Fondamenti teorici dell'insegnamento delle scienze e sviluppo delle competenze scientifiche nelle Indicazioni Nazionali

Federico Corni e Tiziana Altiero
Università di Modena e Reggio Emilia

0 - Alcuni riferimenti chiave alle Indicazioni Nazionali

1 - Comprensione primaria

2 - Come pensare a una educazione adeguata ai bambini?

0 - Alcuni riferimenti chiave alle Indicazioni Nazionali

Riferimento al pensiero spontaneo dei bambini

Nell'introduzione ai traguardi di Scienze (pag. 66) per la scuola del primo ciclo nel testo del 2012, contrariamente a quello del 2007, si legge l'importanza di far acquisire agli alunni "**la fiducia nelle proprie capacità di pensiero**" attraverso "la valorizzazione del **pensiero spontaneo** dei ragazzi". Con "la **gradualità** e non dogmaticità dell'insegnamento" gli alunni avranno "fiducia nelle loro possibilità di capire sempre quello che si studia, con i propri mezzi e al proprio livello."

Curricolo verticale

Per quanto riguarda il tema del “curricolo verticale” nel 2007 “si prospetta, in definitiva, un **percorso di avvio alla conoscenza scientifica di base che parte fin dai primi anni**. All’inizio si evidenzieranno, in situazioni concretamente accessibili, gli aspetti comuni alle diverse scienze, come pure i primi elementi caratterizzanti. Negli anni successivi si guideranno gli alunni alla appropriazione graduale di contenuti esemplari e metodi di indagine via via più specifici.”

Nel 2012

Da Per una nuova cittadinanza (pag. 10)

“La linea **verticale** esprime l’esigenza di impostare una formazione che possa poi continuare lungo l’intero arco della vita”;

…

Da Continuità e Unitarietà del Curricolo (pag. 18)

“L’itinerario scolastico dai tre ai quattordici anni, pur abbracciando tre tipologie di scuola caratterizzate ciascuna da una specifica identità educativa e professionale, è progressivo e continuo. La presenza, sempre più diffusa, degli istituti comprensivi consente la progettazione di un **unico curricolo verticale** e facilita il raccordo con il secondo ciclo del sistema di istruzione e formazione.

Negli anni dell’infanzia la scuola accoglie, promuove e arricchisce l’esperienza vissuta dei bambini **in una prospettiva evolutiva**, le attività educative offrono occasioni di crescita all’interno di un contesto educativo orientato al benessere, alle domande di senso e al graduale sviluppo di competenze riferibili alle diverse età, dai tre ai sei anni.

Nella scuola del primo ciclo la progettazione didattica, mentre continua a valorizzare le esperienze con approcci educativi attivi, è finalizzata a guidare i ragazzi lungo percorsi di conoscenza progressivamente orientati alle discipline e alla ricerca delle connessioni tra i diversi saperi.”

E’ presente un richiamo anche nella parte introduttiva alle Scienze (pag. 66):
“Valorizzando le competenze acquisite dagli allievi, **nell’ambito di una progettazione verticale complessiva**, gli insegnanti potranno costruire una sequenza di esperienze che nel loro insieme consentano di sviluppare gli argomenti basilari di ogni settore scientifico.”

A PARTE QUELCHE ACCENNO NELLA LINGUA STRANIERA NON C’E’ ALCUN CENNO ALLA VERTICALITA’ IN ALTRE DISCIPLINE!!!

Aree disciplinari e unitarietà del sapere

Da Aree disciplinari e discipline (pag. 17):
Nelle Indicazioni le discipline **non sono aggregate in aree precostituite** per non favorire un'affinità più intensa tra alcune rispetto ad altre, volendo rafforzare così **trasversalità** e **interconnessioni** più ampie e assicurare **l'unitarietà** del loro insegnamento. Sul piano organizzativo e didattico la definizione di aree o di assi funzionali all'ottimale utilizzazione delle risorse è comunque rimessa **all'autonoma valutazione di ogni scuola.**

C'è addirittura in un titolo di paragrafo Continuità e Unitarietà del curricolo, poi pochissimi richiami, se non nelle scienze (pag. 66):

Le scienze naturali e sperimentali sono fra loro diverse per quanto riguarda i contenuti ma, almeno a livello elementare, sono accomunate da metodologie di indagine simili. E' opportuno, quindi, potenziare nel percorso di studio, l'impostazione metodologica, mettendo in evidenza i modi di ragionare, le strutture di pensiero e le informazioni trasversali, evitando così la frammentarietà nozionistica dei differenti contenuti. Gli allievi potranno così riconoscere in quello che vanno studiando un'**unitarietà della conoscenza**. Per questo, in rapporto all'età e con richiami graduali lungo tutto l'arco degli anni scolastici fino alla scuola secondaria, dovranno essere focalizzati alcuni grandi "organizzatori concettuali" …

Organizzatori concettuali

Indicazioni del 2007.

Inoltre le diverse discipline scientifiche condividono un approccio alla conoscenza che, pur assumendo forme e significati specifici nei diversi ambiti, caratterizza fin dall'inizio i percorsi di apprendimento. Per questo è importante che i ragazzi siano gradualmente avviati e aiutati a padroneggiare alcuni **grandi organizzatori concettuali** che si possono riconoscere in ogni contesto scientificamente significativo: le dimensioni spazio-temporali e le dimensioni materiali; la distinzione tra stati (come le cose sono) e trasformazioni (come le cose cambiano); le interazioni, relazioni, correlazioni tra parti di sistemi e/o tra proprietà variabili; la discriminazione fra casualità e causalità… In questo modo si può giungere a far emergere esplicitamente, al termine della scuola di base, alcuni **organizzatori cognitivi** di grande impatto concettuale e culturale, quali energia, informazione, trasduzione e trasformazione, stabilità e instabilità di strutture e processi, e così via.

Indicazioni del 2012.

Dalla parte introduttiva di Scienze (pag. 66):
…. Per questo, in rapporto all'età e con richiami graduali lungo tutto l'arco degli anni scolastici fino alla scuola secondaria, dovranno essere focalizzati alcuni **grandi "organizzatori concettuali"** quali: causa/effetto, sistema, stato/trasformazione, equilibrio, energia, ecc.

Organizzatore concettuale è un concetto adottando il quale viene strutturato il sapere in un certo ambito.

Un organizzatore concettuale è uno strumento che permette di spiegare e strutturare la realtà, dando forma a una possibile configurazione di connessioni all'interno della rete complessa delle informazioni.

Es.
L'***energia*** come proporzione fra cause ed effetti, come quantità che rimane costante nel tempo, ecc. concetto trasversale a tutte le scienze.
L'idea di ***sistema*** come porzione di realtà con quantità caratteristiche che variano in funzione di interazioni e di scambi con altri sistemi.

Altri esempi di organizzatori concettuali:
Per la secondaria di primo grado:

- idea di invariante;
- idea di bilancio;
- idea di differenza di livello come spinta;
- idea di retroazione;
- idea di relazione tra strutture e funzioni.

Da G.Bonera in Sapere 1997 "DOSSIER / INSEGNARE SCIENZE - Riflessioni e proposte per la ricerca in didattica"

- Forza
- Energia
- Equilibrio
- Bilancio
- Interazione

Laboratorio

Indicazioni del 2007
“laboratorio”, inteso nell’introduzione “sia come luogo fisico, sia come momento in cui l’alunno è attivo, formula le proprie ipotesi, ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta…”
Queste indicazioni vengono riprese e declinate in modo ugualmente significativo nell’introduzione alle scienze naturali e sperimentali:
“Presupposto di un efficace insegnamento/apprendimento delle scienze è un’interazione diretta degli alunni con gli oggetti e le idee coinvolti nell’osservazione e nello studio, che ha bisogno sia di spazi fisici adatti alle esperienze concrete e alle sperimentazioni, sia di tempi e modalità di lavoro che diano ampio margine alla discussione e al confronto.” Ogni percorso didattico deve svilupparsi sulla base di fatti osservati e sperimentati e non raccontati o descritti dai manuali.

Indicazioni del 2012, parte introduttiva alle Scienze (pag. 66)

Le **esperienze concrete** potranno essere realizzate in aula o in spazi adatti: laboratorio scolastico, ma anche spazi naturali o ambienti raggiungibili facilmente. E' importante disporre **di tempi e modalità di lavoro** che consentano, in modo non superficiale o affrettato, la produzione di idee originali da parte dei ragazzi, **anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti**.

…

Nell'arco di ogni anno di scuola primaria, quindi, ciascun alunno **deve** essere coinvolto in **varie esperienze pratiche**. La selezione e la realizzazione di esperienze concrete ed operative **dovranno** caratterizzare anche le attività didattiche nella scuola secondaria di primo grado, coordinate con un appropriato uso del libro di testo. Le esperienze che vengono indicate per la scuola secondaria di primo grado possono essere utilizzate anche nella scuola primaria con gli opportuni adattamenti.

Metodo delle scienze

Indicazioni 2012, parte introduttive alle Scienze (pag. 66)

La moderna conoscenza scientifica del mondo si è costruita nel tempo, attraverso un metodo di indagine fondato sull'osservazione dei fatti e sulla loro interpretazione, con spiegazioni e modelli sempre suscettibili di revisione e di riformulazione. L'osservazione dei fatti e lo spirito di ricerca dovrebbero caratterizzare anche un efficace insegnamento delle scienze e dovrebbero essere attuati attraverso un coinvolgimento diretto degli alunni incoraggiandoli, senza un ordine temporale rigido e senza forzare alcuna fase, a **porre domande** sui fenomeni e le cose, a **progettare esperimenti/esplorazioni** seguendo **ipotesi** di lavoro e a costruire i loro **modelli interpretativi**.

1 - Comprensione primaria

“Comprensione primaria”

Da un lato indica l’«educazione della prima infanzia», quindi rivolta a bambini della scuola dell’infanzia e della scuola primaria, nel periodo in cui i bambini costruiscono la comprensione primaria del mondo che li circonda, utilizzando gli strumenti cognitivi a loro disposizione.

Dall’altro lato si riferisce alla comprensione dei concetti scientifici che possono essere definiti «primari», cioè i concetti associati alle “forze della natura”, come acqua, calore, luce, moto, elettricità, cibo, risorse minerali, per citare le più ovvie e importanti.

IN CHE COSA CONSISTONO I CONCETTI PRIMARI, GLI ORGANIZZATORI CONCETTUALI?

La percezione umana non funziona come una videocamera e la mente umana non produce rappresentazioni esatte di un mondo esterno oggettivamente dato.

La mente umana è ***embodied***. I nostri corpi ci danno gli *schema* con i quali comprendiamo il mondo e con i quali ci esprimiamo.

Noi non troviamo la comprensione del mondo esterno nella natura, ma dentro noi stessi. Le spiegazioni sono rappresentazioni o riflessioni della nostra immaginazione a partire dalle astrazioni derivanti dalla nostra esperienza corporea.

Per comprendere o interpretare un fenomeno dell'esperienza, proiettiamo questi *schema* sul fenomeno stesso. Ciò significa che la nostra ***comprensione*** è in gran parte ***metaforica***.

I principali *image-schema*

POLARITÀ	Chiaro-scuro, caldo-freddo, femmina-maschio, buono-cattivo, giusto-ingiusto, lento-veloce, alto-basso
SPAZIO	Su-giù, davanti-dietro, destra-sinistra, vicino-lontano, centro-periferia. Altro: contatto, percorso
PROCESSO	Processo, stato, ciclo
CONTENITORE	Contenimento/confinamento, dentro-fuori, superficie, pieno-vuoto, contenuto
FORZA/CAUSA	Equilibrio, forza in opposizione, costrizione/obbligo, limitazione/restrizione/ritegno, impedimento, abilitazione, bloccaggio, diversione, attrazione
UNITÀ/MOLTEPLICITÀ	Unione, raccolta, divisione, iterazione, parte-tutto, numerabile-non numerabile, collegamento
IDENTITÀ	Corrispondenza, sovrapposizione
ESISTENZA	Rimozione, spazio circoscritto, oggetto, sostanza, sostanza fluida

(M. Johnson, 1987; W. Croft and D. A. Cruse, 2004; V. Evans and M. Green, 2006)

I principali *image-schema*

POLARITÀ	Chiaro-scuro, caldo-freddo, femmina-maschio, buono-cattivo, giusto-ingiusto, lento-veloce, alto-basso
SPAZIO	Su-giù, davanti-dietro, destra-sinistra, vicino-lontano, centro-periferia. Altro: contatto, percorso
PROCESSO	Processo, stato, ciclo
CONTENITORE	Contenimento/confinamento, dentro-fuori, superficie, pieno-vuoto, contenuto
FORZA/CAUSA	Equilibrio, forza in opposizione, costrizione/obbligo, limitazione/restrizione/ritegno, impedimento, abilitazione, bloccaggio, diversione, attrazione
UNITÀ/MOLTEPLICITÀ	Unione, raccolta, divisione, iterazione, parte-tutto, numerabile-non numerabile, collegamento
IDENTITÀ	Corrispondenza, sovrapposizione
ESISTENZA	Rimozione, spazio circoscritto, oggetto, sostanza, sostanza fluida

(M. Johnson, 1987; W. Croft and D. A. Cruse, 2004; V. Evans and M. Green, 2006)

Una importante struttura complessa

Un'importante struttura del pensiero umano è la ***Force Dynamic Gestalt***. Noi usiamo gli *schema* di ***sostanza*** (quantità), ***verticalità*** (qualità e intensità) e ***causazione*** (forza o potere) per elaborare metaforicamente gli aspetti principali di questa *gestalt*.

Esempi di fenomeni che concettualizziamo attraverso questa gestalt sono la giustizia, il dolore, la musica, il cibo, i fluidi, il calore e molti altri… Poiché usiamo la Force-Dynamic Gestalt per diversi fenomeni, nella nostra mente tali fenomeni diventano simili tra loro. Li possiamo chiamare ***forze della natura***.

Il pensiero metaforico si esprime attraverso **narrazioni**. Queste rappresentano le strutture di larga scala della nostra mente figurativa *embodied*. Se siamo in grado di narrare buone storie, utilizzando bene *schema* e *metafore*, poniamo le basi per una buona comprensione del mondo e per buone teorie.

Le **storie** sembrano essere il veicolo ideale per introdurre queste forze della natura — e per ragionare sui modi in cui le comprendiamo — ai più piccoli.

FORZA (FENOMENO)	*POLARITÀ*	*VERTICALITY SCHEMA*
Luce, Oscurità Luce solare	LUMINOSO <–> BUIO	Brillantezza
Caldo, Freddo Fuoco, Ghiaccio	CALDO <–> FREDDO	Temperatura
Fluido, Gas Acqua, Aria	ALTA PRESSIONE <–> BASSA PRESSIONE	Pressione
Umidità, Siccità Acqua, Nebbia, Vapore	BAGNATO <–> ASCIUTTO	Umidità
Gravità	PESANTE <–> LEGGERO	Potenziale gravitazionale
Suono	FORTE <–> PIANO	Volume
Movimento Riposo	VELOCE <–> LENTO	Velocità
Cibo	SALUTARE <–> VELENOSO	Valore nutrizionale
Sostanze (chimiche) Sapone, Medicine, Erbe, Alimenti	AGGRESSIVO <–> DELICATO	Potenziale chimico
Sale, Zucchero, Medicine	CONCENTRATO <–> DILUITO	Potenziale chimico
Elettricità	ELETTRIZZATO <–> SCARICO	Potenziale elettrico

FORZA (FENOMENO)	QUANTITÀ
Luce, Oscurità (Luce solare)	Quantità di luce
Calore, Freddo (Fuoco, Ghiaccio)	Quantità di calore
Fenomeni fluidi (Acqua, Aria)	Quantità di fluido, volume del fluido
Umidità, Siccità	Quantità di acqua
Gravità	Massa gravitazionale
Movimento	Quantità di moto Momento angolare
Sostanze (chimiche)	Quantità di sostanza
Elettricità	Quantità di elettricità (carica)

Quantità o sostanza (fluida)

GRANDEZZE ESTENSIVE
ESEMPI

FreeFoto.com

Quantità o sostanza (fluida)

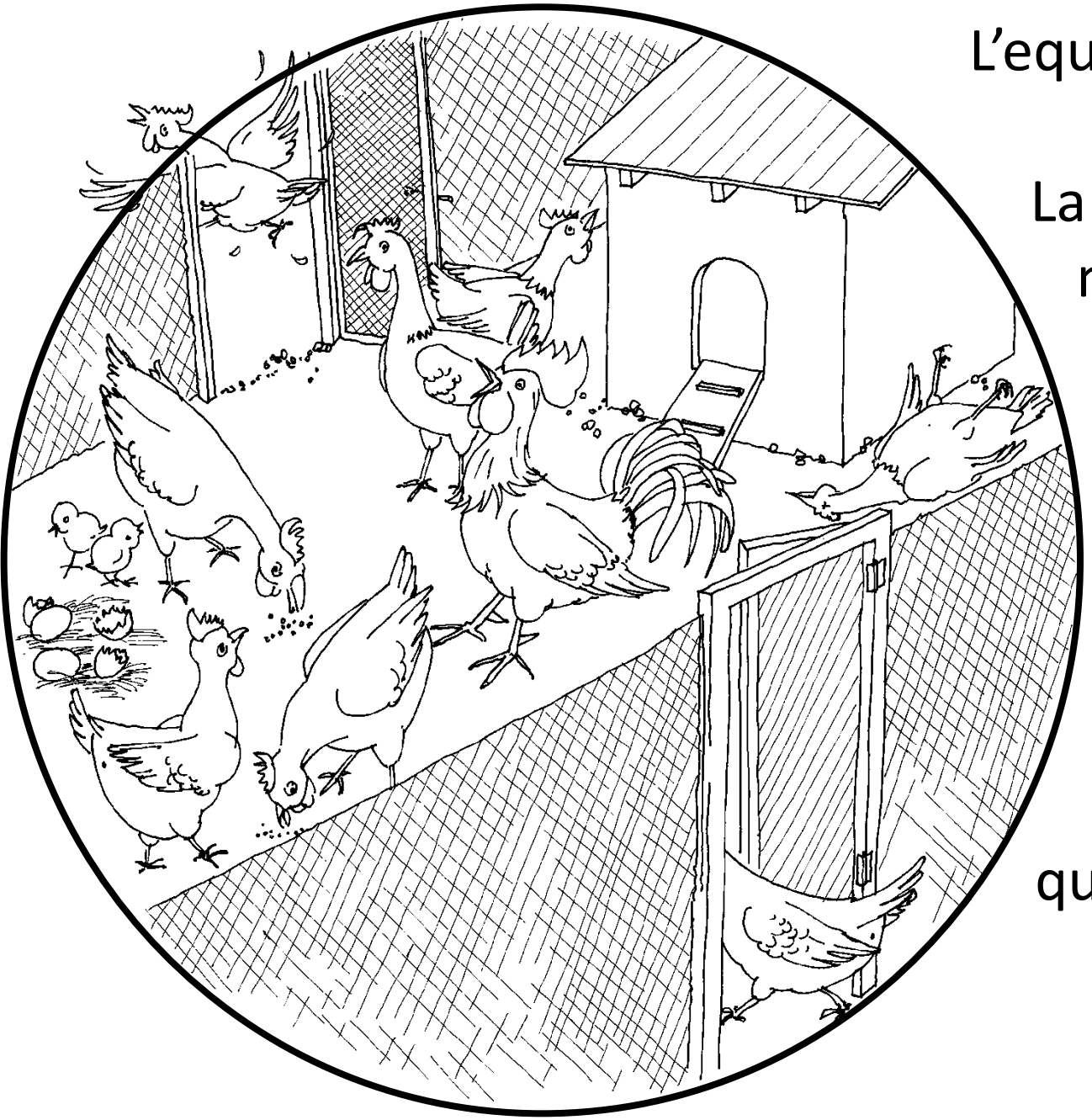
GRANDEZZE ESTENSIVE

ESEMPI

Si sommano

Si scompongono/distribuiscono

Sono conservate o create/distrutte



L’equazione di bilancio:

La quantità di galline nel pollaio è quella che c’era prima più quelle che entrano, meno quelle che escono, più quelle che nascono, meno quelle che muoiono.

Qualità o intensità

GRANDEZZE INTENSIVE
ESEMPI

°C °F
50 120
40 100
30 80
20 60
10 40
0 32
10 20
20 0
30 20
40 40
50 60

1010
1020
1000
1030
990
1040
980
1050
VION
VION

Qualità o intensità

GRANDEZZE INTENSIVE

ESEMPI

Si mediano, non si sommano

Arbitrarietà del livello di riferimento

Una importante relazione fra quantità e intensità

*Quando gonfiamo la **gomma** di una bicicletta introduciamo progressivamente quantità di aria e di conseguenza, siccome la camera d'aria non aumenta di volume, perché è contenuta dal copertone, l'effetto della quantità d'aria introdotta determina un aumento di pressione.*

*Man mano che un **lago** artificiale riceve acqua dal suo affluente, aumenta anche la pressione che la diga deve sopportare.*

*Se poniamo sulla fiamma un tegame con dell'**acqua**, man mano che passa il tempo, cioè man mano che la fiamma cede calore all'acqua, quest'ultima aumenta di temperatura.*

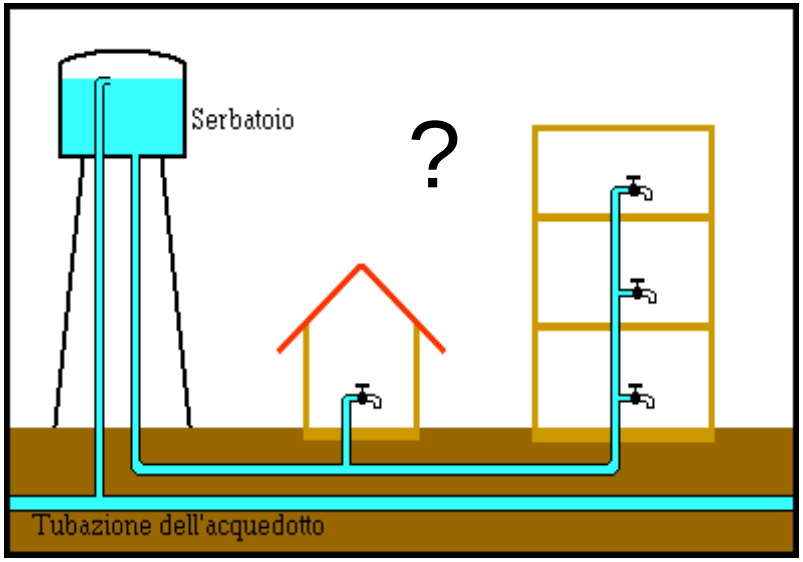
*Se forniamo quantità di moto a un'**automobilina** sparandole contro piccoli proiettili di plastica con una pistola giocattolo, la velocità dell'automobilina aumenta progressivamente.*

*Se strofiniamo ripetutamente un **palloncino** di gomma con una pezza di lana, esso attrarrà sempre più intensamente dei pezzetti di carta.*

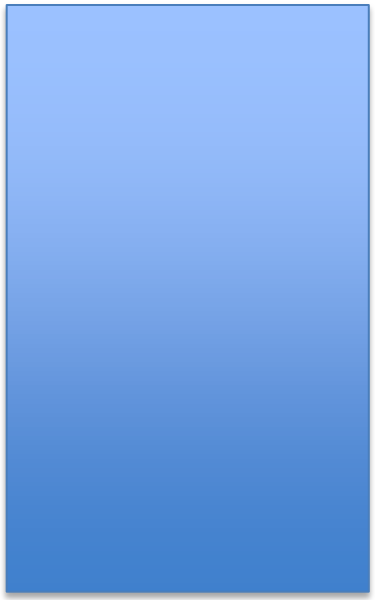
(… TUTTO, OVVIAMENTE, HA UN LIMITE!)

Una “sostanza fluida”
deve sempre avere un “contenitore”

Come si dispone
in un contenitore?

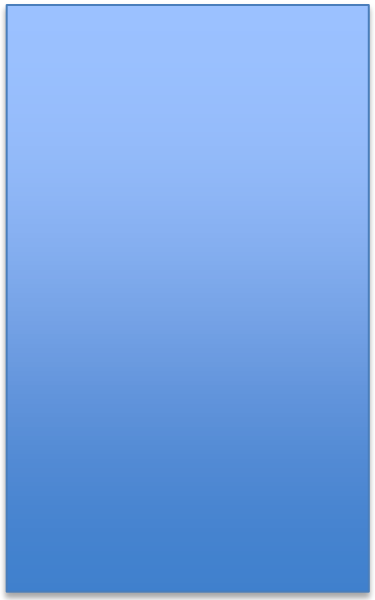

Serbatoio
?
Tubazione dell'acquedotto

La Centrale Idroelettrica di Zogno - foto G. Galizzi - www.valbrembanaweb.com



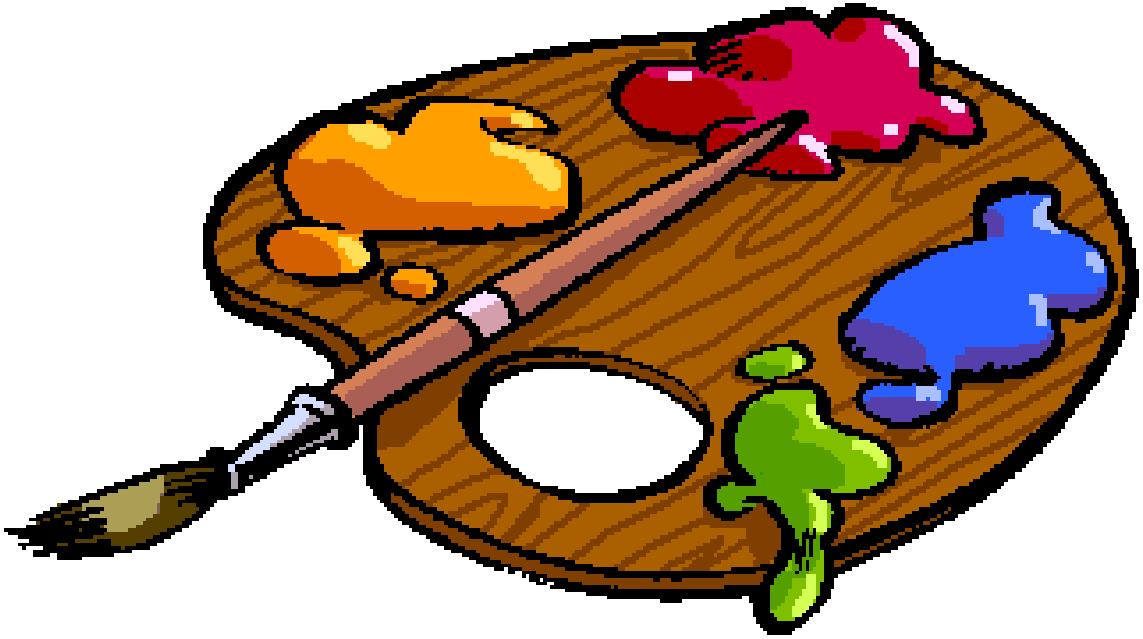
Da un punto di vista della geometria

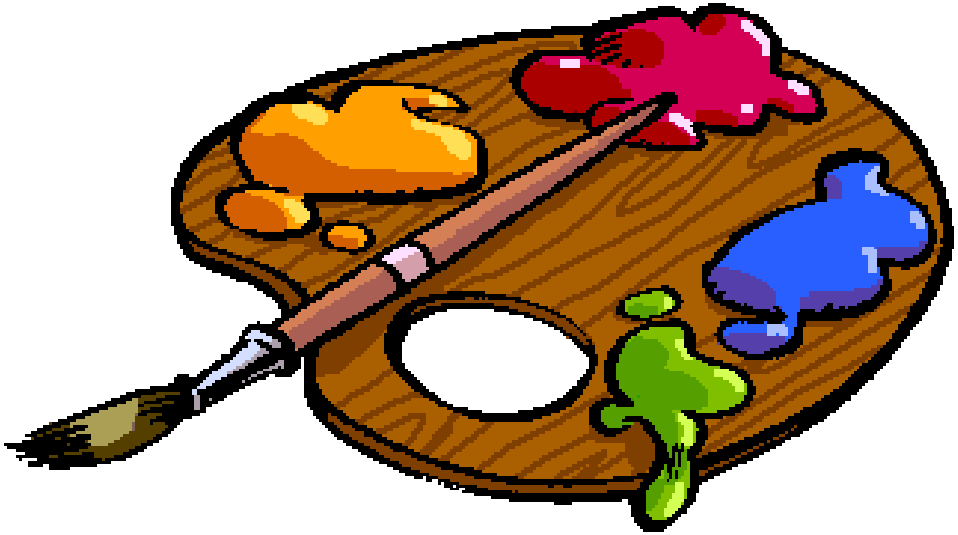
Aeree equivalenti
Basi e altezze diverse



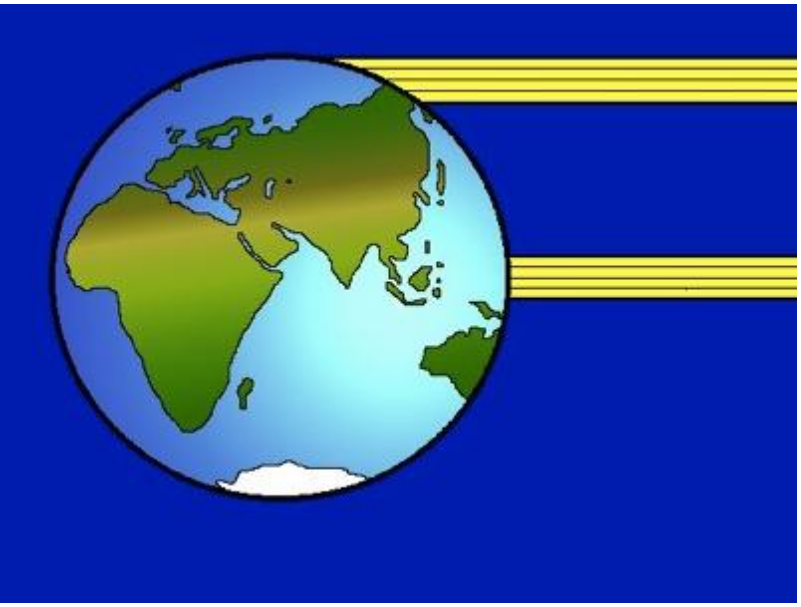
Da un punto di vista fisico

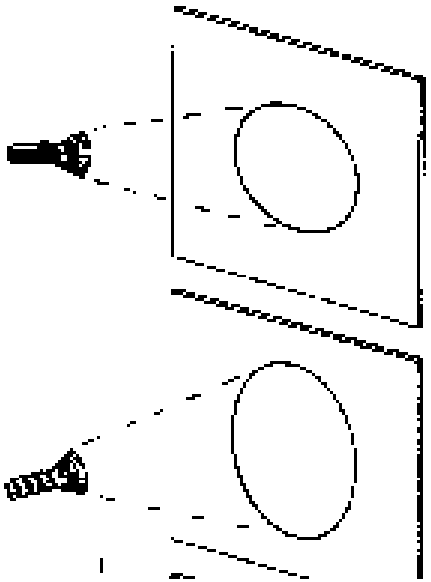
La quantità di sostanza (area) è uguale, ma contenuta in “contenitori” diversi (base) e quindi raggiunge livelli diversi (altezza).

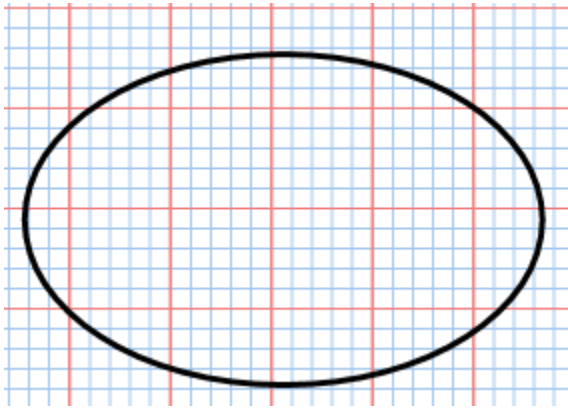


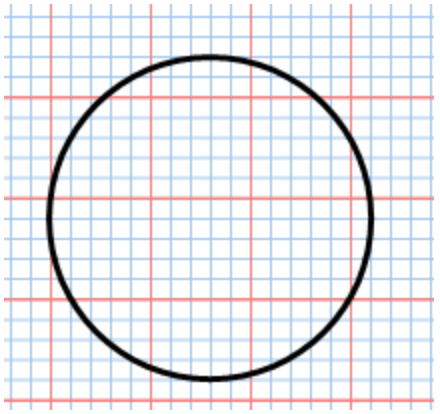


Quantità di sostanza: quantità di pigmento
Contenitore: volume di acqua/solvente
Intensità: intensità del colore









Quantità di sostanza = quantità di luce
Contenitore = superficie illuminata
Intensità = intensità luminosa

Quantità di sostanza: quantità di sale
Contenitore: volume (unitario) di acqua
Intensità: salinità

SAN BENEDETTO

il Classico
GRIFO LATTE
latte fresco INTERO

scandio
titanio
vanadio
ittrio
zirconio
niobio
Lantanio
afnio
tantalio

EUREKA!!

Non soltanto si tratta di valore.
Certe volte si tratta anche di fede...

La caratteristica del “contenitore” di far aumentare il “livello” della “sostanza” contenuta si chiama CAPACITA’.

Aspetto di forza (causazione) della F.D.G.

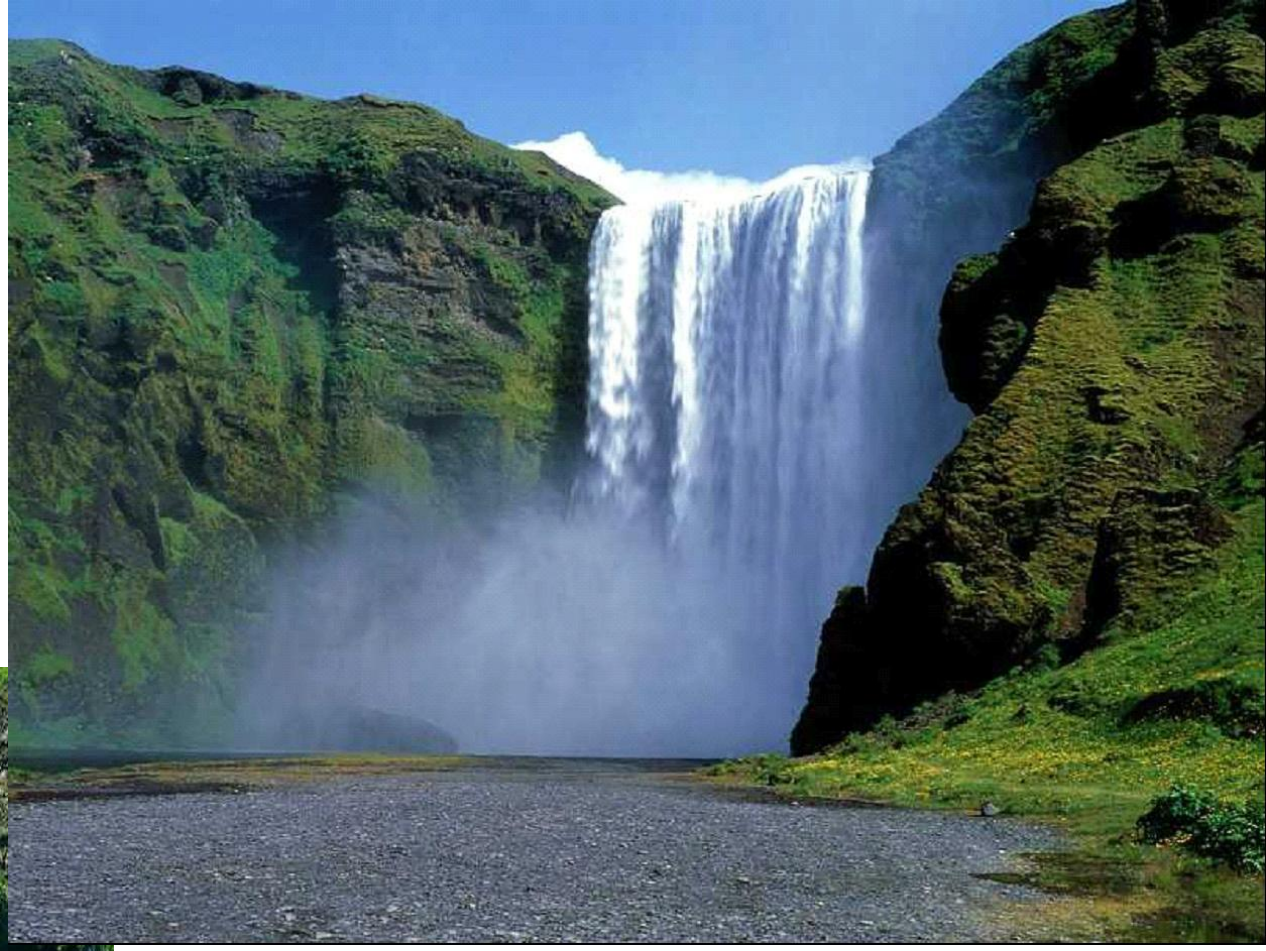
Gli aspetti di qualità e di quantità di un fenomeno non sono mai separati o separabili.

E’ diverso però essere colpiti da un sasso piccolo o da un sasso grosso, oppure essere colpiti da un sasso lanciato lentamente o lanciato velocemente
E’ diverso mangiare poco o tanto pane, oppure mangiare un etto di pane o un etto di insalata
E’ diverso illuminare una stanza con una torcia piccola o una torcia grande, oppure illuminarla con una torcia con le pile quasi scariche o con una torcia ben carica
…

Gli effetti che può produrre un fenomeno dipendono dal suo aspetto di quantità e dal suo aspetto di qualità.

Da La Puissance du Feu – Sadi Carnot (1824)

Mediante le nozioni stabilite finora, si farà un confronto abbastanza preciso tra la potenza motrice del calore e quella di una caduta d'acqua [...]. La potenza motrice di una caduta d'acqua dipende dalla sua altezza e dalla quantità di liquido; quella del calore dalla quantità di calorico impiegata, e da ciò che si potrebbe chiamare, e noi chiameremo, l'altezza della sua caduta, cioè la differenza di temperatura dei corpi tra i quali avviene lo scambio di calorico. Nella caduta d'acqua, la potenza motrice è rigorosamente proporzionale alla differenza di altezza tra il serbatoio superiore e quello inferiore. Nella caduta del calorico, essa aumenta con la differenza di temperatura tra il corpo caldo e quello freddo, ma ignoriamo se sia proporzionale a questa differenza.



Per favorire la comprensione primaria del mondo, delle forze della natura, occorre sviluppare la consapevolezza dei tre aspetti della Force Dynamic Gestalt.

Non è tanto importante utilizzare le **parole "ufficiali"** del linguaggio scientifico, **quanto piuttosto** abituare i bambini a una certa **proprietà nel linguaggio naturale**:

1. ad impegnarsi ad usare gli aggettivi e i nomi del linguaggio naturale che caratterizzano gli aspetti di qualità e di quantità di un fenomeno (basso-alto … e tanto-poco …)
2. a riconoscere gli aspetti quantitativi e qualitativi delle cause e degli effetti
    - basso e poco produce basso e poco
    - basso e tanto o alto e poco producono basso e tanto o alto e poco
    - alto e tanto produce alto e tanto

La prima e primaria educazione scientifica consiste nell'aiutare i bambini a **riconoscere, differenziare e usare**

- gli aspetti *qualitativi*, *quantitativi* e di *forza* dei fenomeni
- gli *image schema (polarità, percorso, ciclo, contenitore*, …)

2 - Come pensare a una educazione adeguata ai bambini?