

# Il modulo I SEE sull'Intelligenza Artificiale



## INCONTRO CON IL TEMA FOCALE

Overview  
sull'intelligenza  
artificiale oggi

(Prof. Nico Lanconelli,  
Fisico)

Overview  
sull'intelligenza  
artificiale nella Storia  
e nella cultura

(Prof. Paola Mello, informatica  
Prof. Gianni Zanarini, Fisico)



# IA oggi

(Lanconelli)

- L'intelligenza artificiale non è una novità ed è stata ripresa e abbandonata più volte
  - Definizioni di comportamento intelligente
  - L'IA è applicata ormai in ogni ambito, anche nella ricerca scientifica (con es. mammografie in dettagli)
- 
- Attività C0: Schede su IA nei vari ambiti

# IA nella Storia ..... e nella cultura

(Mello)

- Approcci all'IA e paradigmi nella risoluzione di problemi: programmazione imperativa, logica e con reti neurali
- Il robottino deve uscire dalla stanza... come fare?
- Introduzione di termini e concetti centrali: intelligenza, imparare, base di conoscenza, regole, algoritmo, simbolico e subsimbolico; emulare e simulare

(Zanarini)

- La natura come macchina
- Complessità come nuovo paradigma della scienza e dell'IA
- Dal determinismo e complessità, dalla "certezza della traiettoria" alla probabilità
- Forme di razionalità
- Introduzione di un linguaggio e concetti centrali: incertezza, probabilità, comportamento



## Paradigmi e parole chiave

### 1) IMPERATIVO-PROCEDURALE

Eseguire , passo dopo passo

### 2) LOGICO-DEDUTTIVO

Ragionare , alberi decisione V/F

### 3) MACHINE LEARNING

Imparare, esempi

.... **Riflessioni sui diversi approcci umani**



## APPROCCI A CONFRONTO

Determinismo (1,2) vs Complessità(3)

Algoritmo (1,2,3)

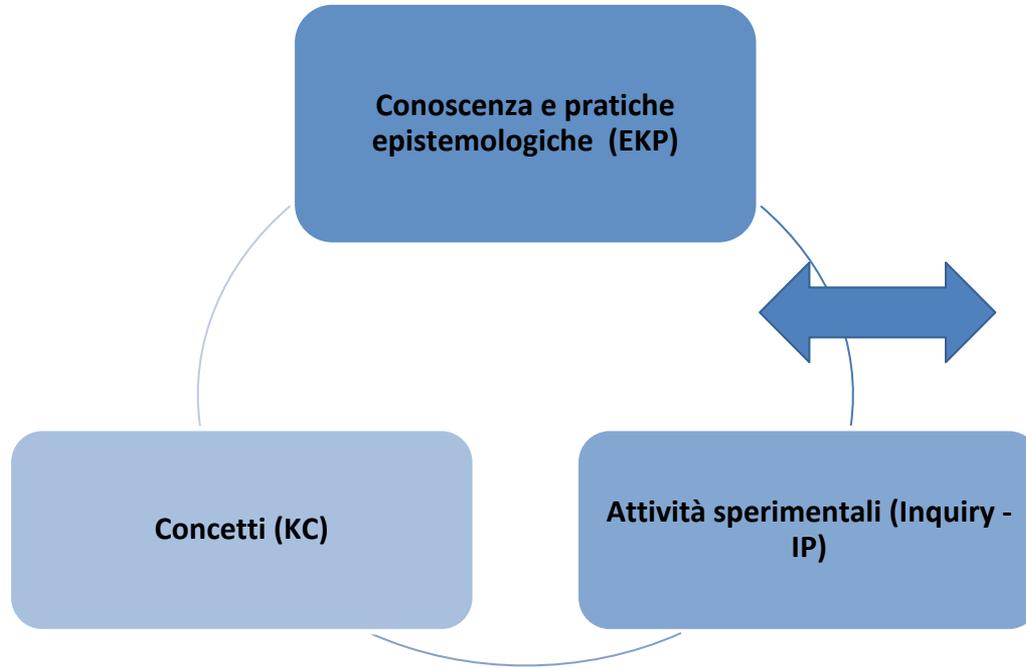
Simbolico (2) vs Subsimbolico (3)

Emulativo (1,2) vs simulativo (3)

Procedimento (1,2) vs Soluzione (3)

Controllo passo-passo (1,2) vs Training (3)

# COINVOLGIMENTO IN (“ENGAGEMENT WITH”)



## Attività orientate al futuro

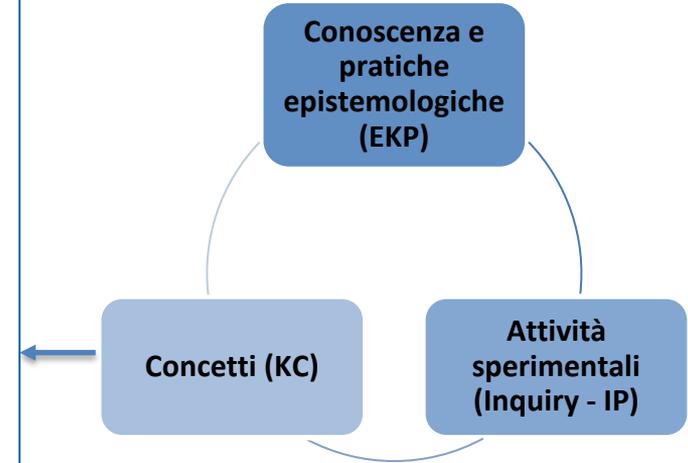
- attività di esposizione per ampliare l'immaginazione sulle possibili future carriere STEM;
- attività per evidenziare e riconoscere le forme di razionalità elaborate nella scienza per passare da determinismo a complessità con una nuova relazione presente-futuro;
- attività ispirate ai *futures studies* o al mondo sociale e produttivo;
- attività per l'acquisizione di “competenze di azione” (*action competence*)



i) **Contenuti:** Metodi e simulazione di azione di codici per risolvere un problema con diverse concezioni di Intelligenza Artificiale e diversi programmi.

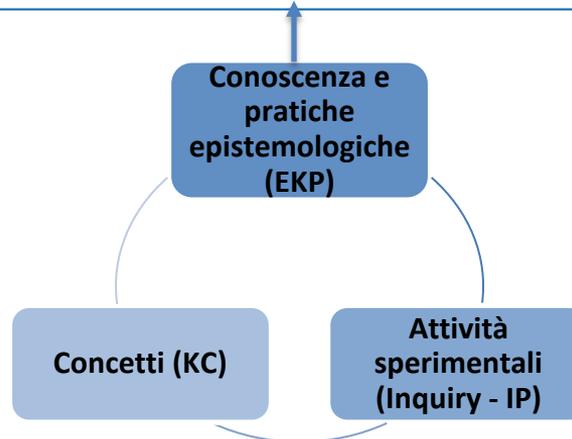
"Dettagli critici" :

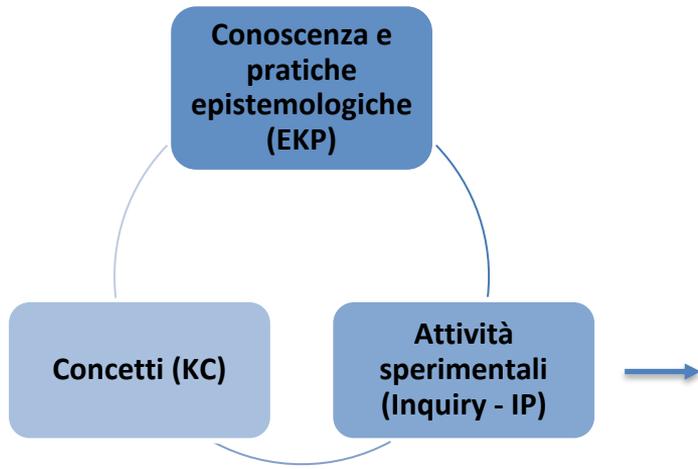
- ruolo della **base di conoscenza**, delle **regole/algoritmi** e schemi di **controllo sul risultato**;
- approccio **simbolico/subsimbolico**;
- **interazione programmatore-macchina**: cosa la macchina "fa da sola", cosa "diciamo" di fare, come lo diciamo (pseudo-linguaggi; apprendimento supervisionato/non supervisionato);
- **logica/deduzione** (tavole di verità, modus ponens, implicazione e inferenza);
- **modelli fisici/matematici** alla base di un sistema complesso come le reti neurali (neuroni, funzioni per minimizzare una distanza, pesi, probabilità)



ii) Pratiche di tipo epistemico: come **problem-posing & solving**, **argomentazione e spiegazione** per cogliere il passaggio dal paradigma deterministico alla prospettiva dei sistemi complessi, iniziando a mettere in evidenza:

- **ragionamento deterministico/sequenziale e probabilistico/emergente**
- **forme di razionalità che sono a monte delle diverse strategie nell'affrontare tipologie di problemi** e al controllo su processo/logica o su risultato;
- relazione tra **epistemologia e metodi delle discipline e approcci** alla risoluzione di problemi (Matematica, Fisica, Informatica)
- **argomentazione** per scegliere se e quando usare IA al posto/a fianco delle persone





iii) Abilità di indagine (*inquiry*): domande di fronte ad determinato fenomeno, formulare ipotesi, progettare e rifinire le domande, innescare un'interazione *peer-to-peer*, nell'**identificazione di diverse forme di razionalità** a monte dei diversi approcci risolutivi di uno stesso problema.

Queste abilità nel caso specifico sono state sviluppate attraverso l'analisi delle **strategie personali** a confronto con quelle indotte dai **diversi approcci alla programmazione** (Python, Prolog, Reti neurali) e delle sfide tra programmi.



## Attività: TRIS (Tic Tac Toe)

### Obiettivi:

1. **Mostrare l'IA "in azione"**, 3 approcci alla costruzione di un IA che gioca a TRIS in Python, Prolog e con una rete neurale
2. **Impatto delle forme di razionalità sull'approccio alla programmazione** nei tre casi e sulla tipologia di problemi più adatti e certezza/incertezza delle soluzioni

### Descrizione:

- Far **cercare e esplicitare modi per vincere** e modi per far vincere la robottina a TRIS
- Introdurre **concetti chiave e forme di razionalità/peculiarità delle discipline** a monte della scelta di una strategia e di un ambiente di programmazione
- **Formulare in pseudo-linguaggio il problema**, mettendo in luce le scelte fatte, poi **simulare il codice in azione** dopo aver assegnato un data-set iniziale
- Far **sfidare tra loro i diversi programmi**, facendo statistiche sulle vittorie e interpretandole



# Paradigmi e parole chiave

IMPERATIVO-PROCEDURALE

**PYTHON**

LOGICO-DEDUTTIVO

**PROLOG**

MACHINE LEARNING

**RETE NEURALE**





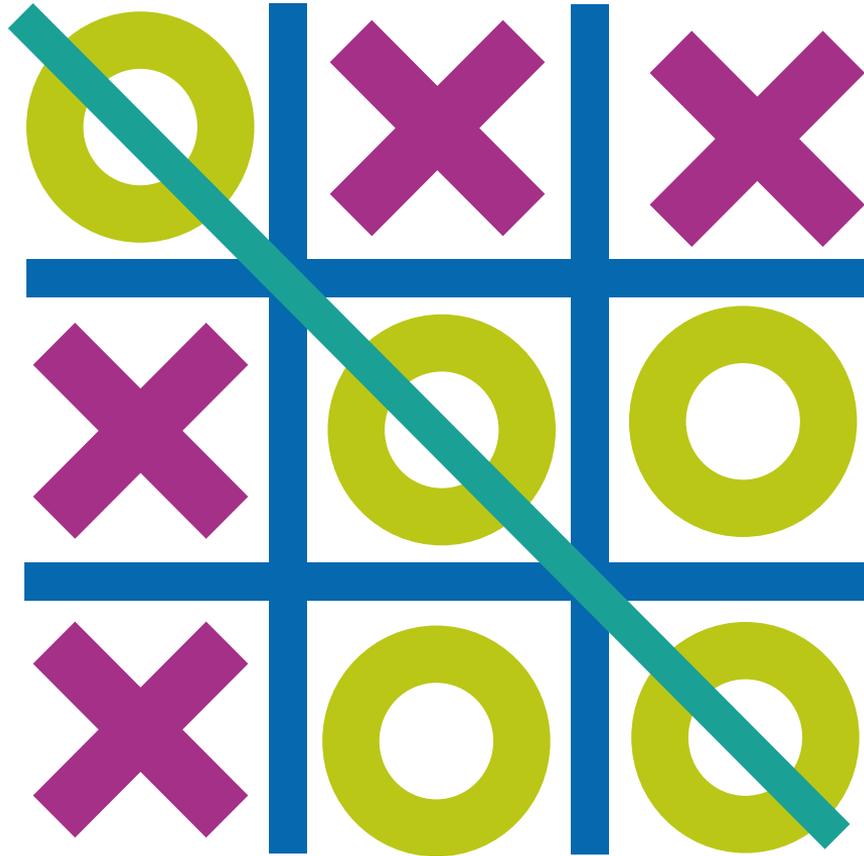
# Insegnare ad apprendere alle macchine: sono davvero intelligenti?



The project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373.



It's your time to imagine the futures



# Il (nostro) gioco del Tris

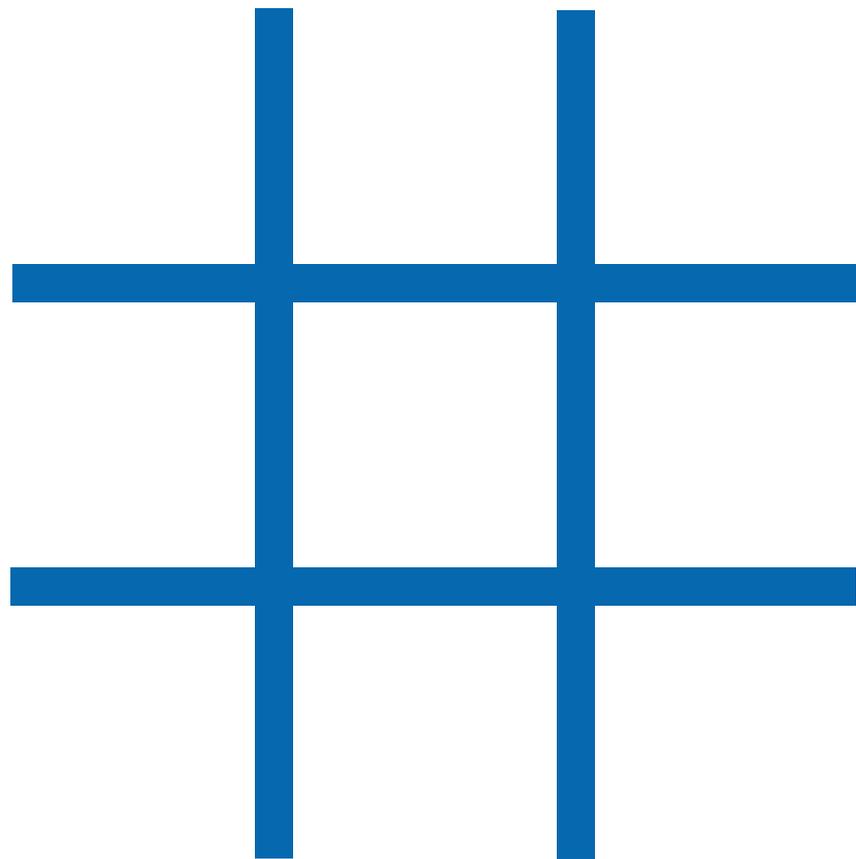


Umano, parte per primo  
(e nonostante questo...)



Computer, gioca per secondo





0	1	2
3	4	5
6	7	8



# Alcune partite a tris

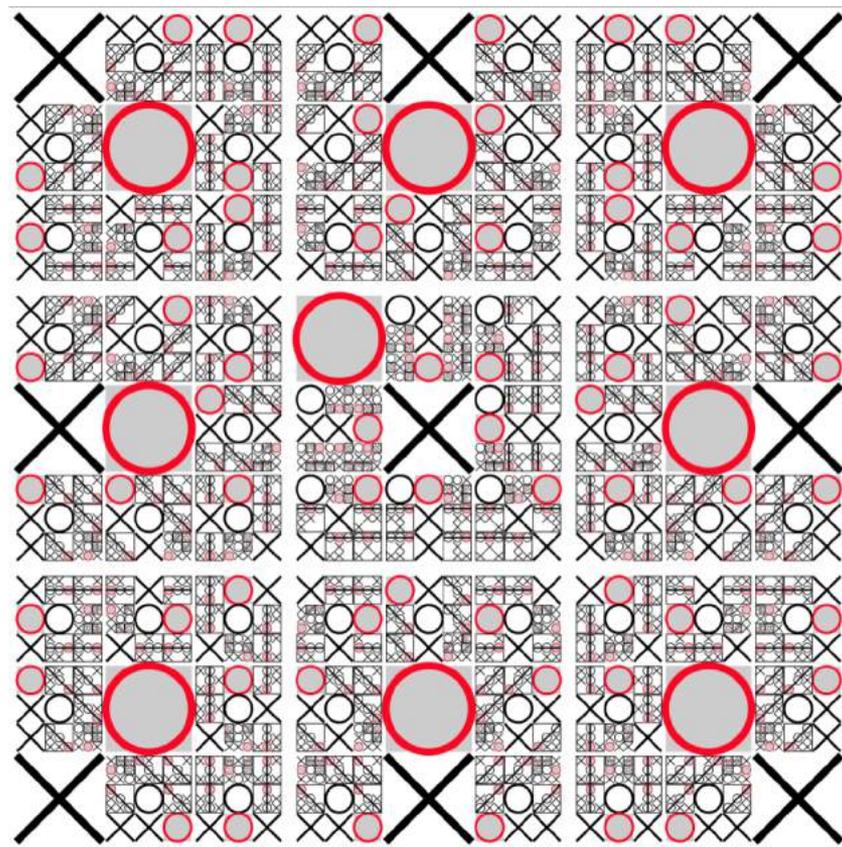
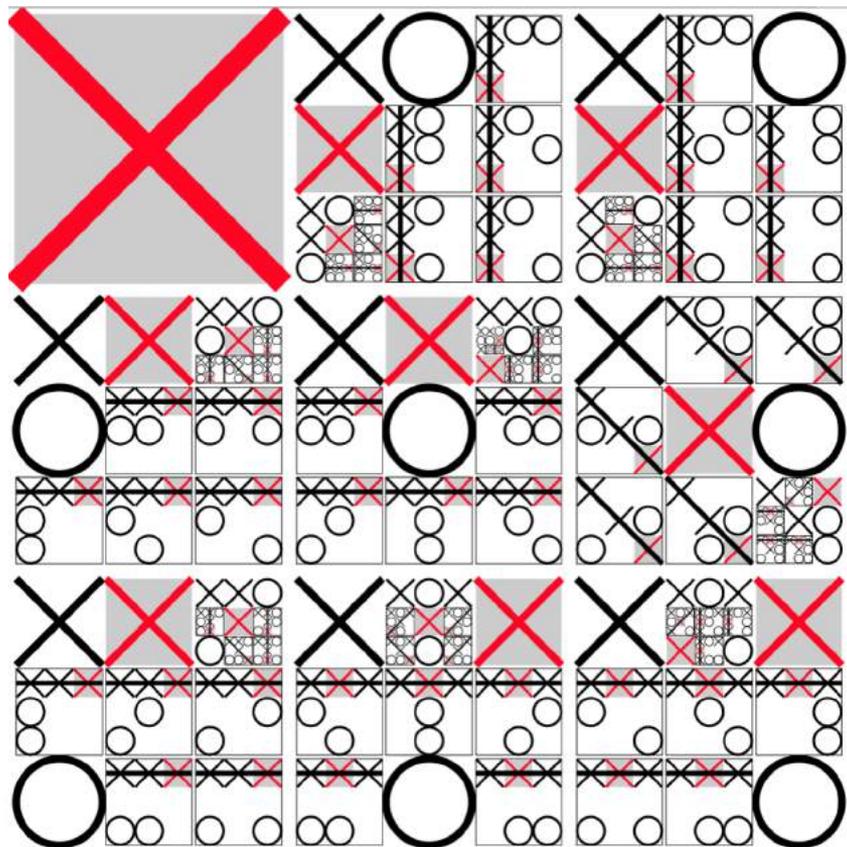
*Fate qualche partita di tris pensando alle strategie che metterete in atto per vincere.*

*Poi pensate a Lucy: una robottina che è pronta a imparare a giocare a tris.*

*Provate a istruirla per far sì che non perda mai contro un umano (scriveteci per bene quello che avete discusso e deciso).*



# Se si conosce la strategia, è facile vincere



# Tre «paradigmi»

- **Procedurale/imperativo:** spiego alla macchina, tramite un algoritmo (cioè una sequenza finita e non ambigua di passi atomici comprensibili dall'esecutore) espresso in un linguaggio di programmazione, cosa fare per giocare (e vincere) a tris.
- *Esempio:* insegno alla macchina come faccio a capire se ho vinto a tris, come evitare che l'avversario vinca, come scegliere la mossa migliore...



# Tre «paradigmi»

- **Dichiarativo/logico:** esprimo la conoscenza sul problema («base di conoscenza»), lo stato iniziale, l'obiettivo, e sarà il linguaggio, tramite un «motore di inferenza» a «trovare» l'algoritmo migliore per risolvere il problema.
  - NB: Il «motore di inferenza» è, a sua volta, un algoritmo (ma generale, non specifico per il problema).
  - Approccio «**top down/simbolico**» all'intelligenza artificiale: inserisco nella macchina in modo simbolico, cioè leggibile da un essere umano, la conoscenza
  - *Esempio:* spiego alla macchina cosa vuol dire vincere, piazzare una pedina, bloccare l'avversario. Il motore di inferenza troverà il modo di soddisfare l'obiettivo «vincere una partita»



# Tre «paradigmi»

- **Basato sull'apprendimento («bottom up/connessionista»):** mostro esempi di mosse vincenti e sarà la rete neurale, tramite un algoritmo di apprendimento, a rinforzare le connessioni che le permettono di dare output corretti (cioè vincenti) anche in situazioni della scacchiera che non ha mai visto
  - NB: L'algoritmo di apprendimento è comunque un algoritmo (ma generale, non specifico per il problema).
  - *Esempio:* Mostro a una rete neurale molti esempi di mosse/partite vincenti e lei «aggiusta i pesi» per far sì che, in situazioni nuove, farà mosse che hanno un'alta probabilità di portare alla vittoria.



## Struttura di base

- 1) Riprendiamo concetti chiave dell'approccio/introduciamo concetti nuovi
- 2) Facciamo insieme la prossima mossa del computer nei tre diversi paradigmi
- 3) Simuliamo e guardiamo da “dietro le quinte” una partita



# Andrea è nonno di Anna?

**Fatti:** "Giovanni è padre di Anna", "Carlo è padre di Antonio", "Andrea è padre di Carlo", "Andrea è padre di Giovanni".

*Se  $p$ : "Andrea è padre di Giovanni" e  $q$ : "Giovanni è padre di Anna", allora  $r$ : "Andrea è nonno di Anna".*

**Conclusioni: le due condizioni sono entrambe presenti nei dati di partenza?**

Parto da Andrea e controllo se è padre di qualcuno. **Sì, di Carlo.** Carlo è padre di Anna? **Falso.** Andrea ha altri figli? **Sì, Giovanni.** Giovanni è padre di Anna? "Deduco" che è **vero** che Andrea è nonno di Anna.

**Se ogni scelta di " $p \& q$ " = F anche " $r$ " = F (è falso che Andrea è nonno di Anna).**



```

1 padre('Andrea', 'Carlo').
2 padre('Andrea', 'Giovanni').
3 padre('Giovanni', 'Anna').
4 padre('Carlo', 'Antonio').
5
6 nonno(X, Z) :- padre(X,Y), padre(Y,Z).
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

```

trace, nonno('Andrea', 'Anna')

Call: nonno('Andrea', 'Anna')

Call: padre('Andrea', \_4114)

Exit: padre('Andrea', 'Carlo')

Call: padre('Carlo', 'Anna')

Fail: padre('Carlo', 'Anna')

Redo: padre('Andrea', \_4118)

Exit: padre('Andrea', 'Giovanni')

Call: padre('Giovanni', 'Anna')

Exit: padre('Giovanni', 'Anna')

Exit: nonno('Andrea', 'Anna')

true

?- trace, nonno('Andrea', 'Anna')

Examples^

History^

Solutions^

table results

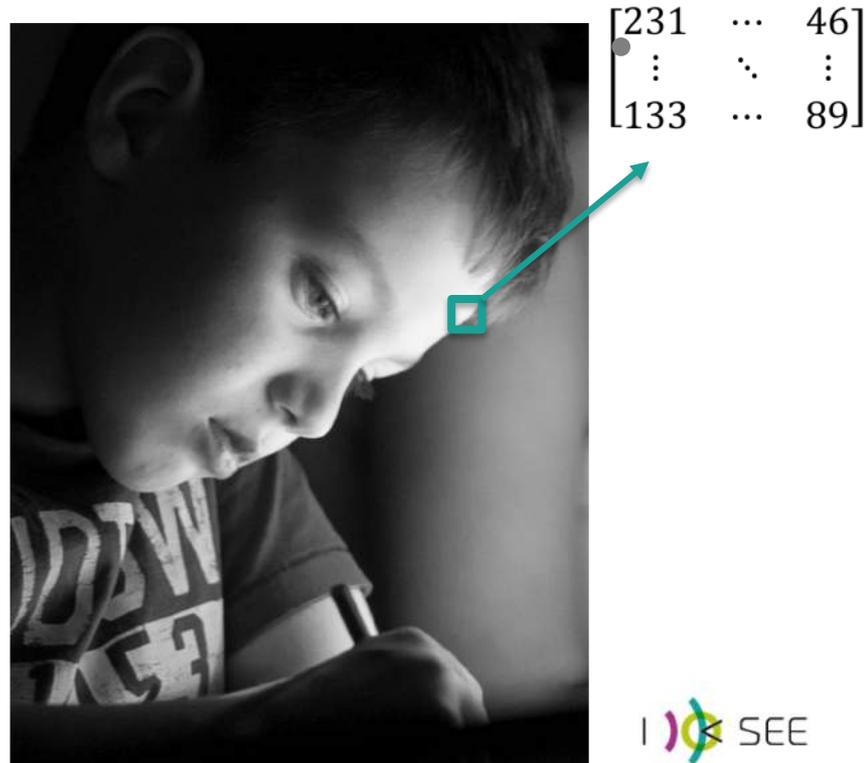
Run!



# Il riconoscimento di immagini

In un'immagine in scala di grigi ogni pixel è una feature che può assumere un valore in  $[0=\text{nero}; 256=\text{bianco}]$

Per le immagini a colori il tutto si complica di un fattore 3 (ogni pixel ha un valore di rosso, di verde e di blu)

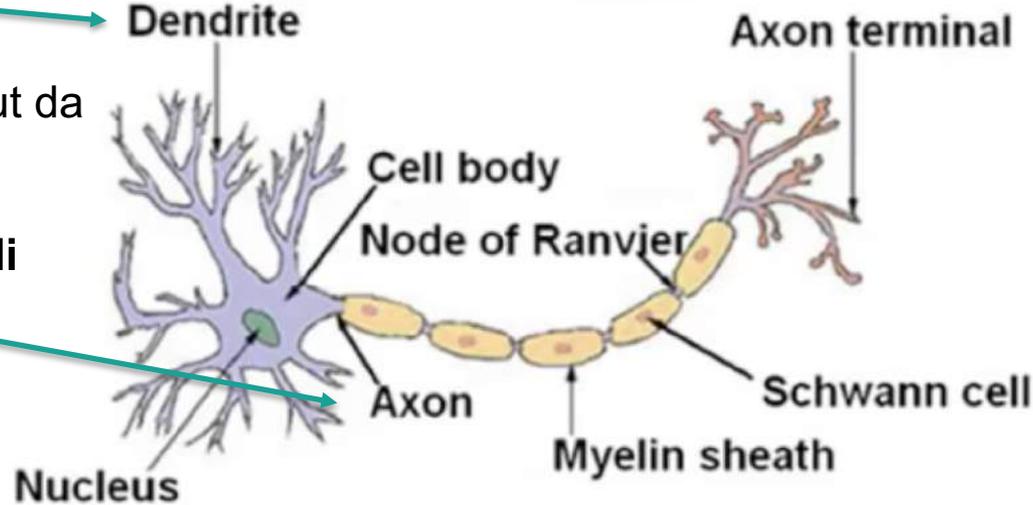


# Il modello di neurone

Le reti neurali sono state sviluppate con l'obiettivo di simulare il funzionamento dei neuroni e delle reti neuronali

**Collegamenti di input**  
(ricevono gli input da altri)

**Collegamento di output**  
(invia i segnali elaborati dal neurone ad altri neuroni)

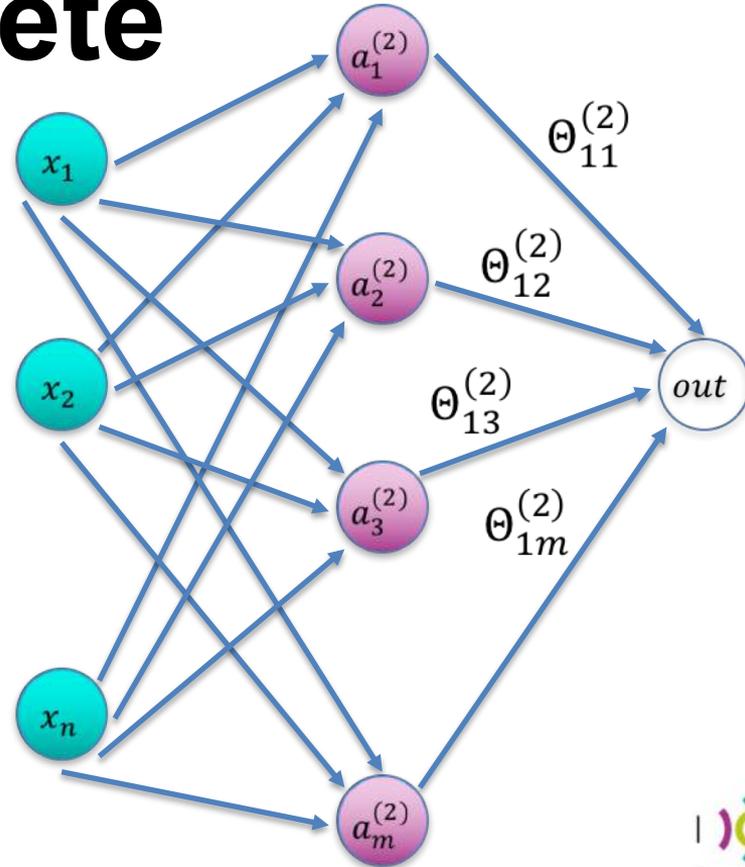


# La rete

L'output è ancora una funzione sigmoideale. Il neurone *out* calcola il valore dell'espressione

$$\Theta_{11}^{(2)} a_1^{(2)} + \Theta_{12}^{(2)} a_2^{(2)} + \Theta_{13}^{(2)} a_3^{(2)} + \Theta_{1m}^{(2)} a_m^{(2)}$$

Se il risultato è maggiore di 0, l'output è 1, se invece è minore di 0 l'output è 0; in una stretta area attorno allo 0, l'output può assumere valori intermedi



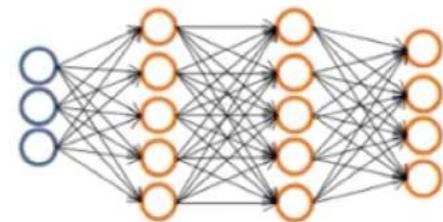


# Scelta dei pesi



Immaginiamo di avere un problema di classificazione a multi classe

Il set con cui alleniamo la rete è costituito da  $m$  esempi  
 $(x^{(1)}, y^{(1)}), (x^{(2)}, y^{(2)}), \dots, (x^{(m)}, y^{(m)})$



$x^{(i)}$  sono le features delle immagini (valori dei pixel)

$y^{(i)}$  sono le etichette di verità ( $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$  pedone,  $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$  auto,  $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$  motociclo,  $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$  camion)



# Dopo il test: l'efficienza della rete

- Al termine del test abbiamo una rete accompagnata da un valore di efficienza nella classificazione:

$$eff(\%) = \frac{N_{predizione=etichetta}}{N_{tot}} * 100$$

- Efficienza diventa una misura della "affidabilità" della rete e della sua capacità di generalizzare ad esempi diversi rispetto a quelli del dataset di training
- Anche una misura di "incertezza"



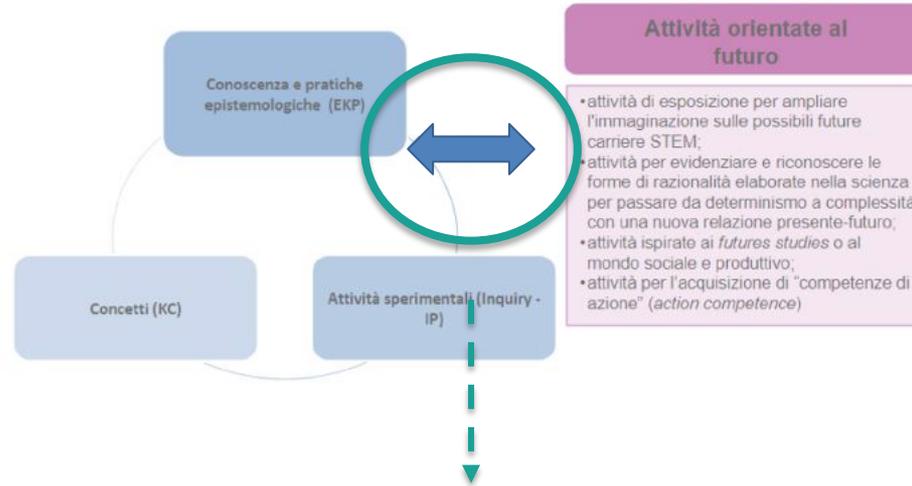
Modellizzazione  
equation/agent based

Locale-Globale

Sistema

Proprietà emergenti

Retroazione



## La complessità come passaggio dalla scienza al futuro (Eleonora)



# Futuro

- Relazioni tra **scienza e futuro**
- Implicazioni del **tema del futuro** e sua dimensione sociale
- Introduzione del **cono dei futuri** (Voros) e distinzione fra **possibili, plausibili e desiderabili**
- Distinzione fra forecast, foresight e anticipation
- Introduzione della **dinamica presente-futuro**
- Introduzione di **linguaggi e concetti centrali**: scenari e loro costruzione, previsione vs proiezione, back-casting, drivers, valori, etc.

