

# **Di cosa parliamo?**

**in due slot da 75 minuti per un totale di circa tre ore (15 minuti di pausa)**

- 1) Le diverse tipologie di apprendimento
- 1.5) Inquadramento storico
- 2) Paradigmi di apprendimento automatico
- 3) Cenni di algoritmi per l'apprendimento automatico
- 4) Tecniche di validazione sperimentale

# **Il mio nome è Stefano!**

Docente e ricercatore di Intelligenza Artificiale per l'Università di Bologna

Docente di Decision Support System per la Bologna Business School

# Diverse tipologie di apprendimento

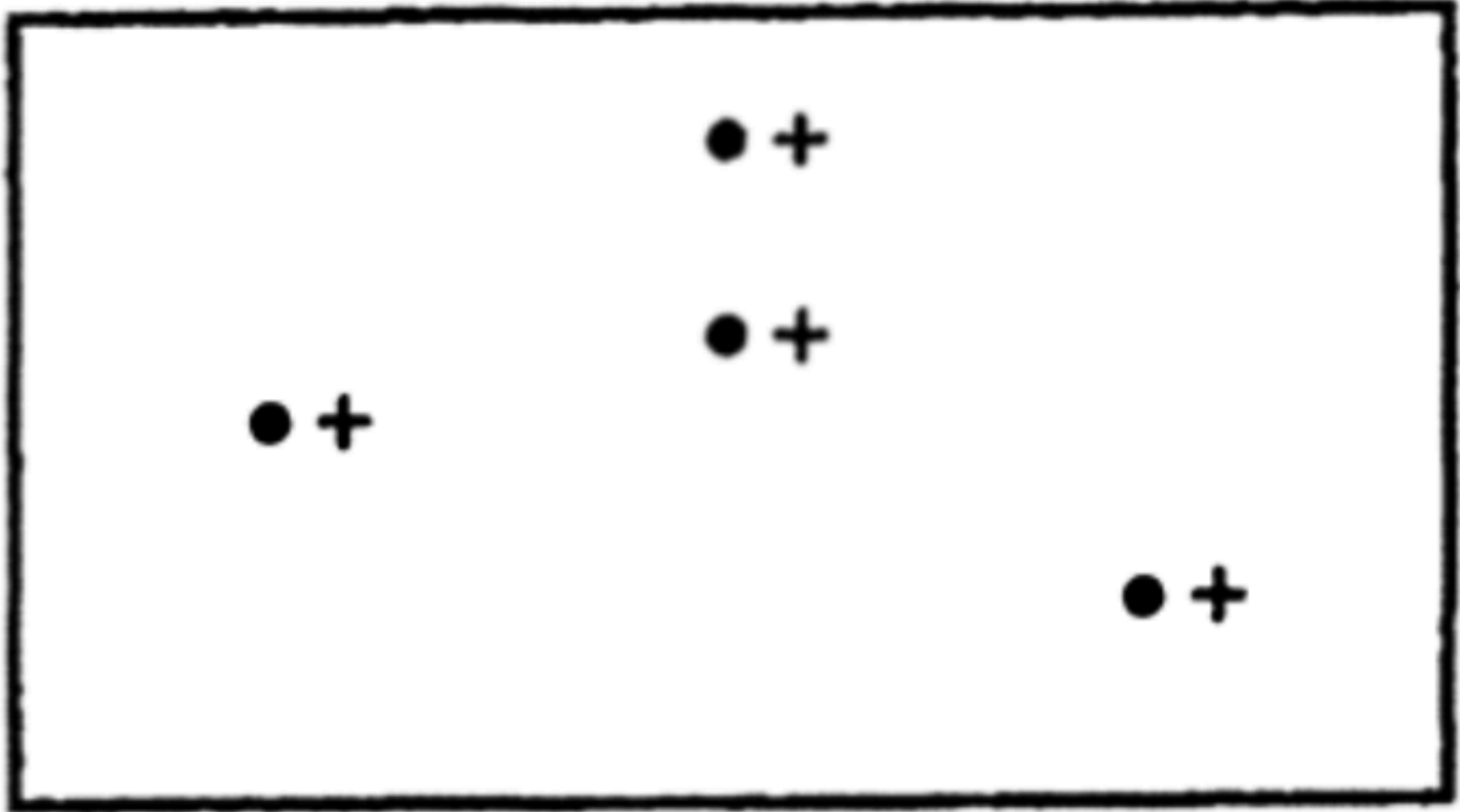
- apprendimento **condizionato**
  - classical conditioning (Pavlov, Russia, fine '800)
  - *operant conditioning* (Skinner, US, meta '900)
- apprendimento **cognitivo** (a partire da Piaget, Svizzera, meta '900)
  - *observational, perceptual, social, ...*

**Erfahren: esperire, venire a sapere**  
**Erleben: vivere, conoscere**

**Nuovo dizionario di psicologia, psichiatria, psicoanalisi, neuroscienze (U. Galimberti, 2018)**

**Che tipo di apprendimento abbiamo  
codificato nella macchina?**

● -



$R$

● -

# Apprendimento automatico supervisionato

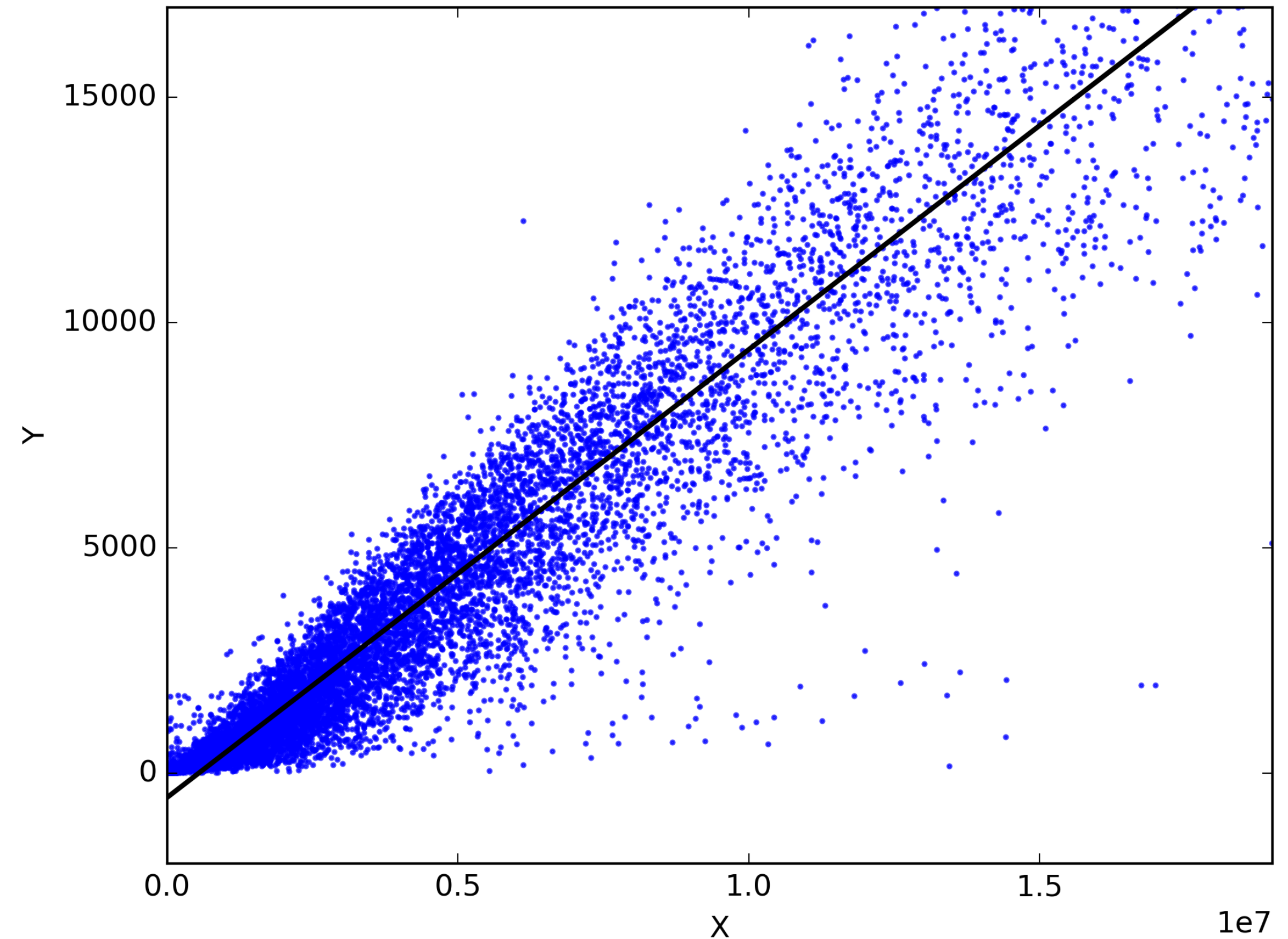
## Regressione e classificazione

- Il modello viene addestrato su **dati etichettati**.
- I **dati di addestramento** sono costituiti da coppie *input-output*, comunemente indicate come  $(x, y)$ , dove  $x$  è il vettore delle caratteristiche e  $y$  è l'etichetta.
- L'obiettivo principale è quello di apprendere una mappa dagli *input* agli *output* che si generalizzi bene a dati non visti durante l'addestramento.

# Esempio di regressione

## Ottimizzazione del dosaggio dei farmaci

- Un modello di apprendimento automatico per prevedere il dosaggio ottimale di un farmaco per i singoli pazienti.
- Le **caratteristiche di *input*** potrebbero includere età, peso e test di funzionalità epatica.
- *L'output* sarebbe una **variabile continua** che rappresenta il dosaggio ottimale in milligrammi.

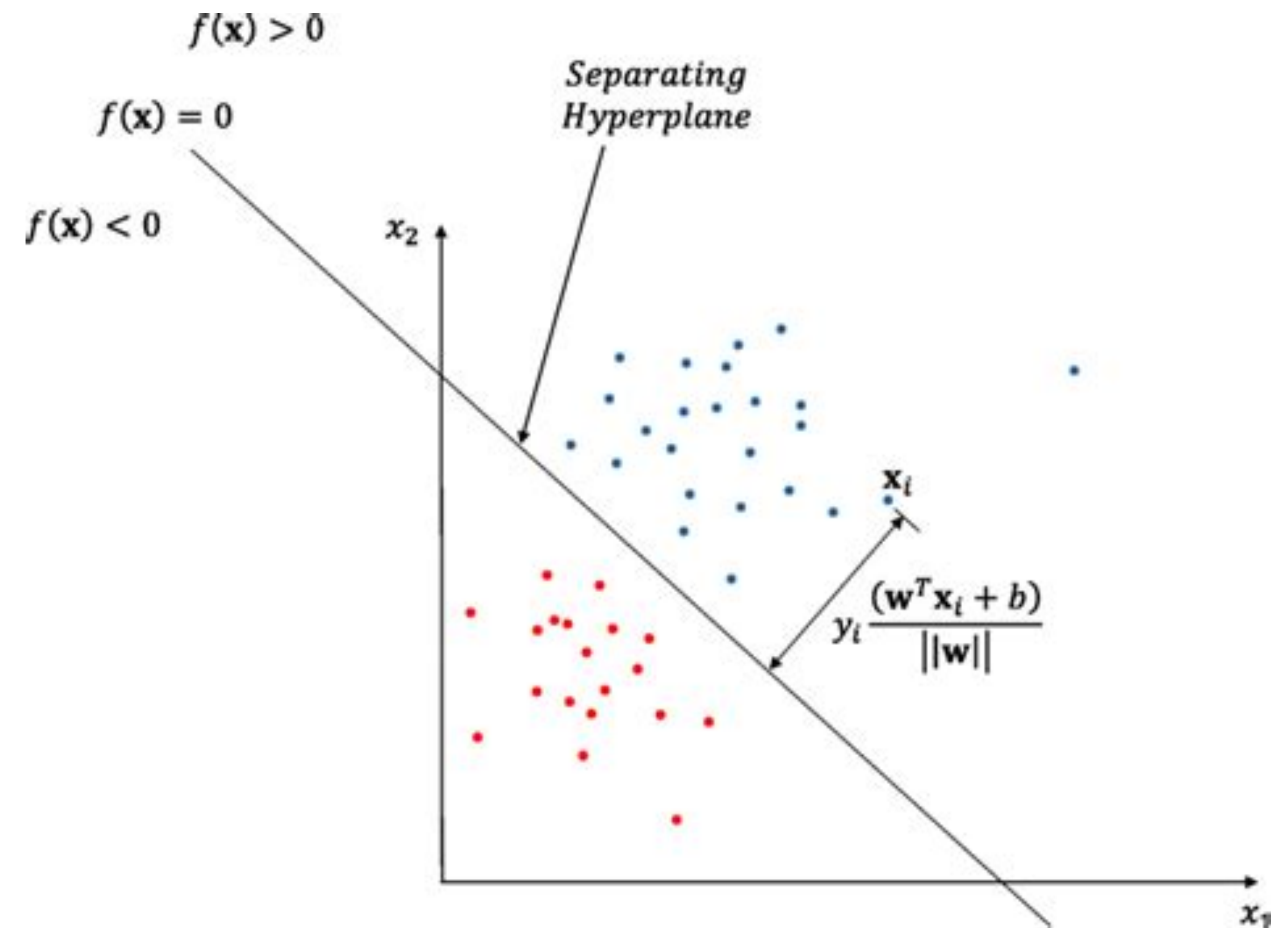




# Esempio di classificazione

## Previsione dell'efficacia di un farmaco

- Un modello di apprendimento automatico può essere utilizzato per classificare se un farmaco sarà efficace per una determinata condizione medica.
- Le **caratteristiche di input** potrebbero includere la struttura chimica, la storia del paziente e i dati farmacologici.
- L'**etichetta** di uscita potrebbe essere **binaria**: "efficace" o "inefficace".



# Apprendimento automatico non supervisionato

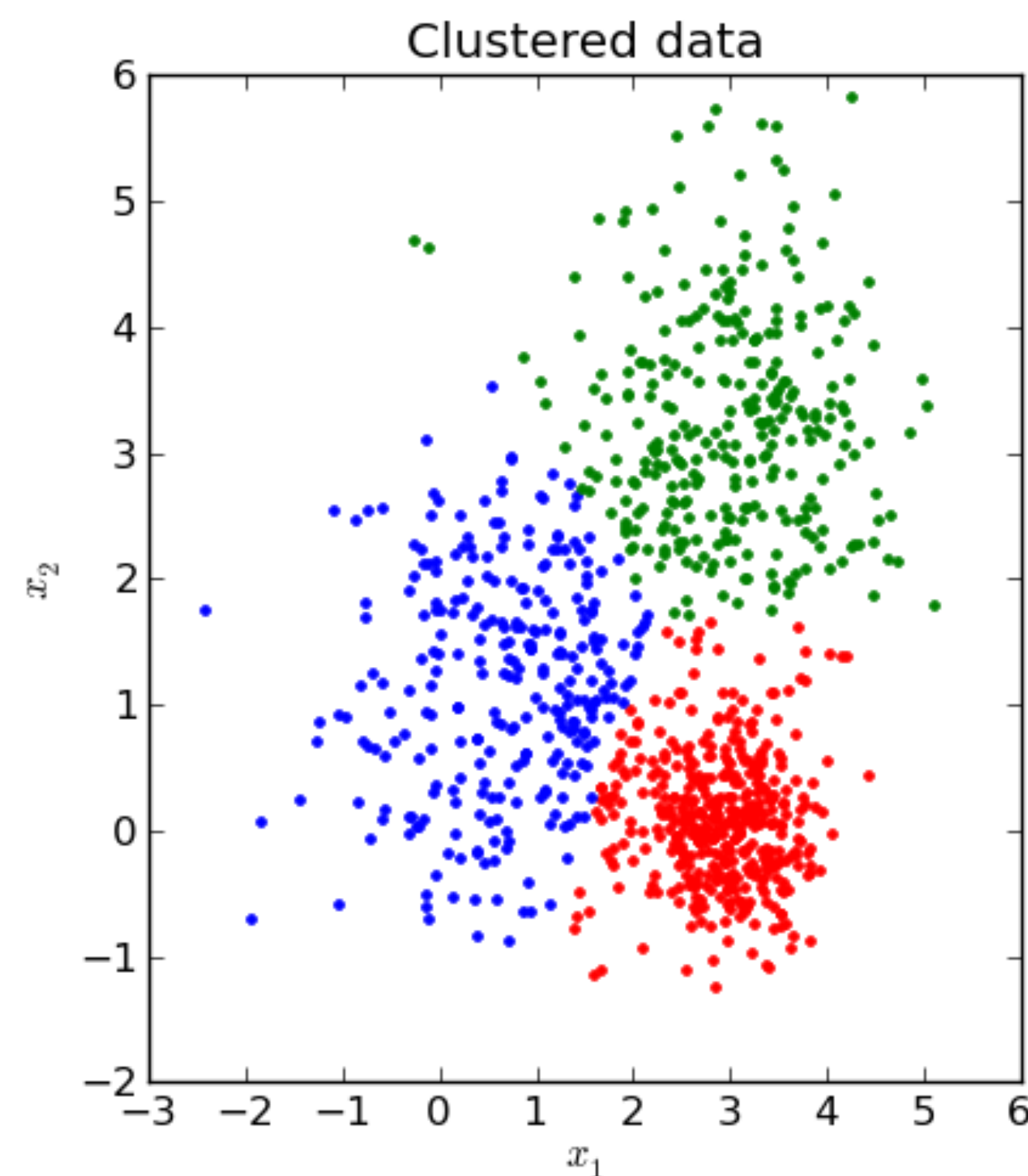
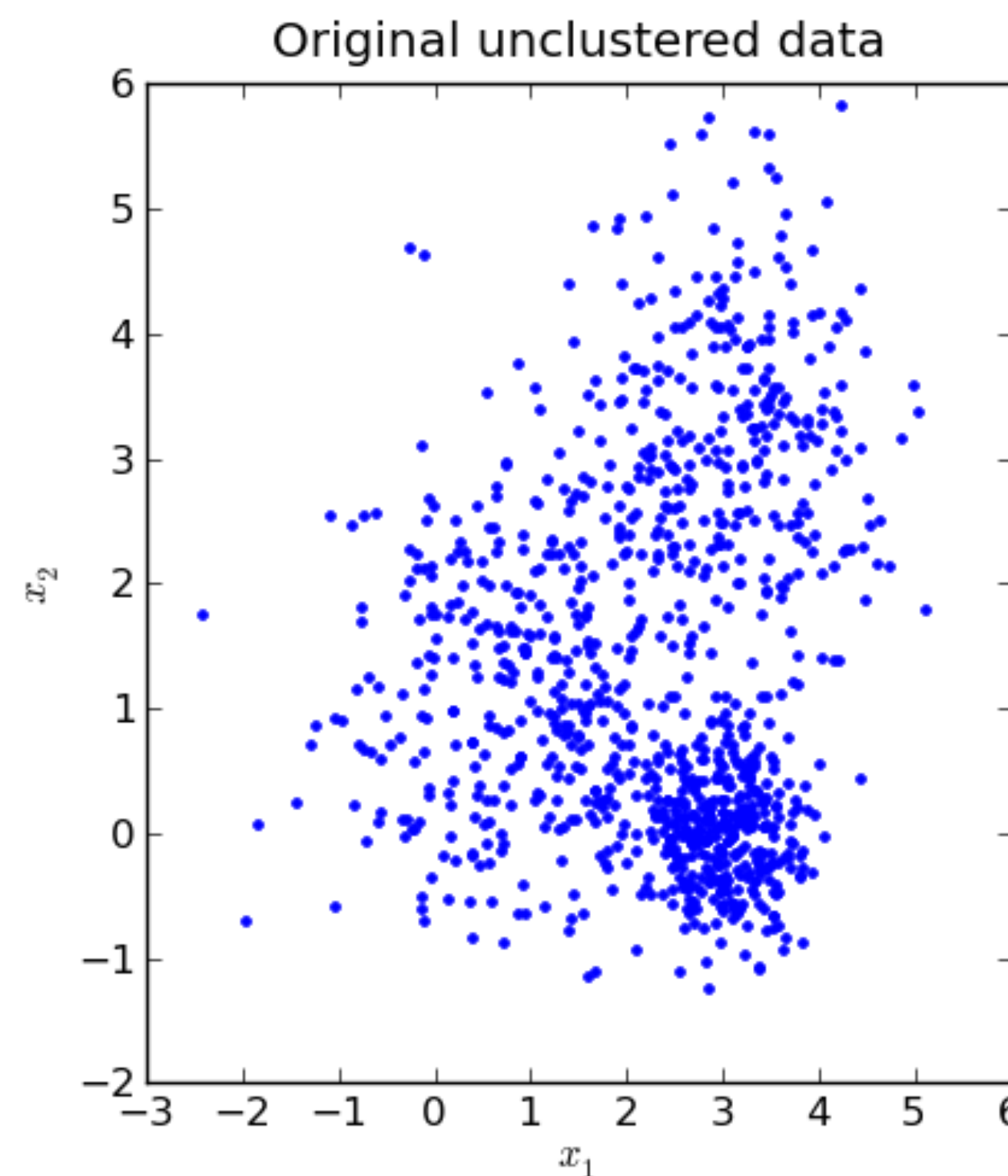
## *Clustering*, raggruppamento

- L'apprendimento automatico non supervisionato prevede l'addestramento di modelli su un set di dati senza istruzioni esplicite, cioè senza risultati etichettati.
- L'algoritmo identifica modelli o strutture (*pattern*) all'interno dei dati sulla base delle sole caratteristiche.
- L'obiettivo è estrarre informazioni significative o intuizioni che possono essere utili per la successiva analisi dei dati o per il processo decisionale.

# Esempio di *clustering*

## Analisi della similarità dei composti

- Un modello di apprendimento non supervisionato può essere applicato per raggruppare composti chimici simili in base alle loro caratteristiche molecolari.
- Le caratteristiche di *input* potrebbero essere il peso molecolare, la polarità o la solubilità.
- Questi composti possono quindi essere raggruppati in gruppi con **proprietà simili**.



# Apprendimento automatico di rinforzo

- L'apprendimento per rinforzo è un tipo di paradigma di apprendimento automatico in cui un **agente** impara a prendere decisioni **interagendo con un ambiente**.
- L'agente mira a **massimizzare** una ricompensa cumulativa nel tempo, compiendo azioni e osservandone le conseguenze.
- A differenza dell'apprendimento supervisionato e non supervisionato, l'apprendimento per rinforzo si occupa dell'apprendimento di politiche decisionali ottimali.

# Esempio di rinforzo

## Ottimizzazione della scoperta di farmaci

- Un agente di apprendimento per rinforzo può essere progettato per navigare in modo efficiente nello spazio dei potenziali composti farmaceutici.
- L'agente riceve ricompense in base all'efficacia, alla sicurezza o al rapporto costo-efficacia dei composti che seleziona.
- Lo spazio degli stati potrebbe includere diverse proprietà molecolari e le azioni potrebbero rappresentare diversi percorsi sintetici o modifiche dei composti.



The field of *pattern recognition* is concerned with the automatic discovery of *regularities* in data through the use of computer algorithms and with the use of these regularities to take actions such as classifying the data into different categories.

Machine Learning and Pattern Recognition, Bishop, 2006

**> intelligenza < errore**

# Algoritmi per l'apprendimento supervisionato

## Modelli lineari e oltre

- Regressione lineare e logistica
- Alberi decisionali (*decision trees*) e *Random Forest*
- *Support Vector Machine*
- *K-nearest neighbors (KNN)*
- Reti neurali artificiali (ANN) e reti neurali profonde (*deep*)
- ...



# Algoritmi per l'apprendimento non supervisionato

## Misurare il grado di similarità tra i dati

- K-Means clustering
- Hierarchical clustering
- Principal Component Analysis (PCA)
- ...

# Tecniche di validazione

## Metodo sperimentale applicato all'apprendimento automatico

- Suddivisione dell'insieme di dati in addestramento e test
- Validazione incrociata (*cross validation*)
  - *Leave-one-out (LOO)*
  - *K-fold*

**Grazie!**

- contattami  
[stefano.zingaro@unibo.it](mailto:stefano.zingaro@unibo.it)
- visita la mia pagina web **ufficiale**  
[unibo.it/sitoweb/stefano.zingaro](http://unibo.it/sitoweb/stefano.zingaro)
- visita la mia pagina web **personale**  
[cs.unibo.it/zingaro/](http://cs.unibo.it/zingaro/)

# Riferimenti utili

## Link, pagine web, libri, articoli

- Pattern recognition and machine learning, Bishop, 2006 (manuale)
- <https://anatomyof.ai>: Kate Crawford's anatomy of AI
- Strumenti per prototipazione e data mining (GUI, free e open):
  - <https://orangedatamining.com/>
  - <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- <https://www.hownormalami.eu/>: cosa si può capire dal comportamento umano al computer?