



SENDS

***Storia ed Epistemologia per una Nuova Didattica
delle Scienze***



***Un approccio verticale
all'insegnamento della chimica:
la materia e le sue trasformazioni.***

Elena Ghibaudi

Gruppo SENDS

Dip. Chimica - Università di Torino

elena.ghibaudi@unito.it

26 aprile 2017

COSA INSEGNARE?

La chimica?



Cosa sono le scienze?

Le scienze?

Come si colloca la chimica fra le scienze?





QUALE IDEA DI SCIENZA?

Cosa definiamo **scienza**?

Cosa hanno **in comune** i diversi **saperi scientifici** disciplinari?

Cosa li **distingue** da **altre forme** di conoscenza del mondo (filosofica, letteraria, poetica, esperienziale)?

Perché dovremmo studiare le scienze?



Insegniamo ciò di cui noi stessi siamo convinti.....

The effects of Science teachers' epistemological beliefs in teaching seem to be strong and stable across teachers' field of expertise in science, the educational level at which they teach, or the culture to which they belong.

Maher Hashweh (1996) Effects of Science teachers' epistemological beliefs in teaching. J. Res. Sci. Teach., 33, 47

La posizione epistemologica dell'insegnante struttura la sua pratica d'insegnamento e instilla negli allievi una certa concezione della scienza e del sapere scientifico.

Una epistemologia inconsapevole non è controllabile...

Cosa indichiamo con il termine SCIENZA?



Solitamente, tre cose diverse:

1. Una metodologia conoscitiva del mondo fisico:
la scienza intesa come un **processo** intellettuale che genera conoscenza del mondo empirico a partire da alcune premesse metodologiche comuni a tutte le discipline.
2. L'insieme delle conoscenze sul mondo fisico:
la scienza intesa come il **prodotto** dell'attività degli scienziati.
3. Una capacità di azione sul mondo fisico:
l'agire efficace e la realizzazione di nuovi processi, con il supporto della tecnologia.

PROCESSO, PRODOTTO, STRUMENTO



- la scienza è un **processo**
- il **sapere scientifico** ne è il **prodotto**
- l'indagine scientifica è lo **strumento metodologico** che viene applicato nel corso del processo per generare il prodotto.



Realtà fenomenica e sua interpretazione



Sistema:



Cosa succede al sistema con il passare del
tempo?

Prima:



Dopo:





Due risposte

- Una risposta: l'acqua evapora
- Un'altra risposta: il livello dell'acqua diminuisce, si abbassa.

Sono due risposte equivalenti, dicono la stessa cosa, le possiamo mettere sullo stesso piano?



Fenomeno e interpretazione

- Abbassamento del livello dell'acqua

Questo è il fenomeno constatato

- L'acqua evapora

Fatto o interpretazione?



Livelli di interpretazione

Come mai il livello dell'acqua si abbassa?
(evidenza empirica)?

Prima interpretazione:

L'acqua passa dallo stato liquido a quello di vapore.
Chiamiamo questo fenomeno evaporazione.

- Teoria di riferimento: **stati della materia**.
- Livello **macroscopico**.



Livelli di interpretazione

Come mai il livello dell'acqua si abbassa?
(evidenza empirica)?

Seconda interpretazione:

Alcune particelle si svincolano dalla fase condensata e passano in fase gassosa. Chiamiamo questo fenomeno evaporazione.

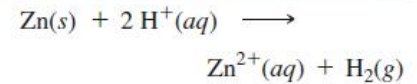
- Teoria di riferimento: **struttura particellare della materia.**
- Livello **microscopico.**

Un ostacolo nell'apprendimento: la mancanza di distinzione tra attività osservativa e interpretativa



DOMANDA: Cosa osservi?

.....che si sviluppa
idrogeno



.....che si genera iodio



La presenza di I_2 nella fase inferiore indica che il Br_2 aggiunto è stato in grado di ossidare gli ioni ioduro originariamente presenti in iodio molecolare (I_2).

Charles D. Winters



.....che precipita
ioduro di piombo



QUALE IDEA DI SCIENZA?

Cosa definiamo **scienza**?

Cosa hanno **in comune** i diversi **saperi scientifici** disciplinari?

Cosa li **distingue** da **altre forme** di conoscenza del mondo (filosofica, letteraria, poetica, esperienziale)?

Perché dovremmo studiare le scienze?

Quali caratteristiche per il sapere scientifico?



La realtà empirica esaminata
in un'ottica scientifica è una realtà **concettualizzata**.

La realtà empirica viene interpretata facendo
riferimento a **teorie** e utilizzando dei **modelli**.

La validità di un modello è sempre **temporanea** e
soggetta a verifiche.

Qualora il modello non risponda più in modo
soddisfacente alle osservazioni sperimentali, **può**
essere abbandonato per un modello migliore.

Quali caratteristiche per il sapere scientifico?



Dunque, il sapere scientifico non ha un valore assoluto,
ossia

non ha carattere di verità.

Però non è neppure arbitrario.

Ha carattere di **plausibilità** ed è vincolato dal mondo
fenomenico.

È **storicamente situato** (nel tempo, le teorie cambiano, i
modelli anche) e **inter-soggettivo** (è il prodotto della
comunità scientifica, che lo valida).

Il sapere scientifico è un sapere **interpretativo**: esso
costituisce una **interpretazione** della realtà
NON una sua **fotografia**.

MODELLI E REALTÀ EMPIRICA



Cosa vogliono dire gli scienziati quando affermano di *sapere* come è fatto un atomo o cosa avviene in una reazione di ossidoriduzione?

Vogliono dire :

- ✦ che dispongono di un **modello** dell'atomo, dell'ossidoriduzione o di qualunque altra cosa di cui si interessano;
- ✦ che tale modello è in **accordo con le evidenze empiriche** che risultano dai loro studi sperimentali
- ✦ che la comunità scientifica riconosce quel modello come **valido** (= plausibile, ≠ vero)



Apprendere a modellizzare

Per gli studenti, una delle difficoltà maggiori dell'apprendimento delle scienze consiste nello stabilire relazioni tra:

- Descrizione/interpretazione di una situazione materiale in termini di **oggetti ed eventi**.
- Descrizione/interpretazione della stessa situazione materiale in termini di **modelli scientifici**.

Modellizzare (una porzione di realtà) significa costruire collettivamente uno strumento per poter ragionare sul sistema.



SPECIFICITA' DELLA CHIMICA

Cosa è la chimica?

È la scienza della trasformazione delle sostanze (opera nel macroscopico!)

Il concetto di sostanza è centrale in questa disciplina!

I 3 livelli della chimica

Quando introdurre queste differenziazioni?

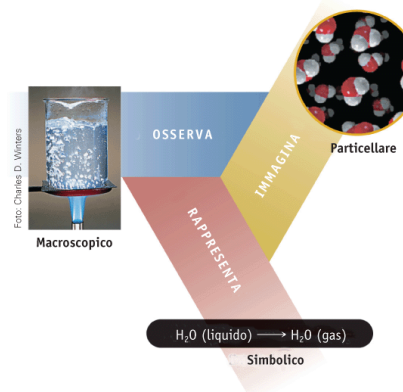


FIGURA 1.8 I livelli della materia. Noi osserviamo i processi chimici e fisici a livello macroscopico. Per comprendere e descrivere questi processi è conveniente cercare di immaginare cosa sia avvenuto a livello atomico e molecolare e usare dei simboli per rappresentare le osservazioni. Un becher di acqua che bolle può essere visualizzato a livello particellare, come molecole di H_2O che si muovono rapidamente. Il processo viene rappresentato mediante l'equazione chimica $\text{H}_2\text{O} (\text{liquido}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{gas})$.



VERTICALITA'

COSA SIGNIFICA IN CONCRETO?

- Strutturazione **evolutiva** dei contenuti, all'interno di un itinerario scolastico è progressivo e continuo.
- Livelli di concettualizzazione successivi, commisurati alle capacità cognitive degli allievi. Transire da ciò che è **oggetto di impressione sensoriale** a ciò che è **oggetto mentale**.
- Padroneggiare **dapprima il livello macro** (livello della esperienza sensoriale) **per accedere al livello micro** (livello della modellizzazione).
- Ciascun passaggio deve essere **affrontato nell'appropriato livello** **scolare** ed è **premissa necessaria** al successivo



COSA INSEGNARE?

Tema unificante: la materia e le sue trasformazioni.

Strutturazione evolutiva dei contenuti:

1. dagli oggetti agli stati fisici e alle trasformazioni della materia.
2. distinzione fra trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche.

La comprensione delle trasformazioni fisiche (a livello di modellizzazione macroscopica e microscopica) è un passaggio indispensabile per comprendere le trasformazioni chimiche.

COSA INSEGNARE?



SCUOLA PRIMARIA. LIVELLO MACRO

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO:
PASSAGGIO DAL MACRO AL MICRO

BIENNIO: LIVELLO MICRO

MICRO 1: ATOMICO-MOLECOLARE

MICRO 2: NUCLEO-ELETTRONICO.



COME INSEGNARE?

1. Partire **sempre** da fatti percettivi, da problemi accessibili ad allievi.
2. Ruolo **attivo** dell'allievo.
3. Insegnamento per **problemi**

Attività:

- **Azione interiore** (pensiero: confronta, ordina, categorizza, riorganizza, elabora ipotesi, ecc.).
- **Azione fisica.**

Fondamentale: aspetto qualitativo dei fenomeni, prima di quello quantitativo.

Meccanismi mentali di apprendimento e struttura cognitiva



La **struttura cognitiva** è l'insieme dei fatti, asserti, concetti, modelli, teorie e dati grezzi sensoriali di cui l'allievo può disporre in ogni momento e il modo in cui sono **sistemati nella sua mente**.

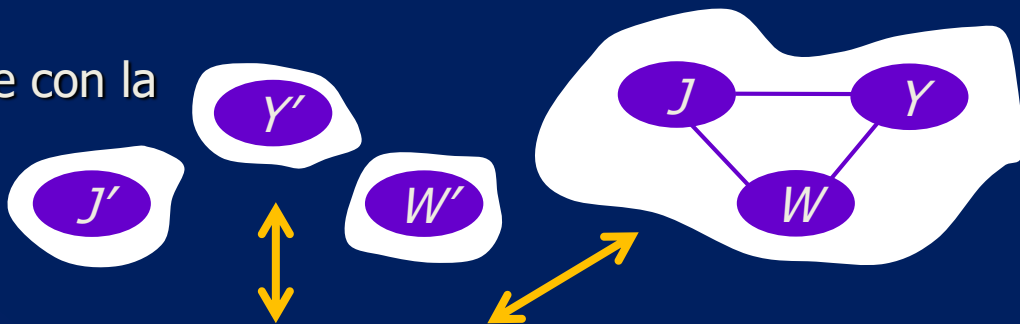
Nella definizione è incluso non solo il sapere, ma **anche il modo in cui questo è organizzato**, anche se a tale organizzazione è molto difficile accedere.

Gli allievi, applicando un principio di ***economia cognitiva***, tentano di **sfuggire al cambiamento** e di conservare le proprie idee, mettendo in atto strategie mentali diversificate.

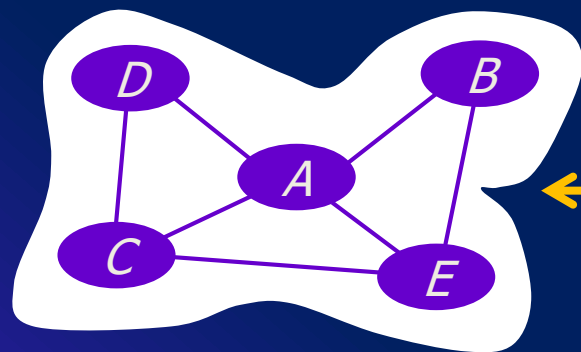
MODELLO ALLOSTERICO DI APPRENDIMENTO (A.Giordan)



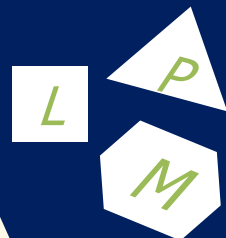
interazione con la realtà



Contenuto da apprendere (sapere codificato)



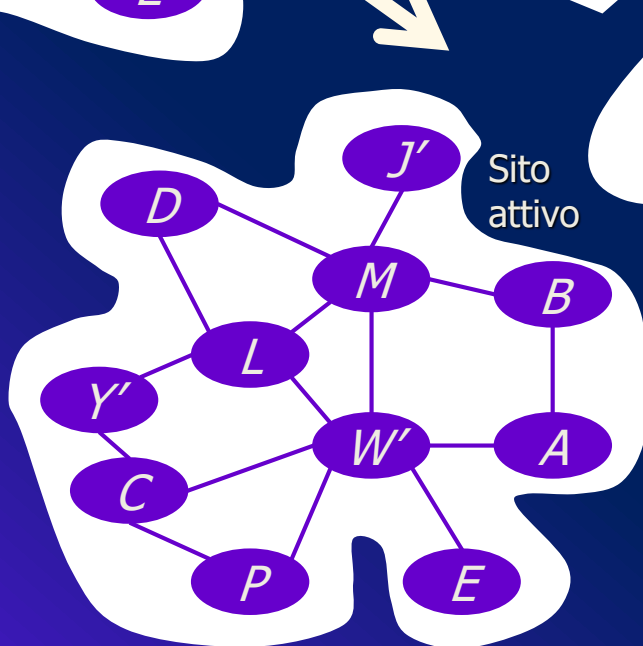
confronti di idee (allievo-allievo) (allievo-insegnante)



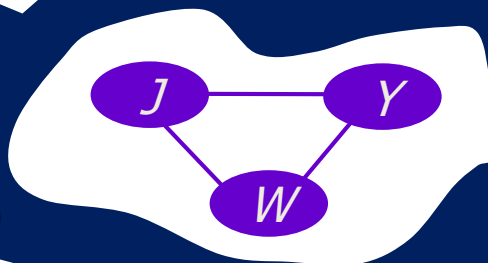
Struttura mentale iniziale



struttura mentale in ristrutturazione



Sito attivo

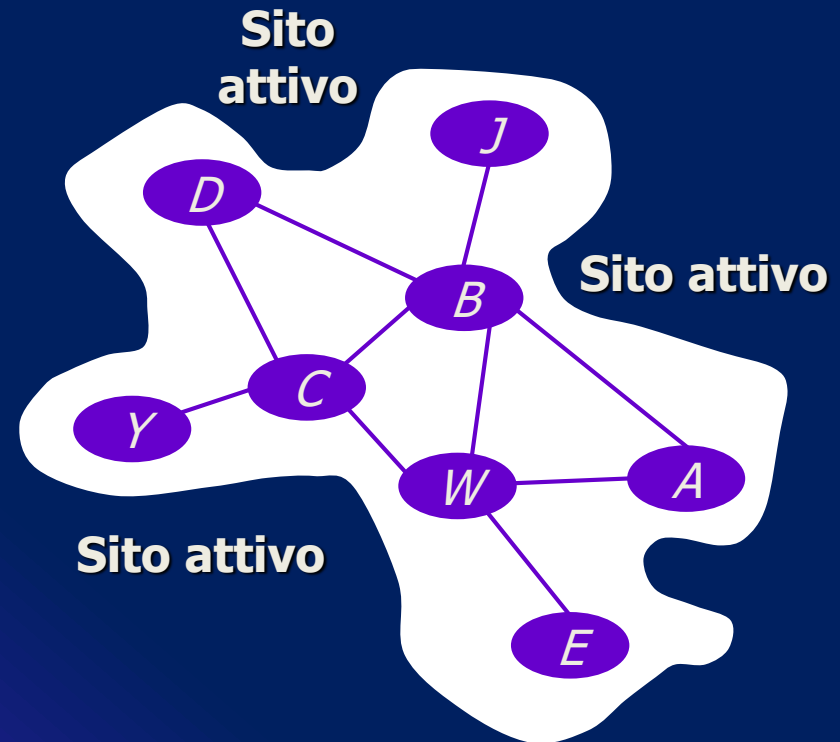
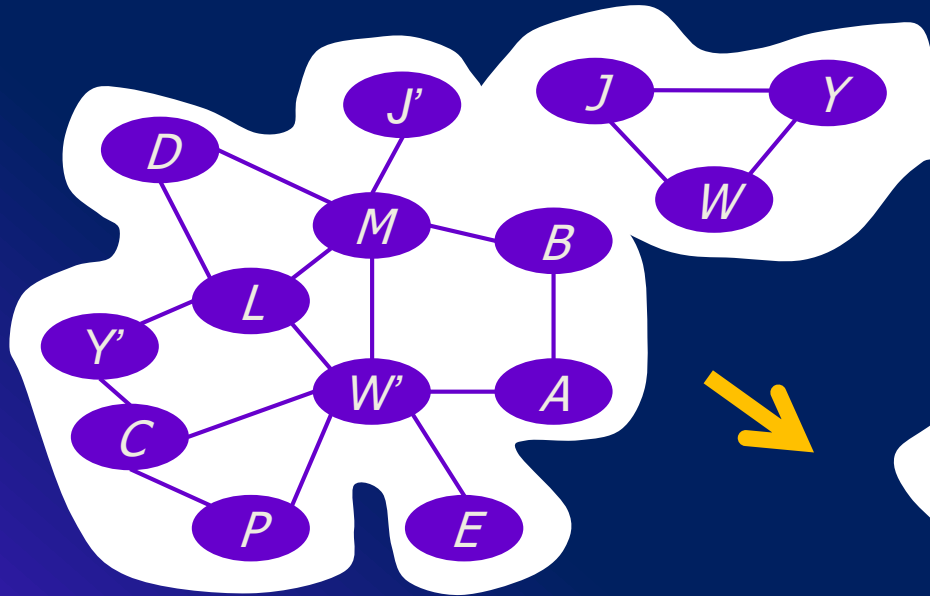


contenuto da apprendere e da integrare

MODELLO ALLOSTERICO DI APPRENDIMENTO (A.Giordan)



struttura mentale in ristrutturazione



struttura mentale ristrutturata



La materia e le sue trasformazioni: un percorso verticale



LA SCUOLA PRIMARIA: I CONTENUTI

Oggetti e materiali

Acqua e aria assunti come prototipi dei corpi
liquidi, solidi, gassosi.

Il concetto di materia e i suoi attributi



La nozione di **stato** – Un corpo materiale (porzione di materia) può presentarsi sotto forma di solido, di liquido oppure di gas.

La nozione di **trasformazione** – In opportune condizioni, un corpo può passare da uno stato all'altro.

La nozione di **invertibilità** – In opportune condizioni, questi passaggi sono invertibili.

La nozione di **conservazione** – In questi passaggi i corpi materiali conservano la loro qualità (identità) e la loro quantità.



Obiettivi

Giungere a riconoscere come **materia** tutto ciò che:

- può presentarsi in un determinato **stato fisico**;
- in opportune condizioni **può passare da uno stato all'altro**, attraverso processi reversibili;
- nel corso di tali processi **si conserva** dal punto di vista della qualità e della quantità.

A questo fine, si offre agli allievi l'opportunità di affrontare problemi e interrogativi relativi a corpi materiali che appartengono al loro universo esperienziale (acqua, ghiaccio, aria).



**SCUOLA SECONDARIA
DI PRIMO GRADO:
DAI MODELLI MACROSCOPICI
AI MODELLI MICROSCOPICI**

Modello macroscopico degli stati della materia



I corpi solidi

- hanno una forma ben definita
- occupano una quantità di spazio ben definita
- non sono compressibili
- possono essere compatti, pulverulenti, granulari, fibrosi, ecc.

I corpi liquidi

- non hanno una forma ben definita,
- occupano una quantità di spazio ben definita
- non sono compressibili
- sono più o meno viscosi

I corpi gassosi

- non hanno una forma ben definita
- non occupano una quantità di spazio ben definita, ma tutto lo spazio a disposizione
- sono molto compressibili



Verso il registro microscopico di interpretazione della realtà...

PROBLEMA

La materia è continua o discontinua?

Per poter passare al registro microscopico occorre organizzare delle attività che consentano agli allievi di riflettere sui concetti di:

- particella
- vuoto

e che permettano loro di comprendere cosa è un modello e cosa si intende per rappresentazione della realtà.

Il modello particellare della materia



Quali proprietà per le particelle? Un germe di modello

Gli scienziati ci dicono che si può immaginare un corpo solido puro come se fosse costituito di particelle molto piccole, invisibili anche se si usano microscopi molto potenti. Gli scienziati ci dicono anche che tali particelle hanno le seguenti proprietà:

1. Una particella non si può dividere
2. Una particella non può cambiare forma
3. Una particella ha sempre le stesse dimensioni
4. Una determinata particella ha sempre la stessa quantità di materia



Rappresentare gli stati della materia

Sulla cattedra ci sono **due lamine di ferro**, indicate con A e B.

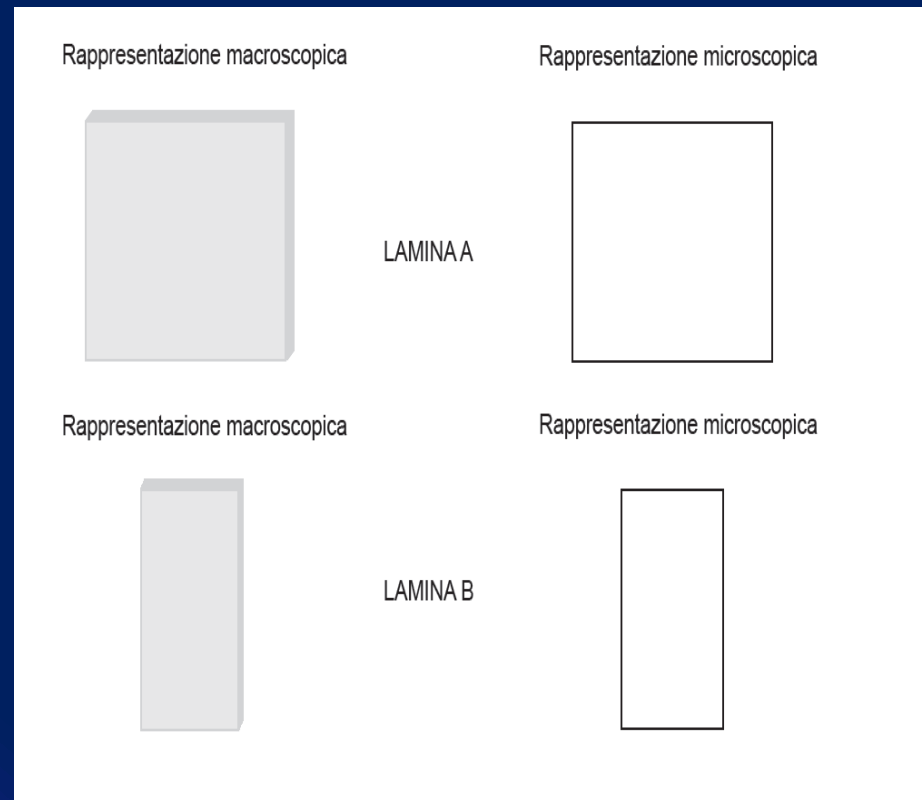
Sappiamo che la quantità di ferro della lamina A è il **doppio** della quantità di ferro della lamina B.

Questo vuol dire che la lamina A **pesa il doppio** della lamina B.

Qui sotto trovi la **rappresentazione macroscopica** delle due lamine.

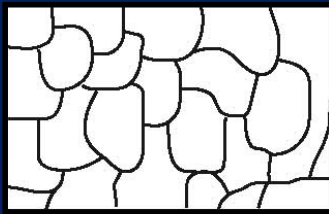
Usando un simbolo di tua scelta, disegna una **rappresentazione microscopica** delle due lamine.

Dal disegno si deve capire che la lamina A pesa il doppio della lamina B.

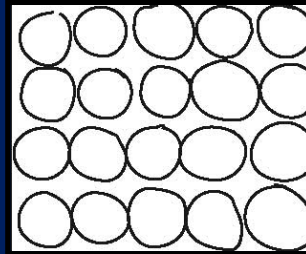




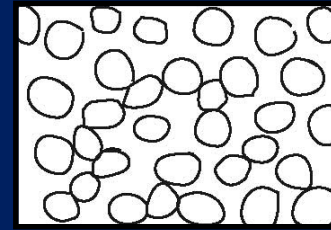
Rappresentazioni *ingenue* di un corpo solido puro



continuo

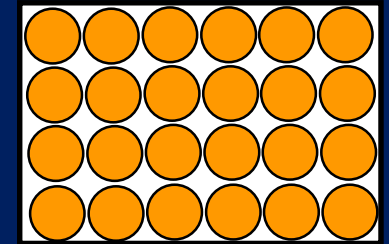
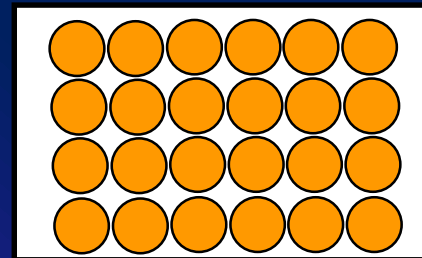
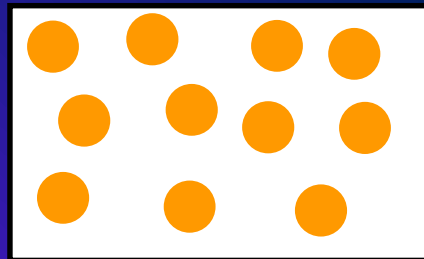
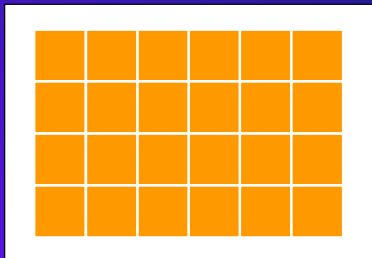


discontinuo



discontinuo

Prime rappresentazioni di un solido puro mediante il modello particellare





Modello di corpo solido

Livello Macroscopico	Livello Microscopico
un corpo solido puro	un solo tipo di particelle
la quantità di materia non cambia	stesso numero di particelle
aumenta il volume del corpo solido	le particelle si allontanano, fra di loro esistono spazi più piccoli delle loro dimensioni (spazi vuoti)
La forma del corpo solido non cambia	<ul style="list-style-type: none">• le particelle sono stipate tra di loro e vincolate le une alle altre• le particelle non possono spostarsi liberamente (conseguenza del fatto di essere stipate e vincolate).• le particelle mantengono la disposizione che avevano (disposte secondo un ordine)

Primo modello particellare



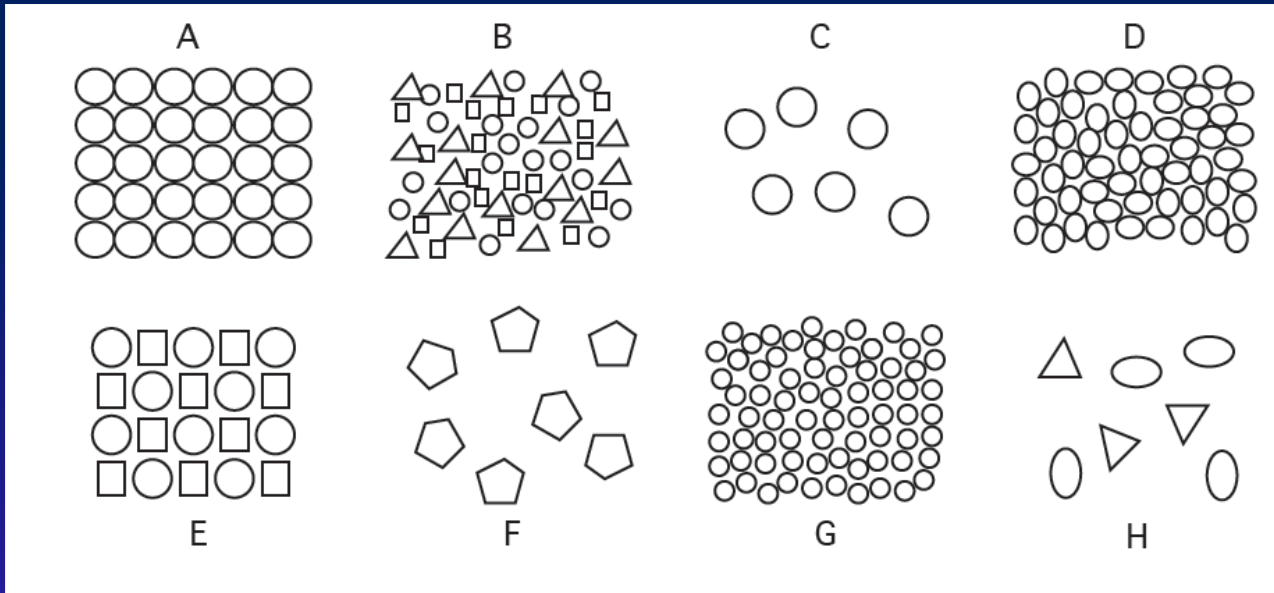
1. una particella non si può dividere, è indivisibile
2. una particella non può cambiare forma, è indeformabile
3. una particella ha sempre le stesse dimensioni
4. una particella di un certo corpo puro ha sempre la stessa quantità di materia, che cambia al cambiare del **corpo puro**
5. un solo tipo di particelle individua un **corpo puro**
6. un determinato numero di particelle dello stesso tipo equivale sempre alla stessa quantità di **corpo puro**
7. tra le particelle esistono spazi vuoti più o meno grandi a seconda dello stato fisico del **corpo puro**
8. le particelle sono più o meno stipate tra loro, e più o meno vincolate le une alle altre, a seconda dello stato fisico del **corpo puro**
9. le particelle sono più o meno libere di muoversi e/o spostarsi a seconda dello stato fisico del **corpo puro**
10. le particelle sono disposte in modo più o meno ordinato a seconda dello stato fisico del **corpo puro**

Primo modello particellare



1. una particella non si può dividere, è indivisibile
2. una particella non può cambiare forma, è indeformabile
3. una particella ha sempre le stesse dimensioni
4. una particella di una certa **sostanza** ha sempre la stessa quantità di materia, che cambia al cambiare della **sostanza**
5. un solo tipo di particelle individua una **sostanza**
6. un determinato numero di particelle dello stesso tipo equivale sempre alla stessa quantità di **sostanza**
7. tra le particelle esistono spazi vuoti più o meno grandi a seconda dello stato fisico della **sostanza**
8. le particelle sono più o meno stipate tra loro, e più o meno vincolate le une alle altre, a seconda dello stato fisico della **sostanza**
9. le particelle sono più o meno libere di muoversi e/o spostarsi a seconda dello stato fisico della **sostanza**
10. le particelle sono disposte in modo più o meno ordinato a seconda dello stato fisico della **sostanza**

Rappresentazioni di sostanze e di miscele in vari stati fisici



Servendoti delle lettere, indica quali, secondo te, sono rappresentazioni corrette di:

UNA SOSTANZA SOLIDA
UNA SOSTANZA LIQUIDA
UNA SOSTANZA GASSOSA

UNA MISCELA DI SOLIDI
UNA MISCELA DI LIQUIDI
UNA MISCELA DI GAS

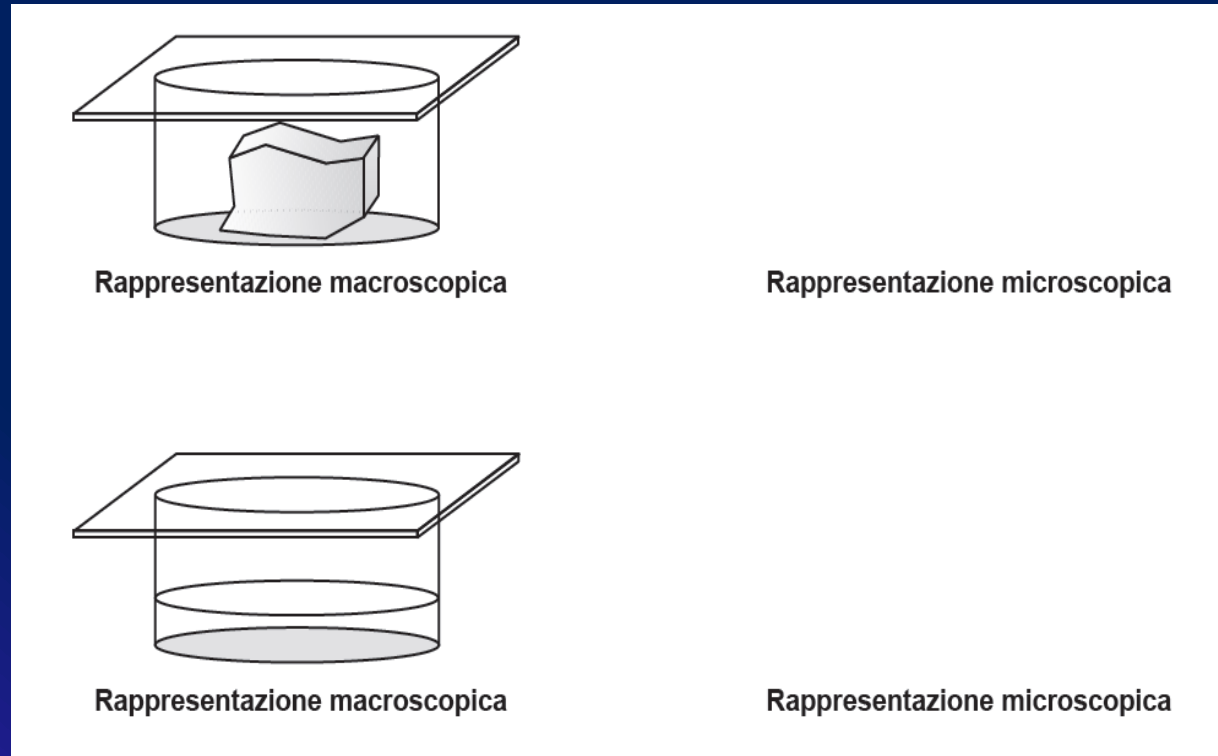
Le trasformazioni fisiche interpretate mediante il modello particellare



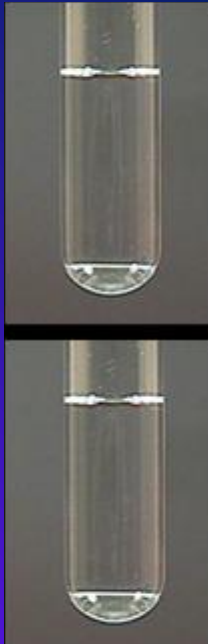
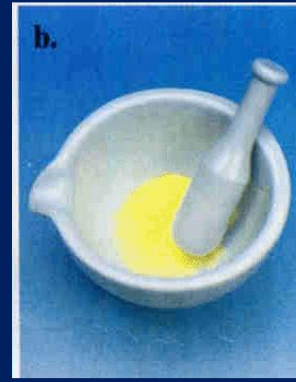
Si mette un pezzo di ghiaccio in un recipiente e si tappa il recipiente.

Tenendo il recipiente ben tappato, si lascia fondere tutto il ghiaccio.

Rappresenta, negli spazi assegnati, il ghiaccio e l'acqua ottenuta dalla fusione di tutto il ghiaccio.



Crisi del modello particellare ?



TRASFORMAZIONE CHIMICA



	stato fisico	colore	n° sostanze	n° fasi
nitrato di piombo	solido granulare	bianco	1	1
ioduro di potassio	solido granulare	bianco	1	1
nitrato di piombo + acqua (recipiente A)	liquido	incolore trasparente	2	1 miscela omogenea
ioduro di potassio + acqua (recipiente B)	liquido	incolore trasparente	2	1 miscela omogenea
nitrato di piombo + ioduro di potassio	solido polverulento	bianco e giallo dopo aver ben pestato	2	2 miscela eterogenea
nitrato di piombo + acqua + ioduro di potassio + acqua	liquido solido	incolore trasparente giallo	3	2 miscela eterogenea

UNA NUOVA SOSTANZA



Conclusione condivisa: è comparso un colore giallo che prima non c'era.

Allievi già consapevoli che il colore non ha esistenza indipendente: legame colore-corpo (materia).

Colore giallo: segnala che qualcosa di nuovo è apparso in seguito allo sfregamento delle due polveri

Fenomeno particolare: **formazione di una nuova sostanza.**

Oltre a colore giallo: sostanza gialla non si scioglie in acqua; sostanze bianche di partenza si sciolgono.

Insegnante: **trasformazione chimica.**

Trasformazione di materia con formazione di nuove sostanze.

PROPOSTE DI SCHEMA ICONICO



Prima proposta: un simbolo per ogni sostanza – le sostanze non si conservano, ma non si ipotizza in che modo si formino nuove sostanze



Seconda proposta: la particella di ogni sostanza si separa in due parti ciascuna delle quali si unisce con una parte di una particella di un'altra sostanza



Terza proposta: le particelle (molecole) sono costituite da particelle più piccole (atomi) che si ricombinano dando origine a nuove particelle (molecole) e dunque, a nuove sostanze macroscopiche



IL MODELLO PARTICELLARE aggiornato



1. Le particelle di cui è costituita una **sostanza (molecole)** sono divisibili, poiché sono formate da altre particelle (**atomi**)
2. Una **molecola** non può cambiare forma
3. Una **molecola** ha sempre le stesse dimensioni
4. Una **molecola** di una certa sostanza ha sempre la stessa quantità di materia (massa) che cambia al cambiare della sostanza
5. Un solo tipo di **molecole** individua una sostanza
6. Un determinato numero di **molecole** dello stesso tipo equivale sempre alla stessa quantità di sostanza
7. Tra le **molecole** esistono spazi vuoti più o meno grandi a seconda dello stato fisico della sostanza
8. Le **molecole** sono più o meno stipate tra loro e più o meno vincolate le une alle altre a seconda dello stato fisico della sostanza
9. Le **molecole** sono più o meno libere di muoversi e/o spostarsi a seconda dello stato fisico della sostanza
10. Le **molecole** sono disposte in modo più o meno ordinato a seconda dello stato fisico della sostanza



**SCUOLA SECONDARIA
DI SECONDO GRADO:
RAPPORTI E INDICI STECHIOMETRICI,
LINGUAGGIO SIMBOLICO**

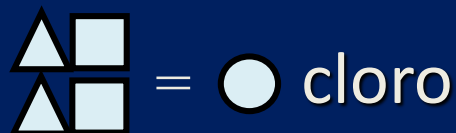


Un esempio

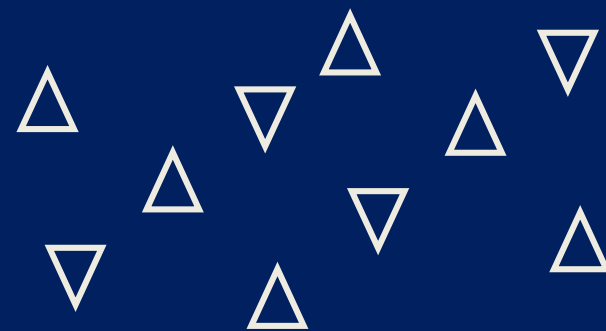
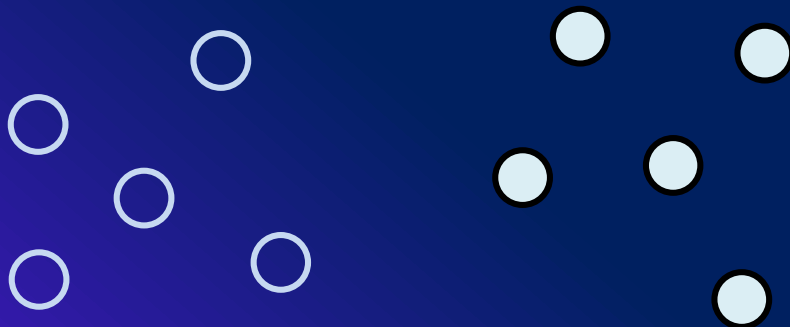
Un cilindro è chiuso alle due estremità da due pistoni mobili. Un diaframma rimovibile divide il cilindro in due contenitori a tenuta. I due contenitori hanno lo stesso volume e contengono ognuno 1 dm^3 di gas: il contenitore A contiene gas idrogeno, il contenitore B contiene gas cloro. Si rimuove il diaframma e si fa avvenire la combinazione tra i due gas ottenendo 2 dm^3 di una nuova sostanza gassosa: cloruro di idrogeno. Agli studenti viene richiesto di modellizzare iconicamente la trasformazione chimica.



Interpretazioni



idrogeno

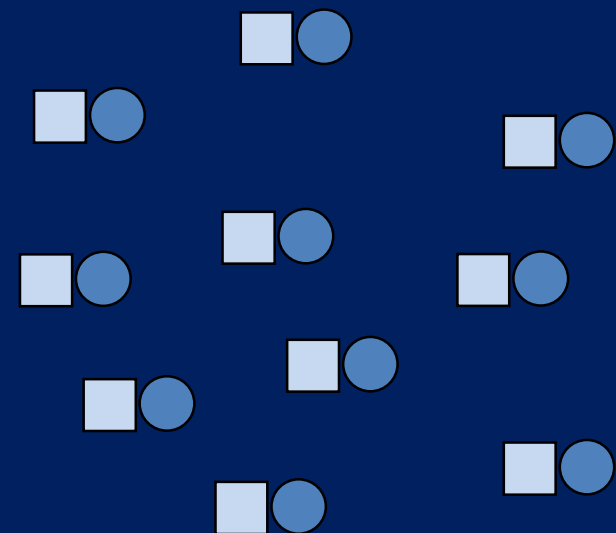
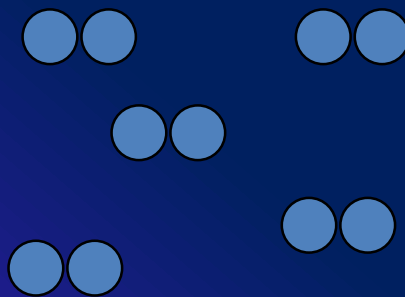
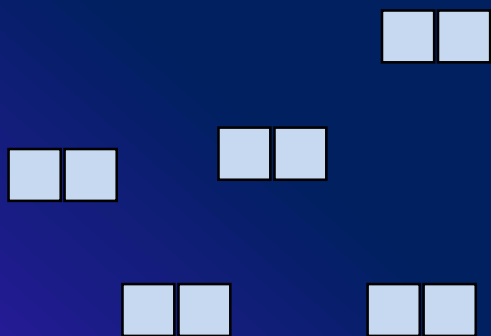


“le molecole di idrogeno reagiscono con quelle di cloro creando il cloruro di idrogeno (sostanza). Una molecola di cloruro di idrogeno è formata dalla metà degli atomi di idrogeno e dalla metà degli atomi di cloro, per questo quando due molecole dei gas dati reagiscono tra loro, se ne creano altre due di cloruro di idrogeno e, secondo l’esperienza precedente, a numero doppio di particelle corrisponde un volume doppio”

Interpretazioni



■ cloro
● idrogeno

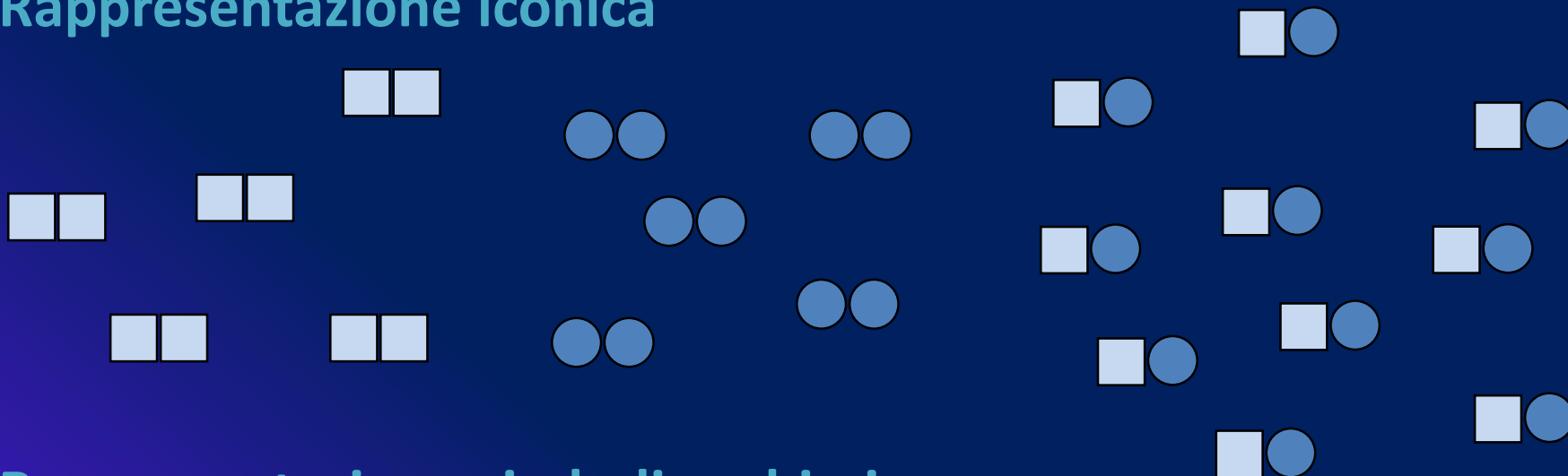


“essendo la sostanza di reazione gassosa formata dai due tipi di molecola precedenti non fa muovere i pistoni perché occupa sempre lo stesso spazio”

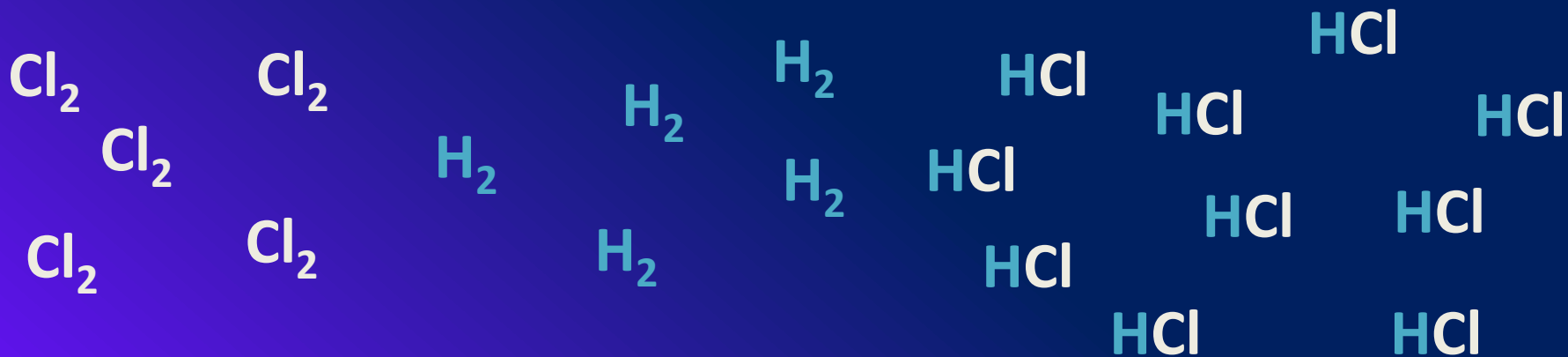


DAI SIMBOLI ICONICI AI SIMBOLI CHIMICI

Rappresentazione iconica



Rappresentazione simbolico chimica



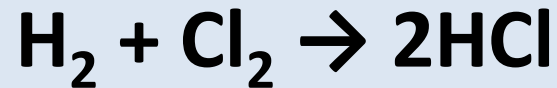


SCHEMA DI REAZIONE

Rappresentazione iconica



Rappresentazione simbolico chimica





Per una efficace didattica delle scienze occorre...

- Discutere e chiarire con gli allievi **la natura del sapere scientifico**
- Discutere e chiarire con gli allievi il **rapporto tra realtà, interpretazione e modello/i**, senza sovrapporre inavvertitamente i diversi piani
- Prestare attenzione, come docente, agli **aspetti pedagogici** del processo di costruzione dei concetti

Quali sono i vantaggi didattici del dedicare attenzione a questi aspetti?



- ✓ Si chiarisce la natura **relativa e storicamente situata** del sapere scientifico: esistono più modelli per uno stesso fenomeno; i modelli e le teorie si modificano nel tempo e l'interpretazione dei fenomeni può cambiare.
- ✓ Si evidenzia la **natura creativa** dell'indagine scientifica: gli scienziati 'inventano' mondi; non in modo arbitrario e incontrollato, ma entro i limiti imposti dalla realtà fenomenica e dalla coerenza con il sapere già consolidato.
- ✓ Quindi si modifica radicalmente **l'immagine di scienza** generalmente posseduta dagli allievi

Testi di riferimento



http://store.aracneeditrice.com/it/libro_new.php?id=2435

<http://www.erickson.it/erickson/product.do?categoryId=29&id=867>

Tra un paio di mesi molti materiali saranno disponibili sul sito
WEB del gruppo SENDS (in costruzione)

www.sends.unito.it



SENDS

***Storia ed Epistemologia per una
Nuova Didattica delle Scienze***