

Complex Problem Solving
un approccio
multidisciplinare per introdurre i concetti della
complessità a scuola

Giochi matematici e non solo: sfide e parole - chiave
Roma, 29 settembre - 1 ottobre 2017

Enrico Giustiniano Micheli
ISIS Carducci Dante Trieste
Università di Bergamo

Il Problema della gita in montagna



- Se non arriviamo e partiamo tutti lo stesso giorno, chi è giusto che paghi di più?

Il Problema del cambiamento climatico



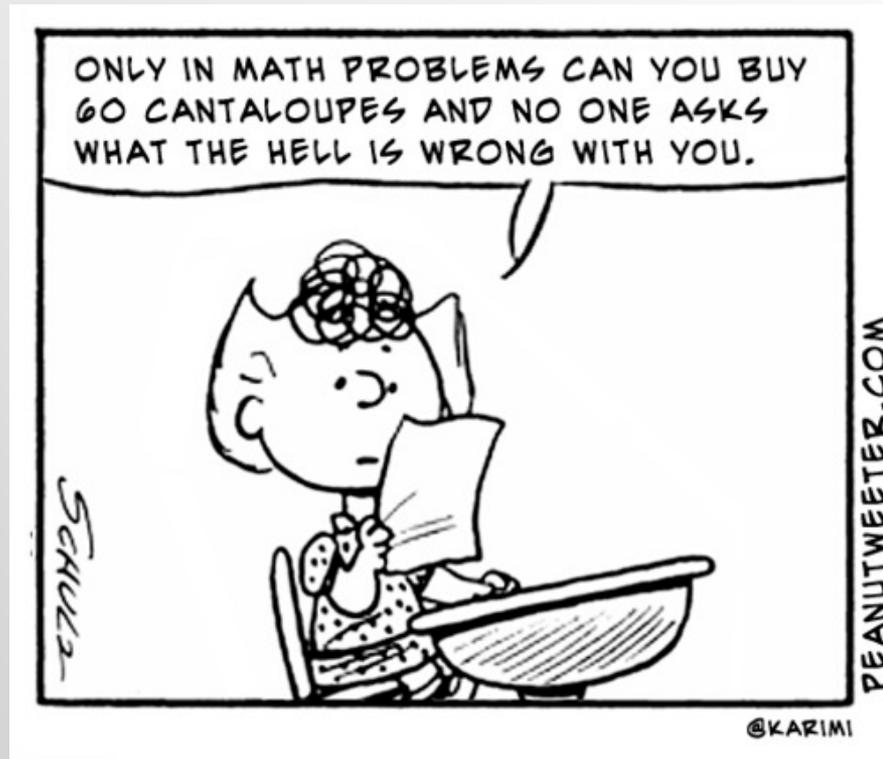
- Per ridurre le emissioni di CO₂ in percentuale, dobbiamo tener conto dei livelli attuali oppure prendere in considerazione anche il passato?

Mondi dinamici

- Esempi di mondi virtuali
 - Modifica del modello applicativo
 - The Sims
 - Clash of clans
 - Minecraft
 - Gta
- <https://www.youtube.com/watch?v=HdOfIz-Rtb8>

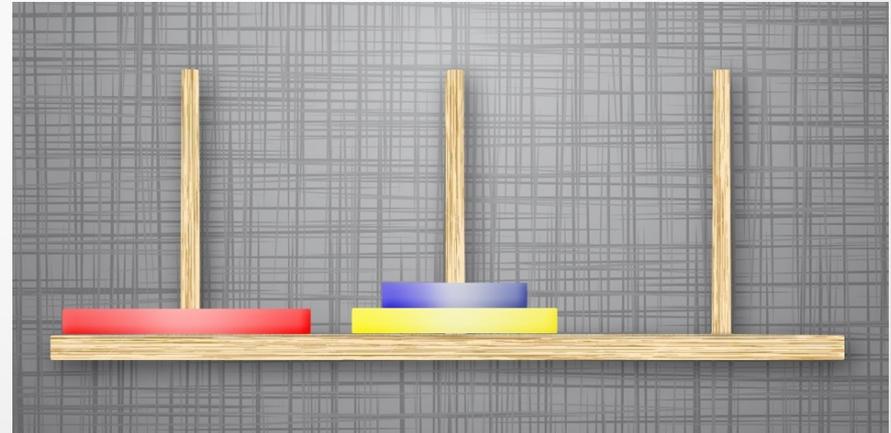
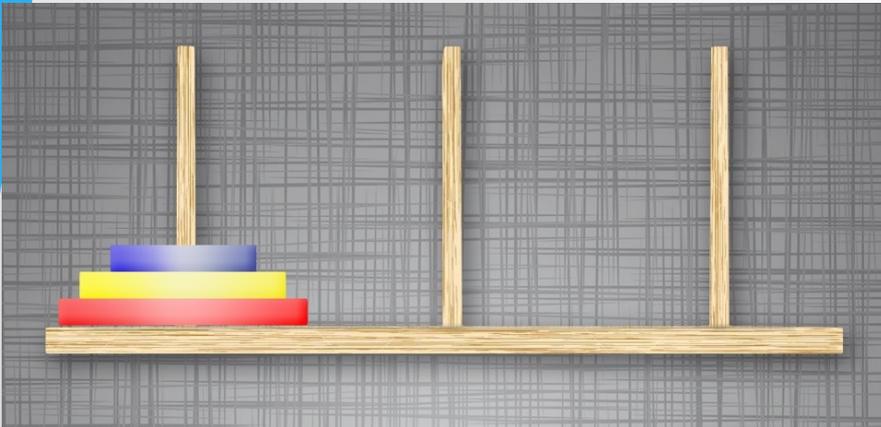
Harvard Innovation Lab

Problem Solving classico



- Soluzioni algebriche
- Definizione di un insieme di variabili
- Ricerca di relazioni
- Risolvere le equazioni
- Metodi pre-algebrici
- Definire una soluzione per tentativi ed errori

La torre di Hanoi



Si può dimostrare che Il numero minimo di mosse necessarie per risolvere una Torre di Hanoi è $2^n - 1$, dove n è il numero di dischi inizialmente presenti, in questo caso $2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$.

Il modello di scuola del diciannovesimo secolo

- Scienze Naturali
- Scienze Umane
- Scienze Sociali
- Suddivisione disciplinare
- Matematica
- Fisica
- Chimica
- Biologia
- Filosofia
- Storia
-

Cosa è la complessità ?

- Anche fra gli esperti non esiste una definizione unica di complessità



Complexity: A Very Short Introduction,
John H. Holland, Oxford University Press, 2014

«lo studio dei fenomeni che emergono da un insieme di oggetti interagenti»



<http://www.panoramio.com/photo/43585282>, Author: Hamid Hajihusseini

Definizione matematica di complessità computazionale

- Gregory Chaitin
- “Information –Theoretic computational complexity”, 1974
- La complessità di una stringa binaria è la quantità minima di informazioni necessarie per ricostruire la stringa

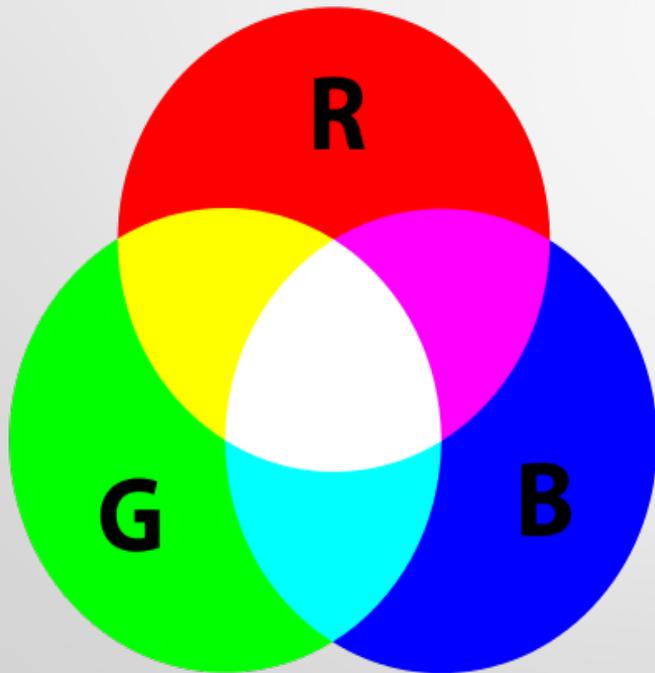
In altre parole, è il numero minimo di istruzioni necessarie ad un programma per ricreare la stringa originale.

uno dei problemi è quello di chiarire cosa sia un programma informatico e se la definizione dipende da quale programma si scelga.

«una stringa è complessa se la lunghezza del programma necessario per ricrearla è confrontabile con quella della stringa stessa, ovvero non è computabile»

Immagine e rappresentazione

I pixel possono essere rosso, verde
blu, bianco o nero

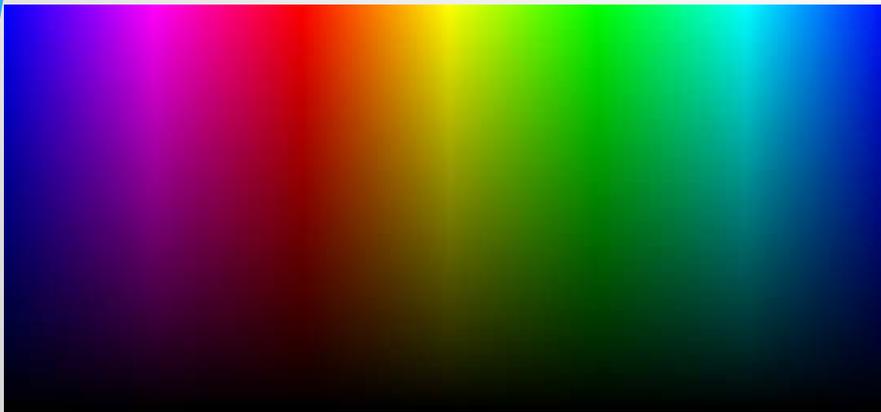


È possibile non rappresentare tutti
i pixel all'interno del rettangolo



Quale immagine è più complessa e perché?

Rappresentazione esadecimale



- <http://www.adriansauer.de/arbeiten/16-m>

$256 \cdot 256 \cdot 256 = 16.777.216$ colori

Adrian Sauer, 16.777.216 colori, 125 x 476,
Digitaler C-Print, 2010

Proviamo a vedere le stesse cose in modo diverso

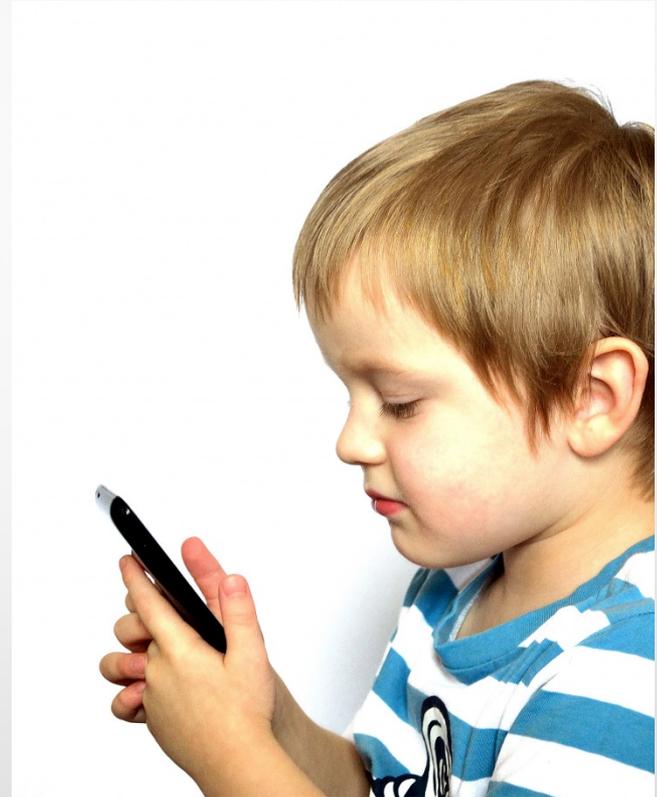
- <https://www.salvador-dali.org/museus/teatre-museum-dali/the-collection/119/gala-nude-looking-at-the-sea-which-at-18-metres-appears-the-president-lincoln>
- <https://www.salvador-dali.org/museus/teatre-museum-dali/the-collection/119/gala-nude-looking-at-the-sea-which-at-18-metres-appears-the-president-lincoln>

Il mondo del futuro (che è già presente)



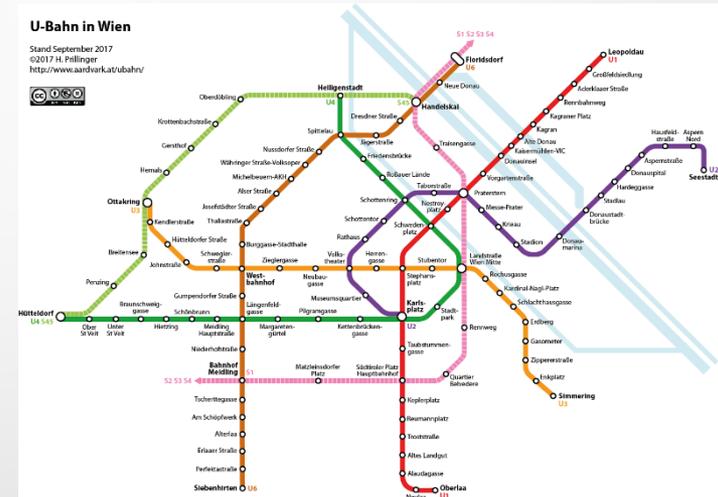
Conoscenza Complessa

- Imparare facendo
- Modello per errori e tentativi
- Usare uno smartphone
- Nessuna conoscenza pregressa



Complex Problem Solving apprendimento situato

- I Problemi complessi sono, per definizione, problemi che richiedono la gestione di una notevole quantità di variabili e la cui soluzione dipende fortemente dal percorso scelto.
- allo scopo di progredire, è necessario prendere decisioni successive che influenzano il risultato finale.
- In tale interpretazione problemi pratici quali organizzare un viaggio, una conferenza, o trovare un modo per distribuire equamente i compiti, sono problemi complessi.



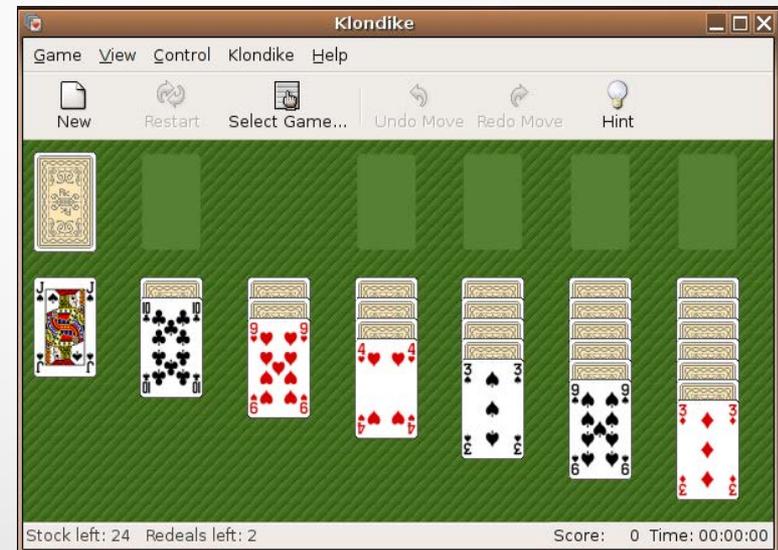
Ambiente dinamico in evoluzione

- Occorre adattarsi e pensare ad una strategia diversa per ogni problema
- Non c'è sempre una sola risposta giusta
- Si devono utilizzare conoscenze e competenze acquisite in precedenza ed applicarle in nuovi contesti
- una volta definita la strategia deve essere testata la sua efficacia

Solitario Klondike

- Problema complesso
- Contiene interessanti aspetti di teoria della probabilità
- Il fatto che non siamo in grado di determinare le probabilità di vincere una partita del comune solitario è un grande imbarazzo per la matematica applicata.
- Yan et al 2005

Come funziona?



Solitaire: Man Versus Machine

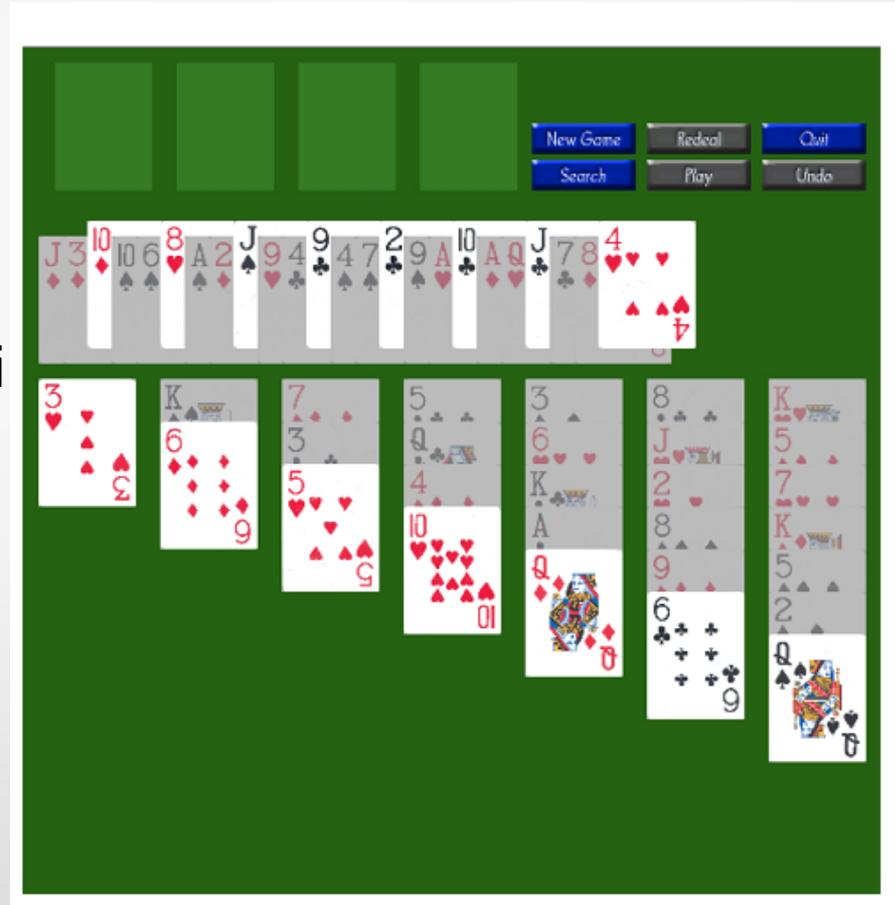
Xiang Yan* Persi Diaconis* Paat Rusmevichientong† Benjamin Van Roy*

*Stanford University
{xian, persi.diaconis, bvr}@stanford.edu

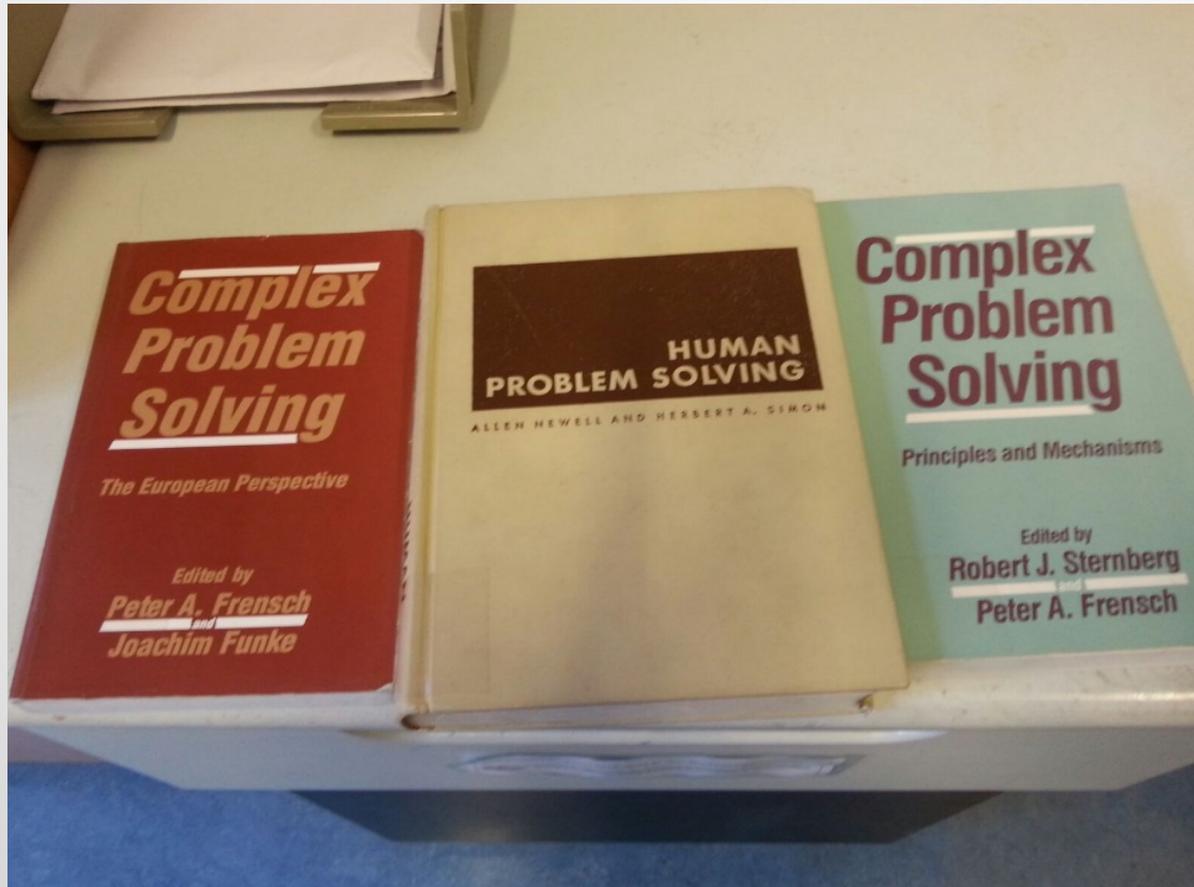
†Cornell University
paatrus@orie.cornell.edu

Il thoughtful solitaire

- Ci sono $52!$ possibili smazzate
- La probabilità di vincere sono circa il 70%
- Apprendimento per tentativi ed errori
- Qual è la strategia migliore?
- Non c'è una tecnica definitiva, anche se è possibile definire delle linee guida disponibili on-line



Complex Problem Solving

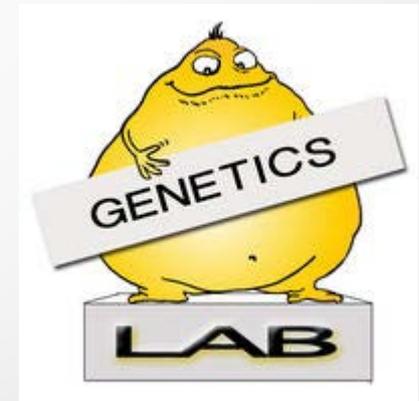


Inquadramento teorico

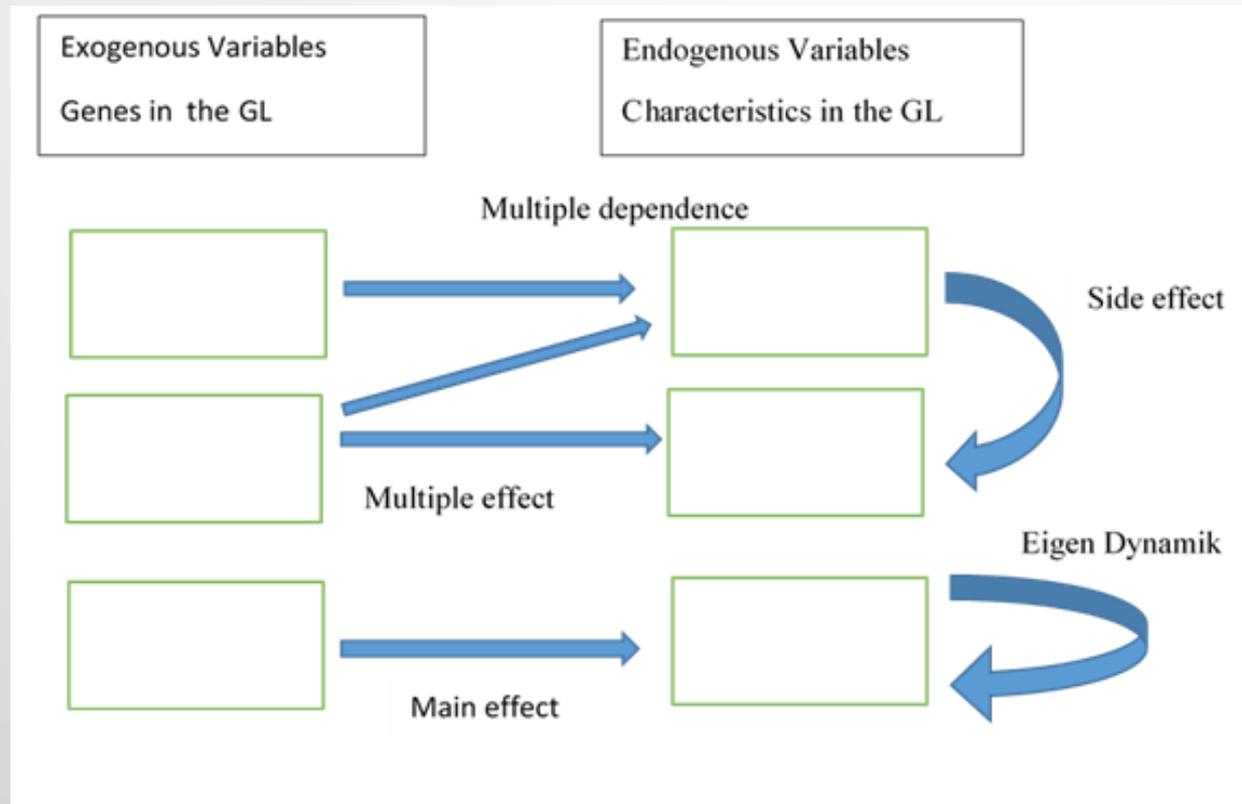
Visione Europea, Visione Americana

Il progetto

- Genetics Lab
- Università del Lussemburgo
- I Micromondi applicati e la ricerca della soluzione più corretta
- Introduce la possibilità di misurare le prestazioni in Complex Problem Solving



La struttura del Test



Genetics Lab

Calendario

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

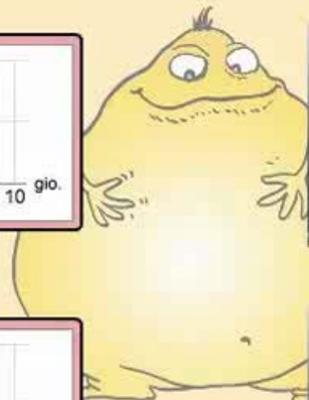
Giorno succ.

on
off



on
off

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.



25
20
15

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.



Girovita
20

on
off



on
off

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

15
10
5

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.



Altezza
10

Genetics Lab

Prima fase: esplorazione

torna al database

Analizza la creatura

Calendario

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

Giorno succ.

on
off

on
off

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

25
20
15

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

Peso
20

on
off

on
off

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

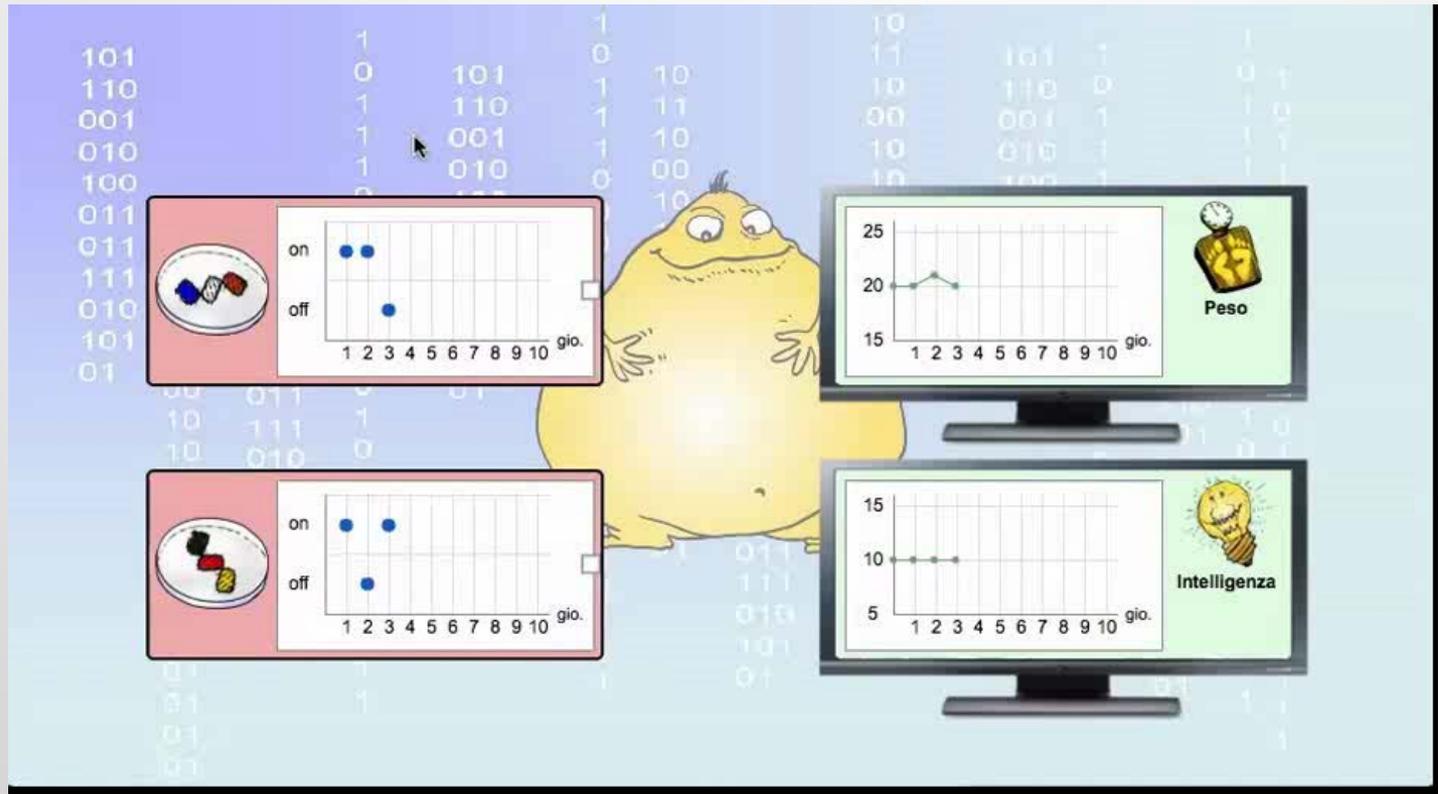
15
10
5

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

Intelligenza
10

Genetics Lab

Seconda fase: conoscenza



Genetics Lab

Terza fase: controllo

Calendario

1	2	3		

Giorno succ.

on
off

on
off

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

25
20
15

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

Peso

20 22
attuale atteso

15
10
5

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 gio.

Intelligenza

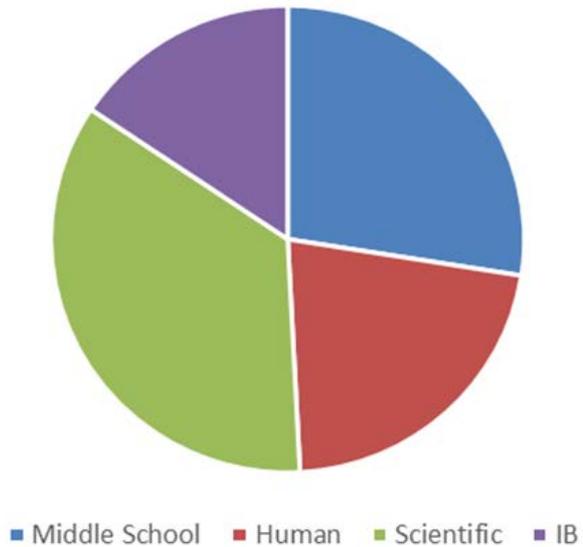
10 10
attuale atteso

Fase di sperimentazione

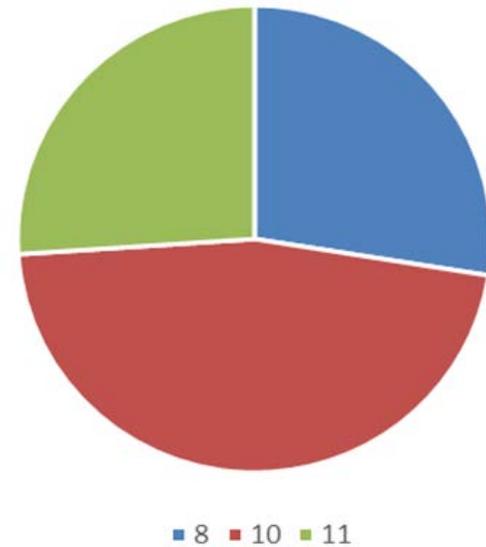
- studenti di età e background diversi si applicano nella risoluzione di problemi complessi
- raccolta dati in molte scuole diverse e con curriculum diversi
- tre fasi: un questionario di ragionamento astratto, una lezione sul concetto di complessità e le tecniche di risoluzione dei problemi complessi, il software The Genetics Lab. (testato per la prima volta in Italia, ne ho curato personalmente la traduzione in italiano).

Distribuzione del campione

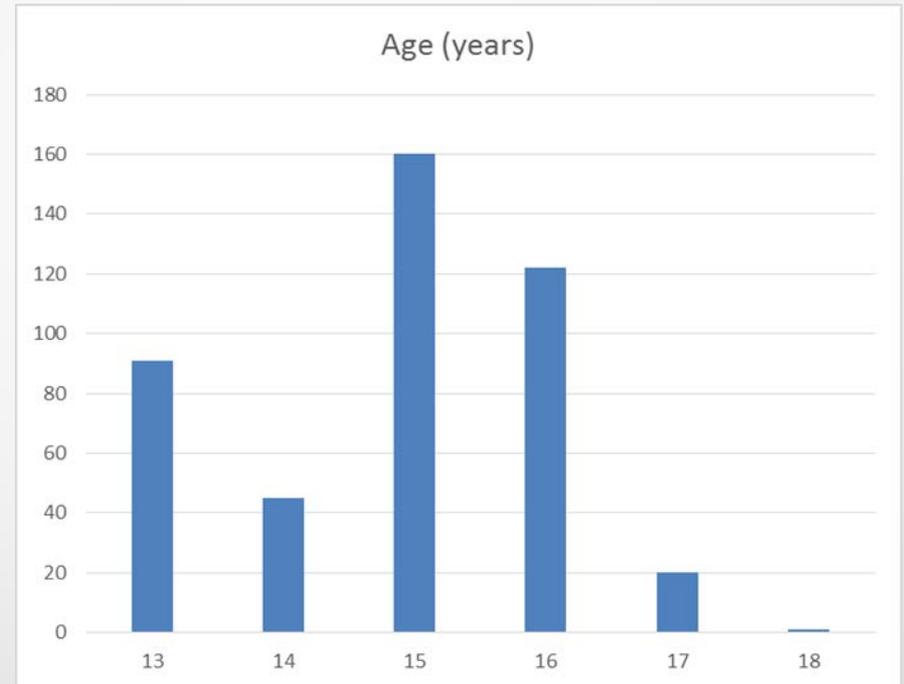
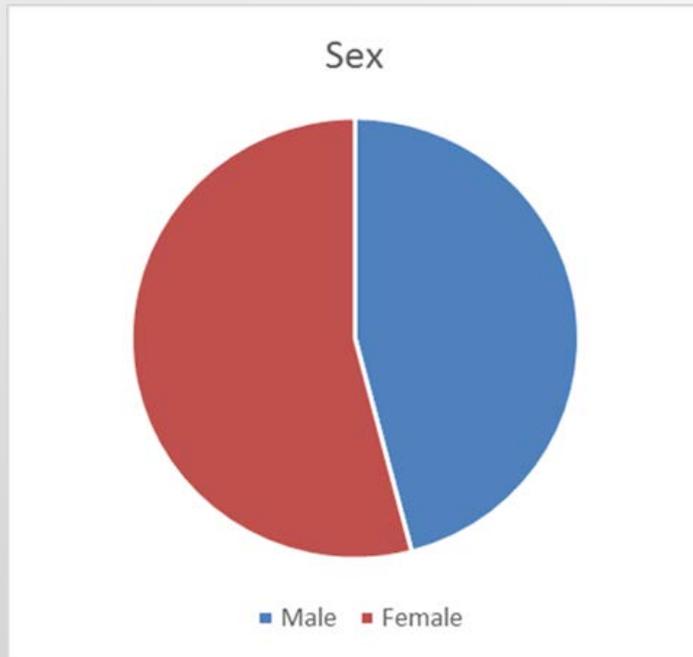
Track



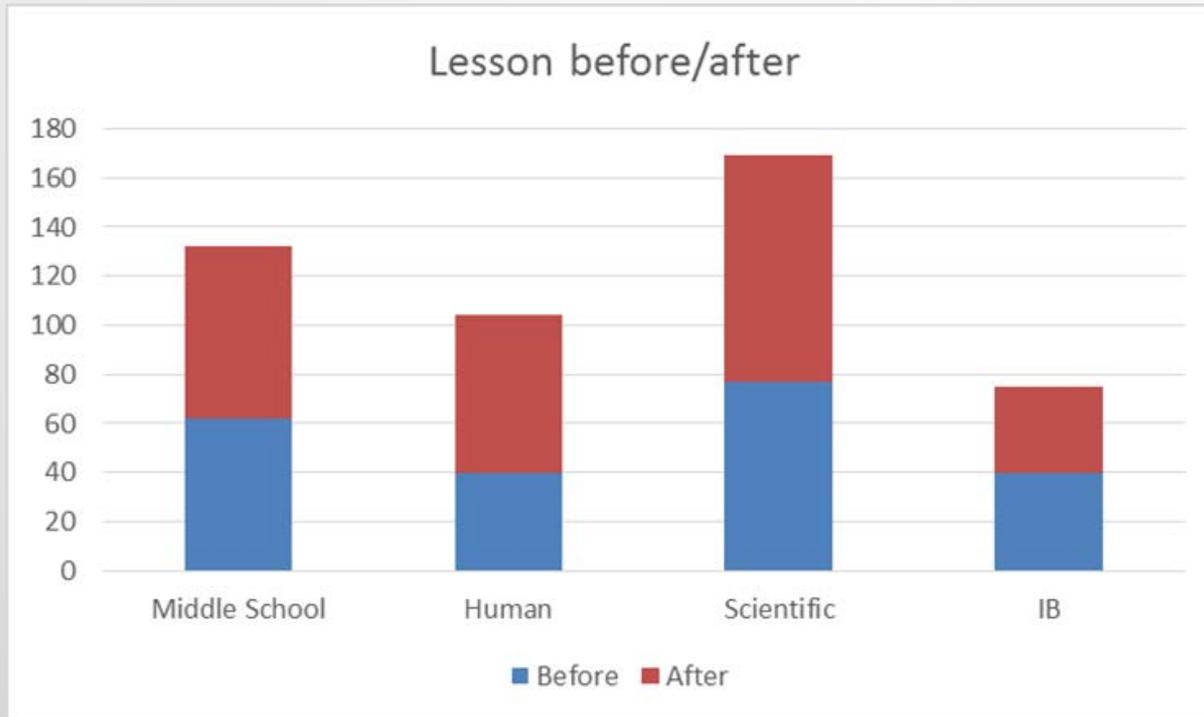
Grades Distribution



Distribuzione del campione



Distribuzione del campione



Conclusioni (1)

- La lezione ha destato interesse e ricevuto apprezzamento sia da parte degli insegnanti sia da parte degli studenti coinvolti
- È stata effettuata la regressione su entrambe le popolazioni per valutare possibili differenze fra i due sottogruppi in esame:
GL-L, L-GL.
- La differenza non risulta statisticamente significativa non solo sulla regressione principale ma anche sui residui
- In compenso sono apparse altre informazioni interessanti

P. Sonnleitner et al. *Learning to confront complexity: what roles can a computer-based problem-solving scenario play?*, Environmental Education Research (2017).

Conclusioni (2)

- Lo studio risulta promettente ma richiede ulteriori fasi di sperimentazione
- Il campione va ampliato introducendo nuovi parametri di controllo per ridurre l'influenza di possibili interferenze
- Anche l'effetto dell'insegnamento del CPS sull'apprendimento delle discipline scientifiche tradizionali merita ulteriore investigazione e lo strumento utilizzato (Genetics Lab) risulta adeguato allo scopo.

E il problema della gita in montagna?

Day	1	2	3	4	5	6	7
People sleeping	5	5	9	9	6	6	6
Cost per day	142,86€	142,86€	142,86€	142,86€	142,86€	142,86€	142,86€
Calculation	$142,86€:5$	$142,86€:5$	$142,86€:9$	$142,86€:9$	$142,86€:6$	$142,86€:6$	$142,86€:6$
Cost per person per day	28,57€	28,57€	15,87€	15,87€	23,81€	23,81€	23,81€

Prima soluzione proposta

E il problema della gita in montagna?

Day	1	2	3	4	5	6	7
People sleeping	5	5	9	9	6	6	6
One time fee per person	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€	$200\text{€}:9=$ 22,2€
Cost per day	$800\text{€}:7 =$ 114,29€	$800\text{€}:7=$ 114,29€	$800\text{€}:7 =$ 114,29€				
Calculation	$114,29\text{€}:5$	$114,29\text{€}:5$	$114,29\text{€}:9$	$114,29\text{€}:9$	$114,29\text{€}:6$	$114,29\text{€}:6$	$114,29\text{€}:6$
Cost per person per day	22,86€	22,86€	12,70€	12,70€	19,05€	19,05€	19,05€

Seconda soluzione proposta



Grazie a tutti