



University of Palermo – Physics Education Research Group



Modelli spontanei di conoscenza e conoscenza scientifica.

Alcune riflessioni dalla ricerca in Didattica della Fisica

Claudio Fazio

Gruppo di Ricerca in Didattica della Fisica
Dipartimento di Fisica e Chimica Emilio Segrè
Università degli Studi di Palermo

Sommario

Le «concezioni spontanee»

Conoscenza «comune» e conoscenza «scientifica»

Misconcezioni o «risorse cognitive»?

Concezioni spontanee e storia della scienza

Esempi e analogie storiche

LE «CONCEZIONI ALTERNATIVE» o «MODELLI SPONTANEI» DEGLI STUDENTI

La didattica delle scienze ha una svolta e un suo momento fondante come **disciplina autonoma** negli anni '70, con lo sviluppo delle ricerche sulle **concezioni alternative** degli studenti.

Si riconosce che gli studenti già possiedono **idee, concezioni e schemi interpretativi** su molte situazioni riscontrabili nella vita quotidiana e **raramente giungono in classe con la mente sgombra da tali idee**

LE «CONCEZIONI ALTERNATIVE» o «MODELLI SPONTANEI» DEGLI STUDENTI

“Il singolo fattore più importante che influenza l'apprendimento sono le conoscenze che lo studente già possiede. Accertatele e comportatevi in conformità nel vostro insegnamento”.

“Il sussistere di preconcetti è il fattore singolo più importante nell'acquisizione e nella ritenzione delle conoscenze in una data materia ... questi preconcetti sono sorprendentemente tenaci e resistenti all'eliminazione” (Ausubel, 1968)

LE «CONCEZIONI ALTERNATIVE» o «MODELLI SPONTANEI» DEGLI STUDENTI

Molta ricerca in Didattica delle Scienze si concentra sulle concezioni degli studenti su specifici argomenti.

Su di esse si riflette in funzione del loro ruolo nell'apprendimento e su come l'insegnamento debba essere influenzato dal tener conto della loro esistenza.

LE «CONCEZIONI ALTERNATIVE» o «MODELLI SPONTANEI» DEGLI STUDENTI

La terminologia usata varia nel tempo, anche a seconda delle aree culturali e i quadri interpretativi.

Ausubel (1968) parla di *pre-conceptions*.

Doran (1972) usa il termine *misconceptions* (che ha avuto un largo seguito, spesso in modo inappropriato).

Driver & Easley (1978) preferiscono parlare di *conceptual frameworks* e *alternative frameworks*.

Seguono i termini: *prior ideas*, *children science*, *mental representations*, *spontaneous models*, *naïve ideas*, ...

CONOSCENZA COMUNE E CONOSCENZA SCIENTIFICA

La conoscenza acquisita da un individuo nel corso della sua vita si può, semplificando, dividere in due tipi:

La conoscenza «comune»

La conoscenza «scientifica»

LA «CONOSCENZA COMUNE»

Qualunque persona organizza la propria conoscenza personale correlando le informazioni ricevute dal mondo «dei fenomeni» con quelle ricevute dalla **comunità sociale**.

La conoscenza che la persona si costruisce in relazione ai fenomeni che la circondano, tuttavia, **non è necessariamente coerente con quanto accettato dalla comunità**, in quanto **non vi è una vera e propria interazione** tra tale comunità e le idee/teorie personali sui fenomeni naturali.

LA «CONOSCENZA SCIENTIFICA»

A differenza di un qualsiasi essere umano, ambedue i canali di informazione (mondo dei fenomeni e comunità sociale) acquistano, per lo scienziato, caratteristiche particolari.

In particolare, la comunità sociale include in questo caso un sotto-comunità privilegiata:

la comunità scientifica.

LA «CONOSCENZA SCIENTIFICA»

L'interazione con tale comunità permette il **dibattito** con altri esperti dello stesso campo disciplinare sia sulle ipotesi teoriche sia sulle possibili interpretazioni dei risultati sperimentali

La comunità scientifica nel suo insieme definisce la **validità intersoggettiva** di quegli schemi di conoscenza che resistono al vaglio del confronto con i risultati empirici e del dibattito critico tra gli scienziati.

CONOSCENZA COMUNE E CONOSCENZA SCIENTIFICA

Gli schemi di conoscenza comune appaiono essere
fortemente radicati a ampiamente usati in contesti differenti.

Essi, se l'azione didattica è «efficace» spesso sono
abbandonati dallo studente e sostituiti da altre concezioni
più articolate.

Tuttavia le nuove concezioni sono spesso una mescola di
concezioni spontanee e regole e schemi mentali appresi a
scuola

IL «CAMBIAMENTO CONCETTUALE»

Una volta riconosciuta l'importanza delle rappresentazioni mentali degli allievi, si studiano le **strategie di cambiamento concettuale**, che favoriscano il passaggio dalla “ *concezione difforme* ” ad una concezione coerente con gli obiettivi dell'insegnamento.

Alcuni studiosi sottolineano la continuità (Hammer, Minstrel, diSessa, Clement, Brown, Vosniadou, Weil-Barais,..) fra idee comuni e conoscenza scientifica e considerano le pre-concezioni come **risorse cognitive**.

IL «CAMBIAMENTO CONCETTUALE»

Altri insistono sulle rotture e la necessità di creare un «**conflitto cognitivo**» (Hewson, Strike, Posner... e Bachelard) e considerano necessario un cambiamento concettuale, come una personale fase di **rivoluzione scientifica**, in analogia a quanto propugnato da Kuhn (1969) in relazione allo sviluppo della scienza

MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

Secondo alcuni studiosi (ad es. Hammer, 2000), le idee preconconcette degli studenti sui fenomeni naturali non sono semplicemente “**idee sbagliate**”, da eliminare e sostituire con i concetti propri della scienza.

Esse sono, invece, vere e proprie “**risorse cognitive**” che in alcuni casi non sono utilizzate correttamente dagli studenti

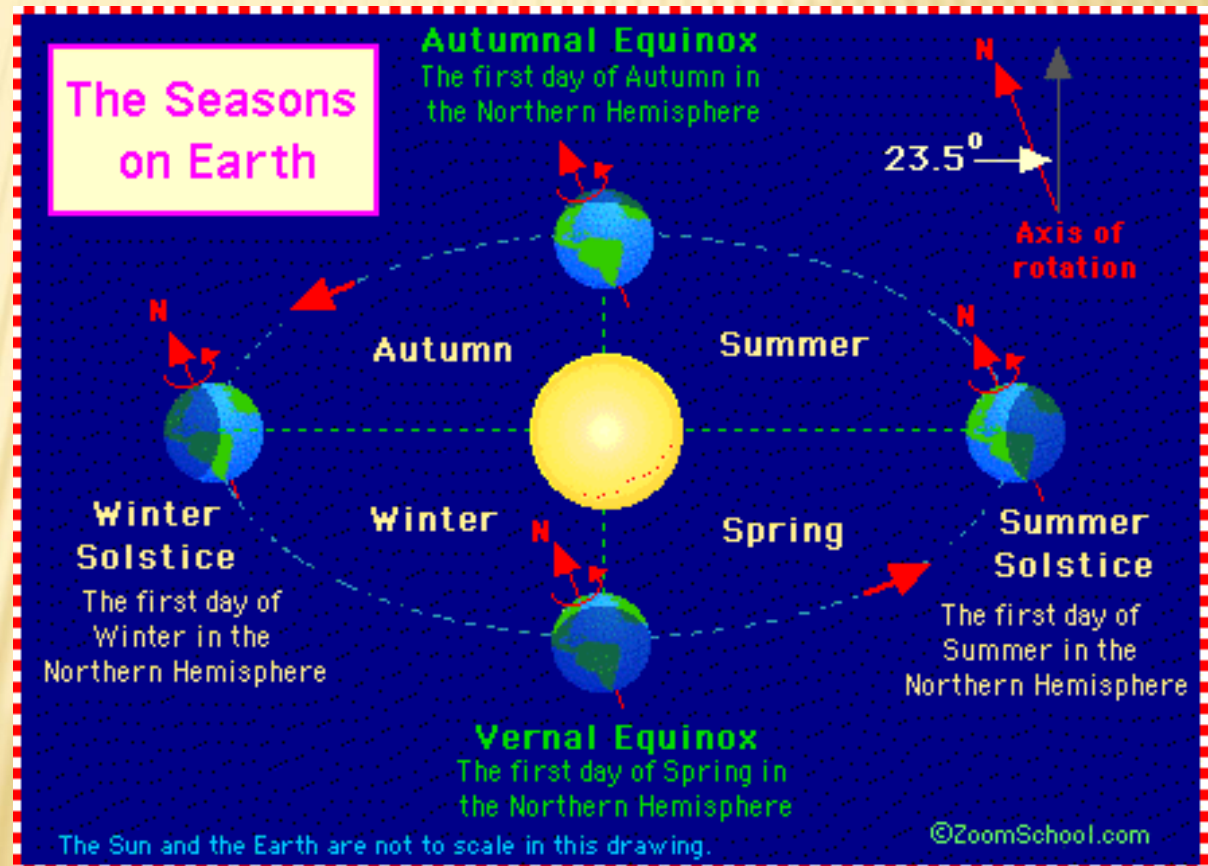
D. Hammer, 2000. Student resources for learning introductory physics. American Journal of Physics 68, S52

Ripubblicato con autorizzazione di American Journal of Physics su “La Fisica nella Scuola”, Anno XXXVI, n° 1, 2003

MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

Esempio 1: Perché fa più caldo d'estate che d'inverno?

La
spiegazione
scientifica:



MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

Esempio 1: Perché fa più caldo d'estate che d'inverno?

La
spiegazione
«comune»:

Durante l'estate la Terra è più vicina
al Sole che durante l'inverno



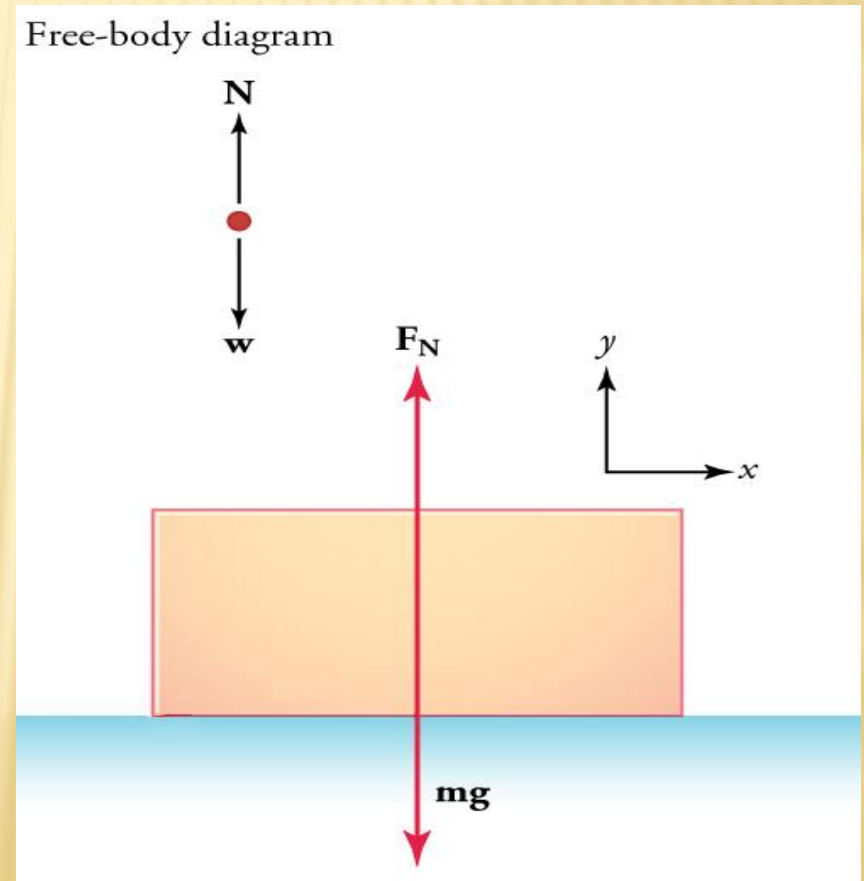
Più vicino = Più intenso

MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

Esempio 2: Perché un oggetto posto su un tavolo rimane fermo pur essendo applicata su di esso la forza di gravità?

La
spiegazione
scientifica:

sul corpo agiscono la
forza di gravità e la forza
normale, la cui somma è
nulla.

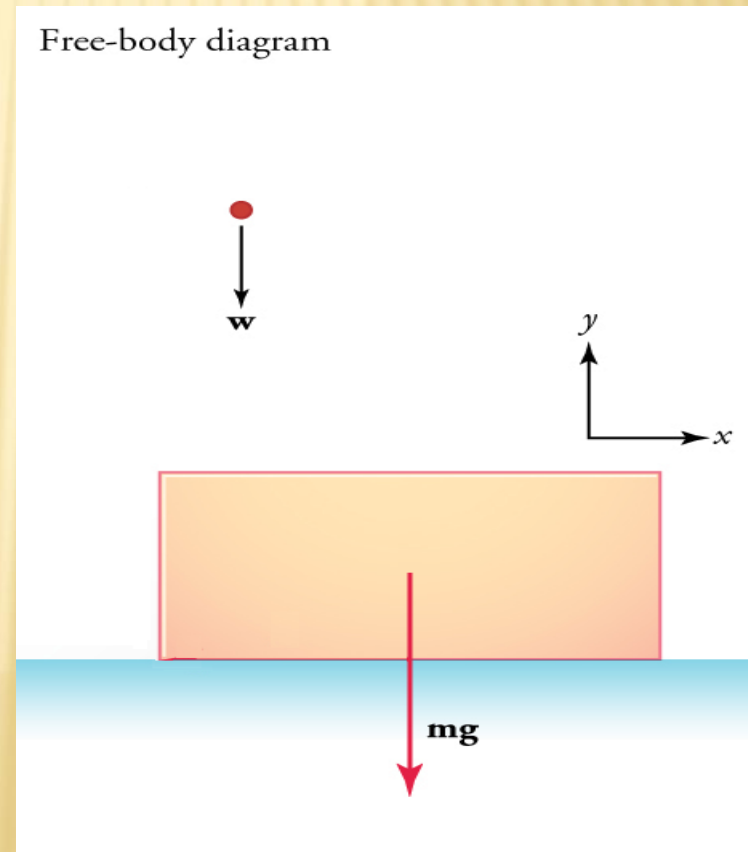


MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

Esempio 2: Perché un oggetto posto su un tavolo rimane fermo pur essendo applicata su di esso la forza di gravità?

La
spiegazione
«comune»:

sul corpo agisce la sola
forza di gravità, ma il
tavolo «**blocca**» l'oggetto e
gli impedisce di cadere.



MISCONCEZIONI O «RISORSE COGNITIVE»?

“Risorse cognitive” - Hammer

Le idee comuni precedentemente individuate non sono da ritenere semplicemente «errate», ma come delle strutture cognitive **di per se valide** (spesso è vero che «più vicino = più intenso»), ma **utilizzate**, nei casi prima descritti, **in contesti scorretti**.

IL CONCETTO DI «P-PRIM»

Lo studioso statunitense A. Di Sessa, elabora, già nel 1983, il concetto di risorsa cognitiva e propone che ogni persona possieda un bagaglio mentale di strutture esplicative di tipo elementare, che lui chiama «**p-prims**» (primitive fenomenologiche), costruite per astrazione e generalizzazione da osservazione e analogia con situazione di vita quotidiana.

Tali primitive sono scelte e utilizzate «**sul momento**» (*on-the-spot*) dalla persona, secondo la situazione che si è chiamati ad affrontare e spiegare

IL CONCETTO DI «P-PRIM»

Di Sessa indica vari tipi di p-prims, tra cui **l'estinzione graduale**, **l'elasticità**, la relazione «**tipo Ohm**», secondo la quale una causa produce un effetto che è mediato da una «resistenza»).

Le p-prims sarebbero utilizzate anche dagli «esperti», ma con un ruolo limitato di guida intuitiva e euristica.

La differenza tra un allievo e un esperto risiede nella maggiore complessità e potenza della struttura cognitiva dell'esperto e del relativo sistema di controllo.

CARATTERISTICHE GENERALI DEL RAGIONAMENTO DI TIPO «COMUNE»

Secondo Driver, Guesne & Tiberghien (1985), alcune caratteristiche generali delle forme di ragionamento «comune» sono:

- Il focalizzarsi su **aspetti limitati e particolari** e sulle caratteristiche percepite come salienti degli oggetti e dei fenomeni;
- l'interpretazione di fenomeni in termini di **proprietà attribuite agli oggetti** piuttosto che alle interazioni;
- l'**attenzione ai cambiamenti** piuttosto che alle situazioni stazionarie;

CARATTERISTICHE GENERALI DEL RAGIONAMENTO DI TIPO «COMUNE»

Secondo Driver, Guesne & Tiberghien (1985), alcune caratteristiche generali delle forme di ragionamento «comune» sono:

- il **ragionamento causale lineare**, in cui una causa provoca un effetto in modo sequenziale, e la generalizzazione delle relazioni di **proporzionalità diretta**
- l'utilizzo di **nozioni indifferenziate**, che mescolano proprietà tipiche di più situazioni fisiche;
- l'uso di interpretazioni e spiegazioni dipendenti da **specifici contesti**.

MODELLI SPONTANEI E STORIA DELLA SCIENZA

Molti dei Modelli Spontanei degli studenti sembrano essere simili ad antiche idee o teorie ormai abbandonate (per esempio: Viennot, 1979; McCloskey, 1983)

Si è ipotizzato che confrontandosi con queste idee e teorie gli studenti avrebbero riconosciuto le proprie concezioni e le avrebbero discusse e riviste, con processi di cambiamento concettuale simili a quelli storici.

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education* **1**, 205–221

McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American* **248**, 114–122

MODELLI SPONTANEI E STORIA DELLA SCIENZA

«Molti problemi, strutture esplicative e modelli utilizzati nello sviluppo storico iniziale di un argomento scientifico sono in risonanza con le preferenze degli studenti e del pensiero comune, spesso centrate su ragionamenti causali, qualitativi e analogici» (Besson, 2010 e 2013).

Insomma, c'è una somiglianza tra il principiante e il pioniere!

Besson, U., 2010. The History of the Cooling Law: When the Search for Simplicity can be an Obstacle. *Science & Education* 21(8): 1085

Besson, U., 2013. Historical Scientific Models and Theories as Resources for Learning and Teaching: The Case of Friction. *Science & Education* 22(85): 1001

MODELLI SPONTANEI E STORIA DELLA SCIENZA

Qualche esempio:

La proporzionalità tra forza e velocità

Il concetto di «capitale di forza»

Il moto dei proiettili

Calore e «calorico»

...

LE FORZE E I LORO EFFETTI SUL MOTO DEI CORPI

L'interpretazione spontanea dei fenomeni della Dinamica è oggetto di molta ricerca in Didattica della Fisica.

(Viennot (1979); Caramazza et al. (1981); Watts & Zylbersztajn, 1981; Clement, 1982; McCloskey, 1983; Osborne, 1984; Gunstone & Watts, 1985; Halloun, Hestenes, 1985; ...).

Sulla base di tali studi sono stati elaborati alcuni test che si pongono come strumenti per identificare e classificare le concezioni degli studenti in Dinamica, specie in relazione alle forze e ai loro effetti sul moto dei corpi.

Citiamo qui il [Force Concept Inventory](#) (Hestenes et al., 1985) e il [Force and Motion Conceptual Evaluation](#) (Thornton & Sokoloff, 1998).

ALCUNE CONCEZIONI COMUNI TIPICHE RILEVATE DALLA RICERCA

Se un corpo è in movimento, su di esso deve agire una forza nello stesso verso del movimento

Un moto a velocità costante richiede una forza costante

Oggetti che si muovono a velocità maggiore richiedono una forza di intensità maggiore

Un oggetto sul quale non agisce una forza netta tende a rallentare e fermarsi

Oggetti leggeri cadono più lentamente di oggetti pesanti

Oggetti inanimati immobili non possono esercitare una forza

Se spingiamo un oggetto mettendolo in movimento, la forza che esercitiamo sull'oggetto è maggiore di quella da esso esercitata su di noi

ALCUNE CONCEZIONI COMUNI TIPICHE RILEVATE DALLA RICERCA

Si individuano, in genere, due schemi mentali di base:

Lo schema della **forza motrice**

(per mantenere la velocità di un oggetto è necessaria una forza costante, esterna al corpo, parallela alla velocità e ad essa proporzionale)

Lo schema della **forza interna all'oggetto**

(l'oggetto si muove fintanto che esso possiede un «capitale di forza». Tale forza si va esaurendo e quando ciò accade l'oggetto si ferma)

I due schemi, come è consueto per i modelli di conoscenza comune, possono coesistere senza contraddizione nella mente dello studente ed essere attivati in modo diverso a seconda della situazione

LA PROPORZIONALITÀ TRA FORZA E VELOCITÀ

- ❑ Nella dinamica peripatetica, facente capo all'insegnamento di **Aristotele**, la velocità di un oggetto in moto è connessa ad una causa motrice o “forza” (forza e velocità sono qui da considerare solo in termini qualitativi).
- ❑ E' interessante notare che, sebbene tale affermazione sia scorretta secondo la visione Newtoniana, essa corrisponde, comunque, all'osservazione comune.

LA PROPORZIONALITÀ TRA FORZA E VELOCITÀ

E' interessante studiare qui alcuni punti di convergenza tra la visione peripatetica e quella newtoniana della dinamica, analizzando sotto quali condizioni la seconda fornisce risultati in accordo con la prima, ovvero con il “buon senso comune”.

Assumiamo che su un oggetto agisca una forza costante, F , e una forza di attrito proporzionale alla velocità, Rv .

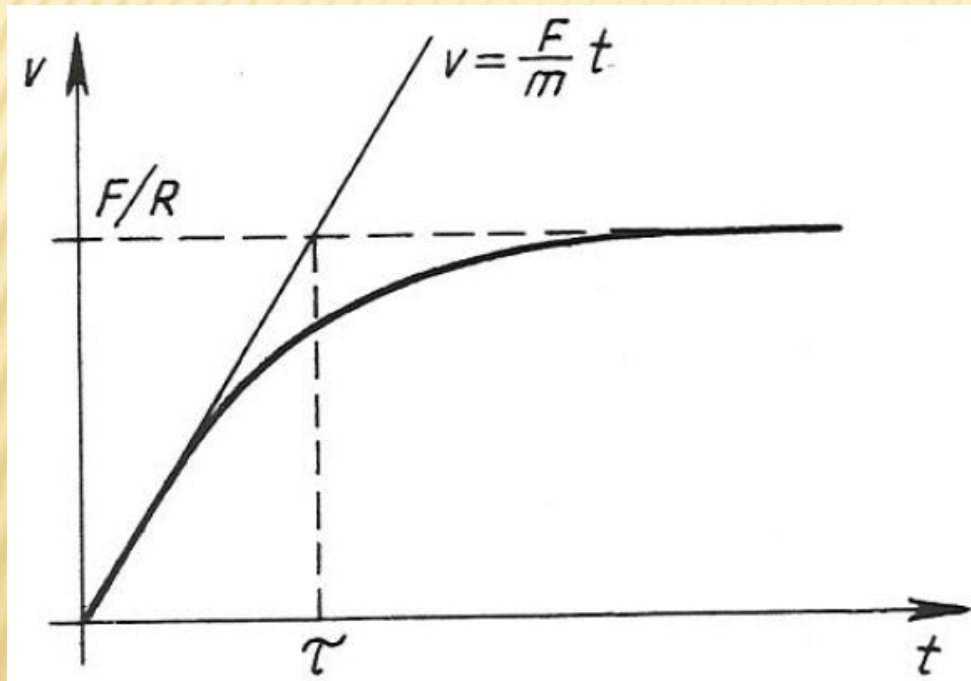
L'equazione del moto può essere scritta nella seguente forma:

$$F - Rv = ma \quad \Rightarrow \quad F - Rv = m \frac{dv}{dt}$$

LA PROPORZIONALITÀ TRA FORZA E VELOCITÀ

Se a $t = 0$ $v = 0$,
la soluzione è:

$$v = \frac{F}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{m}t} \right)$$



Ciò significa che
nell'ipotesi di forza di
attrito proporzionale alla
velocità, Il valore limite
di quest'ultima, F/R , è in
accordo con le
conclusioni della
dinamica peripatetica

LO SCHEMA DELLA FORZA INTERNA

Secondo Laurence Viennot (1979), molti studenti considerano che, quando un oggetto viene lanciato, la forza su di esso esercitata dal lanciatore continui ad agire sull'oggetto anche dopo che esso non è più in contatto con il lanciatore.

Gli studenti parlano spesso di di una «forza di lancio» o «forza della mano» che è contenuta nel corpo e continua ad agire sull'oggetto. Spesso tale forza è vista diminuire man mano che l'oggetto si allontana dal lanciatore.

LO SCHEMA DELLA FORZA INTERNA: L'IMPETUS

Secondo questo schema, quindi, un oggetto si mantiene in moto grazie al possesso di un «capitale di forza», un «impeto».

Quando tale capitale si esaurisce, l'oggetto si ferma

L'IMPETUS DI BURIDANO

Lo schema del «capitale di forza» ha grande somiglianza con le idee di studiosi del passato. In particolare, citiamo qui la **Teoria dell'Impetus** del canonico francese medievale Jean Buridano (XIV secolo)

Dice Buridano nel suo *Quaestiones octavi libri physicorum*:

*“Ogni qualvolta qualche agente mette in moto un corpo, esso gli impartisce un certo **impetus**, una certa potenza che è capace di muovere il corpo lungo la direzione impostagli fin dall'inizio, che sia verso l'alto, verso il basso, verso il lato o su un cerchio. Quanto più è grande la velocità che è impressa al corpo dall'agente, tanto più sarà potente l'impetus che gli sarà dato.*

L'IMPETUS DI BURIDANO

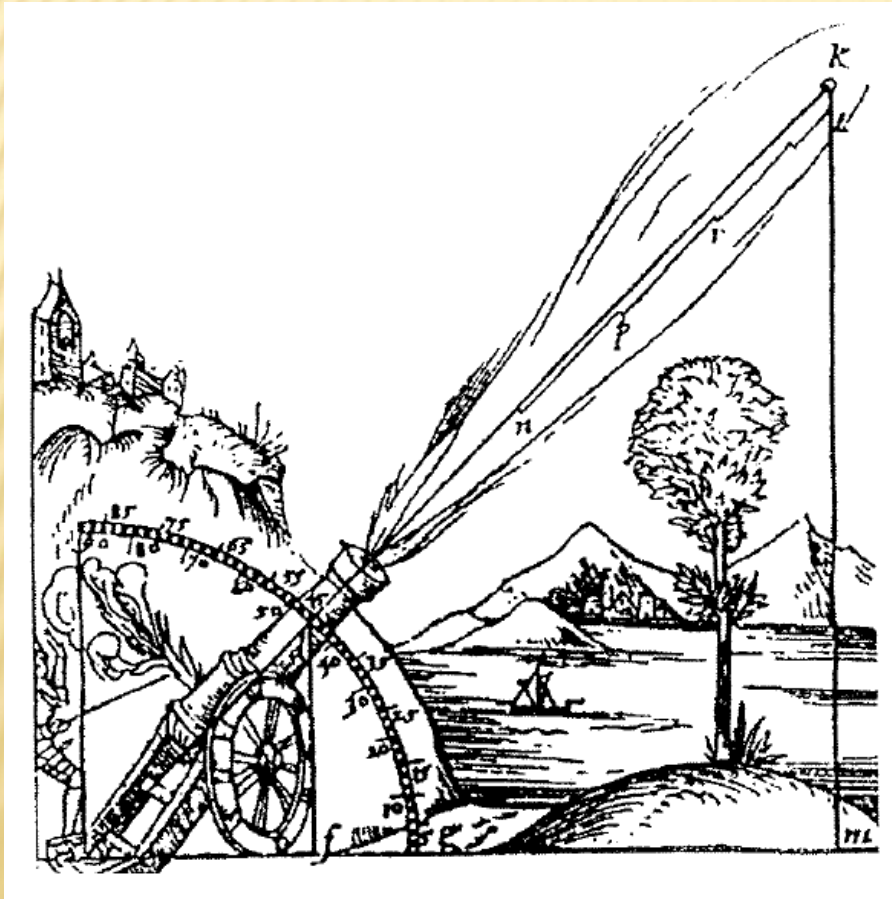
È questo impetus che muove una pietra dopo che è stata scagliata e fino a che il moto giunge alla fine.

*Ma a causa della resistenza dell'aria e anche a causa della pesantezza, che inclina il moto della pietra in una direzione differente da quella in cui l'impetus è efficace, **questo impetus decresce continuamente**.*

*Di conseguenza il moto della pietra rallenta senza interruzione. **In definitiva, l'impetus è vinto e distrutto nel punto in cui la gravità lo domina, e da quel momento in poi quest'ultima muove la pietra verso il suo luogo naturale.[...].***

IL MOTO DEI PROIETTILI

È interessante confrontare le concezioni spontanee attuali con i disegni e le spiegazioni del moto dei proiettili di studiosi dell'epoca medioevale.

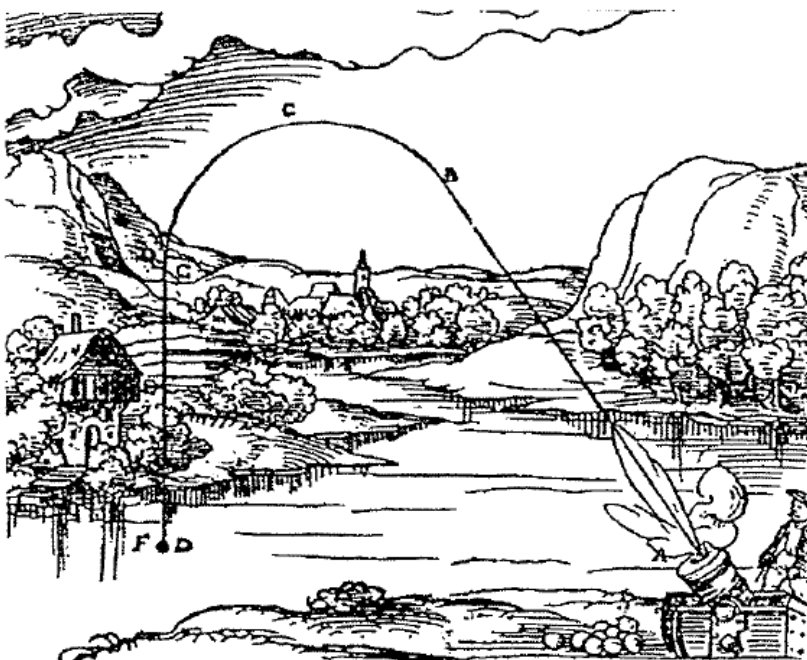


Secondo Avicenna (XI secolo), il proiettile viaggia in linea retta lungo la direzione n-p-r perché ha ricevuto dal lancio iniziale **una inclinazione a muoversi in tale direzione.**

Ma **l'effetto del lancio si esaurisce gradualmente** e quando si è esaurito del tutto, in K, il proiettile rimane immobile per un istante e poi cade verticalmente verso il basso a causa della sua pesantezza.

IL MOTO DEI PROIETTILI

Il moto dei proiettili in una figura tratta da un libro del 1582 di W. H. Ryff, che riprende la teoria di Alberto di Sassonia del XIV secolo



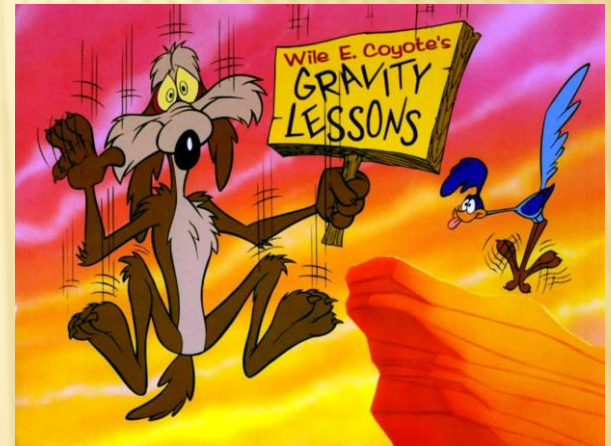
In figura la teoria di Alberto di Sassonia (XIV secolo), che descrive il moto del proiettile in tre fasi: **prima il proiettile si muove in linea retta** lungo la direzione del lancio AB perché ha acquisito dal cannone un impetus in tale direzione che è più forte del peso del proiettile; **però l'impetus si indebolisce gradualmente**, nel punto B la traiettoria si incurva nel tratto BCG per effetto combinato dell'impeto iniziale e del peso che spinge verso il basso; **infine quando l'impeto originale è del tutto consumato** il proiettile cade verticalmente verso il basso per effetto della pesantezza.

IL MOTO DEI PROIETTILI

Per inciso, tutto ciò non vi ricorda qualcuno?



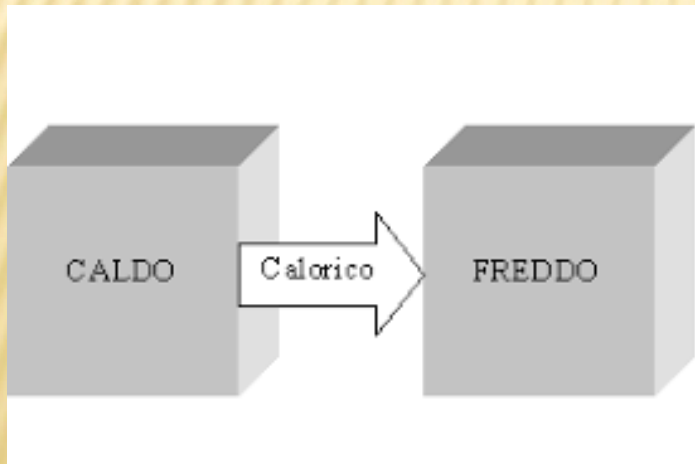
Wile E. Coyote,
Warner Bros.



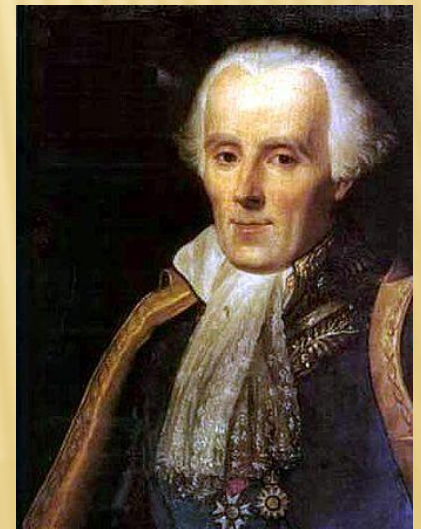
CALORE E CALORICO

L'idea di calore come sostanza contenuta nei corpi è piuttosto diffusa.

Molti modelli di conoscenza comune rappresentano il calore come qualcosa contenuta in un corpo e in grado di passare in un altro corpo più «freddo» tramite «pori o interstizi».



Tutto ciò ricorda la concezione storica di **fluido calorico** e ad essa si riallaccia



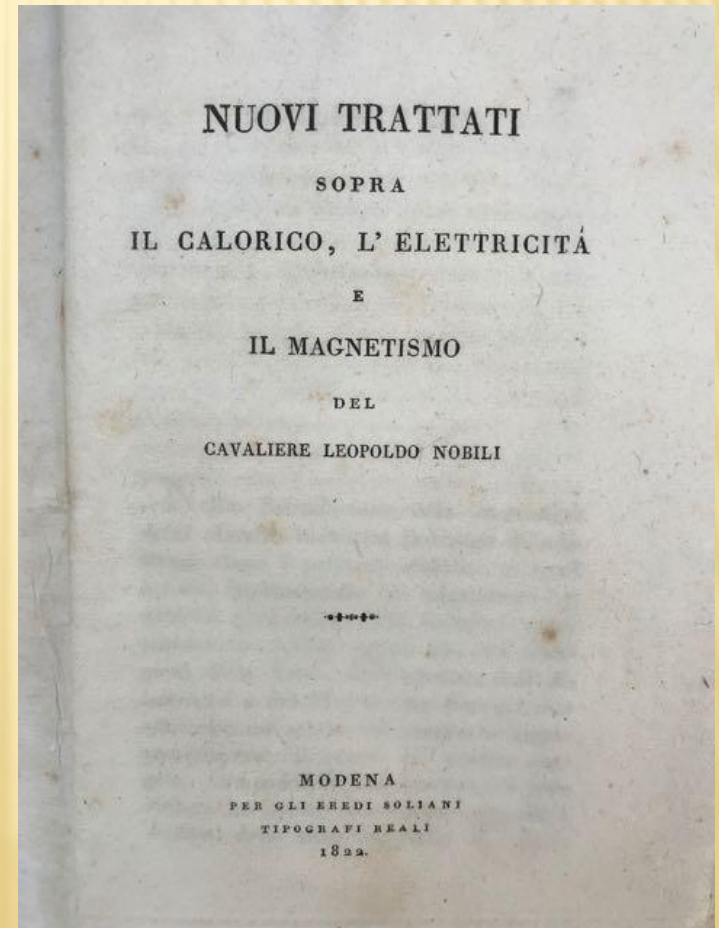
Pierre Simon Laplace

CALORE E CALORICO

CALDO, CALÓRE, CALÒRICO.

Il *Caldo* è l'effetto prodotto dal calore. — Il *Calore* è l'effetto del Calorico; il qual *Calorico* è (secondo certa ipotesi ora non più ammessa dai fisici) quel fluido imponderabile, sottilissimo e invisibile che penetra tutti i corpi. Il calorico, secondo le apparenze de' sensi, emana dal sole e dal fuoco.

Dal Vocabolario dei
sinonimi della lingua
italiana, 1884, di Pietro
Fanfani.



CALORE E CALORICO

Il termine **calore** è spesso usato come sinonimo di **energia** (e, in particolare, di **energia termica**)

Molti libri di testo, soprattutto a livello di istruzione primaria e secondaria, presentano idee ambigue su tali concetti.

L'idea di calore come quantità di energia è favorita anche dall'uso che si fa di tale termine nella linguaggio comune: si parla spesso di calore **assorbito** o **ceduto** o, più genericamente, di calore che **passa** da un corpo ad un altro.

Infine, l'uso stesso del termine calore insieme ai termini **trasferimento**, **passaggio** può supportare le idee spontanee di calore come energia.

CALORE E CALORICO

Anche l'esistenza di termini come il **calore specifico** e il **calore latente** possono provocare confusione, legata a questioni strettamente linguistiche

In Italiano, infatti, l'uso dell'**aggettivo qualificativo**, come sono i termini **specifico** e **latente** in relazione al sostantivo **calore**, è finalizzato, appunto, alla specificazione di una qualità del sostantivo.

Un rosa rossa è una rosa che, oltre a essere tale, è anche rossa.

CALORE E CALORICO

Tuttavia, in fisica il calore è un processo di trasferimento di energia termica da un corpo a temperatura più alta ad uno a temperatura più bassa e non una quantità di energia (più o meno contenuta in un corpo)

Calore specifico e calore latente sono, invece specifiche quantità di energia termica relative alle diverse sostanze.

Si capisce, quindi, come il termine calore specifico possa essere interpretato, ad esempio, come un calore che è specifico di una data sostanza, supportando l'idea spontanea che il calore sia effettivamente una energia posseduta dal corpo o richiesta perché avvenga un dato fenomeno.

CONOSCENZA «COMUNE» E CONOSCENZA «SCIENTIFICA»

In conclusione,

tenere in debita considerazione le concezioni e le idee spontanee degli studenti è di fondamentale importanza

Esse non sono «misconcezioni**» da eliminare, come si potrebbe fare con una lavagna piena di formule errate, ma **risorse cognitive** da re-dirigere, allo scopo di:**

CONOSCENZA «COMUNE» E CONOSCENZA «SCIENTIFICA»

- 1) rendere l'apprendimento dei concetti scientifici sempre più efficiente e significativo per lo studente;**
- 2) formare persone in grado di «leggere» i fenomeni ed eventi e individuare correttamente gli elementi fondamentali necessari a formarsi un'idea corretta di quanto avviene.**

**SCIENCE
REPORTS
DUE TODAY!**



GLASBERGEN

**"In December, we had snow. In April, it rained every day.
In July, it was hot and sunny. In October, it was cold again.
We have to stop all of this climate change or we're doomed!"**

Alcuni testi utili ...



Ugo Besson (2015).
Didattica della Fisica.
Carocci Editore, Studi
Superiori

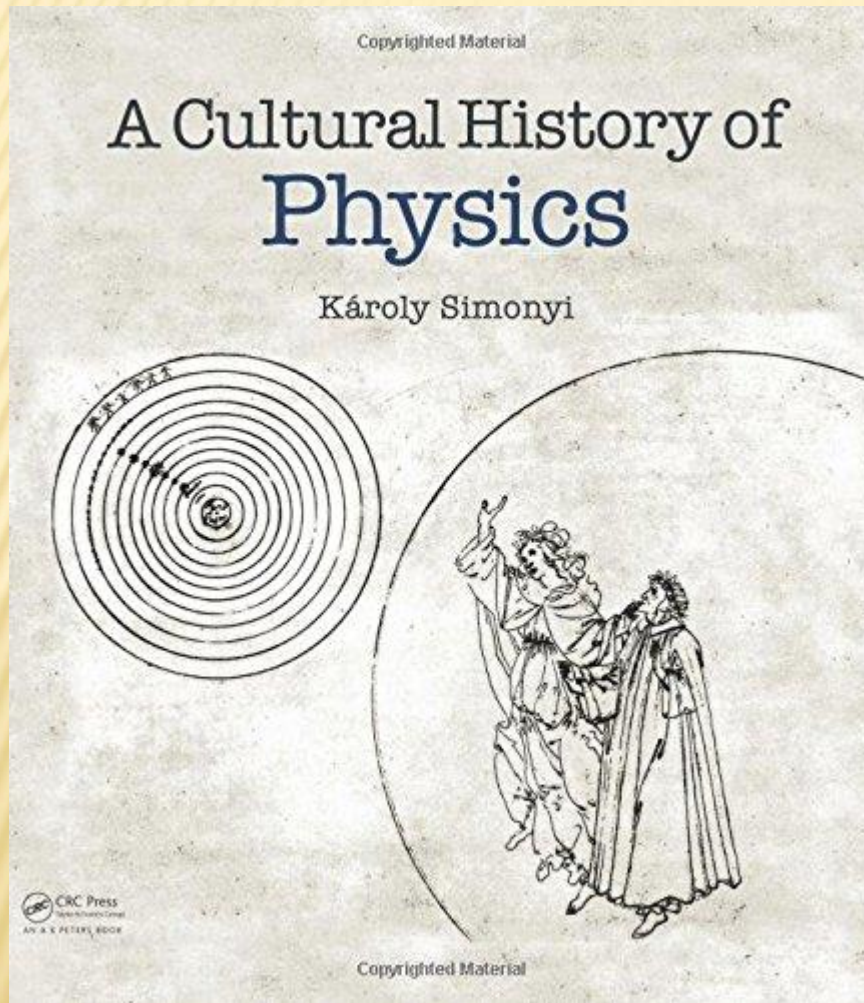


M. Vicentini, M. Mayer (a
cura di) (1996). Didattica
della Fisica. La Nuova
Italia



Ugo Besson, M. Malgieri
(2018). Insegnare la
Fisica Moderna. Carocci
Editore, Studi Superiori

Alcuni testi utili ...



K. Simonyi (2012). A Cultural History of Physics. CRC Press, Boca Raton



A. Braccresi (1992). Una storia della fisica classica. Zanichelli