



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Le discipline (scientifiche) nell'epoca della frammentazione della conoscenza

Terzo Seminario Nazionale sui Licei Matematici
18 Settembre 2019- Fisciano

O. Levrini (*), L. Branchetti (), P. Fantini (***)**

(*) Dipartimento di Fisica e Astronomia, UNIBO

(**) Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche, Informatiche,
Università di Parma

(***) Liceo "A. Einstein", Rimini

La società dell'accelerazione (H. Rosa)

Il mondo è **accelerato** da un impressionante sviluppo scientifico-tecnologico

- Nuove “discipline”
(climatologia, intelligenza artificiale, data science & computation; digital humanities, ...)
 - Nuovo *modus operandi* della scienza e della sua comunicazione
(multi-attoriale, inter-multi-trans-disciplinare e *open science*)
 - Sfide alle attuali forme di organizzazione e di trasmissione della conoscenza
 - “Future shock” (Alvin & Toffler, 1970)
- 

Future shock:

“too much change in too short a period of time”
(Alvin & Toffler, 1970)

In quest'epoca di accelerazione sociale (Rosa, 2013) e di incertezza (Morin, 2001), il *futuro* è sempre più difficile da immaginare e il *presente* diventa **polvere di schegge in movimento** (Leccardi, 2009)
“**Ashes blowing in the air**”, in *Nowhere fast* (Eminem, 2017).



Polvere di schegge in movimento

Walter Benjamin, parlando di episodi di presente:

- **Erlebnissen** (episodi di mera esperienza. Sembrano passare lentamente e non lasciano traccia nella memoria: **lunghi-brevi**)
- **Erfahrungen** (esperienze che lasciano un segno, che costruiscono la nostra identità. Sembrano passare velocemente e lasciano una traccia nella memoria: **brevi-lunghi**).

Già un secolo fa Benjamin suggeriva che ci stavamo avvicinando a un'epoca ricca di Erlebnissen e povera di Erfahrungen...

Oggi: un mondo di episodi **brevi-brevi** (H. Rosa): *Frantic standill*



Forme di disallinamento

Contesti di produzione e disseminazione (ALTA VELOCITA')

In the contexts of its production, new knowledge appears: more and more **inter-multi-trans-disciplinary**; multi-actor; **open**.

When **communicated through social media, or in non-formal contexts**, knowledge often appears: **fragmented into pieces of information**, weakly structured, disintermediated.

When **communicated through outreach activities or the social media**, knowledge is **focused on the novelties**, on the new results, trends to show the beauty and power of science.

Contesti di trasmissione formale della conoscenza (BASSA VELOCITA')

1

In **formal educational contexts** (schools and university) knowledge appears: organized into **disciplinary “vertical” teaching courses**

2

When **transmitted through formal education** (schools and university), knowledge is **structured in disciplinary forms**.

3

When **transmitted through formal education** (schools and university), scientific knowledge is either **a-temporal or historically oriented**.



Effetti

Il/la giovane:

- è perso/a in un flusso impressionante di *dettagli e informazioni disintermediate*, senza avere *strutture e competenze di tipo epistemico* per selezionarle e interpretarle;
- Si sente guidato/a (o spinto/a) attraverso un percorso di studi (in sistemi educativi formali), che è spesso vissuto come una serie di *barriere di senso* di tipo istituzionale, concettuale, culturale, di genere e sempre più spesso lo/la allontanano dalla scienza.



La domanda portante

Quale ruolo può avere, oggi, un insegnamento basato sulle discipline al fine di sviluppare competenze di pensiero (tra cui competenze epistemiche e di senso) e competenze di futuro?



Le competenze del pensare: virtù dianoetiche

Prof. Michele Pellerrey

- ***Sophia: sapienza***. Competenza nel ricercare e dare senso e prospettiva personale ed esistenziale alla propria attività e alla propria esperienza: motivazioni profonde, atteggiamenti, valori, principi fondamentali di riferimento.
- ***Epistème***: competenza nel promuovere la propria conoscenza e nell'organizzarla attraverso la riflessione e il ragionamento (intelligenza discorsiva). Entrano in gioco: -processi di comprensione (elaborazione concettuale) e di organizzazione (strutturazione delle conoscenze) -processi di natura discorsiva: argomentazioni valide per tutti (logica), argomentazioni valide per alcuni (retorica).
- ***Nous***: competenza nel capire, nel cogliere il significato, nel concettualizzare l'esperienza (intelligenza intuitiva). In particolare cogliere la totalità e la sollecitazione che deriva da essa
- ***Phronesis o saggezza pratica*** (detta anche prudenza) Riguarda la capacità di calcolare i mezzi che consentono di conseguire un fine. Più profondamente concerne il processo di deliberare, sulla base delle circostanze (favorevoli o contrarie), come agire in maniera coerente con le proprie convinzioni ed efficacemente per conseguire i risultati attesi.
- ***Techne*** o capacità di realizzare un artefatto umano valido e funzionante. Implica la capacità di progettazione (design o eidos), di realizzazione (abilità tecnico-pratica, operativa) e di valutazione (prodotto ben fatto).



Domanda portante e sue articolazioni

- Può l'insegnamento basato sulle discipline sviluppare **competenze di pensiero (SOPHIA, EPISTEME e PHRONESIS)** e per sviluppare **competenze di futuro**?
- *(In che rapporto stanno le discipline l'una con l'altra e con la cosiddetta inter-disciplinarietà?)*

*Cosa si intende per disciplina e
(per inter-disciplinarietà)?*



DISCIPLINE

Dal Latino “discere”, “imparare”

Forme di organizzazione della conoscenza (con loro strutture ontologiche, epistemologiche, metodologiche, esplicative e sociali) elaborate allo scopo di trasmettere la conoscenza da una generazione all'altra in modo significativo e efficace

Matematica, Fisica, Chimica,

Informatica?

Ingegneria?

Intelligenza artificiale?



DISCIPLINE

Le discipline come forme di conoscenza organizzata a diversi livelli in cui “prendono posto” **concetti, regole, leggi, modelli di spiegazione, metodi..**

- *livello ontologico*: livello in cui si delineano le **entità** che **costituiscono** l'oggetto di studio (*gli oggetti e le loro trasformazioni*)
- *livello epistemologico*: livello in cui si prende in considerazione come si sono **definiti** i **concetti** e come sono state **derivate** le **legge**
- *livello esplicativo*: livello in cui si prende in considerazione come sono **spiegati eventi e processi**
- *livello metodologico*: livello in cui si prendono in considerazione i **metodi utilizzati** per produrre conoscenza

Le discipline come struttura sociale, istituzionale di trasmissione del sapere



PUNTI DI OGGI

- Le “materie a scuola” non sempre restituiscono il significato autentico della disciplina, perché non sempre il sapere insegnato a scuola è *“tagliato nelle sue giunture naturali”*
- Le discipline possono essere una risorsa inestimabile per sviluppare *competenze di pensiero e di futuro*, purché...
- Le discipline possono essere risorsa per capire/interpretare temi attuali, complessi e intrinsecamente interdisciplinari, purché....



ESEMPI

- Caso 1: Le “materie a scuola” e le discipline, *ovvero il problema (non banale) di come “tagliare la natura nelle sue giunture”*
- Caso 2 dal progetto I SEE: Le discipline come risorsa inestimabile per sviluppare *competenze trasversali di pensiero* (epistemiche e di futuro)
- Caso 3 dal progetto I SEE: Le discipline come risorsa per capire/interpretare temi attuali, complessi e intrinsecamente interdisciplinari, *ovvero come le varie discipline (STEM) come struttura multi-dimensionale per proiettare un problema complesso su diversi piani e poterlo gestire con strumenti potenti, validati e accreditati*



Caso 1:
Le “materie a scuola” e le discipline, ovvero il
problema (non banale) di come “tagliare per
***bene la natura nelle sue giunture*”**

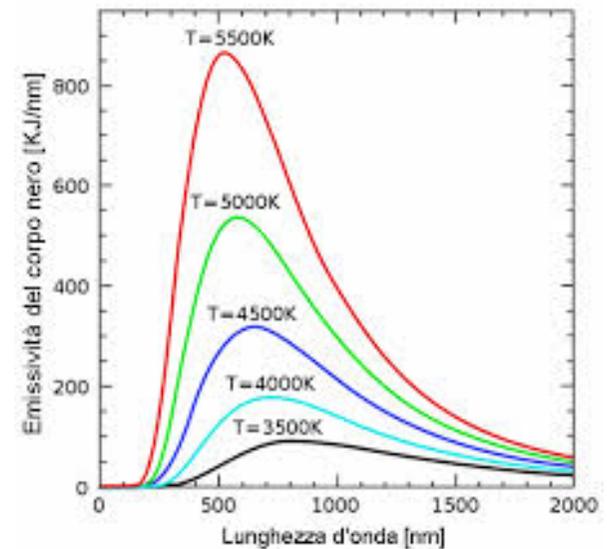
Branchetti, L., Cattabriga, A., Levrini, O. (accepted). *Interplay between mathematics and physics to catch the nature of a scientific breakthrough: The case of the blackbody*, Phys. Rev. Phys. Educ. Res.



Il corpo nero a scuola

Uno dei capitoli più oscuri di ogni libro di testo, ma con una “narrazione consolidata”

- Il corpo nero e il modello della cavità di Kirchhof
- l'analisi dello spettro e la legge dello spostamento di Wien
- Disaccordi tra teorie e dati sperimentali (spesso Reyleigh-Jeans)
- Planck e l'ipotesi dei quanti $E=h\nu$



Grazie alla sua ipotesi, Planck ottenne per la distribuzione spettrale dell'irradiazione $R(\lambda, T)$ l'espressione

$$R(\lambda, T) = \frac{2\pi c^2}{\lambda^3} \frac{h}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}, \quad [5]$$

che riproduce con grande precisione i dati sperimentali.

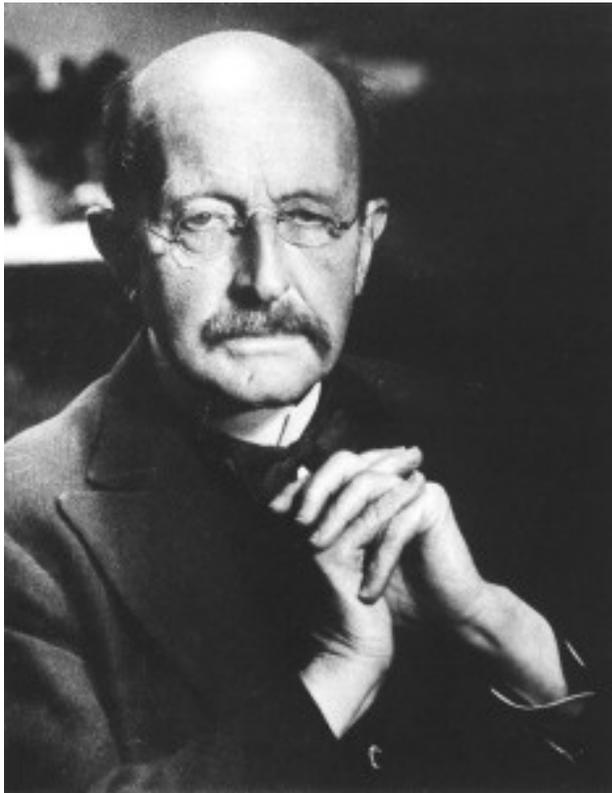
$$u(\nu) d\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu$$

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{Js}$$

$$\text{"}h \text{ tagliato"} = 1,05 \times 10^{-34} \text{Js}$$



Dove la rivoluzione quantistica ebbe inizio....



Max Planck
(Kiel 1858, Gottinga 1947)

- a. *On an Improvement of Wien's Equation for the Spectrum (1900a)*
- b. *On the Distribution Law of Energy in the Normal Spectrum (1900b)*
- c. ...



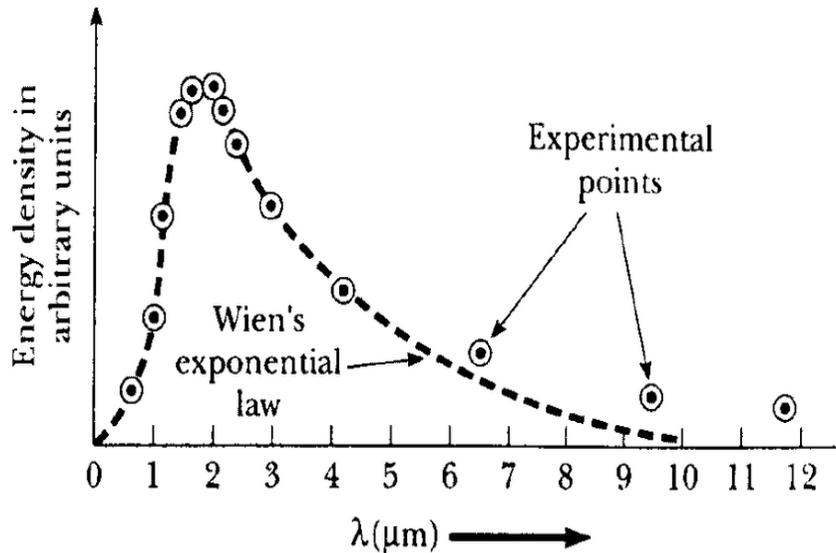
L'ASSOLUTO

“The decision to dedicate myself to science was the direct result of a discovery which has not ceased to fill me with **enthusiasm** from my early youth. The laws of human thought coincide with the laws which regulate the succession of impressions we receive from the world around us. Similarly, pure logic allows us to penetrate the mechanism of the latter. Which means it is of fundamental importance that the **outside world be independent and absolute.** **The quest for the laws which govern this absolute seem to me to be the most important scientific mission of my life”** (Autobiografia scientifica)



On an Improvement of Wien's Equation for the Spectrum (1900a)

La legge di Wien: $u_\nu = a_1 \nu^3 e^{-a_2 \nu/T}$



Densità spettrale

Energia media del singolo oscillatore

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} a e^{-\frac{b\nu}{T}}$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} U(\nu)$$



Legge dello spostamento di Wien

$$T \cdot \lambda_{max} = \text{cost}$$



Il “miglioramento” della legge di Wien

Riformulazione delle legge di Wien nell’approccio entropico di Planck

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{\alpha}{U}$$

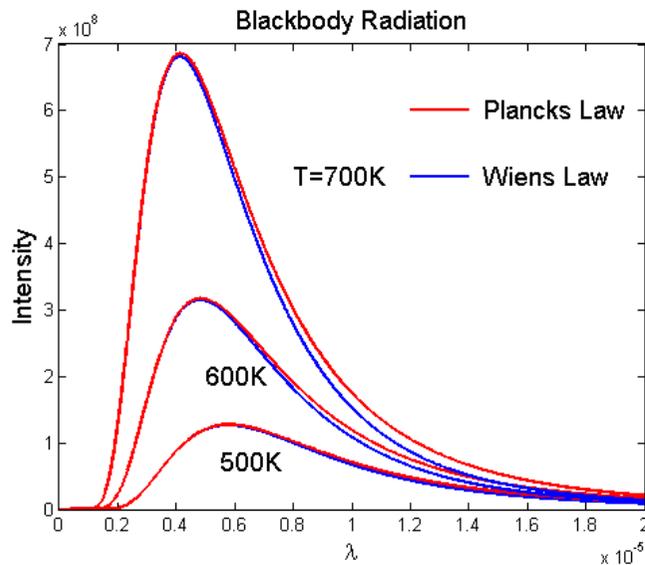
La Congettura di Planck

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{\alpha}{U(\beta + U)}$$

La legge di Planck

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{\beta}{e^{\frac{\beta}{\alpha T}} - 1} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

“Following this suggestion I have finally started to construct completely arbitrary expressions for the entropy which although they are more complicated than Wien’s expression still seem to satisfy just as completely all requirements of the thermodynamic and electromagnetic theory”



“In poche parole, ciò che feci può essere descritto semplicemente come un atto di disperazione”

“Lo stesso giorno in cui formulai questa legge mi dedicai al compito di conferirle un vero significato fisico” (Max Planck)

***On the Distribution Law of Energy in the Normal Spectrum:
paper presentato
il 14 dicembre 1900 alla Società Tedesca di Fisica***

Sommerfeld: December 14th, 1900 the
“birthday of the quantum theory”



9. On the distribution law of energy in the normal spectrum

by Max Planck

(presented in different form at the German Physical Society Meeting on October 19 and December 14, 1900, proceedings 2, p. 202 and p. 237, 1900)

Introduction

The new measurements of spectra by O. Lummer and E. Pringsheim ¹ and even more conspicuously those by H. Rubens and F. Kurlbaum ², which simultaneously confirm a result obtained earlier by H. Beckmann ³ have shown that the energy distribution law in the normal spectrum, which was first derived by Wien from molecular kinetic considerations and later by myself from the theory of electromagnetic radiation, is not generally valid.

On any account, the theory behind the energy distribution law needs an improvement and I will try in the following to make an attempt in this direction on the basis of my own theory of electromagnetic radiation. In order to do so, it will be necessary to identify the very link in the chain of reasoning which lead to Wien's energy distribution law that is amendable to change; to remove that link from the chain and replace it with a suitable substitute.

In my last paper ⁴, I have shown that the physical foundation of the electromagnetic theory of radiation including the hypothesis of the "natural radiation" withstand severe



“Since the entropy of a resonator is thus determined by the way in which the energy is distributed at one time over many resonators, **I suspected** that one should evaluate this quantity in the electromagnetic radiation theory by introducing **probability considerations**, the importance of which for the second law of thermodynamics was first of all discovered by **Mr. Boltzmann**.

This suspicion has been confirmed; I have been able to derive deductively an expression for the entropy of a monochromatically vibrating resonator and thus for the energy distribution in a stationary radiation state, that is, in the normal spectrum.” (Planck, 1900b)



L'applicazione di un approccio termodinamico a la Boltzmann per interpretare la nuova espressione di $U(\nu)$

“We must now **give the distribution** of the energy over the separate resonators of each group, first of all the distribution of the energy E over the N resonators of frequency ν .

If E considered to be continuously divisible quantity, this distribution is possible in infinitely many ways.

We consider, however – this is the most essential point of the whole calculation – E to be composed of a very definite number of equal parts and use thereto the constant of nature $h = 6.55 \times 10^{-27}$ erg·sec.” (Planck, 1900b)

la discretizzazione del processo di interazione tra radiazione e materia (assorbimento e emissione)



la porta segreta verso un nuovo mondo



I processi della fisica classica e la legge di continuità

“natura non operator per saltum”

uno dei dogmi centrali della descrizione fisica



Quindi...

Le discipline come un modo sapiente di dis-intrecciare un sapere che nasce quasi sempre intrinsecamente interdisciplinare o contaminato

Le discipline come risultato della

“capacità di smembrare l'oggetto in specie, seguendo le nervature naturali, guardandosi dal lacerarne alcuna parte come potrebbe fare un cattivo macellaio”

(Platone, *Fedro* 265 d-e).

“cutting the nature at its joints”



Caso 2 dal progetto I SEE:

**Le discipline come risorsa inestimabile per
sviluppare competenze trasversali di pensiero
(epistemiche e di futuro)**





Il progetto I SEE:

Inclusive STEM Education to Enhance the capacity to aspire and imagine future careers



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

Composizione del partenariato



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Liceo
Scientifico
Einstein



FONDAZIONE
GOLINELLI



UNIVERSITY OF HELSINKI



The Association
for Science Education

Promoting Excellence in Science Teaching and Learning



LANDVERND
ICELANDIC ENVIRONMENT ASSOCIATION



- Università di Bologna (coordinatore)
- Liceo “Einstein” – Rimini
- Fondazione Golinelli – Bologna
- Università di Helsinki e Normal Lyceum
- Association for Science Education – UK
- Landvernd – Reykjavìk
- Hamralid College – Reykjavìk

I SEE sui social

WWW.**iseeproject.eu**
iseeproject.eu@gmail.com



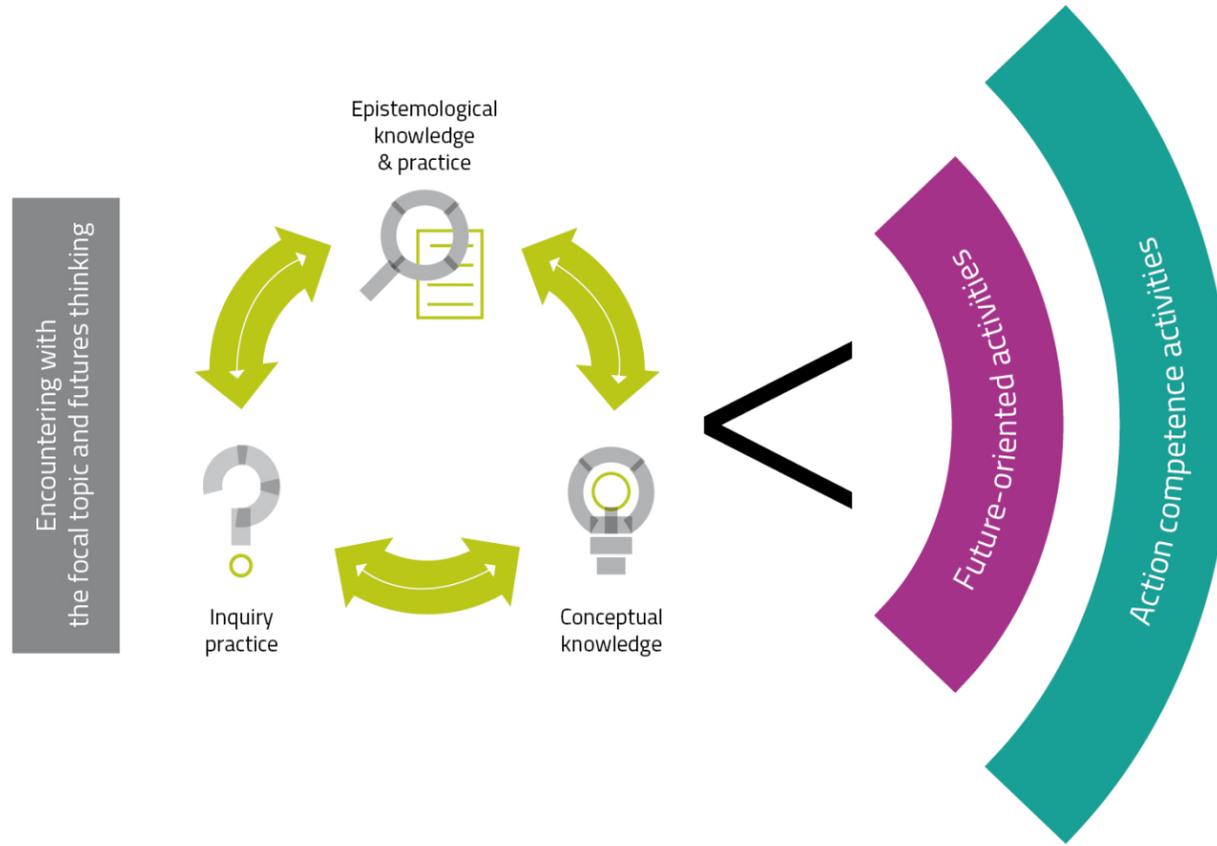
The project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373.

- Facebook page: <https://www.facebook.com/iseeproject.eu/>
- Instagram page: i_see_project
- Youtube channel:
https://www.youtube.com/channel/UCsw5RSFI3R8UsnKLeYb_Juw

Intellectual Output del progetto

- **Moduli di insegnamento/apprendimento** su temi STEM avanzati (es. cambiamenti climatici, intelligenza artificiale, nanotecnologie, computer quantistici...)
- **Linee guida** per lo sviluppo di ulteriori moduli I SEE (criteri di progettazione, esempi commentati, ...)
- **Case study di ricerca** su studenti o su dinamiche collettive per indagare l'impatto dei moduli I SEE sull'apprendimento
- **Raccomandazioni ai *policy maker*** per intersecare scuola e società ed innovare la didattica STEM

LA STRUTTURA DEI MODULI





Uno dei fondamentali di progettazione

- Il futuro è intrinseco nella scienza
- Il futuro è assorbito e integrato nella struttura epistemologica della scienza ed è strettamente collegato ai modelli di spiegazione causale gradualmente elaborati dalla scienza e dai modelli previsionali che ha via via elaborato

Ad esempio, in fisica

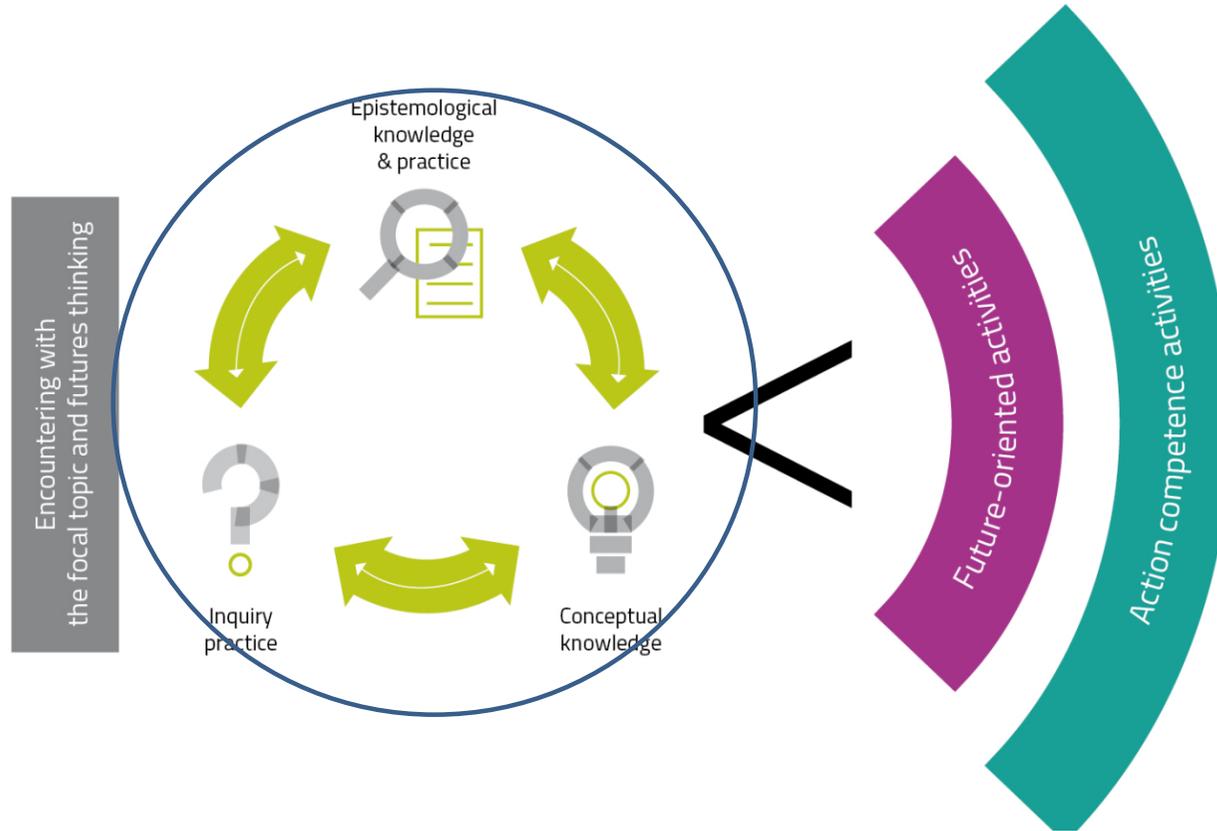
Fisica
newtoniana:
previsioni
deterministiche
e causalità
lineare

Fisica
quantistica: i
modelli
probabilistici
(non epistemici)
per la predizione

Scienza dei
sistemi
complessi

Un nuovo vocabolario: *incertezza, spazio di possibilità, scenari futuri, proiezione invece di previsione deterministica, feedback e causalità circolare ...*

LA STRUTTURA DEI MODULI





Per esempio... nel modulo sui Cambiamenti Climatici

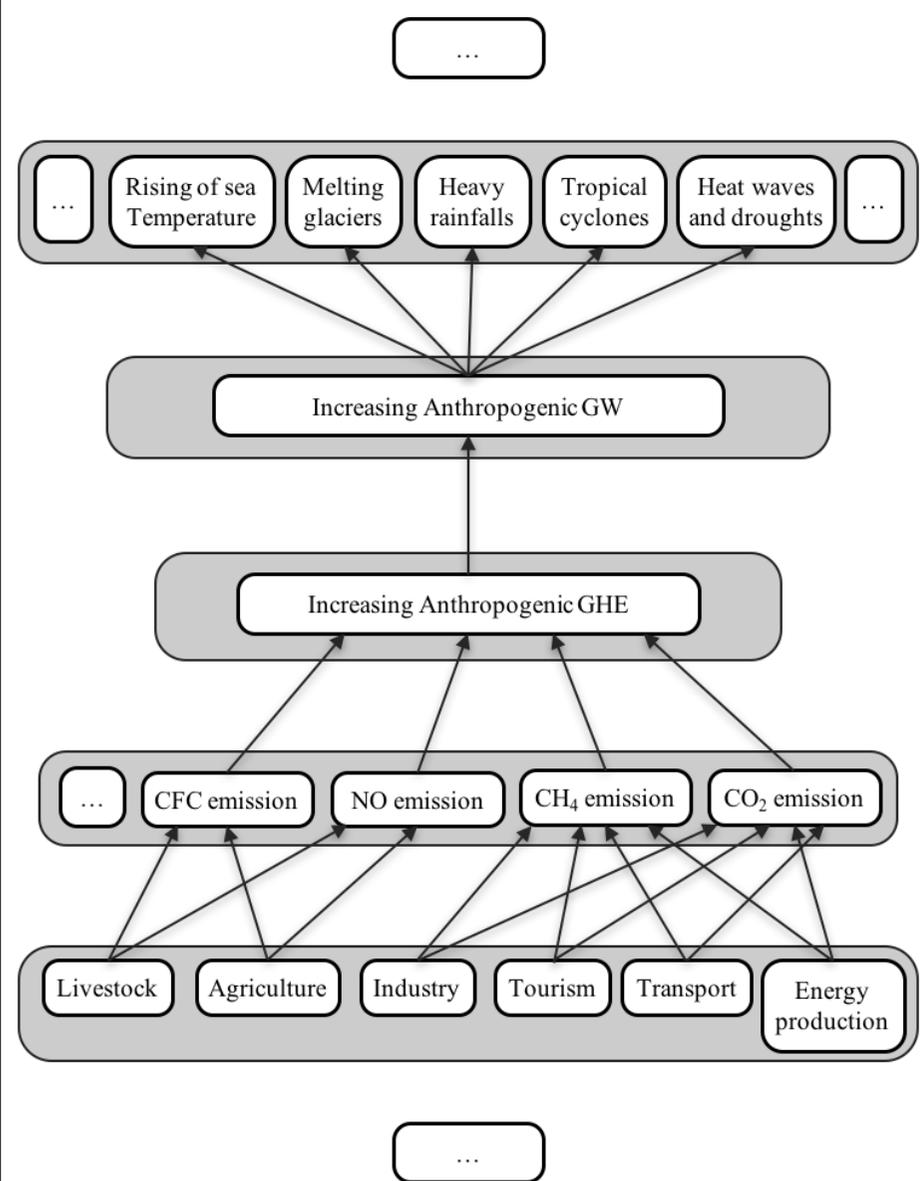
- Attività di laboratorio (concetto di sistema, di modellizzazione...)
- Attività sulla complessità (il clima come un sistema complesso, concetto di feedback, focus sulle simulazioni...)
- Attività di analisi di testi scientifici (da report IPCC e non solo...) e di costruzione di mappe...

Analisi del presente (Analisi di testi)

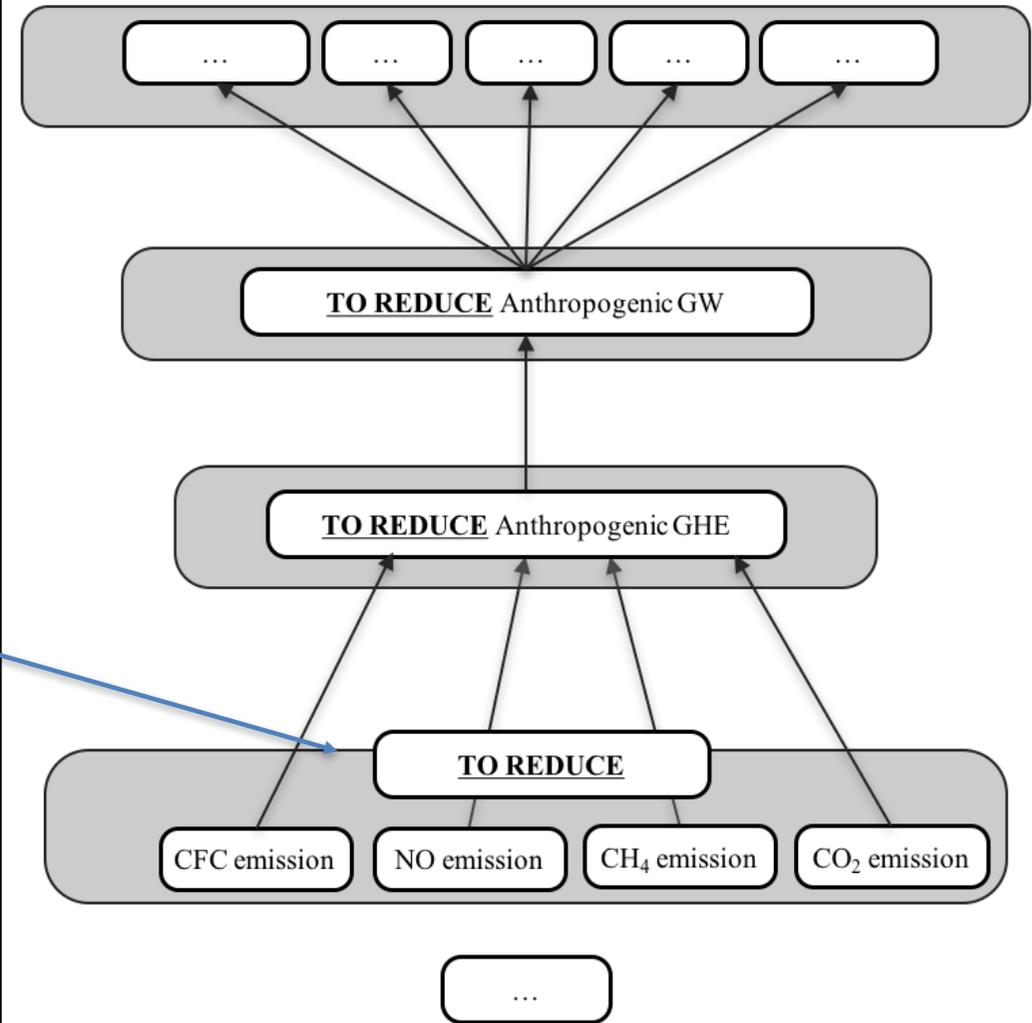
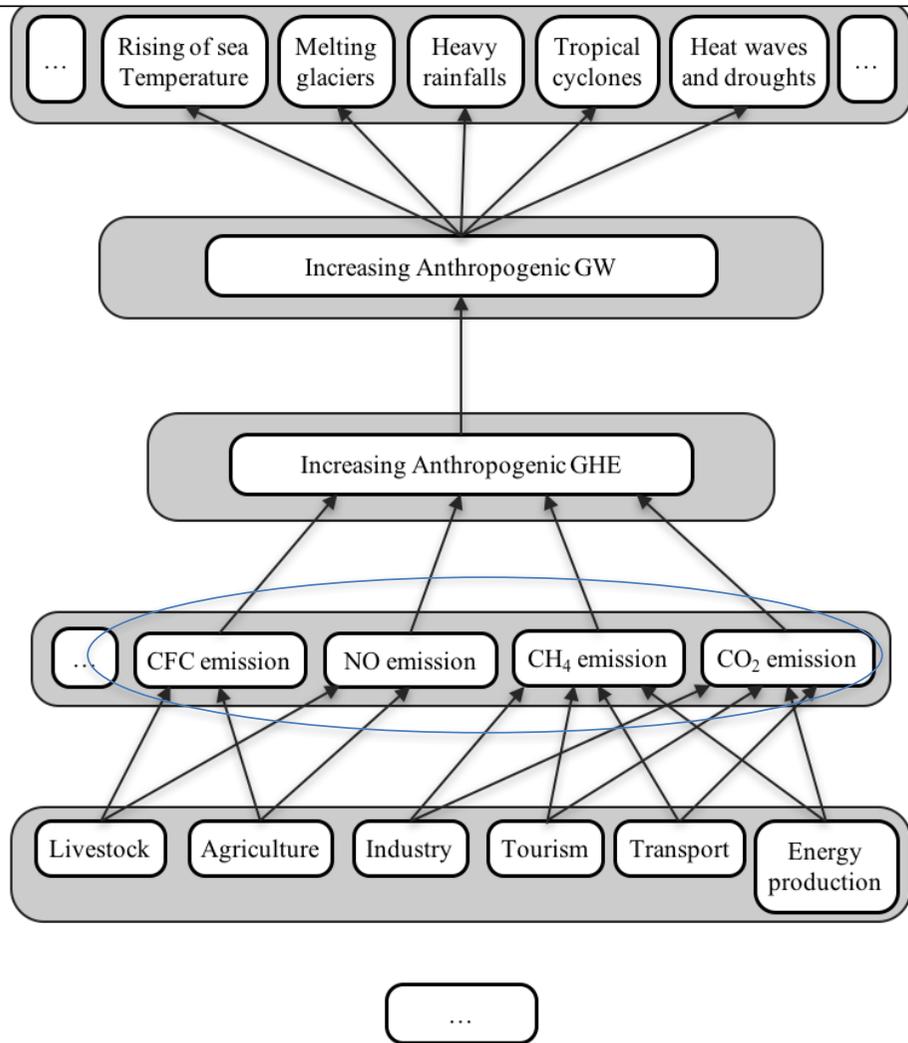
I. Costruzione dell'Albero dei problemi

THE GLOBAL WARMING ISSUE

Global warming, in climatology, indicates an increase in the average temperature of Earth's surface and recorded in different phases of the climatic history of the Earth. The expression is now almost always used to mean heating due to the anthropogenic (i.e. human) contribution, decisive in the heating phase of the last 100 years. The fifth report of the *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) in 2014 estimated that the average global surface temperature has increased by 0.85 [0.65-1.06] °C in the period 1880-2012. Most of the phenomena that cause the rise in temperature since the mid-twentieth century are considered, within the IPCC report, anthropogenic. These phenomena are responsible for an increase of the natural phenomenon of the greenhouse effect. The natural greenhouse effect is part of the complex of thermal equilibrium adjustment mechanisms of a planet (or satellite) surrounded by an atmosphere, which, if it contains certain gases called greenhouse gases, produces in fact the overall effect of mitigating the temperature the global average surface of the planet, isolating partially by large swings in temperature or that would subject the planet in their absence. To give an idea of the phenomena regarding the Earth, in the absence of greenhouse gases, by the equation of balance between in- and outgoing radiation is one which average surface temperature of the Earth would be of about -18 °C whereas, thanks to the presence of greenhouse gases, the actual value is about +14 °C, enabling life as we know it. The greenhouse effect that increases the natural greenhouse effect is that phenomenon due to the emission of greenhouse gases by human activities, including industry, agriculture, livestock, transport, power plants for civilian purposes. In particular industries, transport, energy production facilities and even tourism activities contribute to increasing emissions of carbon dioxide (CO2) and emissions from fossil fuels such as methane. Agriculture and livestock, that are more and more intensive activities because of the growing food demand, contribute most to the emission of nitrous oxide and methane. Most production of methane is in fact due to the fermentation of typical livestock manure, that also grew significantly, and the fermentation of crops to submergence (for example rice). To the list of greenhouse gases should be added the chlorofluorocarbons (CFC), the only man-made gas, mainly used in the production of spray cans. This type of cans, now banned from production in different countries, have been the subject of debate between eighty and two thousand years as they are considered responsible for the depletion of the ozone layer in the atmosphere. [...]



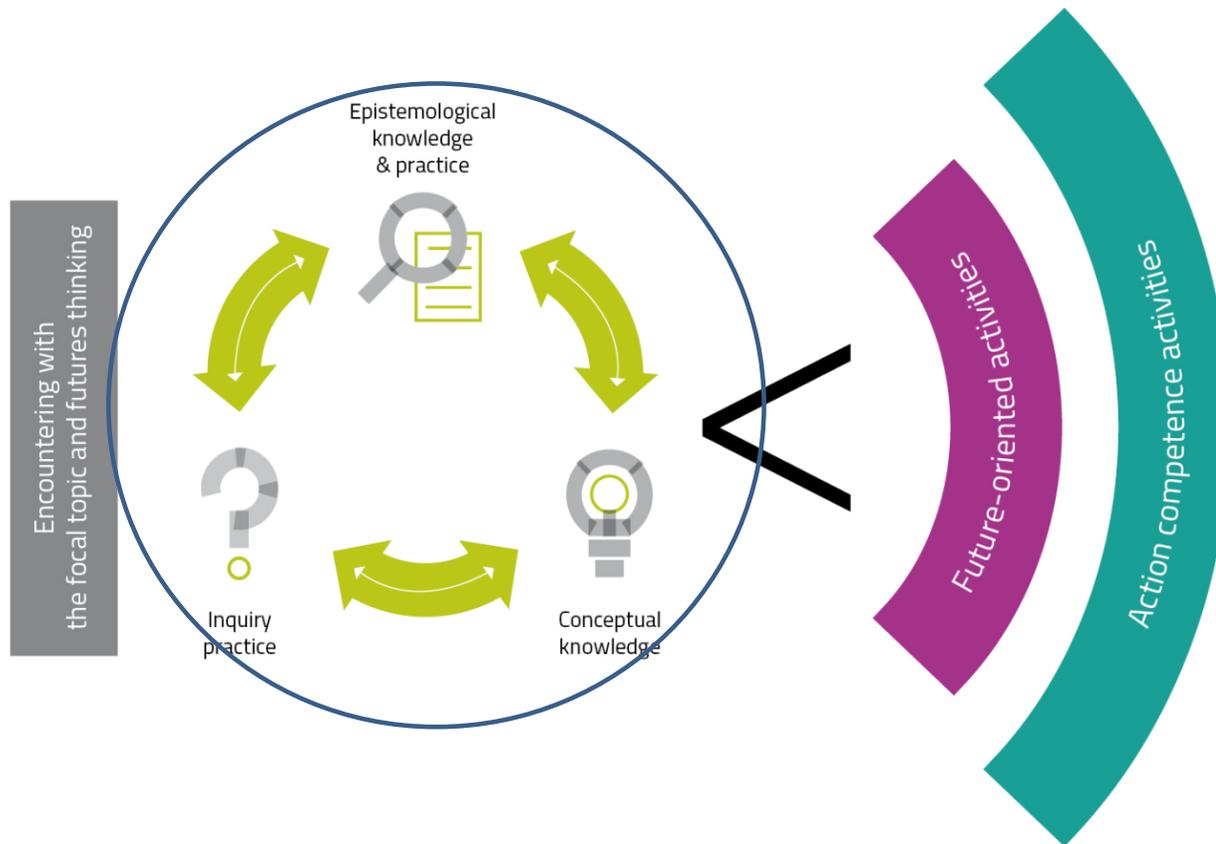
II. Trasformazione dell' **Albero dei problemi** in **Albero degli obiettivi**



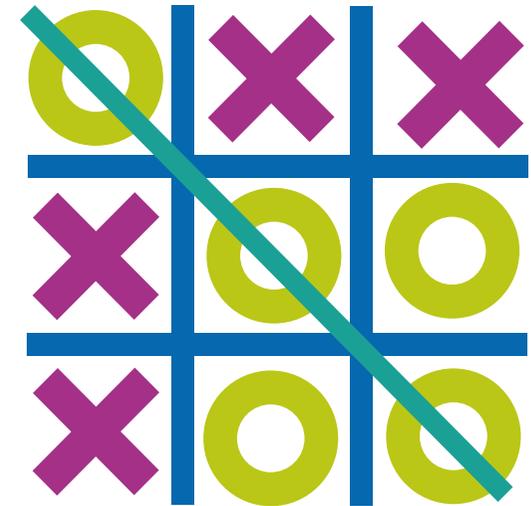
**Caso 3 dal progetto I SEE:
Le discipline come risorsa per
capire/interpretare temi complessi e
intrinsecamente interdisciplinari**



Dal modulo sul'Intelligenza artificiale



TRIS

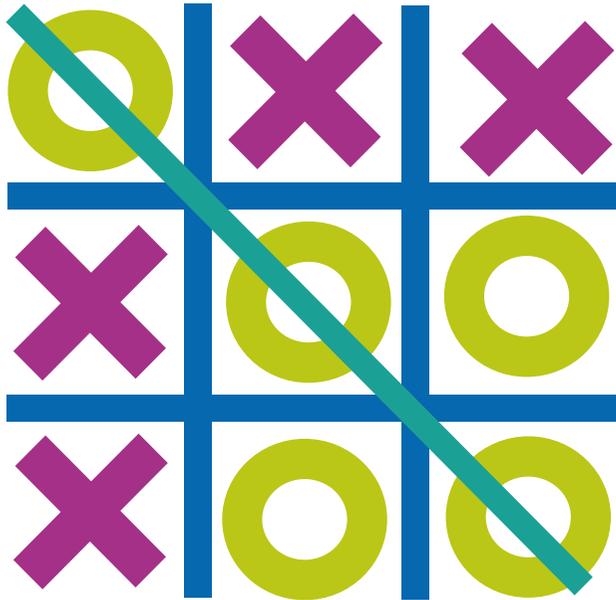


Il cuore concettuale del modulo sull'IA era il confronto di tre diversi approcci



- L'approccio *imperativo*
- L'approccio *logico-dichiarativo*
- L'approccio del *machine learning*.

IL GIOCO DEL TRIS



Il gioco del tris per confrontare tre diversi tipi di ragionamento e di strategia di soluzione di un problema (insegnare al computer a vincere a tris).

- a) un ragionamento procedurale, sequenziale (approccio imperativo);*
- b) un ragionamento logico-deduttivo, ad albero decisionale (approccio logico-dichiarativo);*
- c) un ragionamento basato sugli esempi e su progressivo adattamento di fatti esperienziali e loro classificazione (approccio machine learning).*

Diversi tipi di ragionamento e di strategia di soluzione di un problema (insegnare al computer a vincere a tris)

	APPROCCIO IMPERATIVO	APPROCCIO LOGICO	MACHINE LEARNING
Il programmatore deve:	spiegare alla macchina passo passo cosa deve fare per ogni possibile situazione attraverso un <i>algoritmo</i>	dare fatti e regole di inferenza e la macchina inferisce gli output attraverso una <i>motore inferenziale</i>	collezionare esempi di mosse vincenti e allenare una rete neurale (NN) attraverso un <i>algoritmo di apprendimento</i>

PYTHON

```

1 #check if player p
2 #wins on the board b
3 def wins(b, p):
4     return ((b[6] == p and b[7] == p and b[8] == p) or (b[3] == p and
5
6 #returns next best move for player 'o'
7 #given the current state of the Board
8
9 def nextmove(Board):
10    #Checks if 'o' can win with the next move
11    for i in range(9):
12        b = Board.copy()
13        #if space i is empty
14        if b[i] == '':
15            #try to make the move
16            b[i] = 'o'
17            if wins(b,'o'):
18                print("AI: win")
19                return i
20
21 #Otherwise, blocks 'x' to win with the next move
22 for i in range(9):
23     b = Board.copy()
24     #if space i is empty
25     if b[i] == '':
26         #try to simulate 'x' move
27         b[i] = 'x'
28         if wins(b,'x'):
29             print("AI: blocking opponent win")
30             return i
31
32
33 #Otherwise, try to make a move

```

```

next_move(4).
next_move(0). next_move(2). next_move(6). next_move(8)
next_move(1). next_move(3). next_move(5). next_move(7)

$I win if I complete a line (I already have 'o' in B a
win(A) :- o(B), o(C), different(B,C), tris(A,B,C).

$I prevent 'x' victory by choosing A
prevent_other_win(A) :- x(B), x(C), different(B,C), tr.

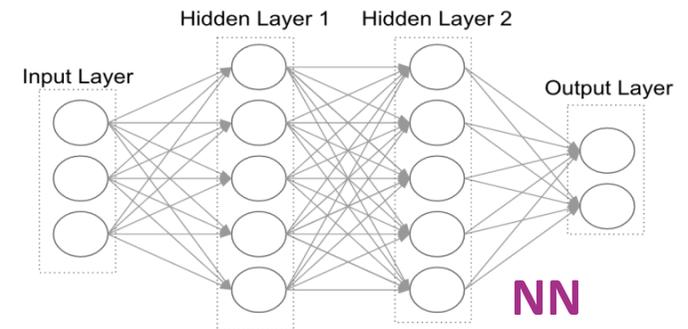
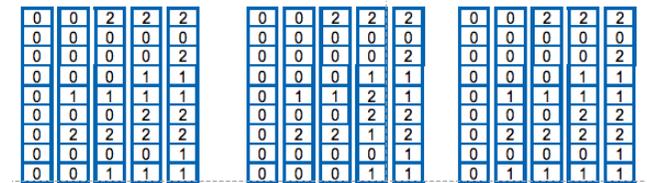
$I create a fork if at the next move I can win in two :
fork(A) :- o(B), o(C), different(B,C), tris(A,B,D), tr.

$I prevent a fork if at the next move the opponent cou
prevent_fork(A) :- x(B), x(C), different(B,C), tris(A,

$I make a move, of course if it's empty
computer_move :- next_move(A), empty(A), assert(o(A)).

```

PROLOG



MACHINE LEARNING AS EMERGING PROPERTY

Neural networks introduce a new approach in AI

A **neural network** can be modeled as a **complex system**

- Very simple rules
- Global emerging behavior **NOT pursued** and **NOT linearly reconstructable** by means of the simple rules

Learning emerges in a complex way from simple rules of “neurons” and their connections

Obiettivo: riconoscere che, dietro ai vari approcci, ci stanno **forme di razionalità/ forme di ragionamento DISCIPLINARI**

	APPROCCIO IMPERATIVO	APPROCCIO LOGICO	MACHINE LEARNING
Il programmatore deve:	spiegare alla macchina passo passo cosa deve fare per ogni possibile situazione attraverso un <i>algoritmo</i>	dare fatti e regole di inferenza e la macchina inferisce gli output attraverso una motore inferenziale	collezionare esempi di mosse vincenti e allenare una rete neurale (NN) attraverso un algoritmo di apprendimento

INFORMATICO

LOGICO-MATEMATICO

FISICO

CONCLUSIONI

- Le discipline sono ancora una risorsa preziosissima per il mondo di oggi (sono fonti per lo sviluppo di competenze epistemiche e di futuro), ma...
- Vanno ripensate, perché non sempre a scuola il sapere restituisce l'autenticità della disciplina: non emerge né la sua struttura epistemica né il suo formarsi in contesti dove il sapere è intrecciato, *intrinsecamente interdisciplinare*; non emerge né il processo di “separazione del sapere”, né la struttura epistemologica che lo organizza



Interdisciplinarietà ↔ Discipline (in senso autentico)

➔ **l'interdisciplinarietà** aiuta a ricostruire capitoli fondamentali di evoluzione del pensiero e della conoscenza disciplinare e a capire il contenuto stesso di un tema disciplinare (es. il corpo nero)

← **La conoscenza disciplinare** aiuta ad entrare nel significato delle nuove discipline o a gestire nuovi problemi che ancora non sono organizzati ancora in una disciplina (es. AI)



INTER-DISCIPLINARITA' (autentica)

non è a-disciplinarietà,
non è multi-disciplinarietà,
non è “subalternità di una disciplina all'altra”

ES. nel rapporto tra matematica e fisica

Insegnamento della fisica → Matematica un mero strumento per descrivere e calcolare

Insegnamento della matematica → Fisica un possibile contesto per l'applicazione di concetti astratti

Ma... ad esempio, la matematica per la fisica...

- fa da pungolo nelle rivoluzioni scientifiche (Brush, 2015)
- fornisce le strutture formali del pensiero (es. Il potere creativo delle analogie formali o delle forme di ragionamento causali) (Kragh, 2015)



IDENTITIES

(KA2/Strategic Partnerships for higher education)

Integrate Disciplines to Elaborate Novel Teaching approaches to
InTerdisciplinarity and Innovate pre-service teacher Education for
STEM challenges

Partnership:
UNIBO, UNIPR,
Università di Montpellier
Università Autonoma di Barcellona
Università di Creta





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Olivia Levrini

Dipartimento di Fisica e Astronomia

olivia.levrini2@unibo.it

www.unibo.it