UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

E. Giordano

Facoltà di scienze della formazione

Una riflessione sui modelli di (apprendimento e di) insegnamento

Perchè insegnare fisica?

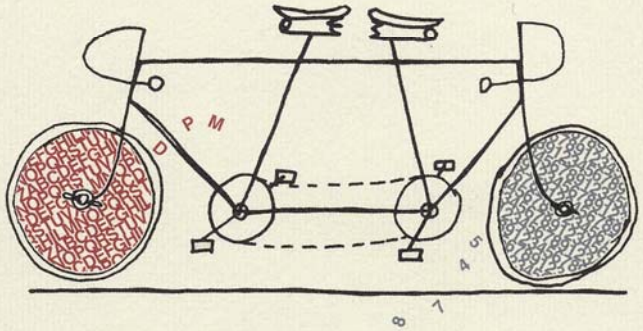
Come?

Cosa significa “capire”?

Come si fa a capire, ad apprendere ....a insegnare?

CARLO
BERNARDINI

TULLIO
DE MAURO



CONTARE E RACCONTARE

DIALOGO SULLE DUE CULTURE

EDITORI LATERZA

no cose della fisica contemporanea che incidono direttamente sull'idea che abbiamo della realtà sconvolgendola.

9. *Difficile arrendersi all'evidenza?*

«Arrendetevi, prodi francesi!»
«Merde!»

Generale Pierre-Jacques-Étienne
barone di Cambronne (1815)

È proprio quando vogliamo spalmare pensieri razionali sulla realtà per rivestirla di una guaina interpretativa che si presenta un problema metodologico serio. Il rischio è di pensare alle conoscenze scientifiche come a un codice prescrittivo, senza badare alle circostanze in cui le si applica: la realtà può essere molto più complicata dei casi estremi in cui si possono usare le leggi così come sono; bisogna imparare l'arte di riconoscere le complicazioni ridondanti. Il problema è stato segnalato in due occasioni, utilizzando una parabola e un caso di vita vissuta: rischiando di ripetermi, riproduco qui entrambi i racconti: la parabola di Alexander Calandra e la storia di Erasto B. Mpemba.

La storia di Calandra

Un po' di tempo fa, mi capitò di ricevere una telefonata da un collega che mi chiedeva se potevo fare da giudice per quanto riguardava una domanda d'esame. Il problema consisteva nel fatto che il mio collega era intenzionato a dare zero a uno studente per una risposta a una domanda di fisica, mentre lo studente reclamava di meritare un buon voto. Il docente e l'allievo decisero di sottoporre la questione a un arbitro imparziale e scelsero proprio me.

Andai nello studio del mio collega e lessi la domanda d'esame: «Descrivete come è possibile misurare l'altezza di un alto edificio servendosi di un barometro». La risposta dello studente fu: «Si trasporti il barometro sulla sommità dell'edificio, lo si attacchi a un'estremità di una lunga corda, lo si cali giù sino a quando tocchi il suolo, quindi lo si ritiri su misurando la lunghezza della corda: la lunghezza della corda è uguale all'altezza dell'edificio». Questa è indubbiamente una risposta molto interessante, ma è sufficiente per la promozione? Io feci osservare che lo studente poteva a buon diritto essere promosso, poiché aveva risposto alla domanda esaurientemente e correttamente. D'altra parte la promozione gli sarebbe servita per conseguire con un buon punteggio il diploma del corso di fisica: il diploma dovrebbe certificare una buona conoscenza della fisica, ma la risposta data non sembrava sufficiente a provare questa conoscenza. Suggerii, perciò, di dare allo studente un'altra opportunità. Non fui sorpreso dal fatto che il mio collega aderisse a questa proposta, ma mi sorprese il fatto che vi aderisse lo studente.

Secondo l'accordo, diedi allo studente sei minuti per rispondere, con l'avvertimento che la risposta doveva dimo-

strare qualche conoscenza di fisica. Siccome alla fine dei sei minuti non aveva ancora dato risposte, chiesi allo studente se voleva ritirarsi, ma egli mi rispose che non intendeva affatto e che, avendo in mente molte risposte, stava ancora pensando alla migliore. Mi scusai per l'interruzione e, nel minuto seguente, lo studente disse: «Si porti il barometro sulla sommità dell'edificio e lo si adagi sul bordo del tetto. Lo si faccia cadere sulla strada registrando con un cronometro il tempo di caduta. Quindi, usando la nota formula dei moti uniformemente accelerati con accelerazione $g = 9.8$ m/sec^2, si calcoli l'altezza dell'edificio».

A questo punto, chiesi al collega se era soddisfatto. Mi rispose di sì e lo studente fu promosso. Nell'uscire, mi ricordai che lo studente aveva detto che aveva altre risposte. Gli chiesi quali fossero. Disse: «Ci sono molti modi... Per esempio, in un giorno di sole, si può portare il barometro all'aperto e misurare la lunghezza della sua ombra e quella dell'ombra dell'edificio; conoscendo l'altezza del barometro, si determina quella dell'edificio con una semplice proporzione». «Bene!» dissi. «Conosce altri modi?» «Certo», rispose «uno di questi le piacerà: Salga le scale con il barometro e, salendo, riporti sul muro delle tacche corrispondenti alla lunghezza del barometro. Conti poi le tacche: otterrà l'altezza dell'edificio in unità di lunghezza del barometro. Oppure: leghi il barometro all'estremità di una corda e, usandolo come pendolo, misuri g al livello della strada e sul tetto. È un po' sofisticato, ma dalla differenza dei valori di g si può ottenere l'altezza dell'edificio, almeno in linea di principio. Se poi si vuole tentare una soluzione non fisica, basta che porti il barometro al Sovrintendente al Catasto degli Immobili e gli chieda se, in cambio del barometro, le dice l'altezza dell'edificio». A questo

punto, chiesi allo studente se veramente non conosceva la risposta che più riguardava la specificità del barometro. Naturalmente la conosceva, ma disse che era stufo di quel professore, che pretendeva di insegnare a essere critici e riflessivi invece di spiegare i significati di ciò che studiavano. Sicché aveva deciso di burlarsi di lui[32].

Erasto B. Mpemba, all'epoca dei fatti, è uno studente della scuola secondaria di Mkwawa, in Tanzania. Anche lui ha qualche problema con il suo insegnante; interviene un ispettore centrale, il dottor Osborne e la controversia si appiana. Riporto il racconto dei due:

La storia di Erasto B. Mpemba

Vi parlerò della mia scoperta, dovuta a un uso improprio del frigorifero: tutti sanno che non è il caso di mettere oggetti caldi nel frigorifero, perché questo gli fa male e non durerebbe a lungo. Nel 1963, quando ero nella terza classe nella scuola secondaria di Magamba, facevo gelati. I ragazzi della scuola, per fare un gelato, bollivano del latte, lo zuccheravano e lo mettevano nel congelatore del frigo dopo averlo fatto raffreddare quasi alla temperatura ambiente. Fare gelati andava di moda e i ragazzi litigavano per lo spazio nel congelatore. Una volta stavo facendo bollire il latte. Un altro ragazzo, vedendomi bollire il mio, mescolò precipitosamente lo zucchero con il suo senza farlo bollire e poi mise il tutto nello scomparto per il ghiaccio per non perdere il posto. Sapendo che se avessi aspettato il raffreddamento del latte bollito avrei perso l'ultima occasione, decisi di rischiare la rovina del frigo mettendoci il lat-

Progetti recenti

SeCiF: Spiegare e capire in fisica

http://pctidifi.mi.infn.it/secif

FFC Fisica per la Formazione Culturale

http://pctidifi.mi.infn.it/ffc

F21 Fisica per il 21 esimo secolo

in progress

[In physics] misunderstandings are widely induced by conventional teaching

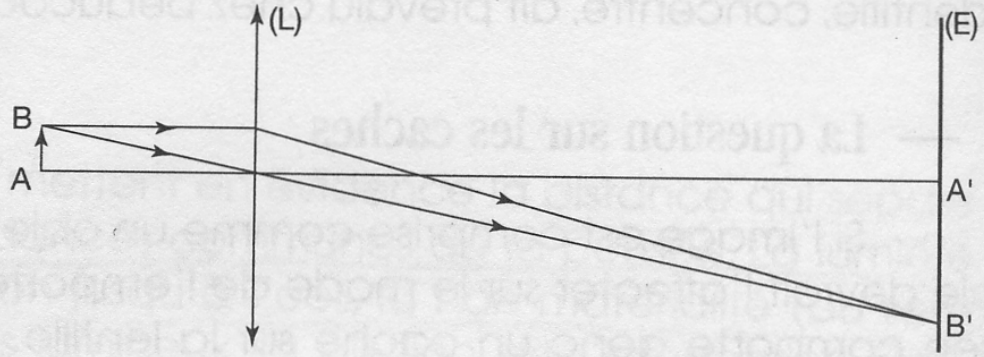
J. Ogborn invited talk to the Italian Physical Society Conference 2004

The main reason why people do not understand (or do misunderstand) [physics] is most of the times the very way we lack to explain (or me misexplain)

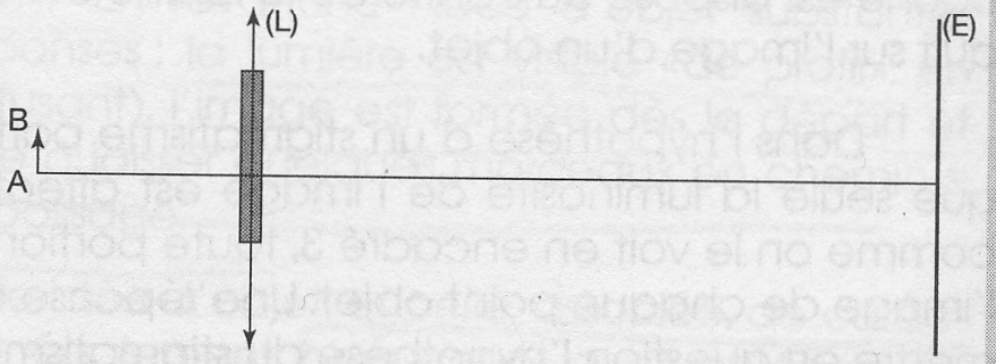
P. Guidoni – Re-thinking physics for teaching - Proceeedings of the International school of Physics Enrico Fermi, Course CLVI, "Research on Physics Education" IOS Press, 2004 (p.225)

Viennot Raisonner en physique, 1996

Une lentille convergente (L) donne d'un objet lumineux une image réelle A'B' que l'on reçoit sur un écran (E).
L'ensemble est disposé comme le montre le schéma ci-contre :

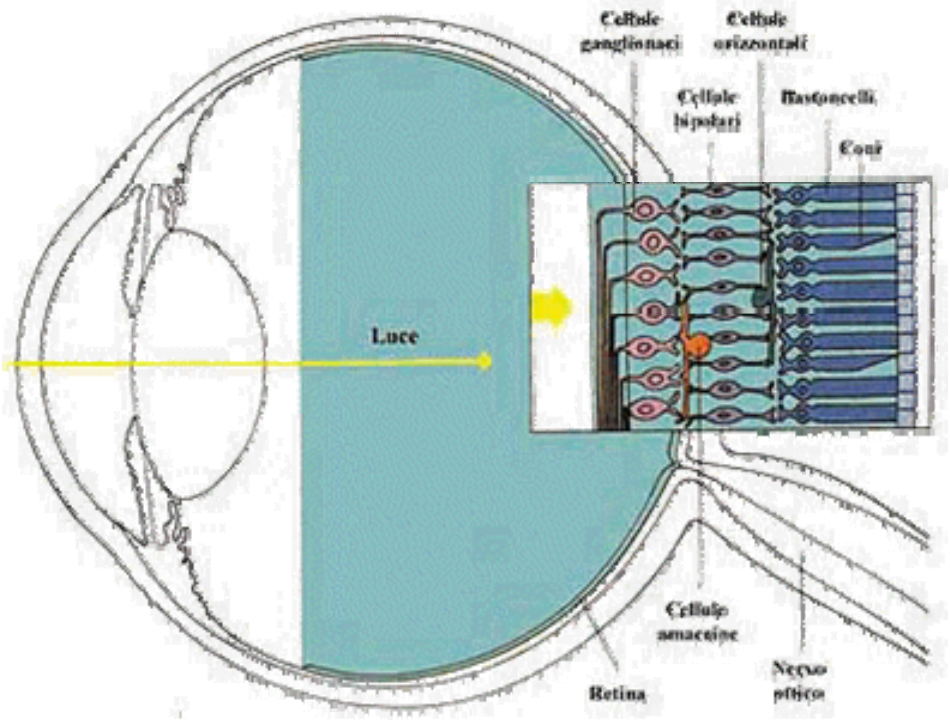


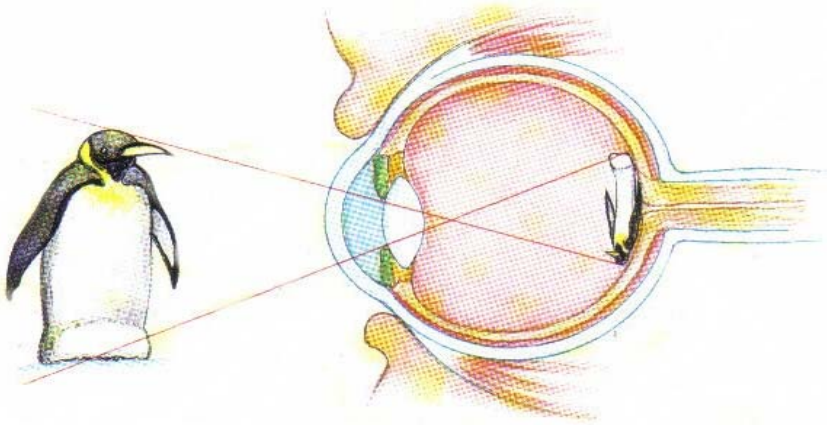
On dispose un cache sur la partie centrale de la lentille, comme sur le schéma ci-contre.
(L'objet, la lentille et l'écran sont toujours au même endroit).



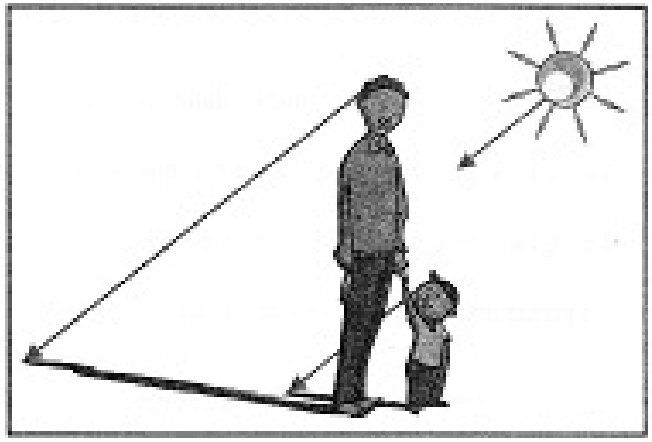
Que voit-on maintenant sur l'écran ? Comparez avec le cas précédent en justifiant votre réponse.

Parziali





O scorretti



Disegni e schemi

Prove Invalsi

Cambiamento concettuale e conflitto cognitivo?

Continuità/discontinuità tra concoscenza comune e conoscenza scientifica

Ostacoli o ancore?

Comportamentismo vs costruttivismo (costruzionismo)

Il modello cognitivo risonante

(P. Guidoni)

E' centrato sulla nozione metaforica di <u>comprensione come Risonanza Cognitiva</u> tra differenti dimensioni: esperienza, linguaggi, conoscenza a livello sia individuale che socioculturale.

Risonanza tra "modi di essere del mondo"; "modi di parlare del mondo" e di rappresentarlo; modi di guardare al mondo e di interpretarlo".

CAPIRE SI PUO', MA COSA SIGNIFICA CAPIRE?

(P.GUIDONI)

29.05.01

DIREZIONE DIDATTICA DI BRA - 1°CIRCOLO

PROGETTO SeT - CAPIRE SI PUO'

Nicoletta "Capire è come una chiave che apre una porta che sembra chiusa…."

Andrea : "E' anche come mettere insieme i pezzi di un puzzle, tu metti insieme quelli che si assomigliano per qualcosa e poi a poco a poco ti viene il disegno".

Elena "Capire viene prima del ricordare, però delle volte ricordi delle cose che proprio non le devi capire per esempio i numeri del diario segreto. "

Francesca: "Capire vuol dire andare a cercare nella mente qualcosa che sembra che non c'entri, ma per te c'entra e poi ti viene l'idea"

BEATRICE (12 ANNI)

"Quando io guardo una cosa , quello che vedo mi va su dentro per gli occhi, mi arriva alla testa e poi le cose che mi arrivano dentro si mettono a correre per tutti quei corridoi che ci sono, si fermano un momento in tutte le stanze e quando trovano una stanza con dentro qualcosa che gli assomiglia, si fermano, si mescolano con quello che c'è che gli assomiglia e gira, gira, dopo mi viene l'idea e allora scende nella bocca e allora uno la dice".

Partire dal piano osservativo-percettivo

Il raggio di vista

Partire dal piano osservativo-
percettivo

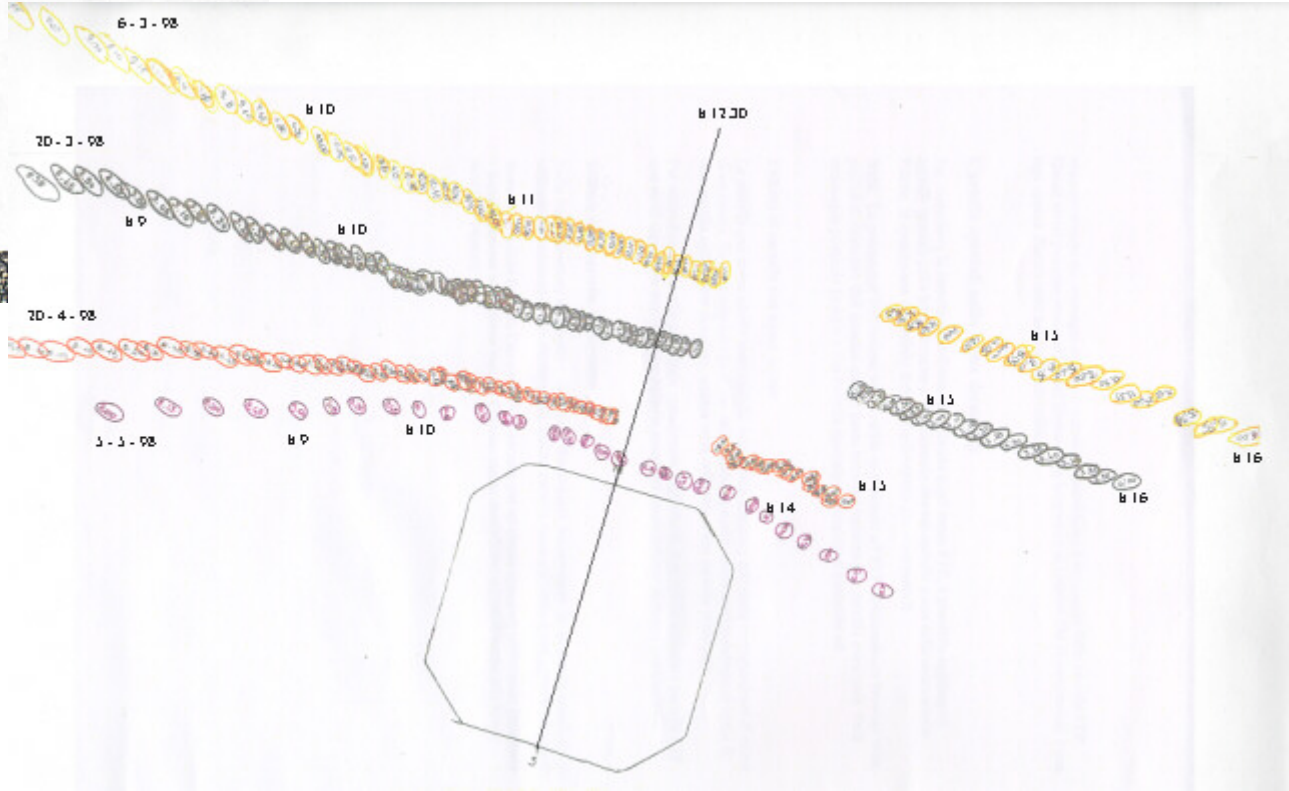
Il tubo acchiapparaggi

Partire dal piano osservativo-
percettivo

Partire dal piano osservativo-
percettivo

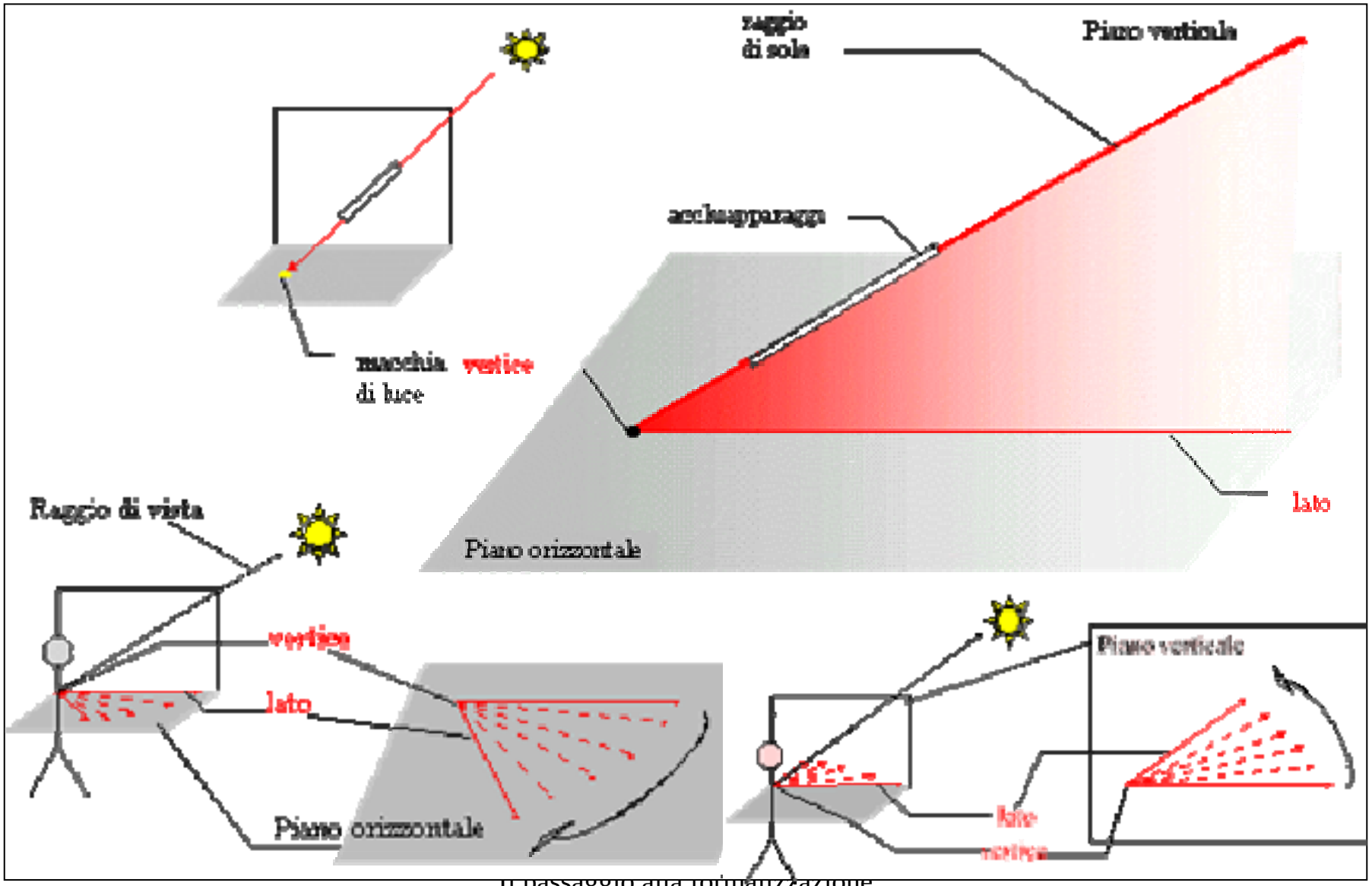
Curare il passaggio al piano della formalizzazione, a diversi livelli e con diversi linguaggi

Le macchie di luce e il teodolite



Il passaggio alla formalizzazione

L’ angolo


raggio
di sole
Piano verticale
aschiapparaggi
macchia
di luce
vertice
lato
Piano orizzontale
Raggio di vista
vertice
lato
Piano orizzontale
Piano verticale
lato
vertice

Esperienze ed esperimenti con diverso materiale

si tratta prevalentemente di materiale per esperimenti “poveri”, ma che si possano organizzare con logica “variazionale” e che possano essere progettati dai ragazzi (non si danno “schede” per l’esecuzione dell’esperimento)

Verbale del 2 APRILE 1997

Alcuni compagni avevano dei dubbi e così hanno chiesto:

- Se i raggi sono paralleli e sono come delle strisce perchè a terra non ci sono spazi? (Stefano)
- Se il Sole emana luce, sono raggi quelli che arrivano a terra, in che senso sono raggi? (Carlos)

Marco risponde: i raggi sono una cosa unica, tutti uniti.
Davide dice che i raggi non esistono, sono una finzione.
Stefano dice che i raggi li vedi in un bosco quando la luce passa tra le foglie. Altri portano altri esempi (la polvere fa vedere i raggi). Riguardo alle foglie qualcuno dice che il raggio è un effetto delle foglie.
La prof. chiede se esistono o no questi raggi e se nelle scienze si usano sempre rappresentazioni che hanno riscontro nella realtà.
Abbiamo concluso dopo una accesa discussione che i raggi sono un modo di rappresentare, come dei modelli.

Carlos dice che la luce non si vede, Stefano dice che si vede solo dopo che sbatte sulle cose.
Luca si chiede se la luce è fatta di molecole, in fondo
anche i gas non si vedono e sono fatti di molecole.
La prof dice che non è fatta di molecole.
Carlos dice che se la luce è energia perchè non ha gli effetti come l'energia elettrica che prendi la scossa.
Emilia dice che la luce ha effetti, infatti se stai vicino alla finestra ti scaldi.
Stefano vorrebbe metterla in una scatola, accumularla, come in una pila, ma non si può.
Alla fine la prof ci ha dato delle domande alle quali abbiamo risposto per iscritto.

Il commento dell’insegnante

Come ho già detto a voce sono stata letteralmente assalita dalle domande e dalle ipotesi sulla luce, scatenate dall'acchiapparaggi.
Il tutto è partito con la frase di Stefano: se ci sono i raggi come mai non
ci sono spazi nella macchia di luce?
Seguita da possibili ipotesi: i raggi sono tutti incollati, i raggi non esistono sono solo modi di rappresentare (Davide).
Ho sostenuto quest'ultima ipotesi, non so chi mi ha creduto.
Carlos ha detto : la luce non si vede. Questa affermazione ha fatto dire a
Luca che allora la luce è come i gas, fatta di molecole, in fondo neppure i gas si vedono. Ho detto che non è vero. Per farmi credere ho portato ad esempio il fatto che molti gas si possono trasformare in liquidi o solidi, la luce no.
Non so se ho fatto bene.

….forma della nostra ombra : tutti sono d’accordo che sia una figura piana

Riguardo all’ombra tutti pensavano fosse piatta ,visto la sua impalpabilità non ammettono che possa essere tridimensionale (se posso entrarci dentro non è un solido).

Ho chiesto se l’ombra era un solido oppure no …… Quasi tutti considerano l’ombra una figura piana e lo dimostrano sostenendo che non si può toccarne il contorno che è impalpabile (solido geometrico confuso con stato solido) .

schiacciata per terra
non è solida, non la puoi toccare
Se c'è il vento non oscilla
E' intangibile, non la posso toccare, afferrare……..
Peter Pan cuciva l'ombra per non farla sfuggire……
non è vero che l'ombra è solida……
Prof., se nello spazio ci sono più luci che mi circondano ci sono più ombre e lo spazio come fa ad essere occupato?

verbale insegnante del 9/3/99

La prima attività che propongo ai ragazzi consiste nel cercare di "riempire "loro stessi lo spazio d'ombra creato da un compagno (scelgo per convenienza il più alto). Sono talmente presi da questo riempimento che l'ultimo si sdraia addirittura a terra . Riscoprono cosi' ciò che già avevano osservato in laboratorio: l'ombra non è piatta, ma dobbiamo parlare di uno spazio d'ombra, le ombre che quotidianamente osserviamo sono le proiezioni di quello spazio su un piano.

Verbale dei ragazzi

…Per prima cosa abbiamo fatto un esperimento che serviva a farci osservare che l'ombra occupa uno spazio .Abbiamo preso il più alto della classe e via via gli altri andavano a mettersi in modo da riempire lo spazio d'ombra…

classe 2 media

Verbale dell'insegnante

Riguardo all'ombra tutti pensavano fosse piatta ,visto la sua impalpabilità non ammettono che possa essere tridimensionale (se posso entrarci dentro non è un solido). Ho proposto di "tagliare a fette " l'ombra di una compagna con un lenzuolo bianco ,prova che è stata fatta e rifatta prima che tutti ammettessero l'esistenza di uno spazio d'ombra, poi spontaneamente si sono messi uno all'ombra di un altro cominciando dal compagno più alto. Leggendo i loro verbali mi sono accorta che non è passato il parallelismo dei raggi solari, mentre è stato compreso lo spazio d'ombra.

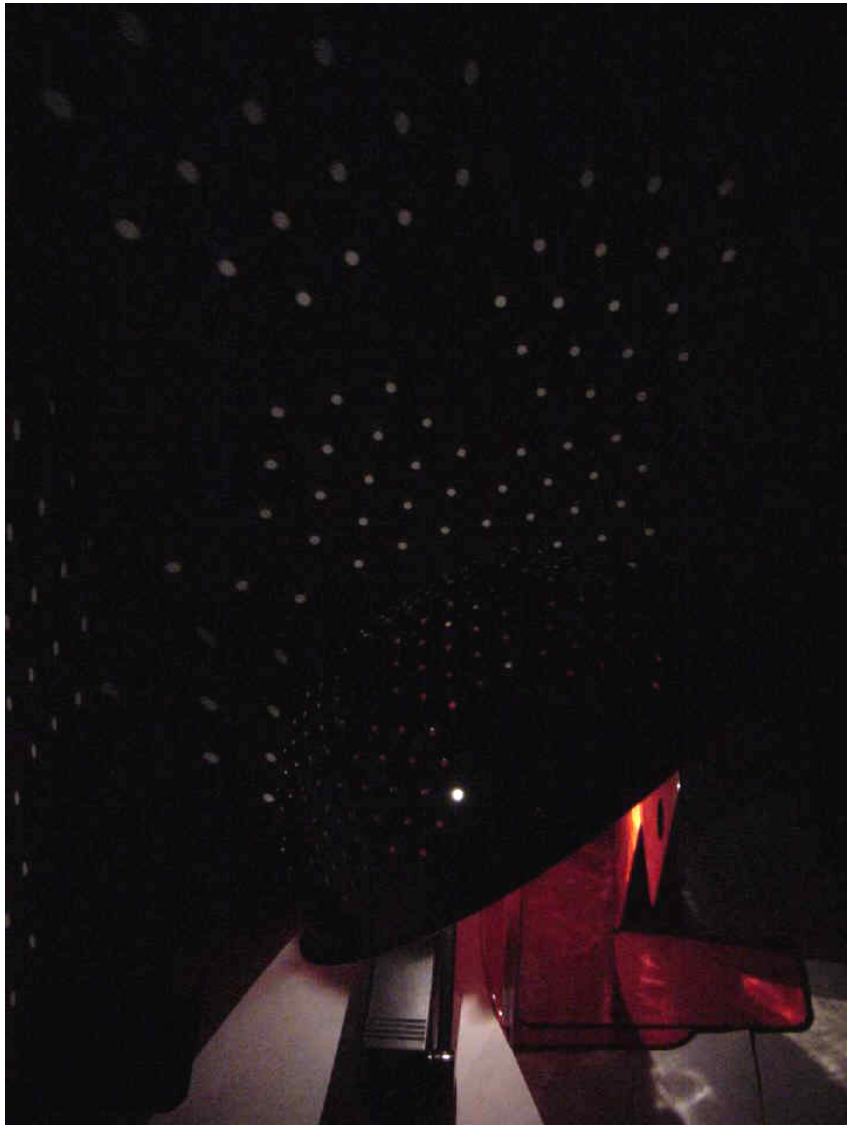
Verbale dei ragazzi

… la prof. ci ha chiesto se l'ombra è piatta o solida .Tutti abbiamo risposto che è piatta .Allora abbiamo fatto un esperimento con un lenzuolo appoggiato a terra. Una nostra compagna si è messa sopra con i piedi, abbiamo visto che quando il lenzuolo è a terra l'ombra è più grande della persona, invece quando il lenzuolo si alza l'ombra si rimpicciolisce, mentre quando il lenzuolo è di fronte alla persona l'ombra è della stessa altezza della persona. Quindi abbiamo capito che l'ombra non è piatta ,ma occupa uno spazio.

L’ombra è un solido?

Solidi di luce e d’ombra

In università .....



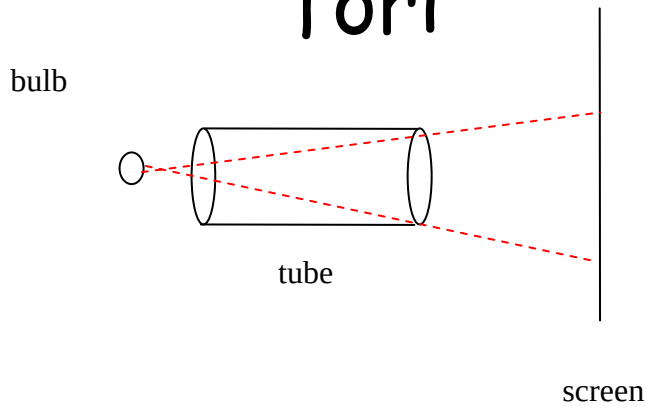
Sorgenti di luce sotto un colapastasura: puntiforme a sinistra, estesa a destra

Problema n.1

Tenete in mano un tubo di cartone (tipo interno dello scottex) e esplorate lo spazio intorno ad una lampadina accesa. Rispondete con parole e disegni alle seguenti domande:

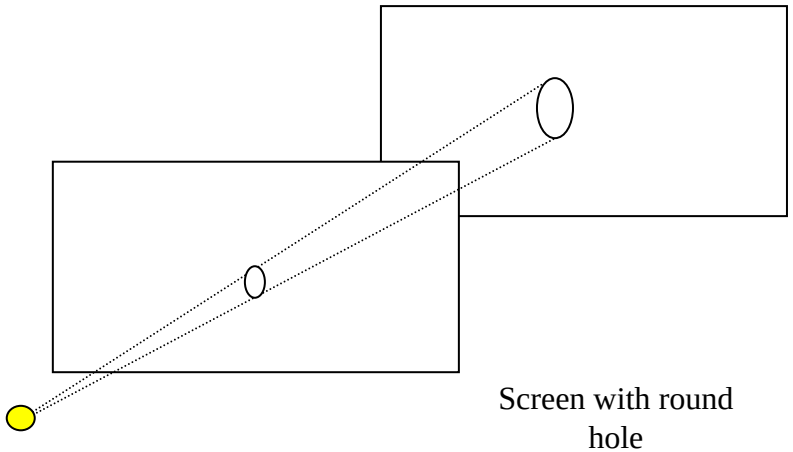
1. Dove devi mettere il tubo per "catturare" i raggi di luce che escono dalla lampadina?
2. Qual è la forma e la dimensione della macchia di luce su un cartoncino posto vicino all'estremità del tubo opposta alla sorgente?
3. Interpreta la forma e le dimensioni di queste macchie di luce usando il modello a raggi
4. Precedi cosa cambierà cambiando la sezione del tubo (forma e dimensioni) e verifica sperimentalmente le tue previsioni

Luce che passa attraverso tubi e fori



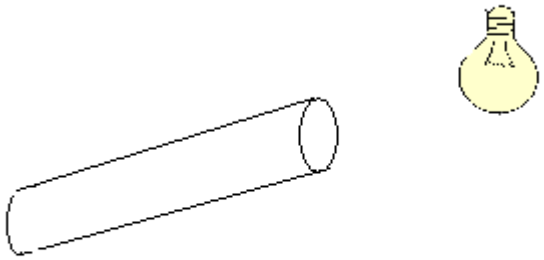
In entrambe i casi ho utilizzato il modello a raggi e ho previsto graficamente la macchia di luce *proiettata dal foro* sullo schermo.

Poi ho verificato sperimentalmente

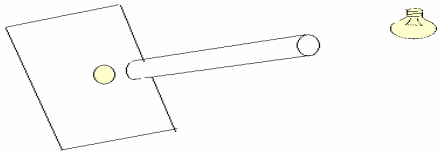


Risposta "corretta"

Risposta scorretta



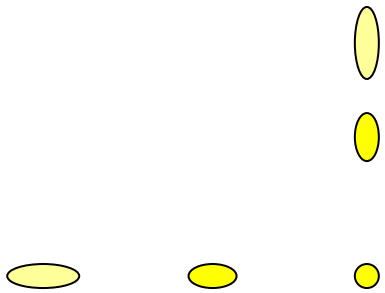
Come rappresentato nella figura 1, il tubo, per catturare i raggi di luce provenienti dalla lampadina deve essere posto con una delle due estremità rivolta verso la lampadina, in modo da essere parallela ad essa.



Se pongo un cartoncino vicino all'estremità del tubo non rivolta verso la lampadina vedo macchie differenti a seconda del tipo di lampadina.
Se utilizzo una lampadina molto grossa, a filo continuo, opaca vedo una macchia di luce tonda netta.
Se utilizzo una lampadina a piccolo filamento sul foglio vedo una macchia di luce tonda con un contorno scuro molto più ampio; in questo caso la macchia è meno luminosa.

Per interpretare la forma e la dimensione delle macchie di luce che si osservano con il modello a raggi ho utilizzato uno scola pasta e una lampadina. Pongo la lampadina a piccolo filamento sotto un colapasta; sopra quest'ultimo tengo sospeso un cartoncino e su questo osservo le macchie di luce che riprendono la forma dei fori del colapasta:

– Nel centro del cartoncino le macchie dei fori centrali sono rotonde e di dimensioni più grandi rispetto ai fori;



- - Ai lati del cartoncino si individuano le macchie dei fori laterali del colapasta; esse assumono una forma ellittica, rispetto alle altre sono più grosse, meno nette e luminose.
Le macchie tendono ad ingrandirsi e allungarsi man mano che ci si allontana dal centro del colapasta.

INDICAZIONI

http://www.formazione.unimib.it/NNPP09-04.pdf

LUCE E VISIONE

http://pctidifi.mi.infn.it/lucevisione

LUCE, COLORE, ENERGIA

http://pctidifi.mi.infn.it/SeT

ASTRONOMIA

www.quipo.it/didatticascienze/luce

ONDE

www.df.unibo.it/ddf/Perc/Onde/Index_Onde.htm