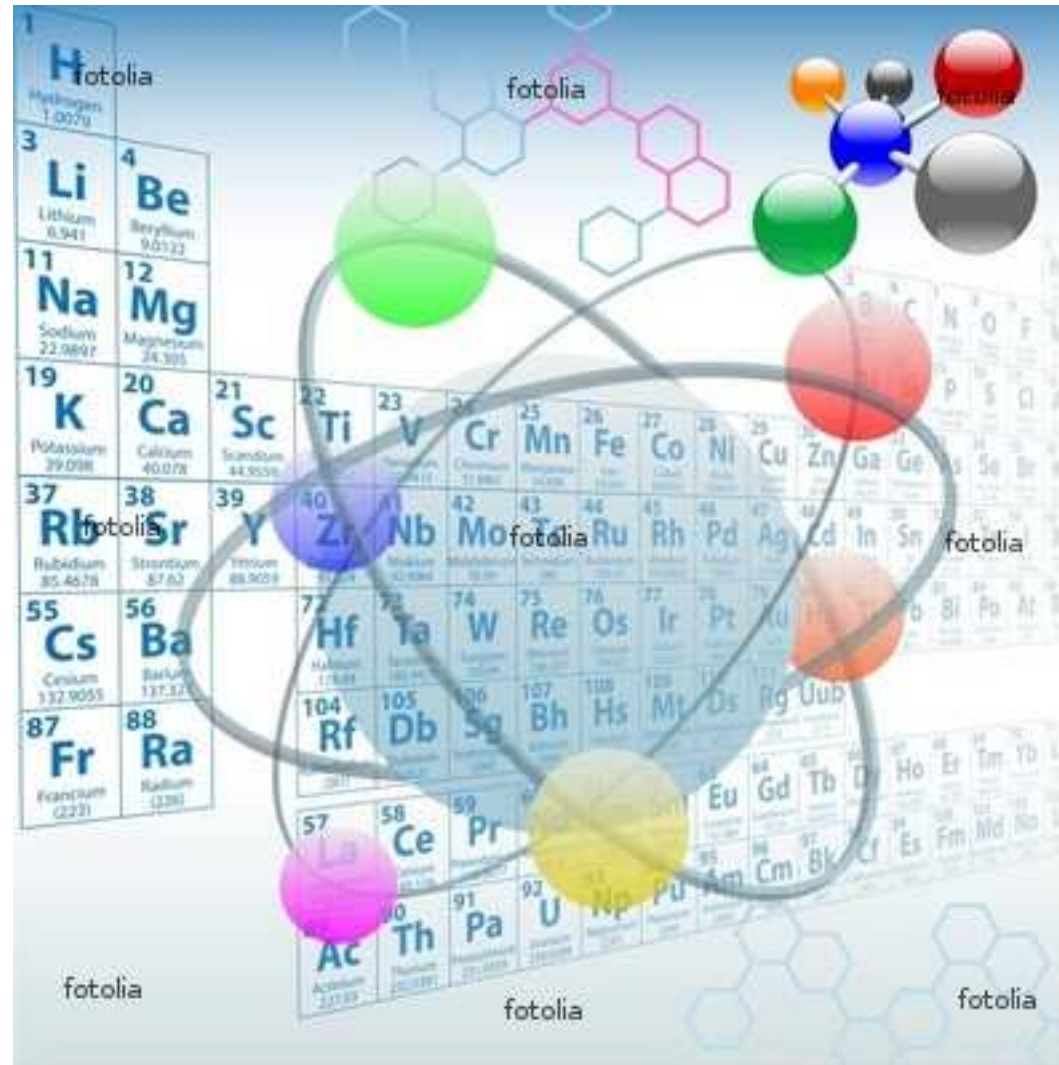


# LE SCIENZE INTEGRATE



**SILVANO TAGLIAGAMBE CAGLIARI MAGGIO 2011**

**1**

**«SCIENZE INTEGRATE»  
E  
«COMPETENZE»**

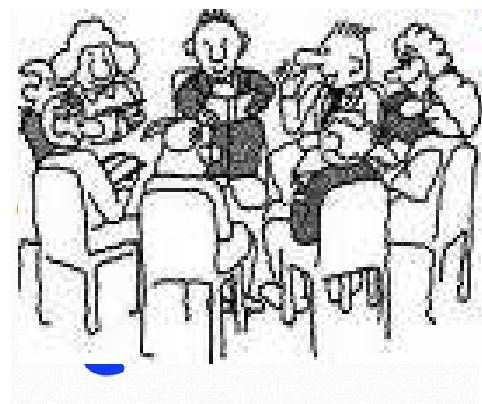
Le Scienze Integrate non vanno intese come una nuova disciplina, nella quale si fondono discipline diverse, ma come l'ambito di sviluppo e di applicazione di una comune **metodologia di insegnamento delle scienze**. Essenziale al riguardo è la ricerca e l'adozione di un linguaggio scientifico omogeneo, di modelli uniformi e comparabili, nonché di temi e concetti che abbiano una valenza unificante.

Per le sue caratteristiche, tese a ricondurre il processo dell'apprendimento verso lo studio della complessità del mondo naturale, ricomponendo e tematizzando i saperi che solo per facilità di studio, quando necessario, possono essere affrontati separatamente, e a valorizzare l'importanza **dell'approccio laboratoriale** questo tipo di integrazione è strettamente connesso a un insegnamento orientato verso il concetto di «competenza».

# I contesti di apprendimento



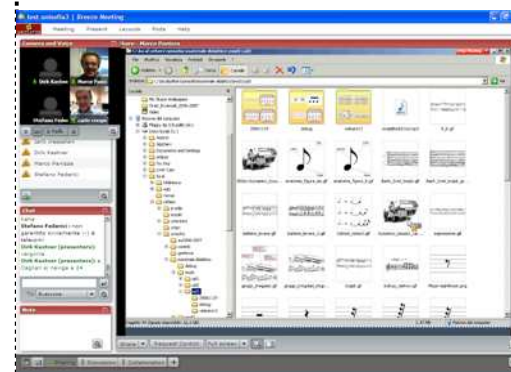
**A.I.**  
Apprendimento  
Individuale



**A.G.**  
Apprendimento  
Gruppo



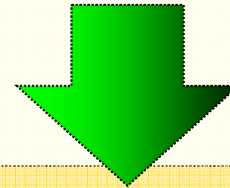
**A.C.**  
Apprendimento  
Collettivo



**A.K.**  
Apprendimento  
Connettivo

# **Ruolo della RETE**

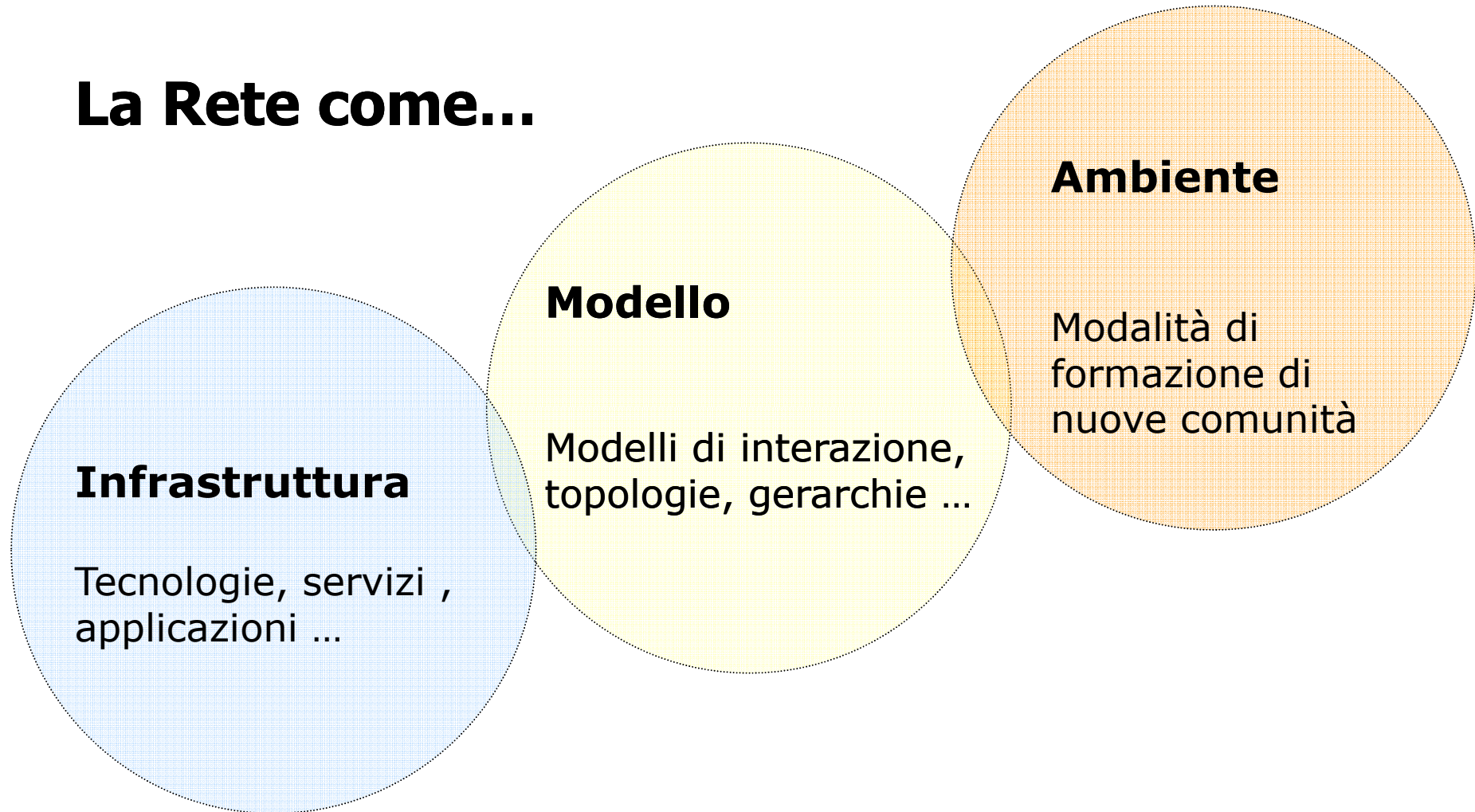
**Infrastrutture  
Modello del mondo e della  
realtà  
Ambiente**



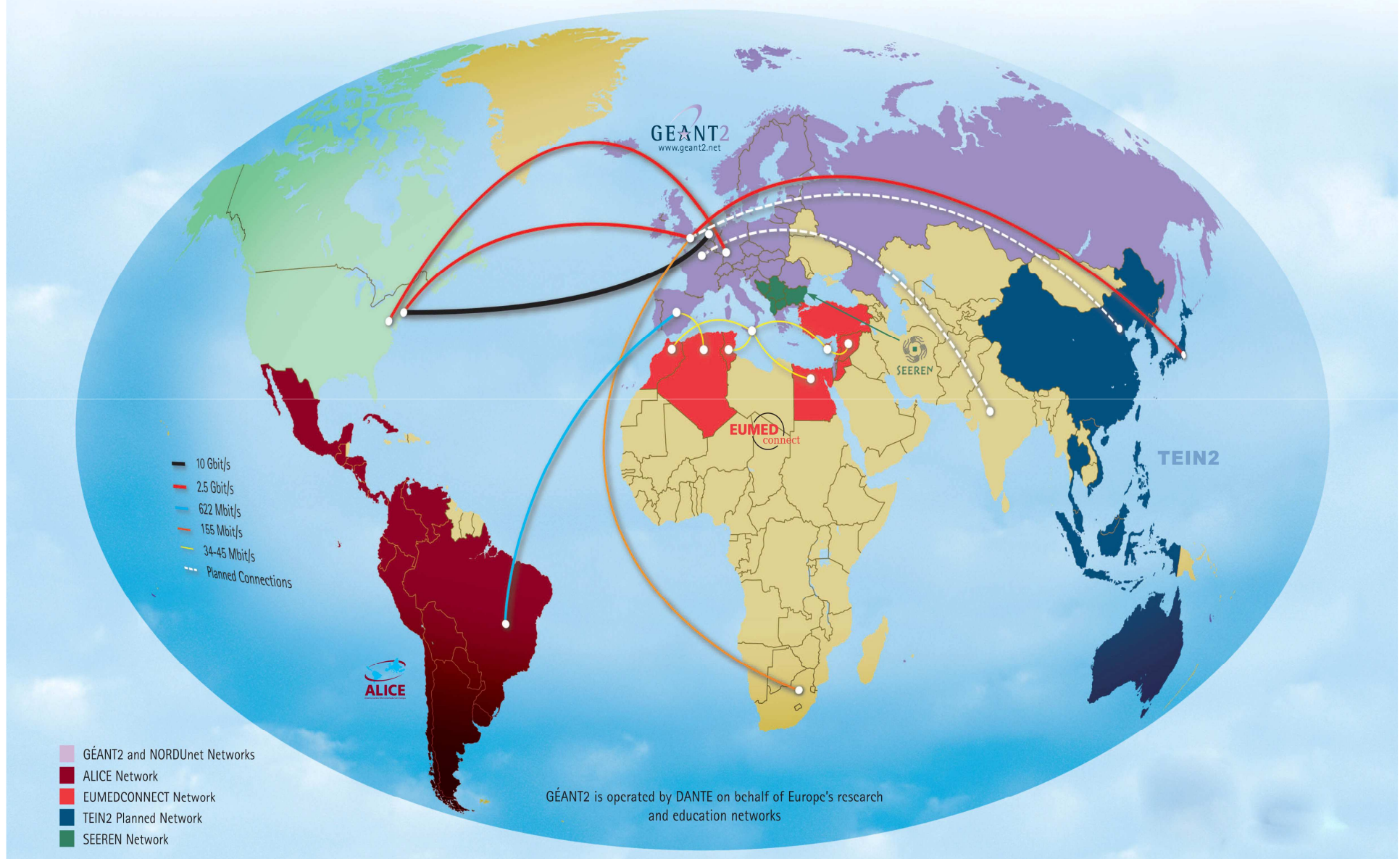
**Nuovi tipi di gruppi  
Nuove modalità creazione soggetti collettivi**

# Cosa succede al concetto di Rete?

## La Rete come...



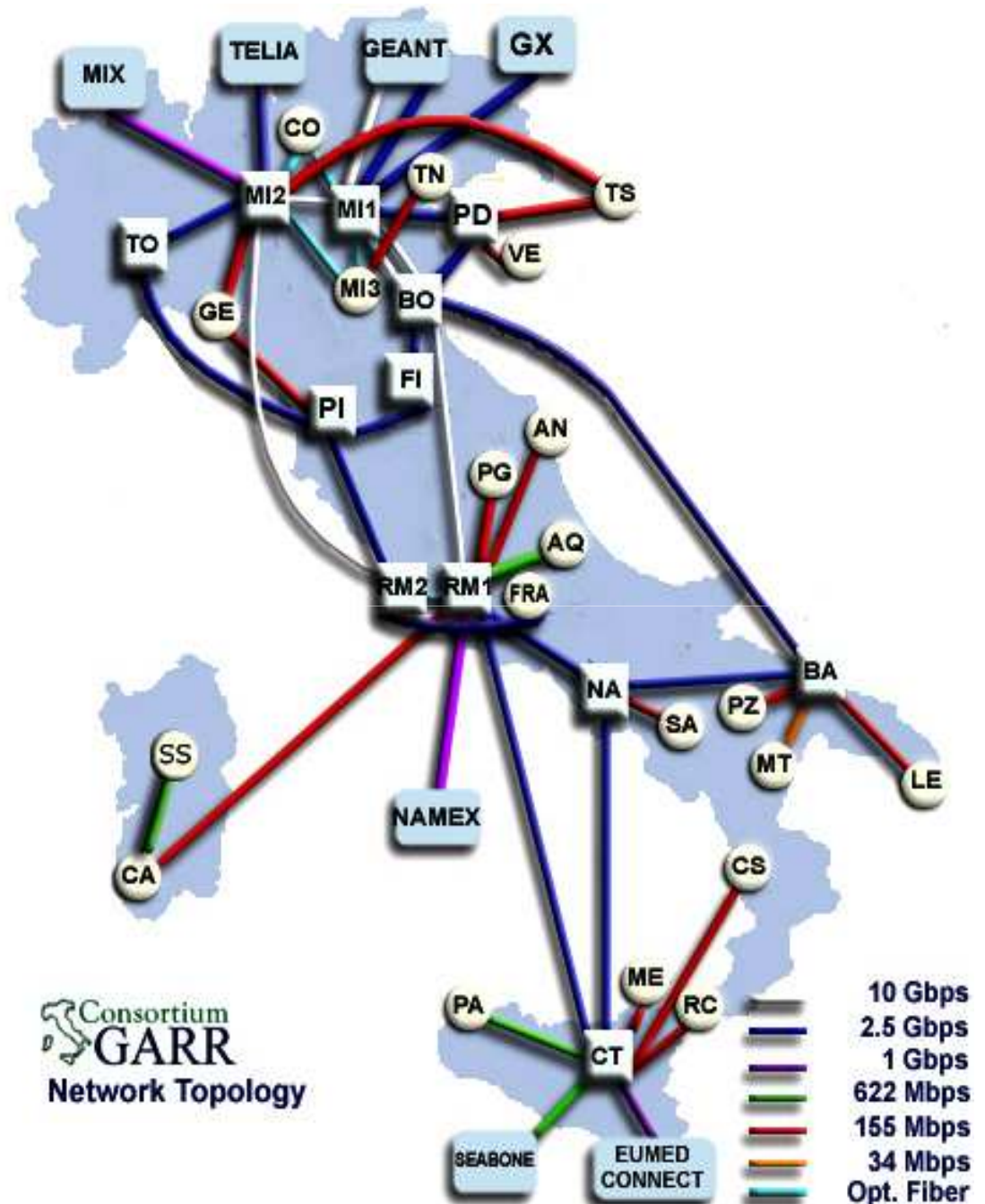
# La rete globale della ricerca



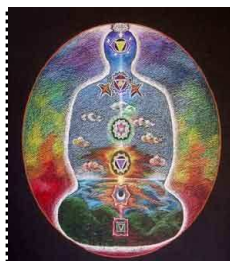
# La Rete GARR

RETI INDISPENSABILI  
PER IMPLEMENTARE:

- AMBIENTI DI APPRENDIMENTO;
- COMUNITA' DI APPRENDIMENTO



# Fattori di successo dell' apprendimento



## **A.I.** 1-2 persone Apprendimento Individuale

Riflessione,  
concentrazione,  
espressione  
rappresentazione,  
cognizione emozione

*Libro – P.C -  
Multimedialità*



## **A.A.** Apprendimento Assistito



## 20 → centinaia persone **A.C.** Apprendimento Collettivo

Visione condivisa,

*Aula –TV  
Conduttore - Docente*

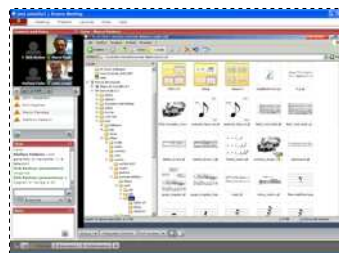
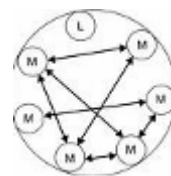


3- 5 (max 7) persone

## **A.G.** Apprendimento Gruppo

Dialettica, condivisione, visione  
multipla, cognizione emozione,  
Capacità critica, argomentativa

*Verbalizzazione  
Amb.collaborativi*

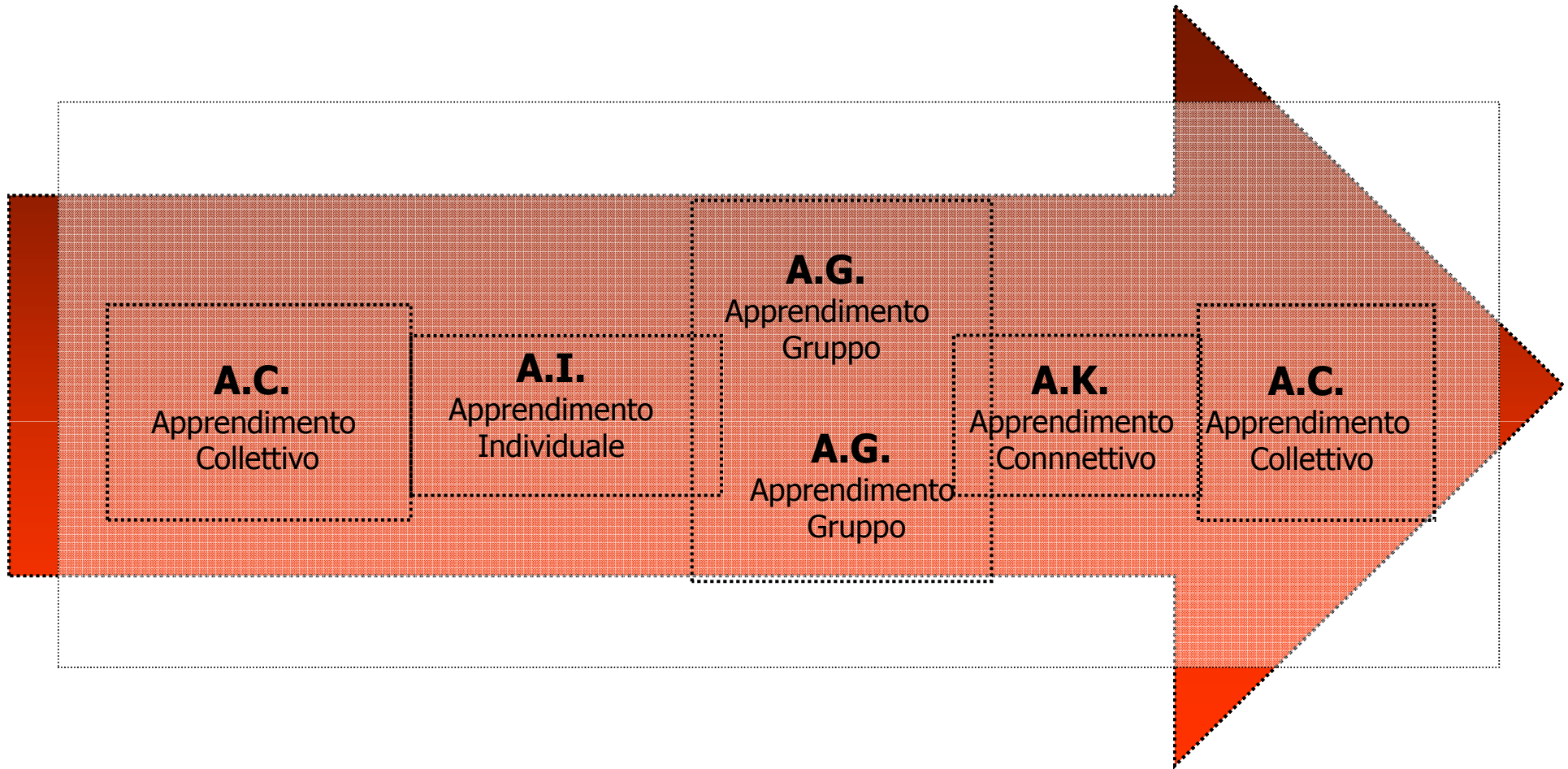


centinaia persone

## **A.K.** Apprendimento Connettivo

*New e Social media, artefatti digitali  
Ambienti in rete  
Content sharing - User Content Generation*

## L'ambiente didattico e le modalità di apprendimento



E' la corretta articolazione dei diversi momenti ciò che determina  
**l'apprendimento efficace, critico e creativo**

# La Modellistica Matematica

Con il termine **modellistica matematica** si intende dunque il processo che si sviluppa attraverso **l'interpretazione di un determinato problema**, la **rappresentazione** dello stesso problema mediante il linguaggio e le equazioni della **matematica**, l'analisi di tali equazioni, nonché l'individuazione di metodi di simulazione numerica idonei ad approssimarle, e infine, l'implementazione di tali metodi su calcolatore tramite opportuni algoritmi.

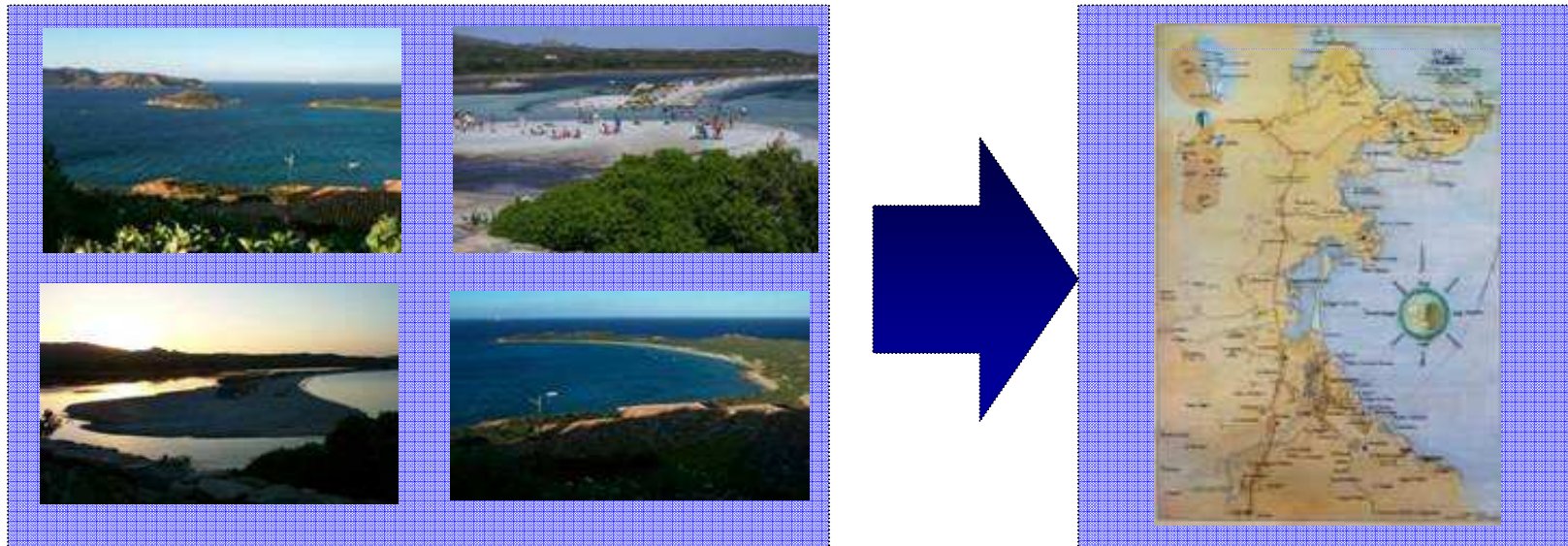
Qualunque ne sia la motivazione, grazie alla **modellistica matematica** un problema del mondo reale viene **trasferito dall'universo che gli è proprio in un altro habitat** in cui può essere analizzato più convenientemente, risolto per via numerica, indi **ricondotto al suo ambito originario** previa visualizzazione e interpretazione dei risultati ottenuti.

Fonte: A. Quarteroni, *La modellistica matematica: una sintesi fra teoremi e mondo reale*. Prolusione tenuta in occasione dell'inaugurazione del 136° anno accademico. Politecnico di Milano, 3 ottobre 1998

# Rappresentazione Artificiale e Semplificata

## Definizione di Modello

Il modello è una rappresentazione **artificiale e semplificata** del dominio che rappresenta





In un'accezione larga, il concetto di modello è sovente utilizzato nella vita quotidiana.



Ad esempio, quando diciamo che una persona o un animale appartiene a una **determinata tipologia** (la volpe è astuta, l'imprenditore deve avere attitudine al rischio) esprimiamo un **modello del loro comportamento** che è nella nostra mente e che consente di **prevederne** le mosse in una certa situazione.

Vi sono anche i **modelli “materiali”**.



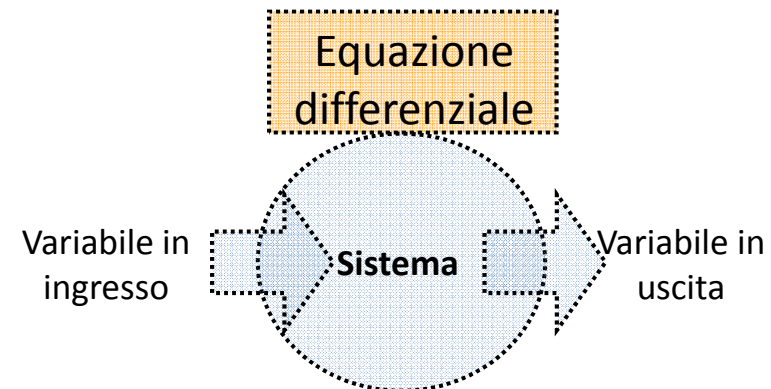
Esempi sono i modelli in scala ridotta di un'opera artistica o architettonica, oppure un modello in scala ridotta, come quello in basso a sinistra, che replica con esattezza gli effetti dell'abbattimento degli alberi, o i prototipi che sono realizzati per effettuare dei test di resistenza meccanica o aerodinamica, come il provino di calcestruzzo cilindrico qui in basso sottoposto a una prova di compressione monoassiale.



## IL MODELLO FISICO-MATEMATICO

Un modello di un sistema **esprime la conoscenza di un fenomeno** e come tale consente di rispondere a domande sul sistema senza la necessità di compiere un esperimento. Esso costituisce quindi un potente **mezzo di previsione e descrizione del comportamento di un determinato sistema**.

Tipicamente **il modello matematico di un sistema** consiste in un'*equazione differenziale* che **stabilisce una relazione tra le variabili d'ingresso e le variabili d'uscita del sistema medesimo**.

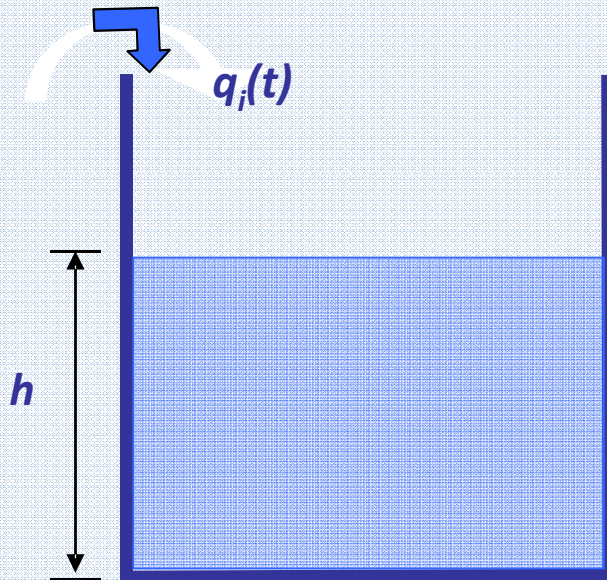


Questo tipo di descrizione è chiamata descrizione *ingresso/uscita* di un sistema dinamico. Il calcolo matematico consente di determinare le uscite a partire dagli ingressi e quindi di studiare la dinamica o il comportamento di un sistema in un certo ambiente. Le relazioni funzionali ingresso-uscita caratterizzano il sistema e ne definiscono il comportamento; esprimono l'uscita come funzione dell'ingresso.

## Esempio: Modello matematico di un sistema idraulico

Il serbatoio in figura è caratterizzato dalla **portata d'ingresso**  $q_i$  e dall'**altezza del battente** idrico  $h$  che rappresenta la variabile d'uscita.

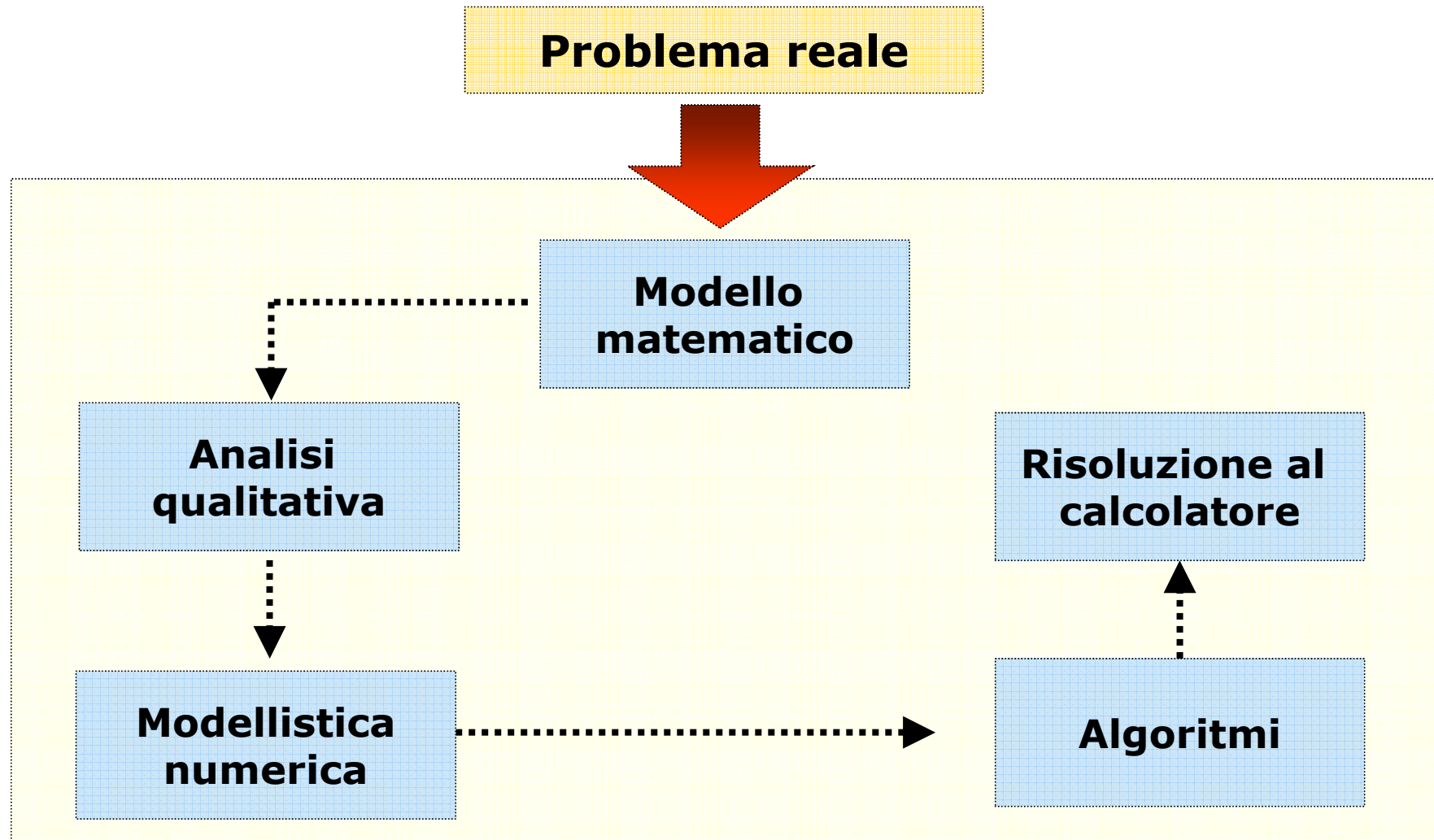
**Assumendo un serbatoio di sezione costante**  $A$ , il volume di liquido risulta:  $V = Ah$ .



Per la legge di conservazione della massa (legge di continuità) si ha che:

$$q_i = \frac{dV}{dt} = A \frac{dh}{dt}$$

# La modellistica matematica



# Rapporto tra il Modello Matematico e la Realtà

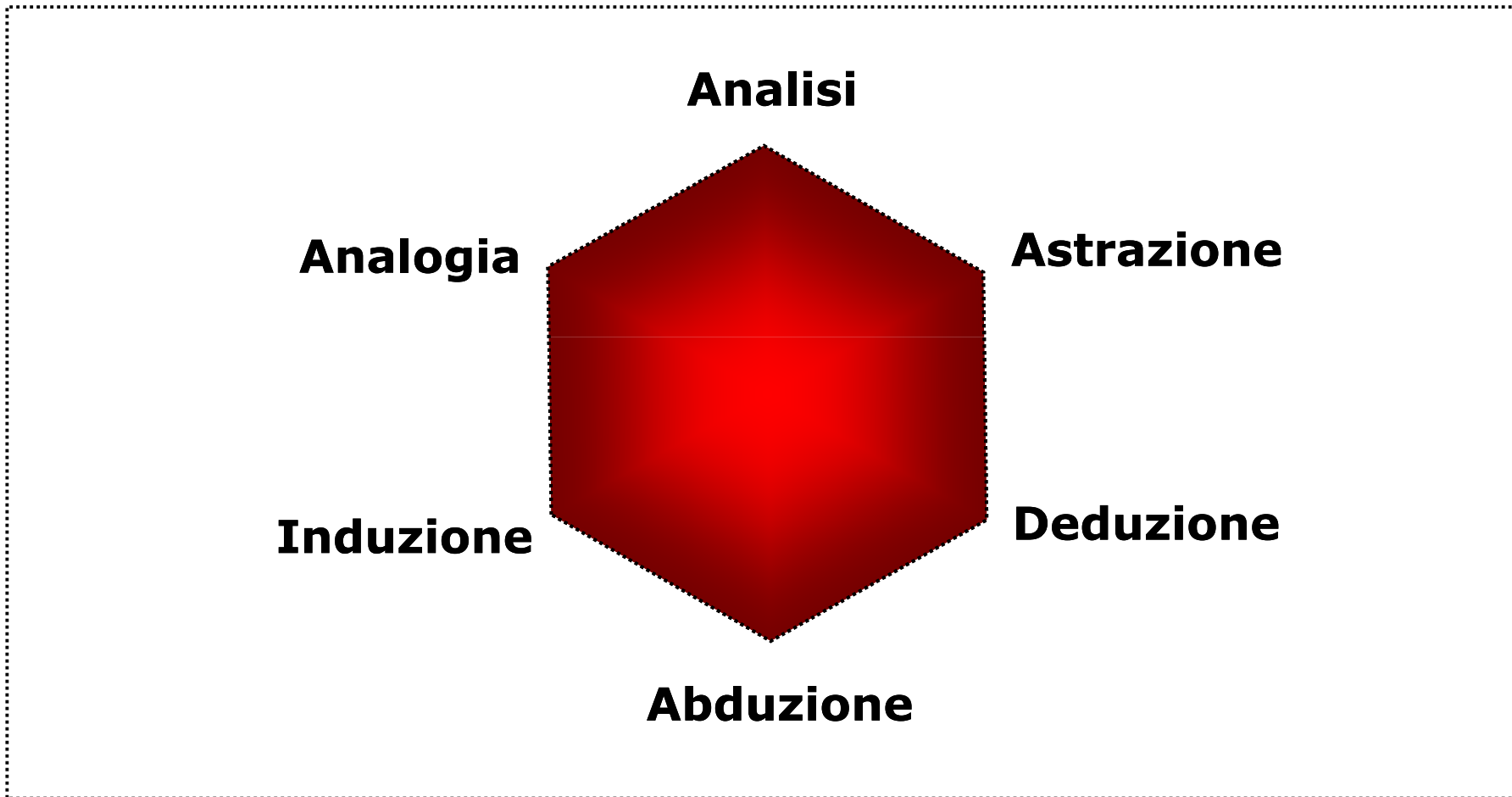
Il modello non esprime necessariamente l'intima e reale essenza del problema (la realtà è spesso così complessa da non lasciarsi rappresentare in modo esaustivo con formule matematiche), ma deve fornirne una **SINTESI UTILE**.

La **matematica** aiuta a vedere e a capire la natura intrinseca di un problema, a determinare quali caratteristiche sono rilevanti e quali non lo sono, e, di conseguenza, a sviluppare una rappresentazione che contiene l'essenza del problema stesso. Una caratteristica della sfera d'indagine matematica presente in questo processo è l'**ASTRAZIONE**, ovvero la **capacità di identificare caratteristiche comuni in campi differenti**, così che idee generali possano essere elaborate a priori e applicate di conseguenza a situazioni fra loro assai diverse.

Fonte: A. Quarteroni, *La modellistica matematica: una sintesi fra teoremi e mondo reale*.

# Competenze e capacità necessarie per inquadrare un problema e risolverlo

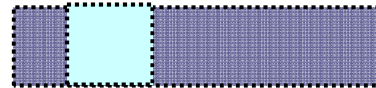
Le possiamo così schematizzare:



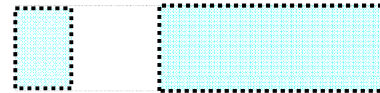
# Astrazione

Si presenta sotto diverse forme e tipologie:

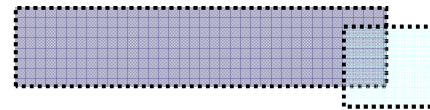
- **Per estrazione**



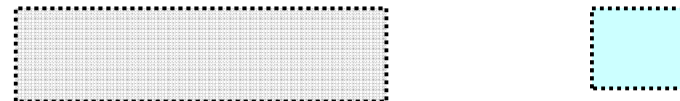
- **Per soppressione**



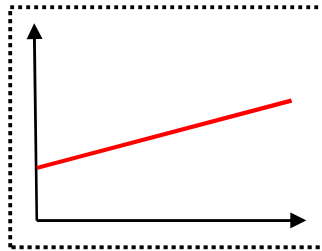
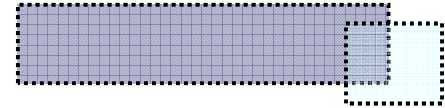
- **Per ibridazione**



- **Per spostamento dell'attenzione**



## Ibridazione



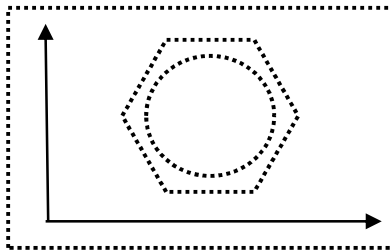
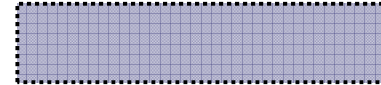
$$Y = 0,5x + 3$$

P (0, 3)  
P (1, 3,5)  
P(2, 4)  
P 3, 4,5 )  
P .....  
(P ( x, y)

Nella Géométrie Descartes tratta le curve come **ibridi geometrici-algebrici-numerici** che sono *simultaneamente* configurazioni formate spazialmente, equazioni algebriche con due incognite e una serie infinita di coppie di numeri.

Ne consegue **un'instabilità**, perché questi tre diversi modi di trattare le curve non sono equivalenti: ma questa instabilità conferisce alle curve una **multivalenza** che è la chiave per la loro indagine e per il loro impiego nella fisica della seconda metà del XVIII secolo.

## Spostamento dell'attenzione



$$A = A_1 - A_2 = \dots$$

Prima della creazione del calcolo infinitesimale, ci si concentrava solo sugli **aspetti geometrici** del problema di calcolare l'area di una curva, e di conseguenza si riusciva a risolverlo solo a costo di una notevole ingegnosit .

Dopo l'invenzione del calcolo, spostando l'attenzione sugli **aspetti algebrici** del problema, la curva venne considerata un'equazione e si pot  **risolvere un problema con un procedimento di routine** e quasi meccanico.

## **Carattere interdisciplinare della modellistica matematica**

La presenza di laboratori sperimentali e di gallerie del vento, di specialisti nell'analisi teorica, nell'informatica e nelle scienze fondamentali, quali la fisica e la chimica, e nei settori più spiccatamente tecnologici, e anche nell'architettura, nella grafica avanzata e nel design, è l'elemento distintivo di una CULTURA POLITECNICA e può fungere da elemento catalizzatore e propulsivo di una DISCIPLINA INTERSETTORIALE quale è la modellistica matematica.

Fonte: A. Quarteroni, *La modellistica matematica: una sintesi fra teoremi e mondo reale*.

# 2

## LE DUE VIE DELL'INTEGRAZIONE

# Induzione

E' il processo in base a cui s'inferisce **dal particolare all'universale** secondo il principio della **generalizzazione**.

Alla conclusione generale si può arrivare:

- a partire da parecchi casi
- a partire da un singolo caso

(Se un certo membro a di una classe Q ha una data proprietà P, allora per un qualsiasi nuovo membro b della stessa classe Q si ipotizza il possesso della medesima proprietà P).



Ogni corvo che ho osservato è nero → Ogni corvo è nero

J.H. Poincaré, *Scienza e metodo*, a cura di C. Bartocci, Einaudi, Torino, 1997, pp. 14-15:

“L'uomo di scienza non sceglie a caso i fatti che deve osservare [...]. Egli cerca piuttosto di *concentrare molta esperienza e molto pensiero in un esiguo volume*, ed è per questo motivo che un piccolo libro di fisica contiene così tante esperienze passate e un numero mille volte maggiore di esperienze possibili delle quali già si conosce il risultato”. L'uomo di scienza, dunque, non procede accatastando e accumulando fatti e dati, non agisce per sommatoria, bensì per intersezione e per incastro, riscontrando, sotto le diversità che si manifestano, ponti sottili e analogie non rilevabili da un occhio non esercitato ed esperto.

Il lavoro creativo non si esercita accumulando, aggiungendo, seguendo un percorso «bottom-up», dal basso verso l'alto, dal dato alla sua generalizzazione per via induttiva, dall'esperienza all'immaginazione, dal senso della realtà come orizzonte d'avvio al senso della possibilità come esito e sbocco, ma al contrario si sviluppa togliendo, escludendo, cioè partendo da una gamma di possibilità e alternative il più possibile ampia e ricca e procedendo per eliminazioni successive, secondo un andamento tipicamente «top-down».

# CARATTERE SELETTIVO DELLA PERCEZIONE

## Sullo statuto dell'osservazione: il rapporto tra sguardo e teoria

“Venticinque anni or sono, cercai di far capire questo punto ad un gruppo di studenti di Fisica, a Vienna, incominciando la lezione con le seguenti istruzioni: ‘Prendete carta e matita; osservate attentamente e registrate quel che avete osservato!’. Essi chiesero cosa volessi che osservassero. E’ chiaro che il precetto “osservate!” è assurdo.” [...] L’osservazione è sempre **selettiva**.”

*Karl Popper, 1963*



La selezione avviene sulla base di un **problema** da inquadrare correttamente e risolvere e di uno specifico **progetto d'azione**.

# LA PRIORITÀ FONDAMENTALE

## Bruno Munari

*” Tutti sono in grado di complicare, pochi sono in grado di semplificare. Per semplificare bisogna saper togliere e per togliere bisogna sapere cosa c'è da togliere”.*

E' molto più difficile **semplificare** che **complicare**.

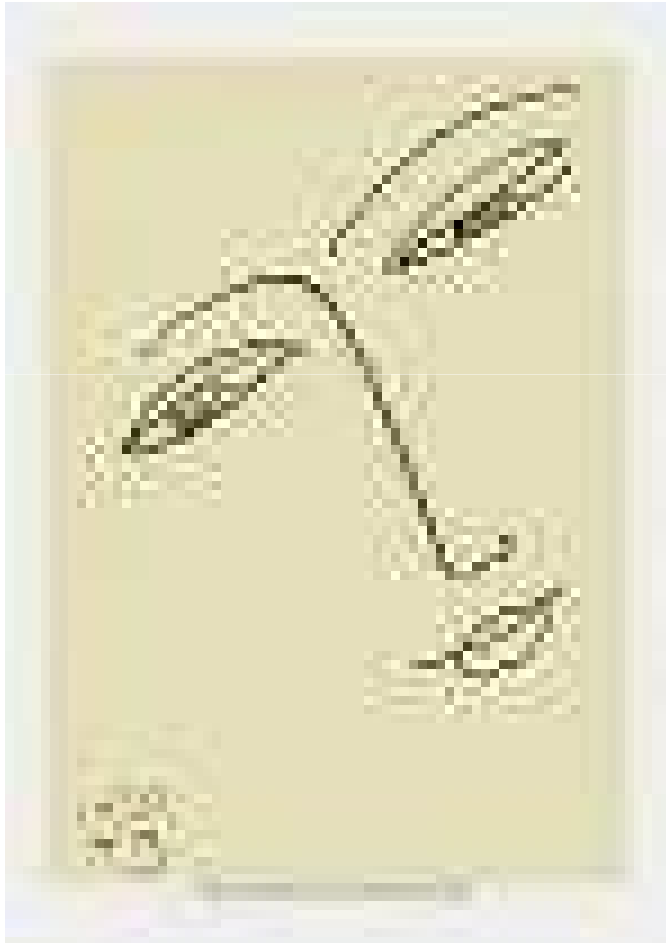
E' molto più difficile **togliere** che **aggiungere**.

E' molto più difficile procedere per **intersezioni**  
e per **incastro** che per **sommatoria**.

Per sapere cosa togliere e perché bisogna disporre  
di un **PROGETTO** ben definito e dagli obiettivi chiari.



# Henri Matisse

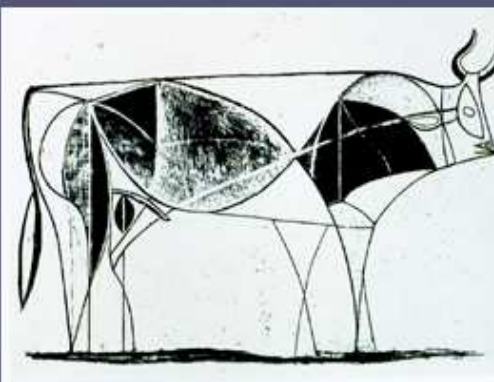
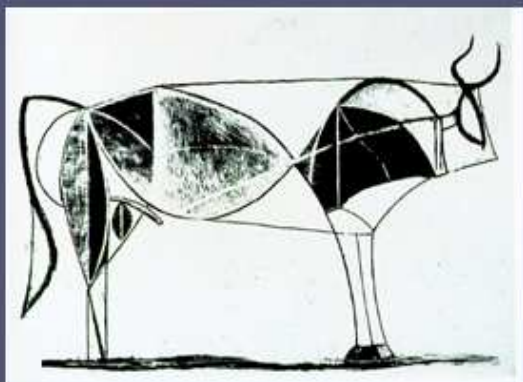
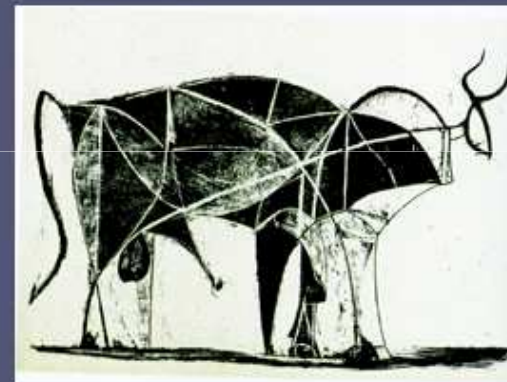
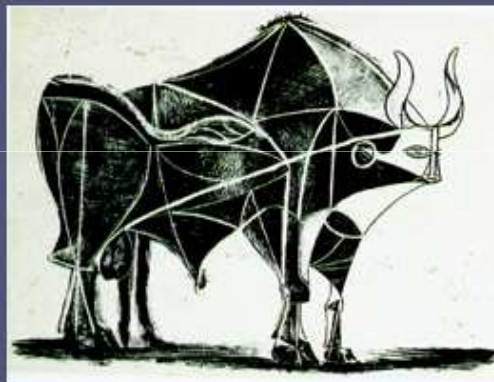
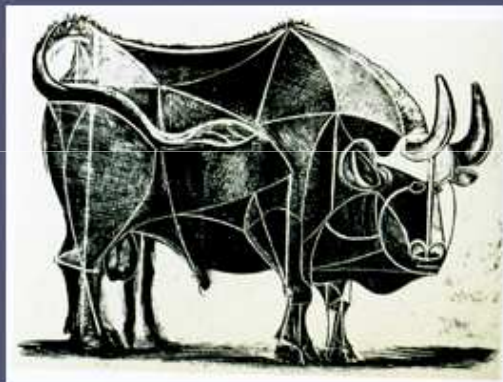
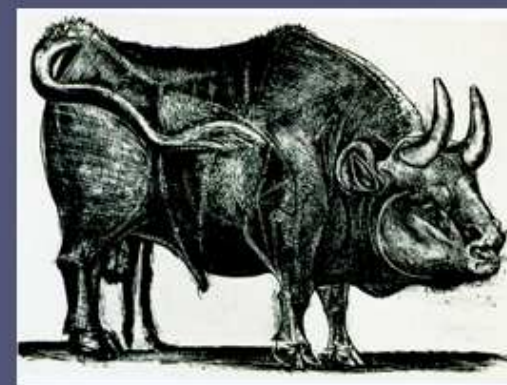
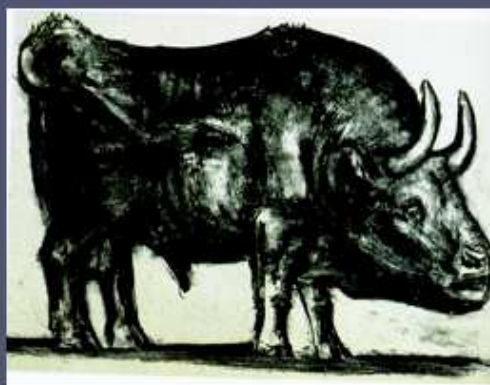


Uno splendido esempio di questa capacità di **togliere**, che non è comunque d'ostacolo al riconoscimento (tutt'altro) è la **face de femme** del **1935 di Matisse**.

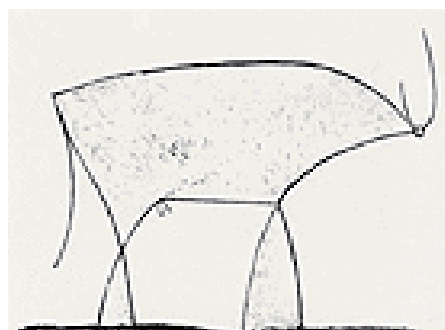
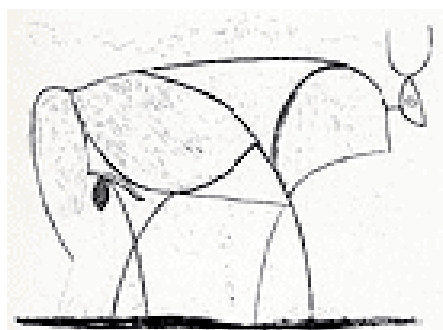
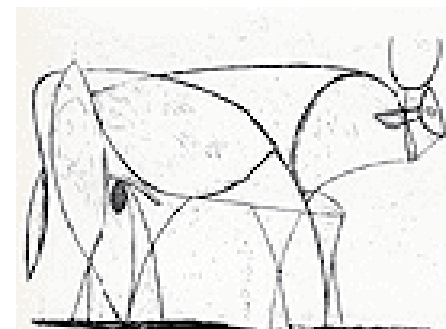
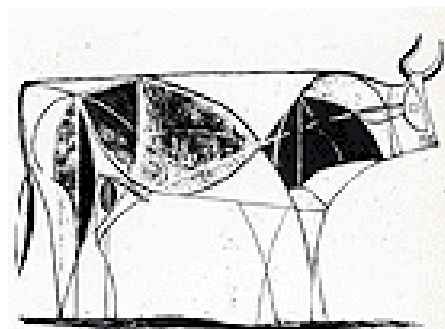
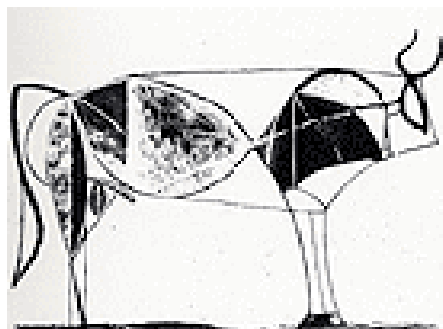
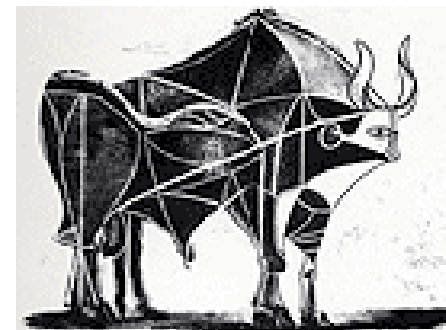
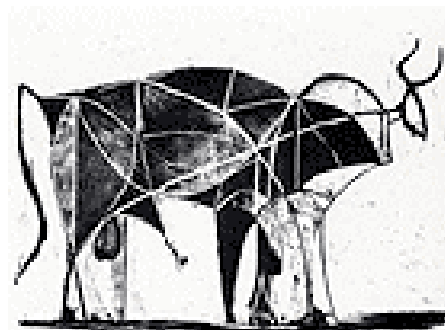
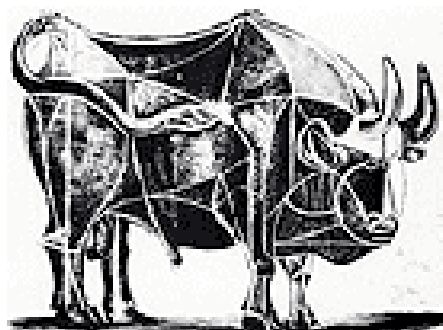
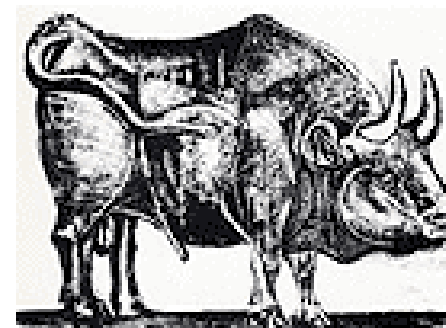
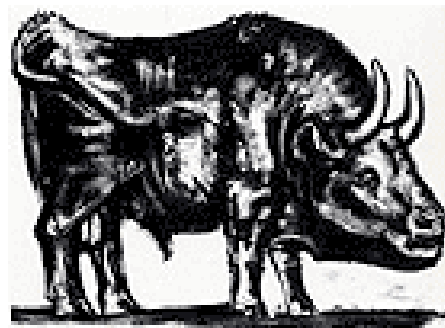
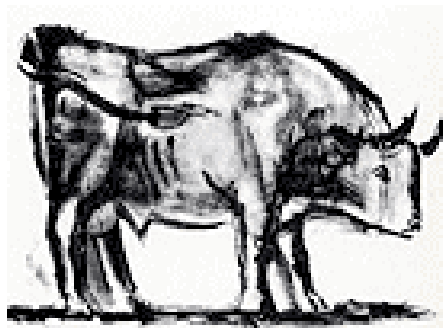
Pochi tratti **essenziali** sono sufficienti per far scattare la nostra capacità di classificare correttamente questa figura e di interpretarla come faremmo con una fotografia ben più ricca di dettagli.

La **percezione è selettiva**  
Anche **l'apprendimento** lo è.

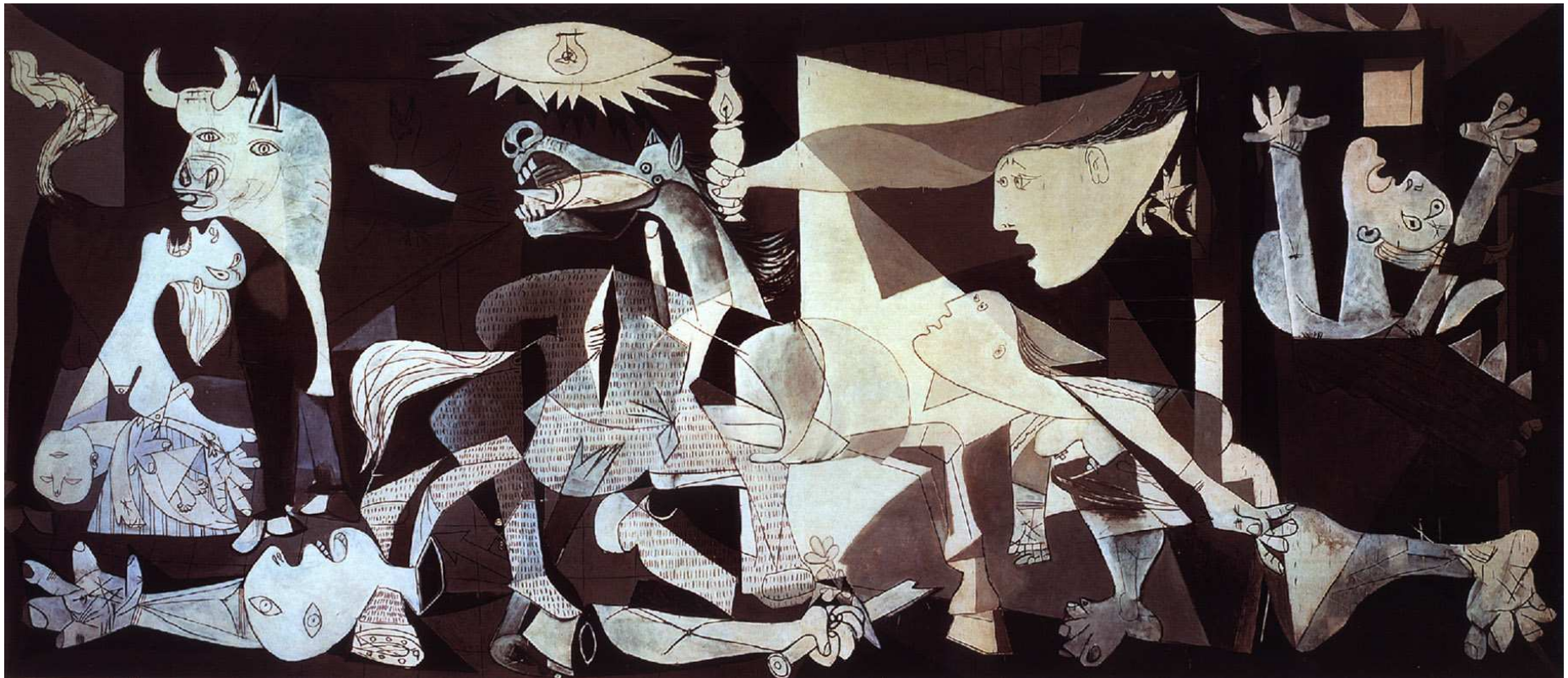
## PICASSO LE TAUREAU - DICEMBRE 1945



**PICASSO  
LE  
TAUREAU  
DICEMBRE  
1945**



# PICASSO GUERNICA 1937



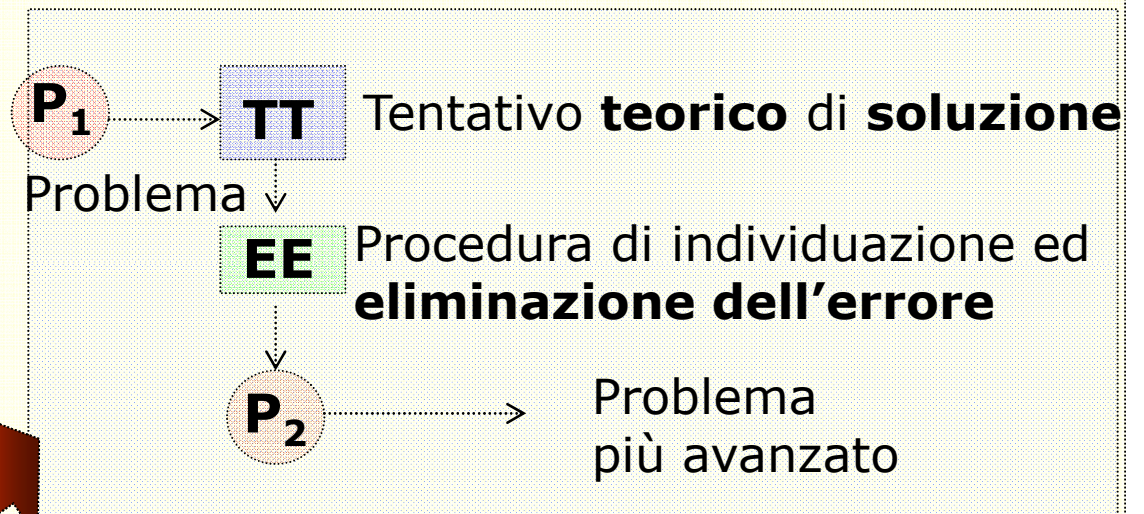
# Dimensione operativa della conoscenza

**Popper: spostare l'attenzione dai dati e dai processi induttivi ai problemi**

**Processo  
nella  
soluzione  
dei problemi**

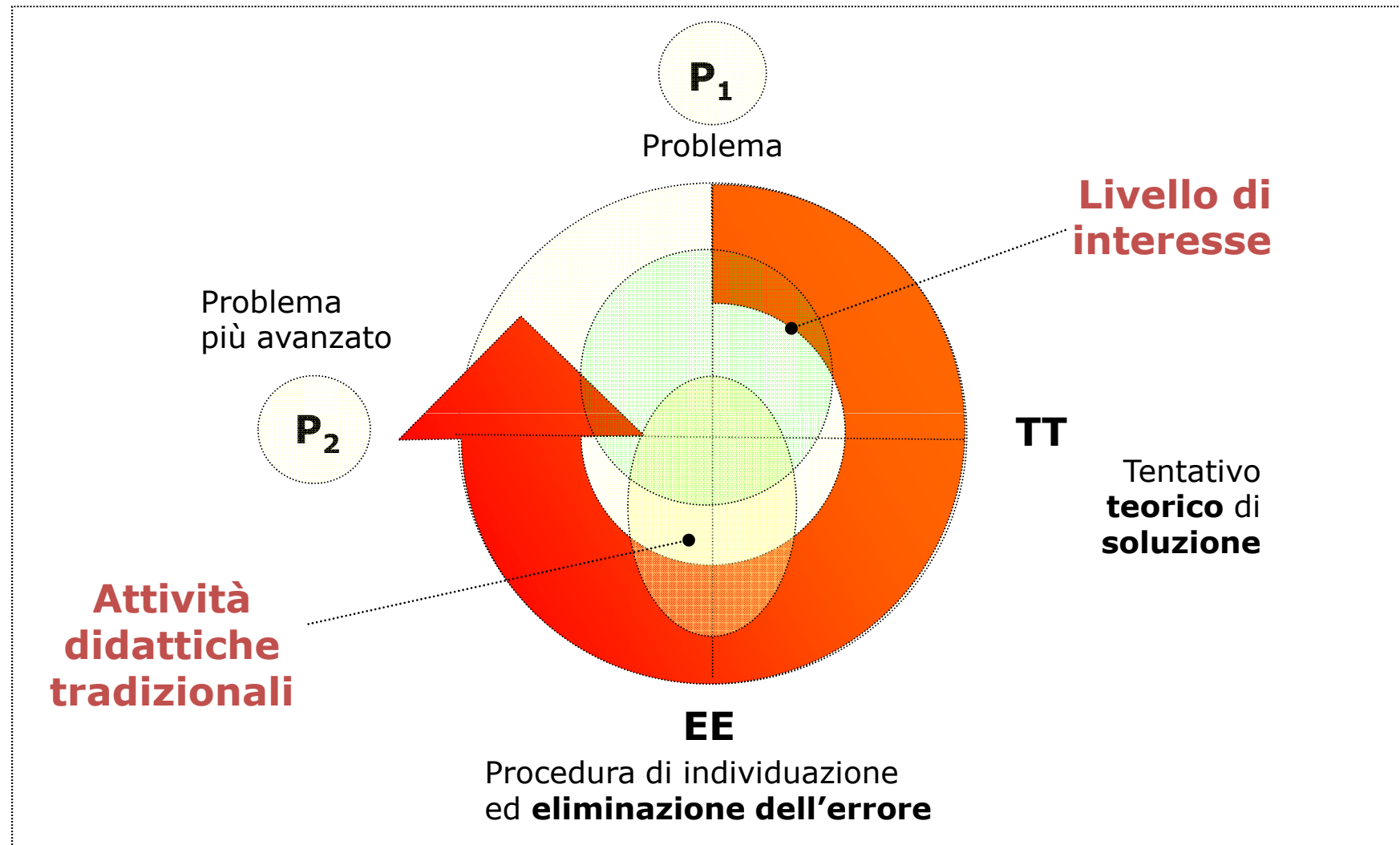
**Concezione tradizionale**

Da **dati certi** e inoppugnabili  
→ **generalizzazione induttiva**  
→ **esperienze sensate**  
→ ...



Karl Popper

# Processo nella soluzione dei problemi



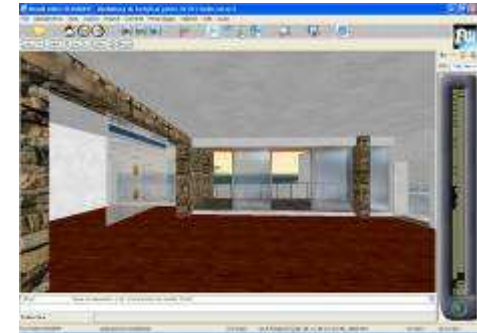
# Centralità dell'ambiente didattico

FATTORE INDISPENSABILE PER  
L'APPRENDIMENTO:

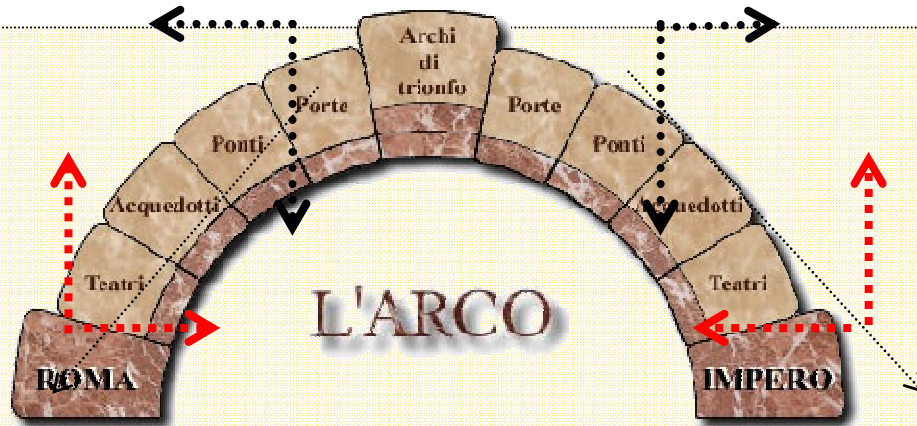
## L'AMBIENTE DI APPRENDIMENTO

### Inquadrare e risolvere problemi

- Identificare e perseguire obiettivi e percorsi di soluzione
- Ricercare, selezionare informazioni
- Sapersi confrontare con gli altri
- Affermare o confutare tesi
- Saper lavorare in gruppo
- Saper comunicare, esprimersi, ascoltare
- Indirizzare creatività ed emozioni
- Operativizzare



# Problemi e progetti



**Arco** non è altro che **una fortezza** causata da **due debolezze**, imperò che l'arco negli edifi è composto di due parti di circolo, i quali quarti circoli ciascuno debilissimo per se desidera cadere, e opponendosi alla ruina dell'altro **le due debolezze si convertono in unica fortezza.**

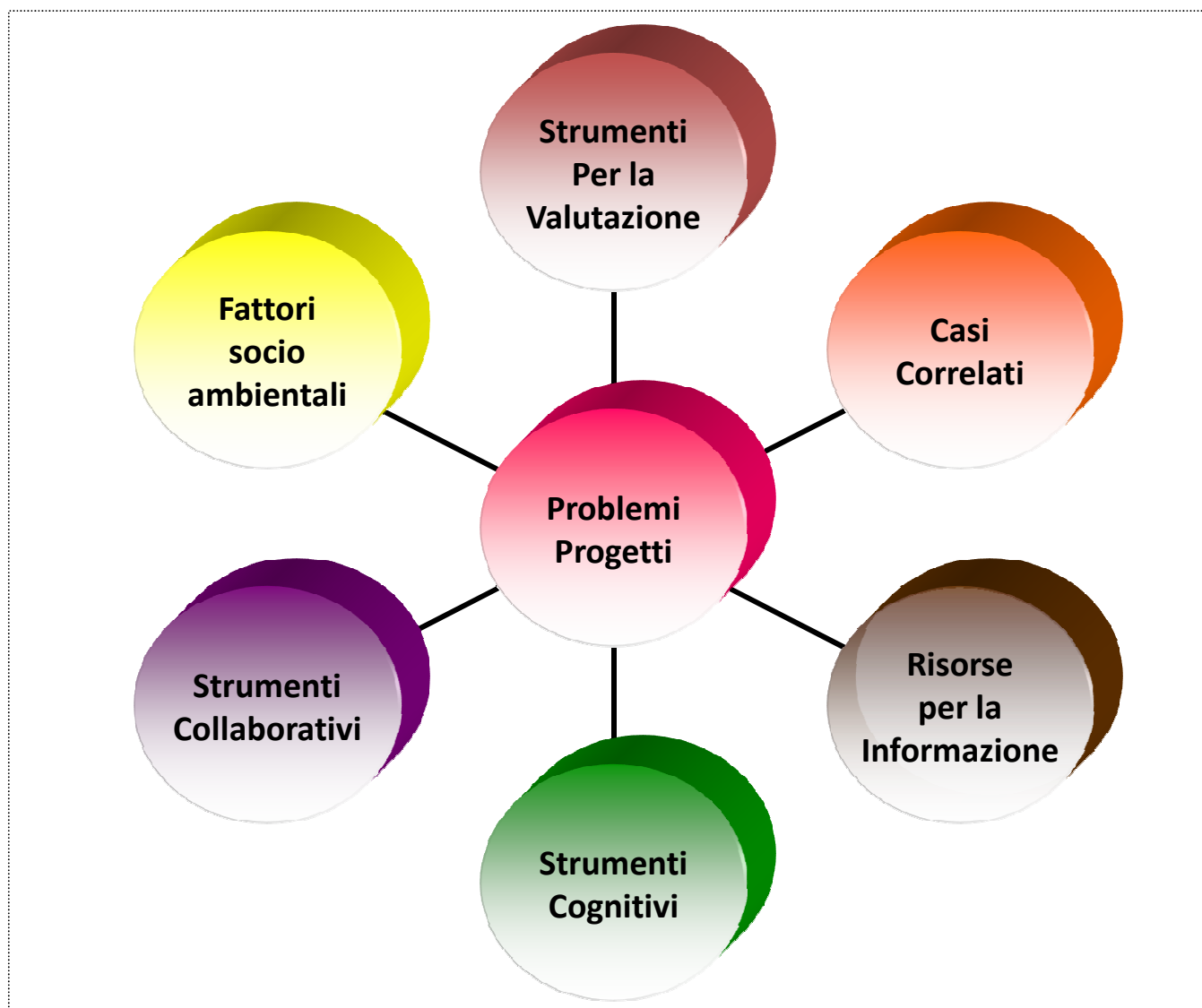
**(LEONARDO DA VINCI:**MSS, Institut de France, Paris, 50r, 'Frammenti sull'architettura' (1490), *Scritti rinascimentali di architettura*, a cura di A. Bruschi, C. Maltese, M. Tafuri, R. Bonelli, Edizioni il Polifilo, Milano, 1978, p. 292).

Il cuore di un ambiente di apprendimento costruttivista sono:

## i problemi e i progetti

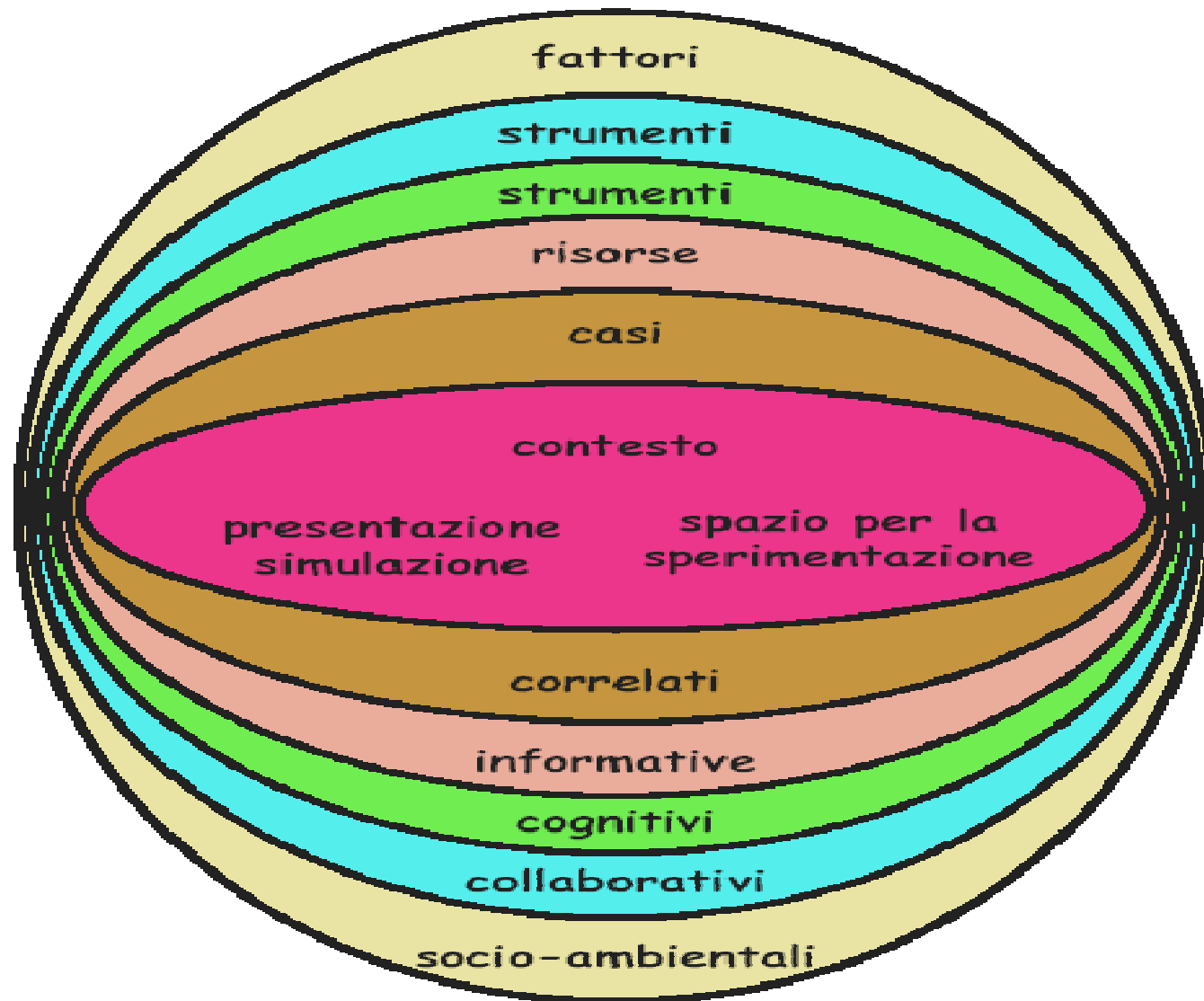
- destrutturati
- non a soluzione unica
- autentici

## Ambiente di apprendimento: il modello di D.H. Jonassen rivisitato e integrato da Lepida Scuola



Fonte: Enzo Zecchi, "Lepida scuola e il doppio ambiente di apprendimento"  
U.S.R. Emilia Romagna Rivista on line 2007

## Ambiente di apprendimento: il modello di D.H. Jonassen rivisitato e integrato da Lepida Scuola



# L'IMPORTANZA DEI CASI CORRELATI

- ❑ Il paradigma per Kuhn non è soltanto un insieme di teorie, metodi e valori epistemici condivisi da un gruppo di scienziati, ma è anche un *esemplare*, ovvero **un modello per risolvere problemi nuovi** sulla base di tecniche utilizzate con successo per affrontare problemi passati.
- ❑ Un paradigma inteso come “esemplare” è ciò che apprende a fare un giovane fisico quando applica a un caso nuovo la seconda legge della dinamica di Newton: risolvere il problema in questione significa trovare la funzione di forza che risolve il problema modellizzando opportunamente il sistema fisico in questione

## T.S. Kuhn: Come si articola una teoria scientifica

- **Le generalizzazioni simboliche**

Forme schematiche la cui espressione simbolica **cambia da applicazione ad applicazione**

- **Gli esemplari**

Esempi standard di problemi risolti (dimestichezza con il linguaggio e conoscenza della natura)

### **Stimolo per la scoperta**

