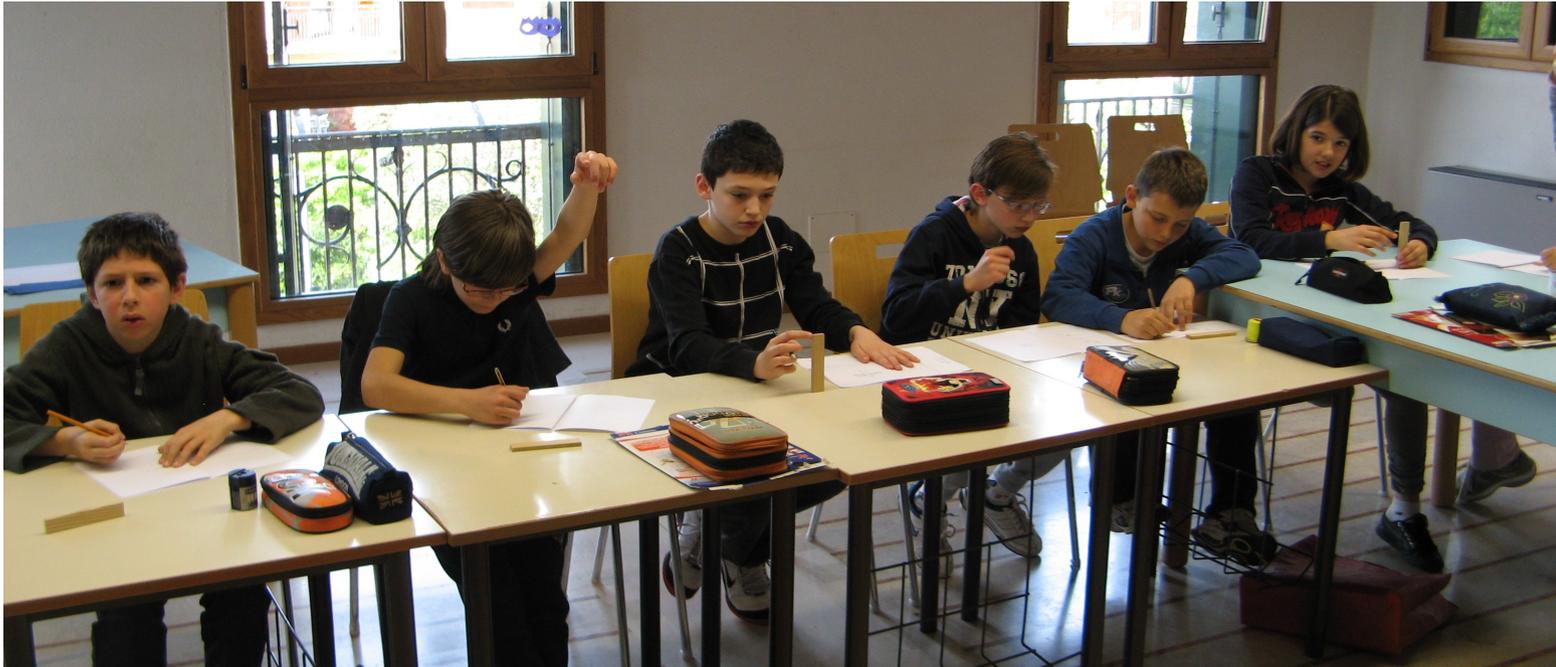


# Una ricerca di metodi educativi per lo sviluppo di strumenti cognitivi della fisica

Antonella Maraner, Lorena Finato,  
Alessandro Pascolini



Si ringraziano Antonello Ortolan e i Docenti e Direttori delle scuole che hanno collaborato

Per la corrispondenza con gli autori

[antomaraner@gmail.com](mailto:antomaraner@gmail.com)

[Alessandro.Pascolini@pd.infn.it](mailto:Alessandro.Pascolini@pd.infn.it)

[loreenasofra@gmail.com](mailto:loreenasofra@gmail.com)

Conoscenze di Fisica=

Concetti, nozioni, fatti = C. dichiarative

+

Esperimenti, (ragionamenti) = C. procedurali

Quali conoscenze e come  
comunicare ai bambini?

**Affinchè la comunicazione sia efficace  
occorre aiutare i bambini  
a sviluppare specifiche abilità cognitive  
Quali?**

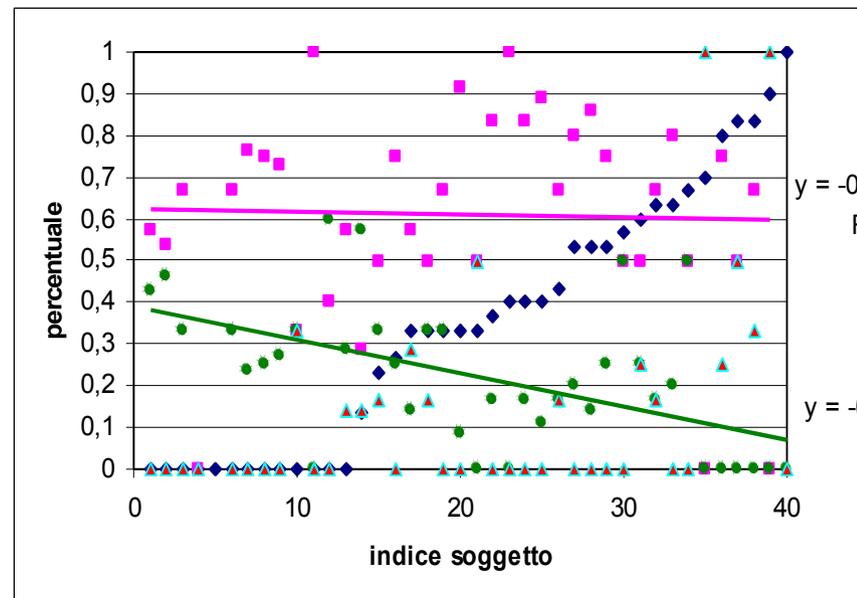
**Comprendere è**

**comprendere a un dato livello  
tra molti possibili**

# Esperimento di replica dalla letteratura

In evidenza

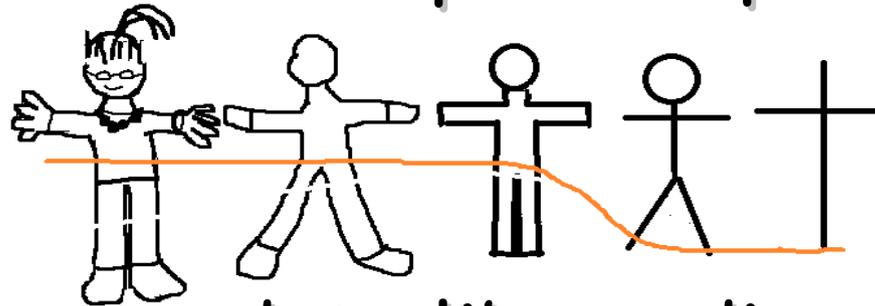
carenze nell'uso delle rappresentazioni spaziali nella  
soluzioni di problemi di meccanica classica tra gli studenti  
di livello universitario



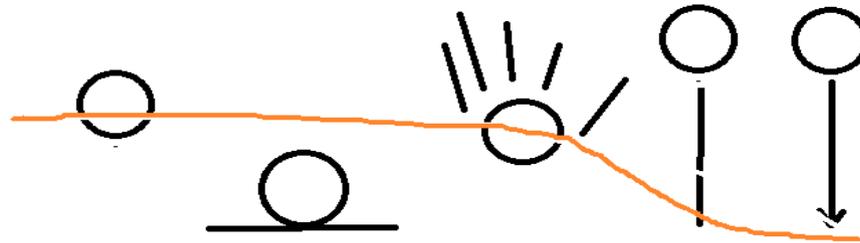
Percentuale di errori relativi al totale di ciascun singolo soggetto (in rosa errori spaziali, in verde errori concettuali, in azzurro errori di calcolo), graficati per ciascun soggdto, i soggetti sono ordinati per voto conseguito (in blu, crescente daq 0 a 30)

# Uso di rappresentazioni geometriche

Rappresentazioni non verbali  
Fenomeno: esempio di equilibrio



Fenomeno: caduta libera di una palla



Fenomeno: lancio di una palla



# Uso di rappresentazioni geometriche

## Rappresentazioni verbali

- Equilibrio
    - Tautologia banale: "stare in equilibrio è non cadere" & "cadere è avere perso l'equilibrio"
    - Gestii deittici e ostensivi
    - Vere tautologie: "cadere è cadere a terra"
    - Perifrasi percettivo-narrative: "tipo quando ..."
  - Caduta verticale di una palla
    - Tautologie e gestii deittici e ostensivi
    - Perifrasi percettivo-narrative "è caduta giù"
    - Scambio descrizione spiegazione: "non è più sostenuta" o "perchè...."
- SORPRESA: assenza o carenza di elementi spaziali nelle frasi**

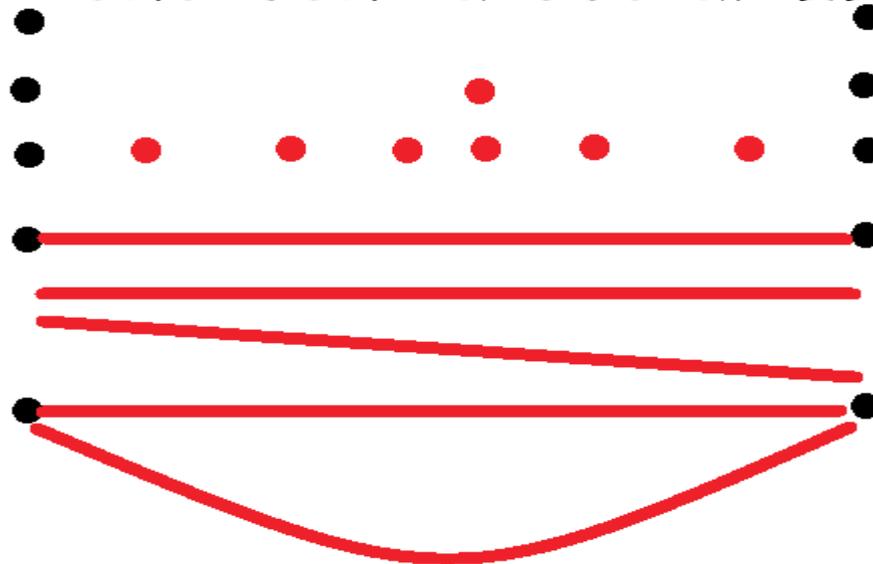
# Rappresentazioni spaziali di senso comune

Universali, sviluppo precoce

Categoriche, "route", mappe

Quali primitive geometriche ingenuue?

Come evolvono con la scolarizzazione?



Abbiamo sviluppato uno strumento per rilevarlo

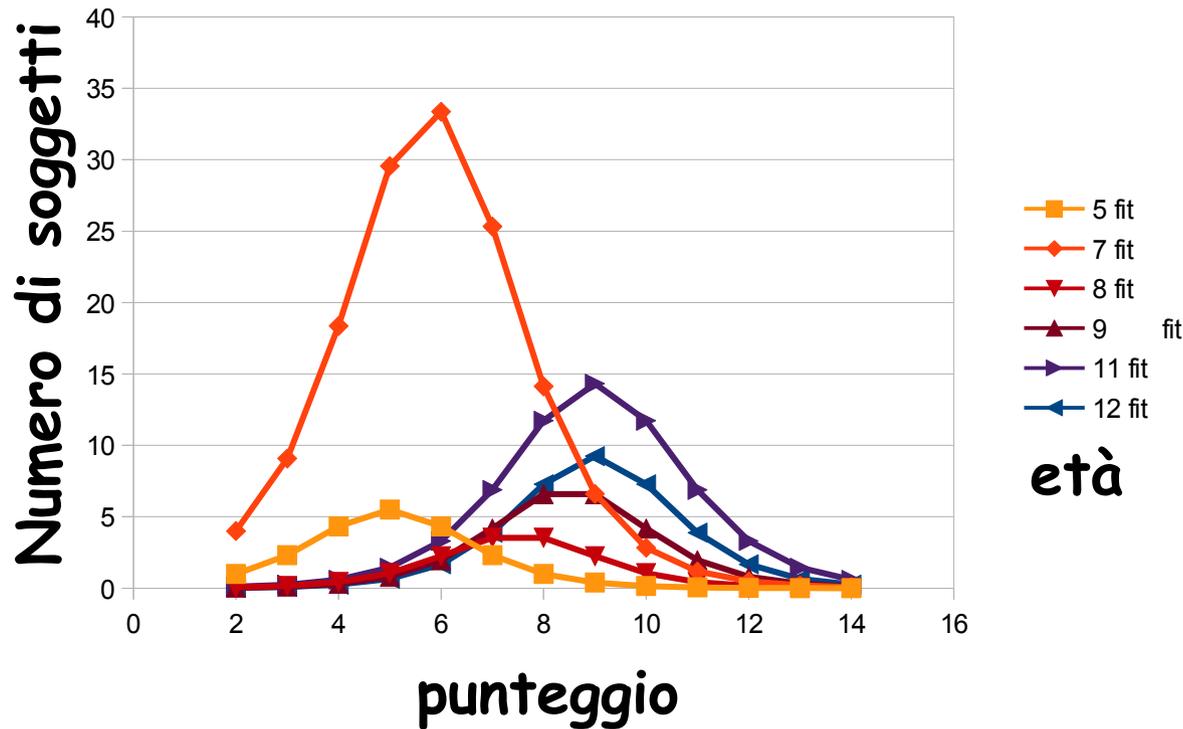
Un questionario a risposte aperte

**La meccanica newtoniana  
e la geometria euclidea,**  
con le loro inter-relazioni,  
con la loro "visibilità" - nel senso della  
chiarezza delle regole di corrispondenza"

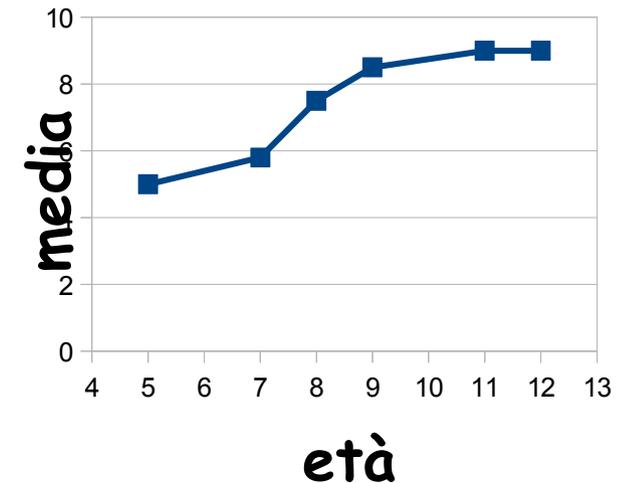
offrono il campo ad un  
**Caso di studio**

**punteggio=parametro cumulativo**  
**per le conoscenze sulle primitive geometriche**  
**Campione= 350 soggetti( infanzia, primaria, medie)**

350 soggetti



Trend di sviluppo



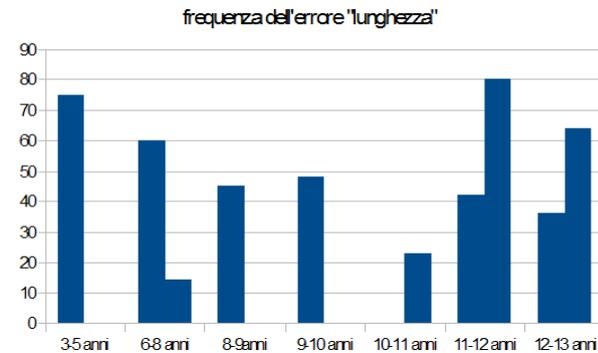
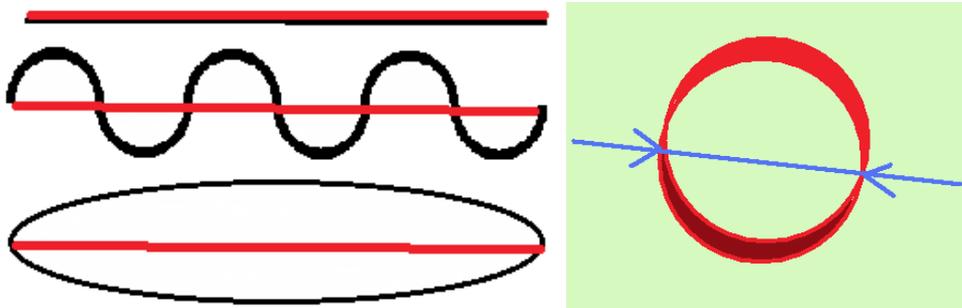
# Conoscenze dichiarative: evoluzione della definizione di punto

scala di frequenza

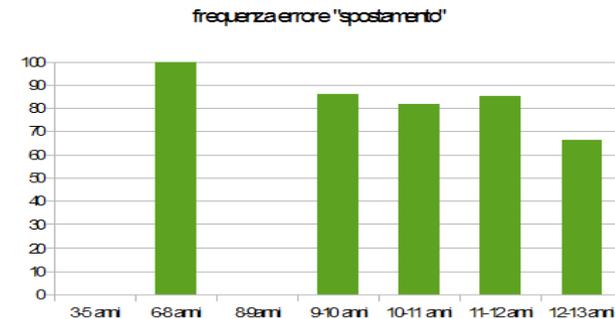
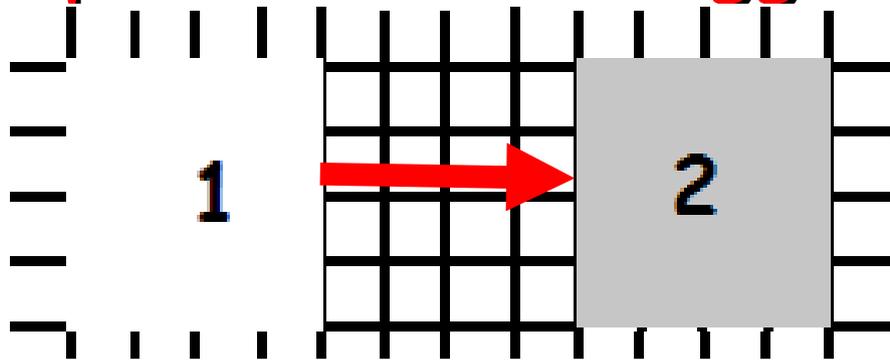
	1	2	3	4	5
livello di evoluzione	0	1	2	3	4
3-5 anni	2	5	0	0	0
6-7 anni	3	2	0	0	0
6 - 8	1	5	0	1	0
8-9 anni	3	2	2	0	0
9-10 anni	3	4	0	2	0
10-11anni	1	4	2	4	0
11-12 anni	1	1	3	4	1
12-13 anni	2	2	2	4	1

# Un'evoluzione con la scolarizzazione c'è Ma come è fatta?

## Lunghezza di linee curve



## Spostamento: i soggetti conoscono la misura!



# **SORPRESA DEGLI INSEGNANTI**

**"COLPA" DEGLI ALLIEVI?**

**"COLPA" DEGLI INSEGNANTI?**

comunicazione schismogenica

**SOLUZIONE**

**TEORIA DEL DOPPIO VINCOLO**

**"DUE DESCRIZIONE MEGLIO DI UNA"**

**"LA MAPPA NON E' IL TERRITORIO"**

# Sperimentazione di "laboratori"

1,5 h ciascuno

Per un totale di circa 700 alunni 3-14 anni

fenomeni fisici quotidiani

spazio tempo, equilibrio, galleggiamento, ....

## Espedienti minimi della ragione

## Esperimenti minimi

La rappresentazione non è la realtà

Ergo → se ne possono fare moltissime!

La rappresentazione si può fare realtà

## Perchè questo modus operandi?

Perchè più il soggetto è piccolo:

Più la sua percezione è olistica e globale

Più basata sulla salienza percettiva

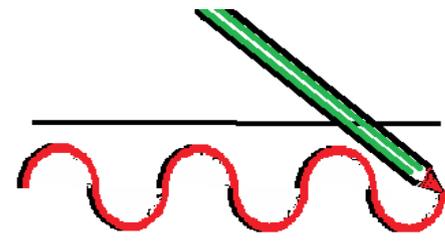
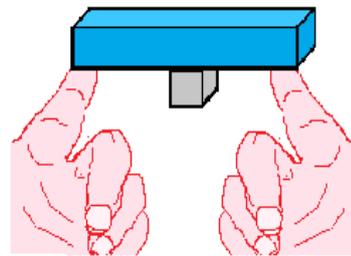
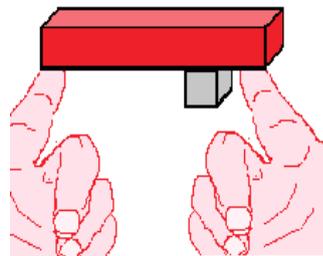
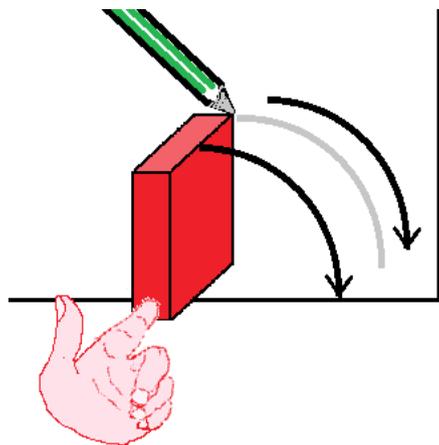
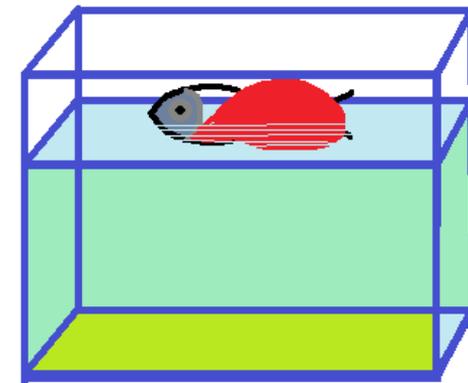
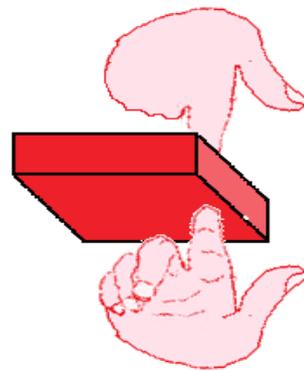
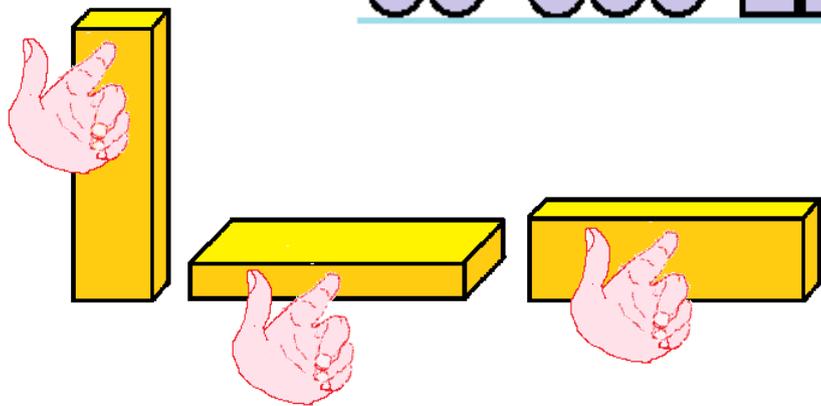
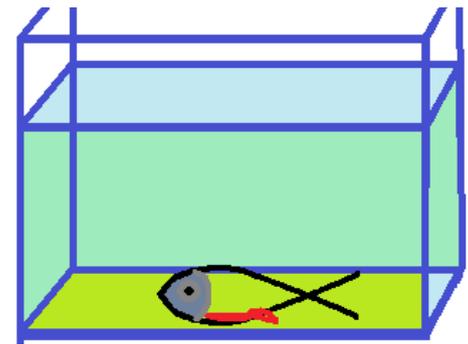
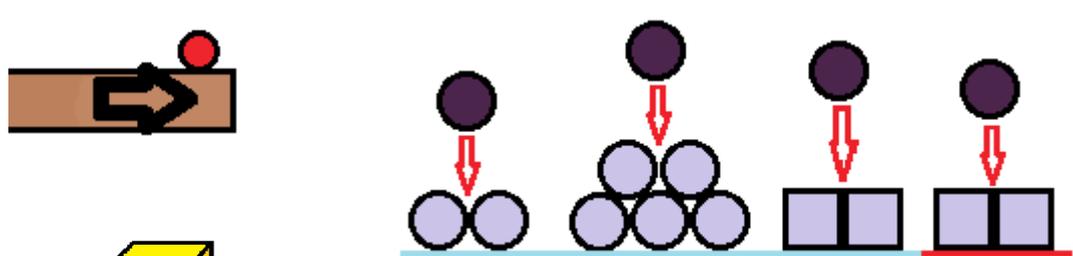
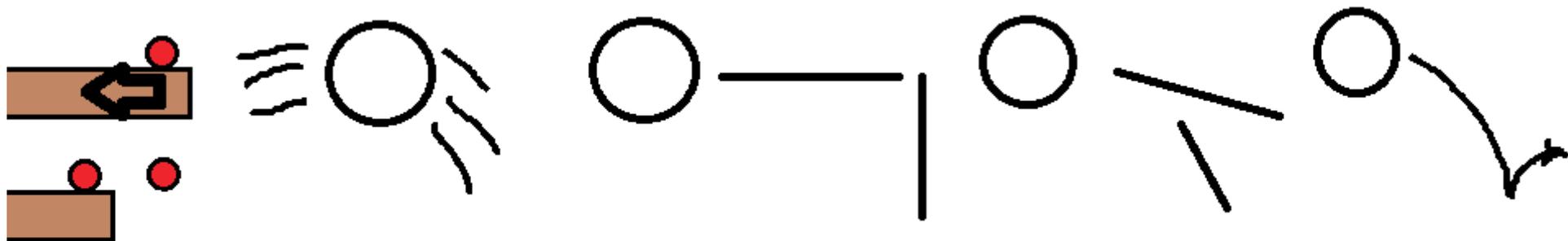
Più è difficile la parto-genesi degli eventi

Più la causalità è psicologica e non meccanica

Più forte la tendenza a ricorrere alla  
regressione delle cause

Inoltre

Le rappresentazioni di senso comune tendono  
ad essere **categoriche**

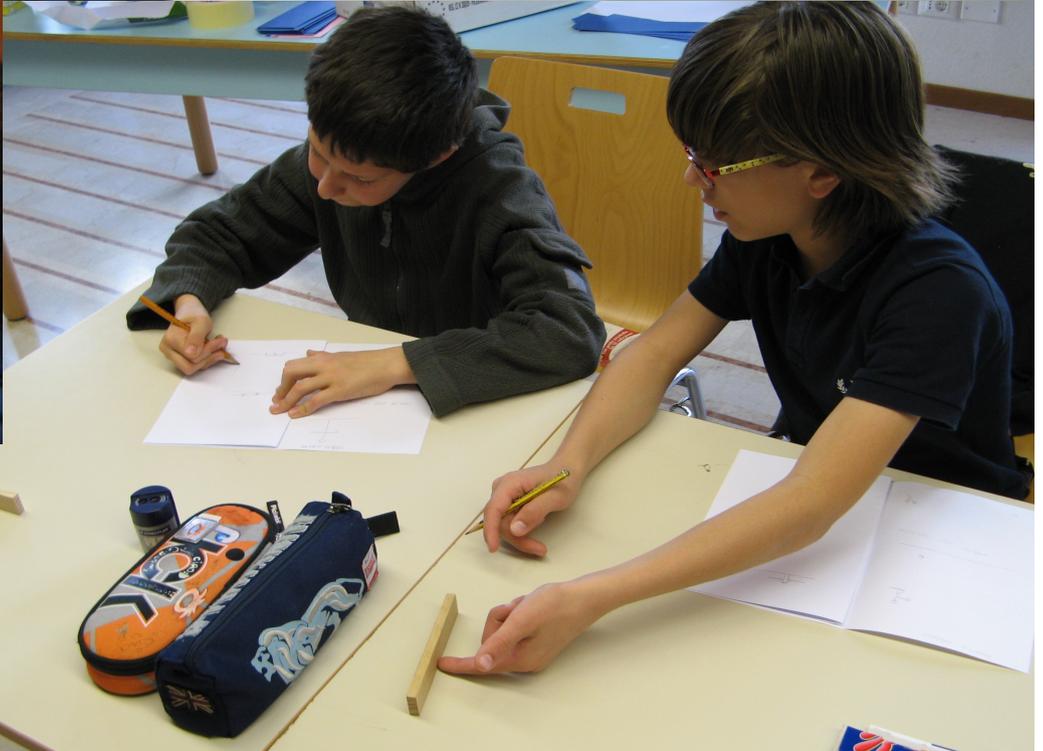
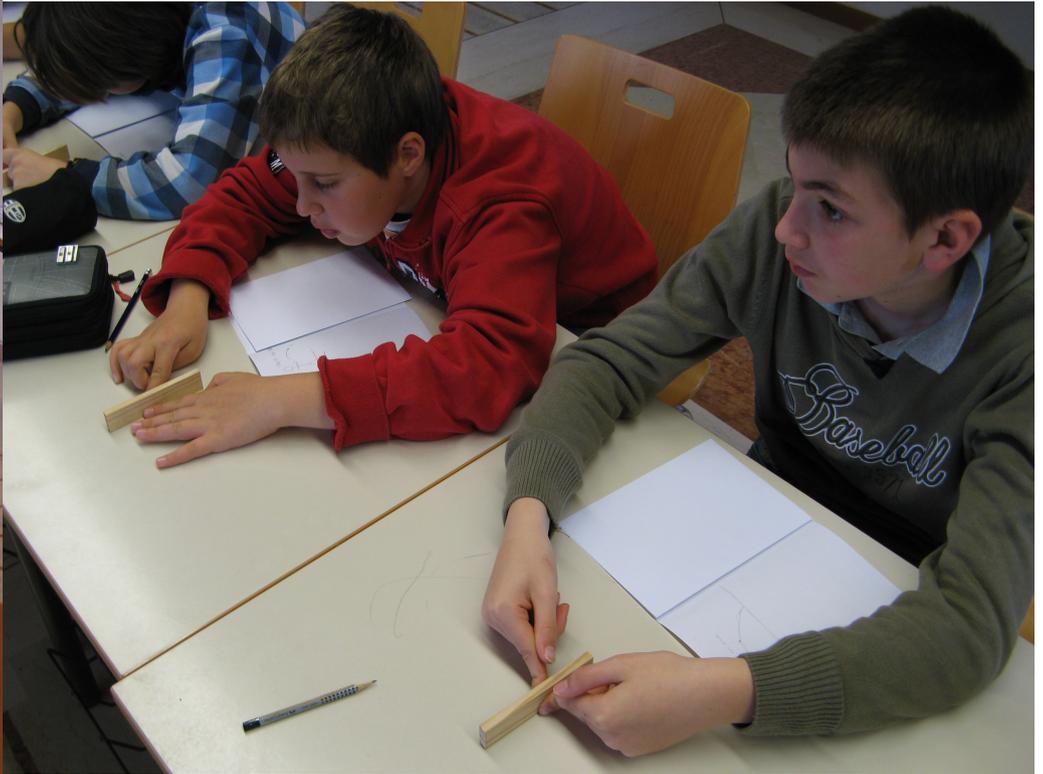


**I bambini comprendono  
<<li sul posto>>**

**Prendono gusto:  
all'analisi  
alla comparazione  
alla <<ratio>>**

**<<Nasce l'entusiasmo per questo modo di  
pensare>>**

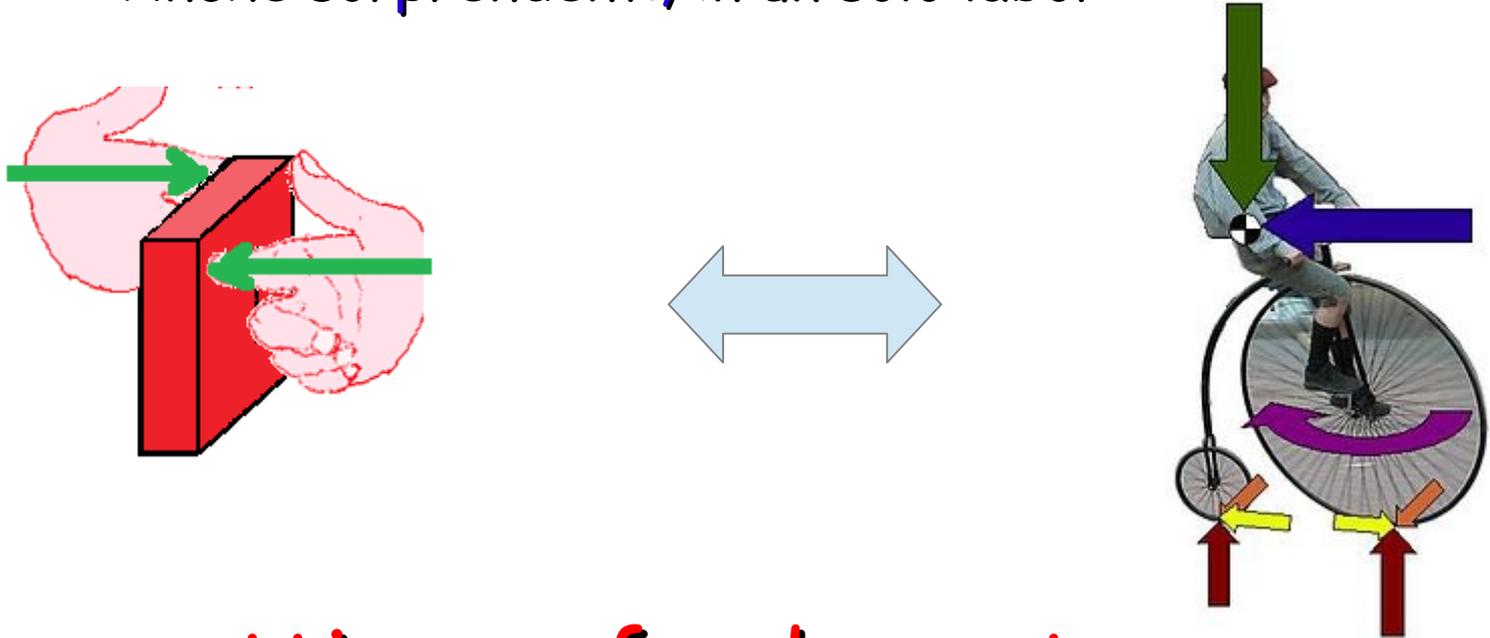
**Apprendono entusiaticamente, con cognizione  
il pensiero razionale**



# Risultati di due tipi

## a) acquisizioni metodologiche e concettuali

Anche sorprendenti, in un solo laboratorio



**b) I soggetti... profondamente coinvolti...**

**Non vogliono più smettere!**

## **Bibliografia essenziale per le basi teoriche**

### **Precedenti pubblicazione a congresso:**

Antonella Maraner, Alessandro Pascolini "Alla scienza attraverso l'arte", Atti del VII convegno nazionale di comunicazione della scienza, cura N. Pitrelli, D. Ramani G. Sturloni, ICS, 2009

Alessandro Pascolini, "Società democratica ed educazione alla scienza" Proceedings Comunicare Fisica 07. Trieste 1/6 ottobre 07, F. Longo E. Novacco, Frascati Physics Series

### **Physics Education Research**

**Lavori su rivista di:** D. Hestenes, Trowbridge & McDermott, A. DiSessa,....

### **Storia della fisica, geometria**

Russo L. "la rivoluzione dimenticata"

Hesse M. "forces and fields",

Jammer M. "Storia del concetto di spazio", "Storia del concetto di forza",

Koirè "Studi galileiani"

Feynman R. "lectures on physics"

Einstein Infeld "l'evoluzione della fisica"

Hilbert "geometria intuitiva"

Mach E "space and geometry"

Weil H. "Space time and matter"

Poincarè "la scienza e l'ipotesi"

Penrose, "la strada che porta alla realtà"

### **Mente e pensiero**

Zellini "numero e logos"

Minsky "la società della mente"

Braitenberg "l'immagine del mondo nella testa"

Bateson "Mente e natura", "ecologia mente"

Watzlawic "pragmatica della comunicazione umana"

### **Sociologia**

Kennet "L'uomo artigiano"

### **Psicofisica e scaling**

F. Purghè "Psicofisica & scaling"

## **Scienze cognitive**

Lavori di Piaget, Vygotsky, Bruner

## **Educational Psychology o argomenti collegati**

Lavori di McClosk& Caramazza, Carey, Spelke, Vosniadou, Gopnik, Chi, Feltovic, S. Dehaene, D. Schwarz, ....

## **Fisica naive**

Articoli su rivista di:

Bozzi "fisica ingenua"

## **cognitivismo, embodied cognition**

articoli su rivista di: F. Keil, L. Barsalou, E. Rosh, Donald Merlin, Johnsen-Laird, ...

A. Karmiloff-Smith "Beyond modularity"

Holoyak Holland Thagard "induction inference learning and discovery"

Benelli "sviluppo capacità definitoria"

Harris "immaginazione nel bambino"

Zorzi girotto "fondamenti di psicologia generale"

Eysenk Keane "psicologia cognitiva"

## **Cognizione spaziale**

Articoli di :Kritchewsky, Hagerty, Tversky, Newcomb, ...

Newcomb "making space"

Rizzolatti Sinigaglia "so quel che fai"

## **neuropsicologia, reti neurali, A.I**

Lavori di Grossberg, Treves, Rolls, Steel, Vogt, Harnad, ...

Kandel "principi di neuroscienze"

Kandel Squire "come funziona la memoria"

Amit "Modeling brain function"

Damasio "L'errore di Cartesio".