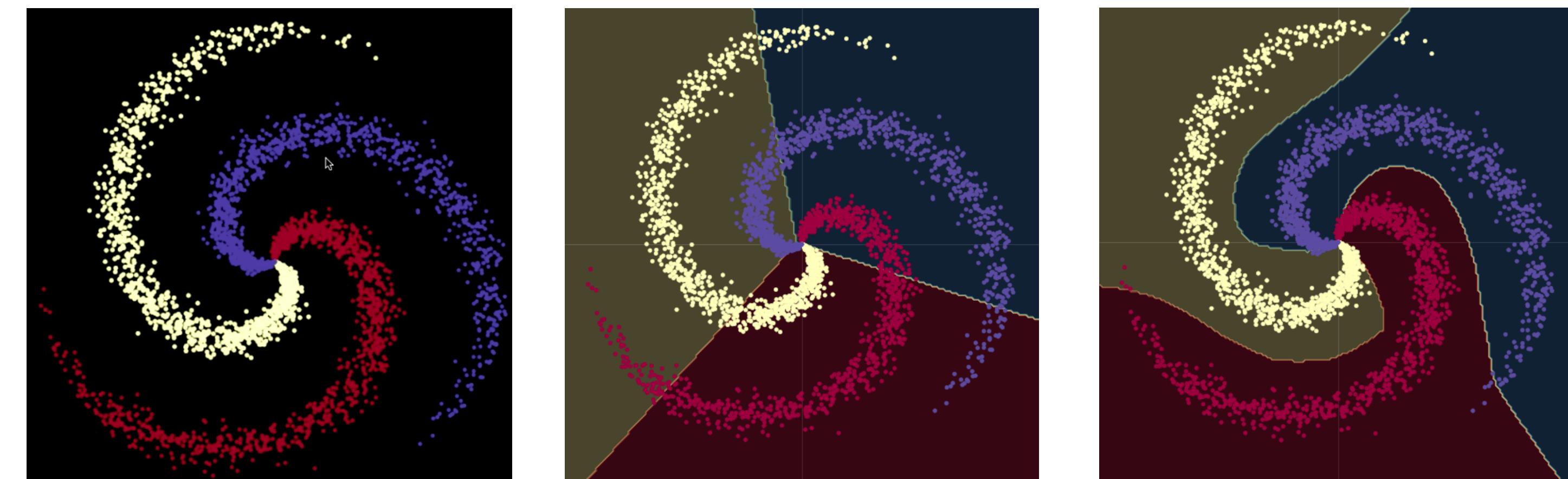
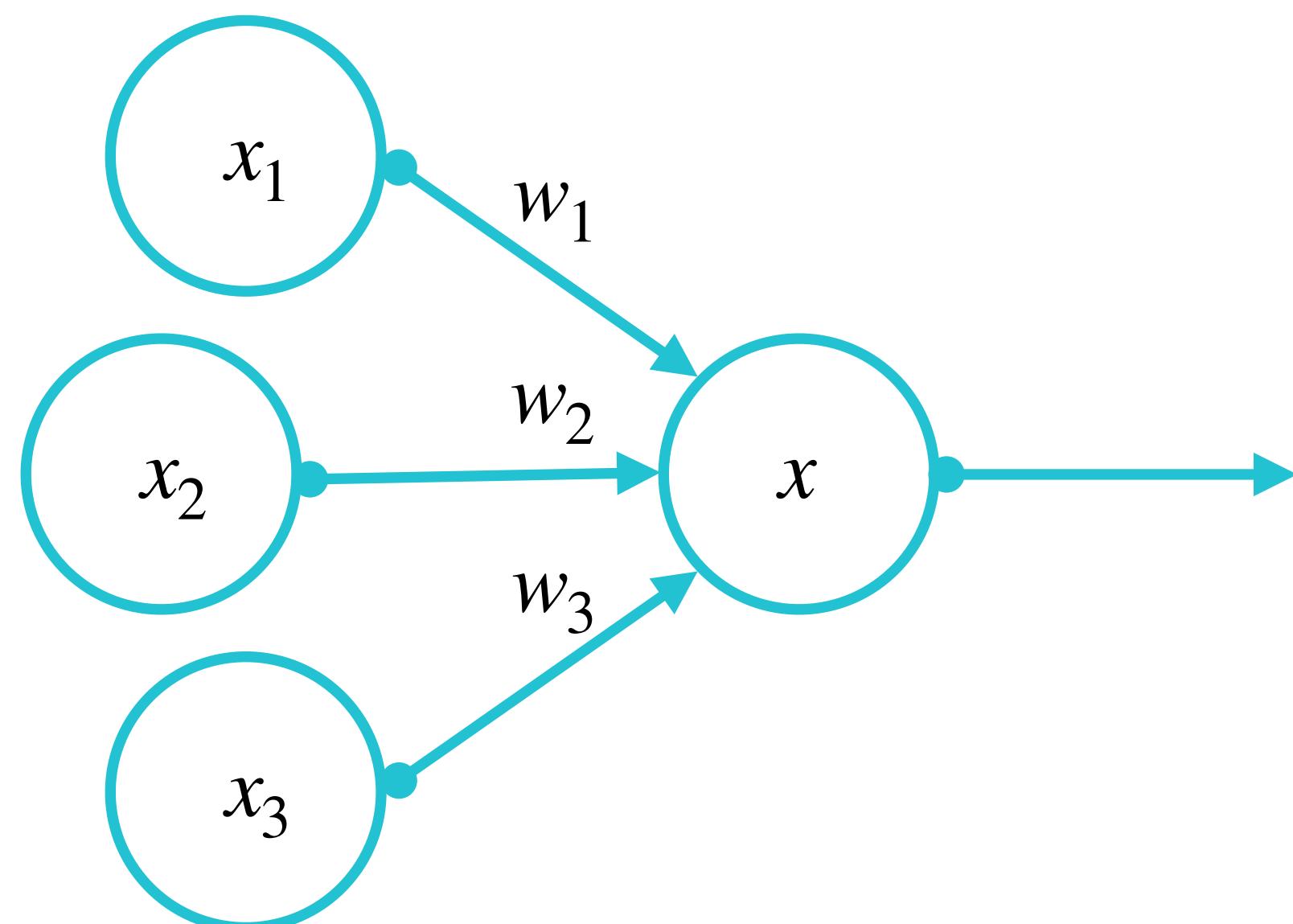


Ogni Neurone esegue una funzione semplice per calcolare il valore che contiene

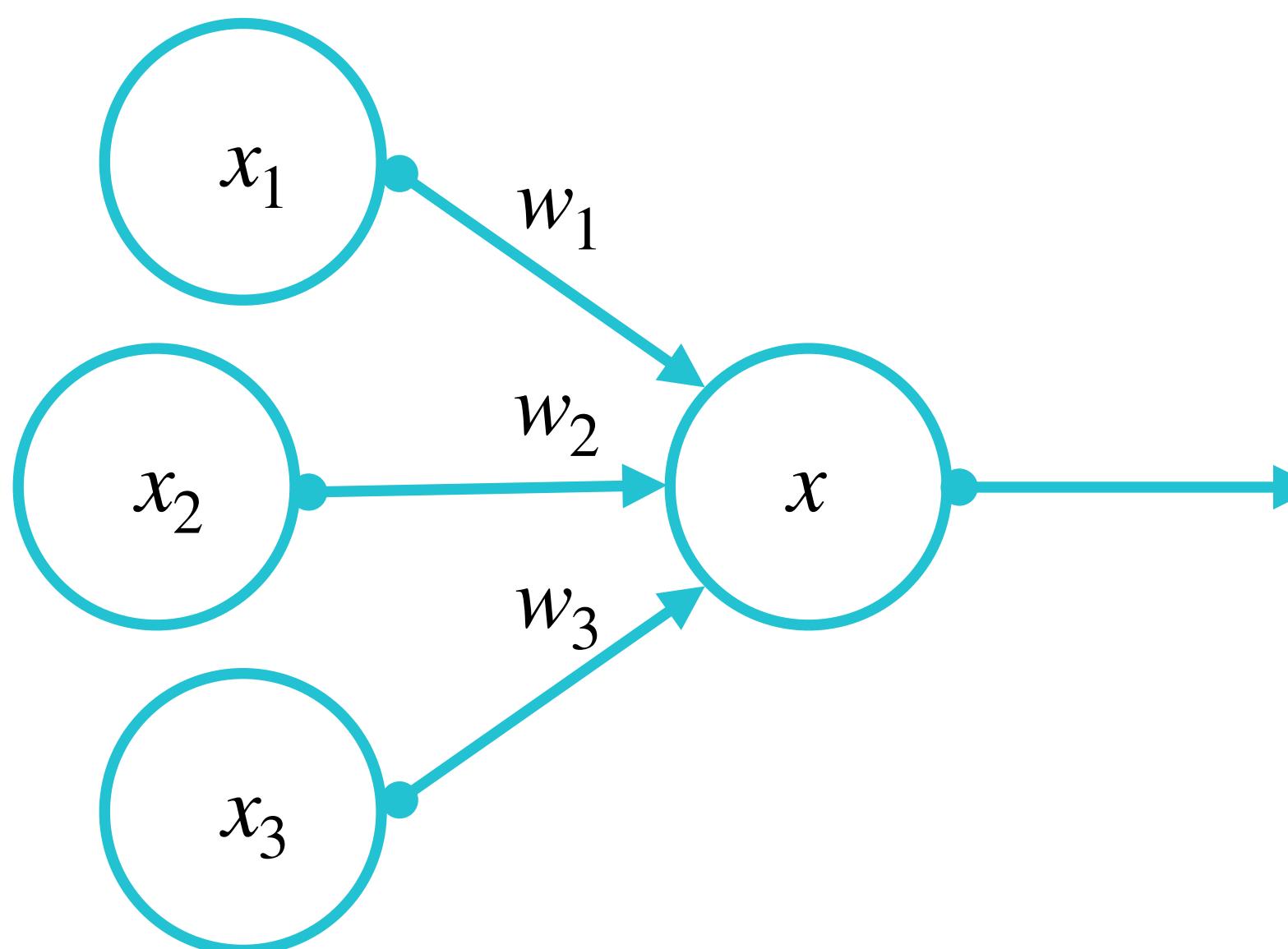
Step 2:

Trasformare la combinazione lineare con una funzione non lineare σ (chiamata attivazione)

$$x = \sigma(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + b)$$



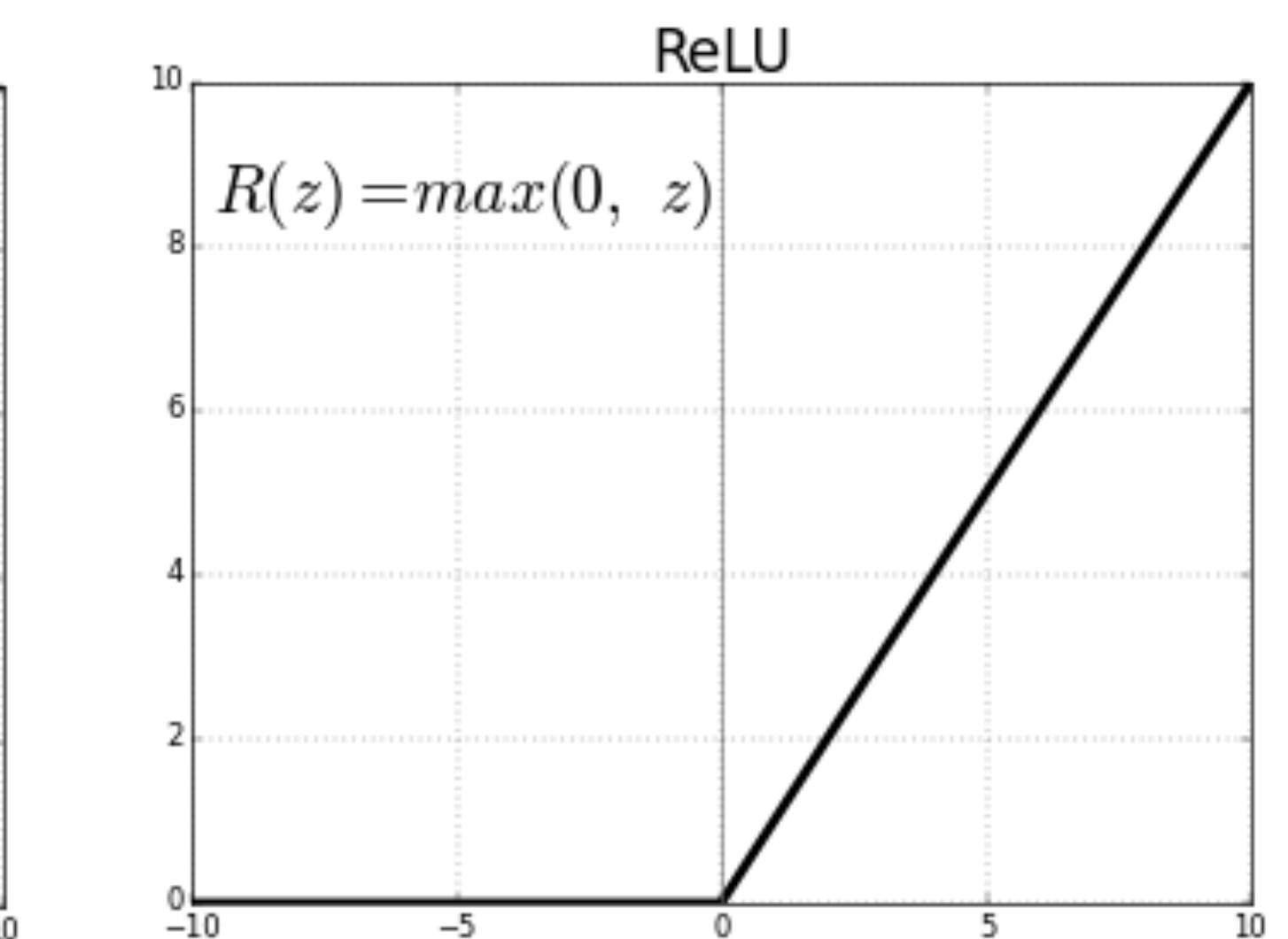
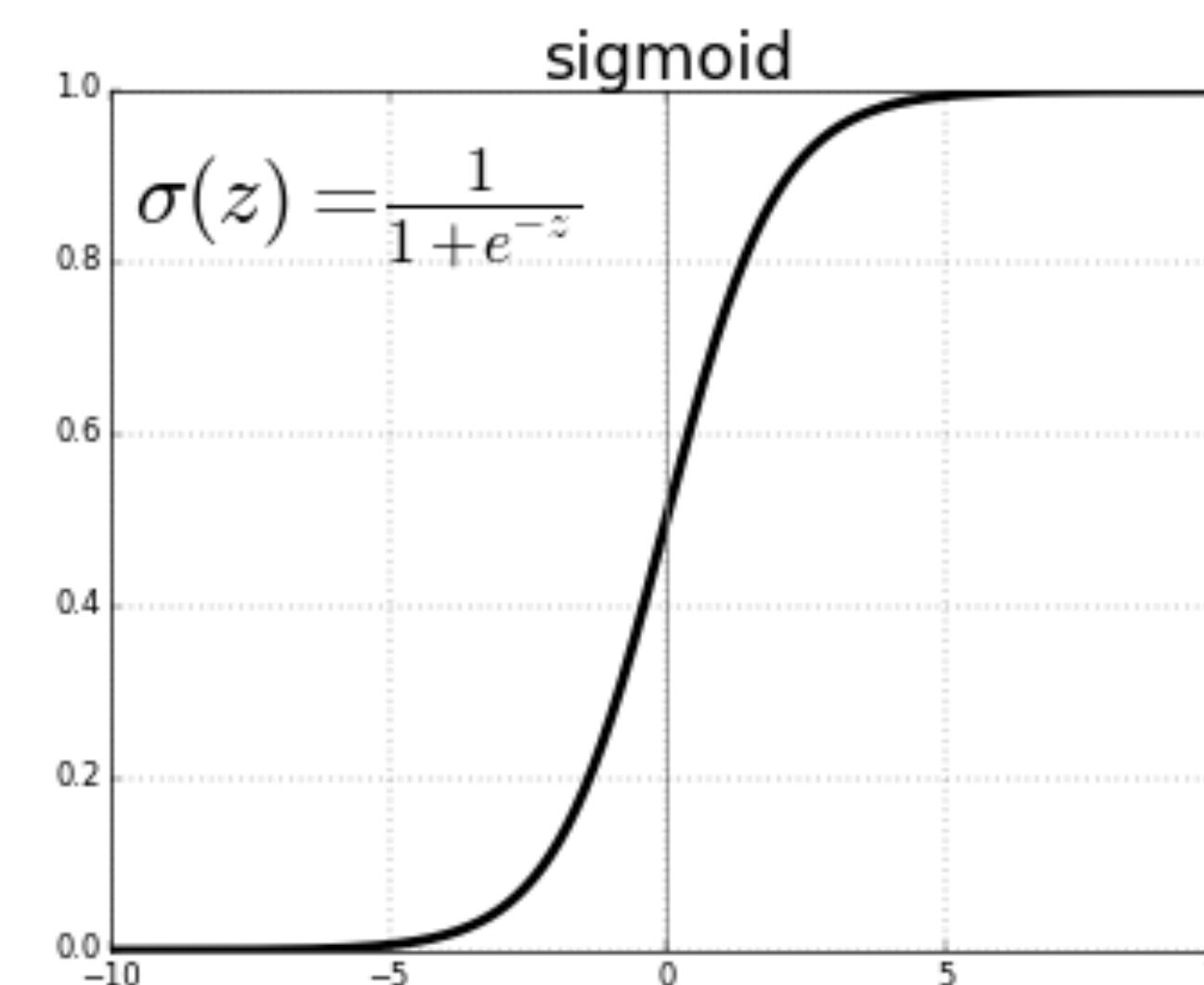
Ogni Neurone esegue una funzione semplice per calcolare il valore che contiene



Step 2:

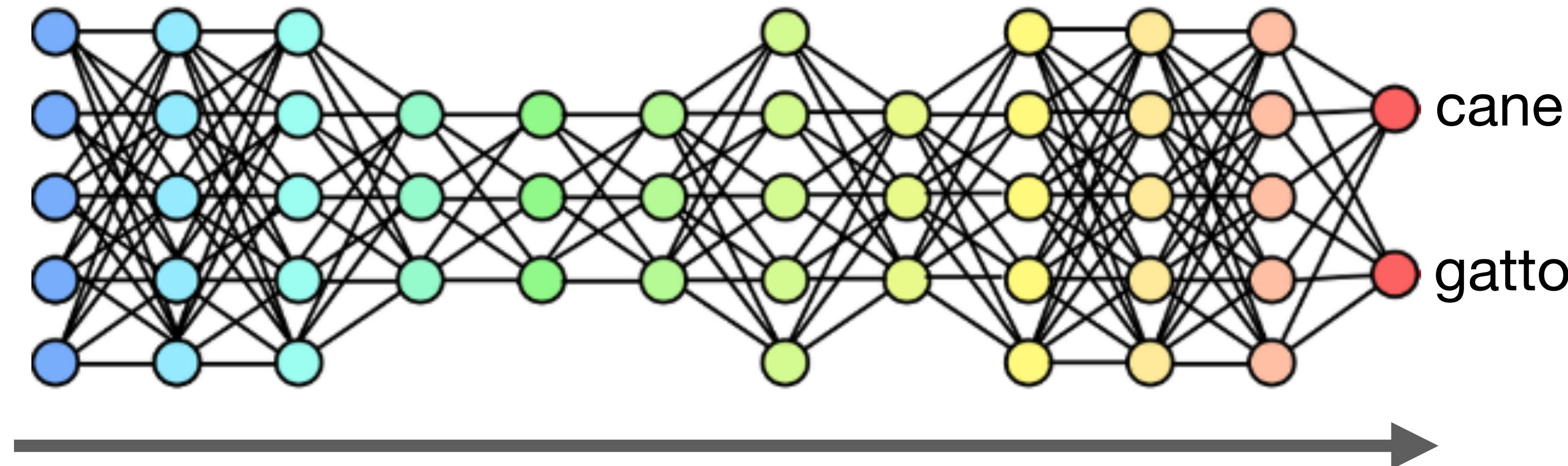
Trasformare la combinazione lineare con una funzione non lineare σ

$$x = \sigma(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + b)$$



Addestrare una Rete Neurale

Ovvero trovare il valore dei suoi pesi w e termini di correzione b



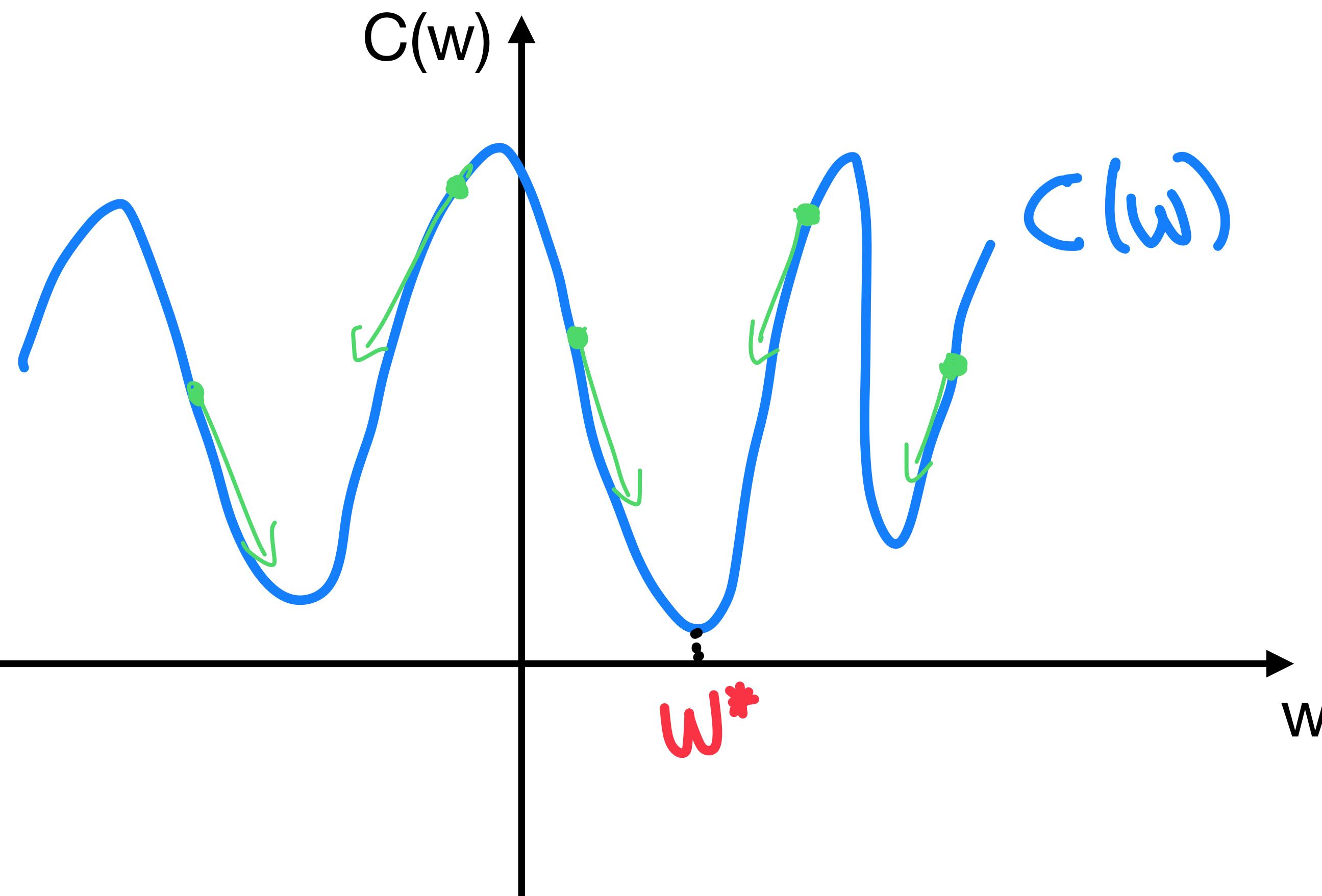
I calcoli per produrre un output dato un input vanno
in questa direzione



L'errore (in funzione di w e b), ovvero la funzione di
costo o perdita, viene calcolato in questa direzione

Addestrare una Rete Neurale

Ovvero minimizzare la sua funzione di perdita



La learning rate quantifica quanto è lungo il passo che facciamo nella direzione di ottimizzazione.

Nella pratica, la minimizzazione della funzione di costo viene fatta da una componente software che si chiama ottimizzatore.

Addestrare una Rete Neurale

Visualizzare dell'evoluzione della funzione imparata

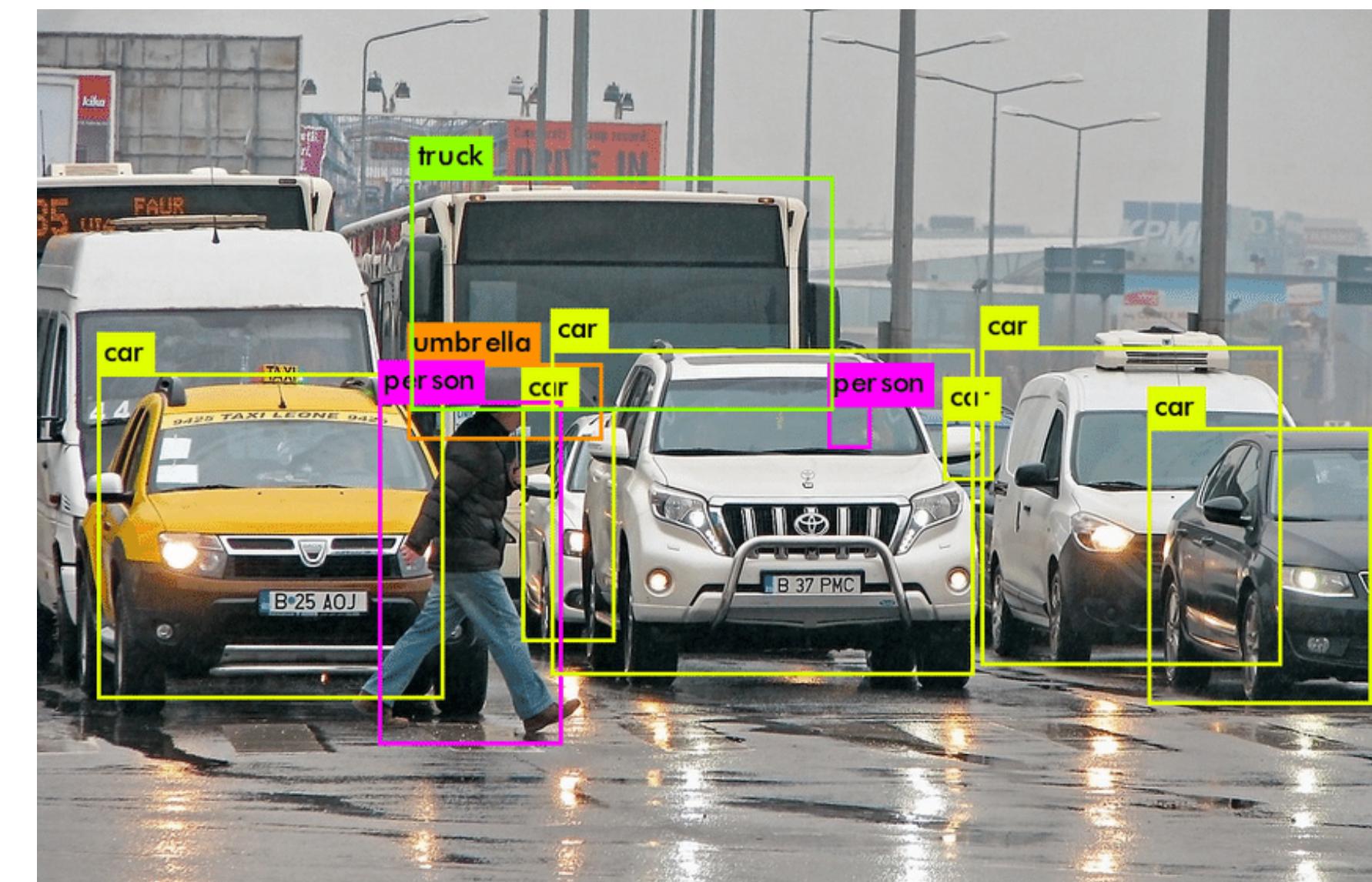
[tensorflow - neural network playground](#)

Glossario aggiuntivo:

- Si dice che è trascorsa un'epoca di training quando la rete ha ricevuto tutto il (training) dataset in input;
- Il dataset può esser passato alla rete sia un esempio alla volta, che a gruppi (batch);
- La regolarizzazione serve ad evitare che il valore dei pesi della rete cresca senza controllo.

Cos'è la Computer Vision?

Si chiama Computer Vision la tecnologia il cui scopo è dare ai computer la **capacità di interpretare e analizzare immagini**.



Come vedono i computer?

In breve: per i computer le immagini sono matrici di numeri



Le immagini digitali sono griglie rettangolari di **pixel** (abbr. di picture element).

La **risoluzione** di un'immagine è il numero di pixel che essa contiene.

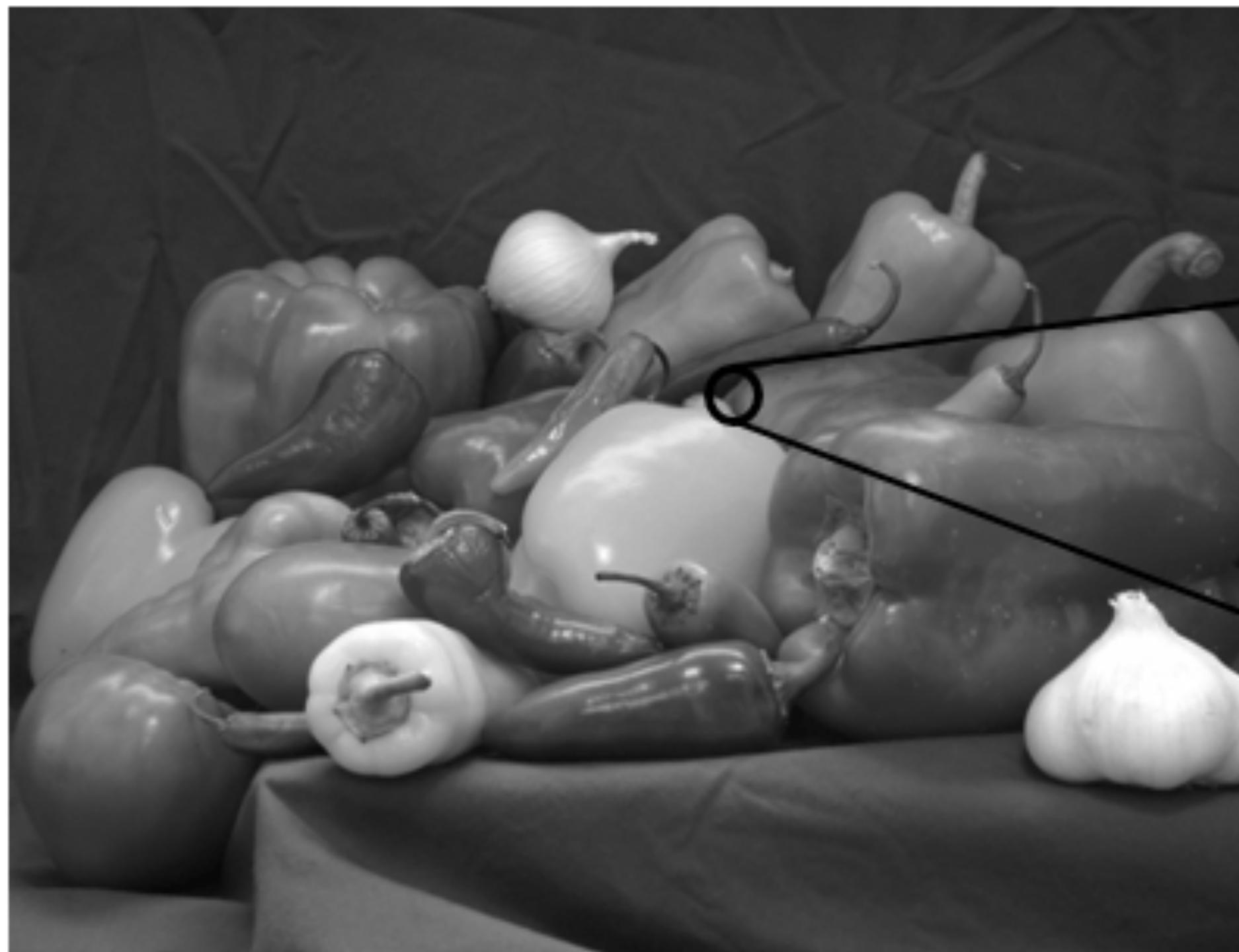
Per il computer, ogni pixel contiene uno o più valori numerici.

Come vedono i computer?

In breve: per i computer le immagini sono matrici di numeri

Immagini in scala di grigi (*bianco e nero*):

Ogni pixel è associato a un numero da 0 (nero) a 255 (bianco) a seconda del tono di grigio che contiene.

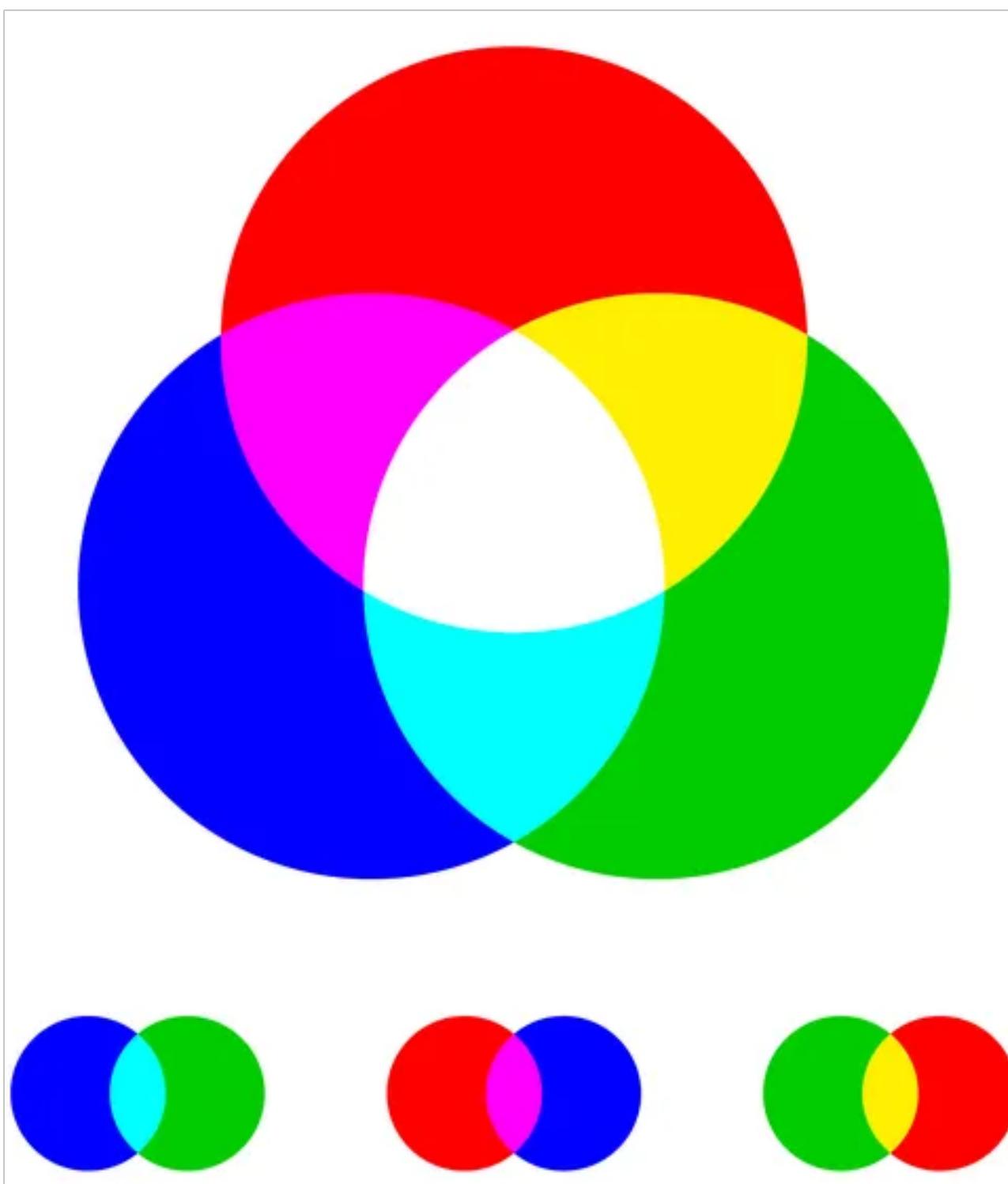


0.0000	0.1216	0.1255	0.1059	0.0811
0.1176	0.1176	0.1137	0.1059	0.1059
0.2902	0.1020	0.1020	0.1059	0.1059
0.6235	0.1490	0.0980	0.0902	0.0941
0.6941	0.5020	0.4196	0.2941	0.1608
0.7451	0.6392	0.6431	0.6510	0.5294
0.6863	0.7255	0.6667	0.6353	0.6510
0.71	0.6824	0.7137	0.6863	0.6353
0.6980	0.6784	0.7373	0.7373	0.7020
0.7255	0.7176	0.7176	0.7090	0.7216

Come vedono i computer?

In breve: per i computer le immagini sono matrici di numeri

Immagini a colori:



Modello di colori RGB (Red Green Blue)
di tipo additivo: tutti i colori si ottengono
dalla somma (pesata) dei tre colori primari.

Ogni pixel contiene 3 valori compresi tra 0 e 255, che rappresentano la quantità di rosso, verde e blu contenuta nel colore corrispondente.

Come vedono i computer?

In breve: per i computer le immagini sono matrici di numeri

Immagini a colori:



.392	.482	.576
.478	.63	.169
.580	.79	.263
.373	.60	.376
.443	.569	.674

Cosa sono le GPU?

Unità di elaborazione grafica (Graphical Processing Units)



Componenti hardware specializzate nella parallelizzazione delle computazioni, ovvero nell'eseguire operazioni diverse contemporaneamente.

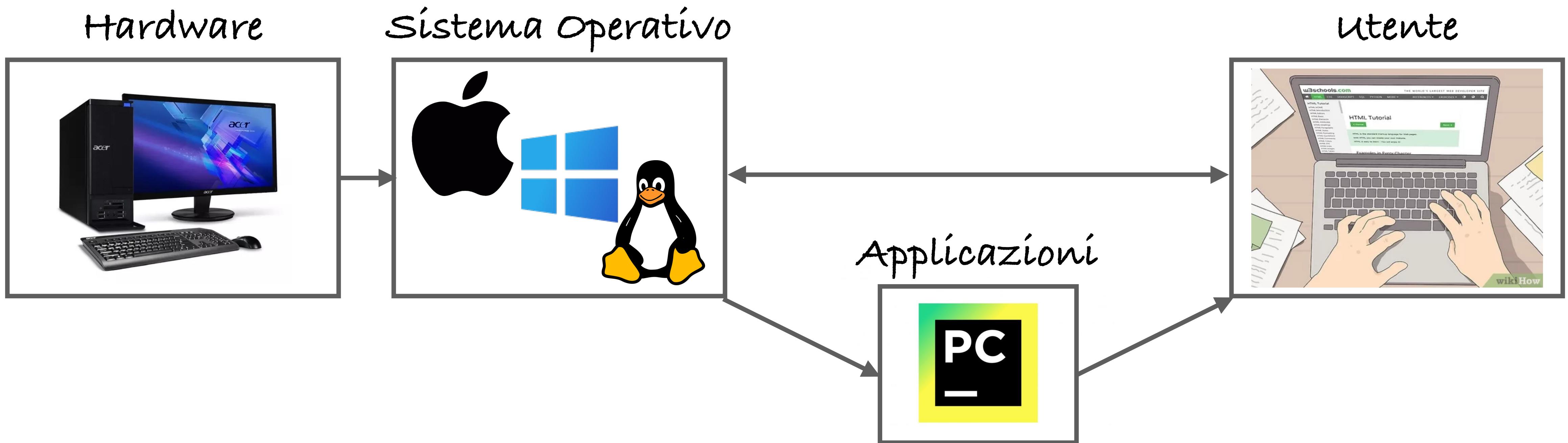
Il tempo di addestramento di una rete neurale è direttamente proporzionale al numero di dati utilizzati.

Soltamente, più dati si hanno meglio è.

Parallelizzare i calcoli eseguiti da ciascun neurone tramite GPU riduce notevolmente il tempo di addestramento della rete.

Perché utilizziamo Linux?

Il **sistema operativo** è un programma che agisce da interfaccia tra l'utente che usa il computer e il computer stesso (inteso come hardware), al fine di controllare l'esecuzione dei programmi.



Perché utilizziamo Linux?

Il **sistema operativo** è un programma che agisce da interfaccia tra l'utente che usa il computer e il computer stesso (inteso come hardware), al fine di controllare l'esecuzione dei programmi.

Linux, ed in particolare Ubuntu che è una sua distribuzione, è il **sistema operativo più usato per fare machine learning**:



- È portatile: lo stesso ambiente funziona sia su device molto piccoli (internet of things) che molto grandi (supercomputer);
- È veloce e snello;
- Ha un terminale di facile accesso ed utilizzo;
- Permette di accedere alla GPU in modo diretto;
- È diventato lo standard, quindi è molto facile trovare online la soluzione alla maggior parte dei problemi!