



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI UDINE**



Liceo Scientifico Statale  
*Galileo Galilei* - Trieste

# Gli studenti liceali di fronte ai principali nodi concettuali dell'ottica geometrica

P. Buttazzo, E. Di Càsola, T. Manfroi, M. Michelini, A. Stefanel

102° Congresso S.I.F. — Sez.VII (Didattica e Storia della Fisica)  
Padova, 28 Settembre 2016



# Premessa e contesto



- \* Fisica nella scuola: viviamo *tempi interessanti...*
- \* Nuovo Esame di Stato, nuovo syllabus (fisica moderna al V anno), nuova prospettiva strategica
- \* Necessaria nuova proposta didattica articolata e verticale (cfr. talk Diener, Ciardiello, Michelini)
- \* Avvio sperimentazione su macro-temi: ottica fisica (in IV) e meccanica quantistica (in V)
- \* “Educarli fin da piccoli”: Ottica geometrica (in II)



# “Teoria dei nodi” (I)

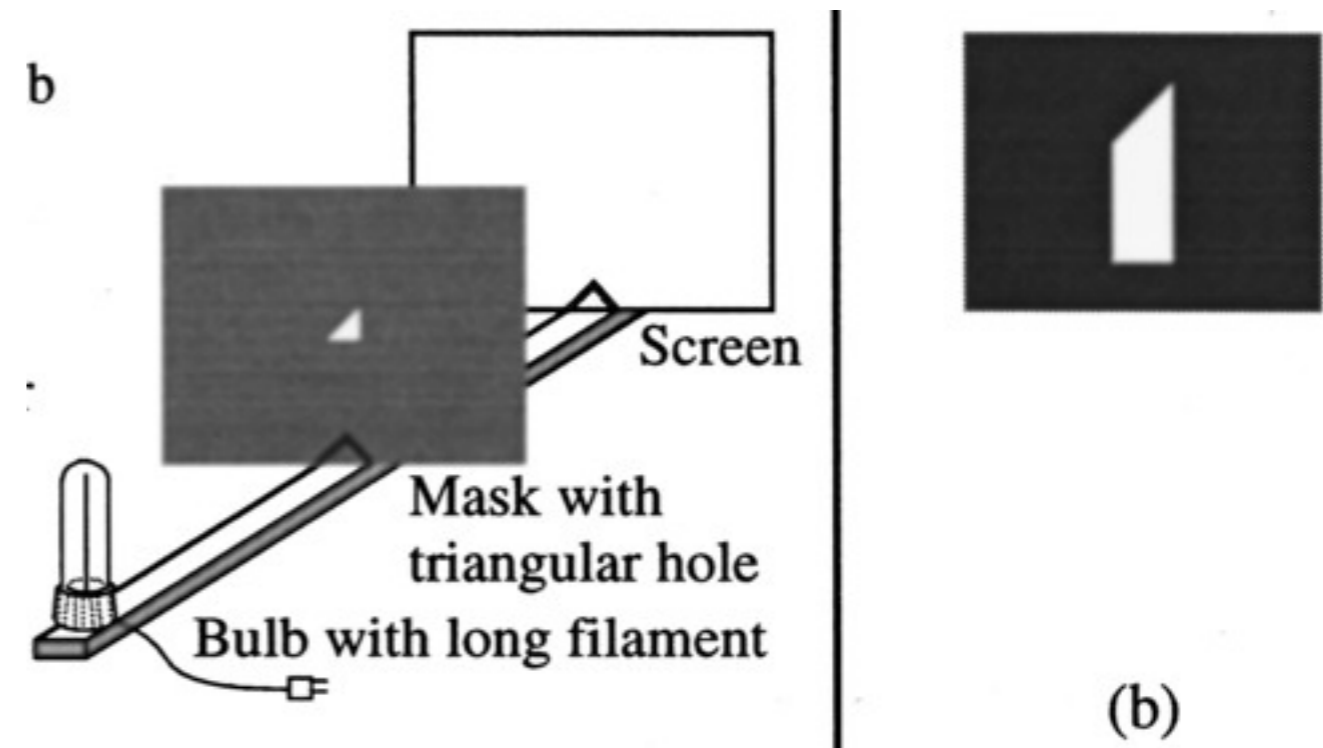


- \* “Pensare da fisici”, ovvero sciogliere i nodi concettuali della disciplina, spesso contro il senso comune (Viennot, *Reasoning in Physics*, 2004)
- \* Caso dell’ottica geometrica: modello di raggio (Goldberg, McDermott ’87), propagazione della luce (Viennot et al. 2014)
- \* Riflessione e rifrazione (Fredlund et al. 2012, Bouwens ’87, Galili ’96)
- \* Meccanismo della visione (Guense ’84, Ronen, Eylon ’93)

# “Teoria dei nodi” (2)



- \* Formazione delle immagini, sorgenti luminose estese, passaggio da fenditure, teoria delle ombre e del chiaroscuro, aspetto 3D dell'ombra (Wosilait et al. '98)



- \* Aspetti energetici della luce, fotometria

Dal tutorial di Wosilait et al.



# La nostra idea:



- \* Sondare l'incidenza dei citati nodi concettuali in allievi di classi II del liceo scientifico (tradizionale e di Scienze Applicate)
- \* Far emergere i ragionamenti di studenti venuti a contatto solo con una formazione standard (con verifiche parimenti standard); modalità: test!
- \* Somministrare un test CK-PCK (powered by URDF-UNIUD, Michelini & Stefanel 2015)
- \* Discutere gli esiti e ricalibrare la didattica



# Il test CK-PCK (I)



- \* Test CK-PCK (*content knowledge – pedagogical content knowledge*); con domande sia dal corpus della letteratura, sia create appositamente
- \* 20 quesiti (in origine): soluzione di problemi (CK) e individuazione di ragionamenti (PCK)
- \* 62 partecipanti (3 classi, 3 docenti)
- \* Analisi dati: creazione DB e popolamento tabellare; categorizzazione risposte in classi (Niedderer '89, Stephanou '99)



# Il test CK-PCK (2)



- \* Subito un problema organizzativo: il tempo!
- \* Contromossa: rimodulazione test, scelta quesiti (discussione tra docenti), riduzione a 12 domande rappresentative;
- \* Somministrazione: in classe, 50', nell'arco di un giorno, come verifica scritta di ottica geometrica
- \* Follow-up: discussione con gli studenti, "correzione" risposte, dialogo costruttivo, analisi dati



# Il test CK-PCK (3)

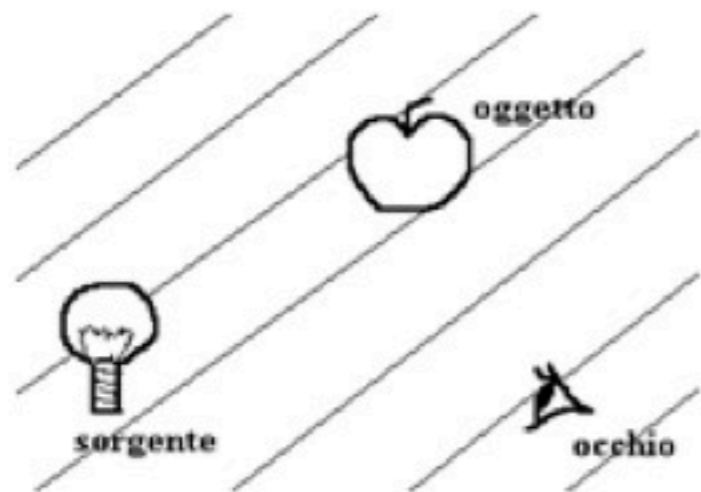


## Il DB delle risposte...

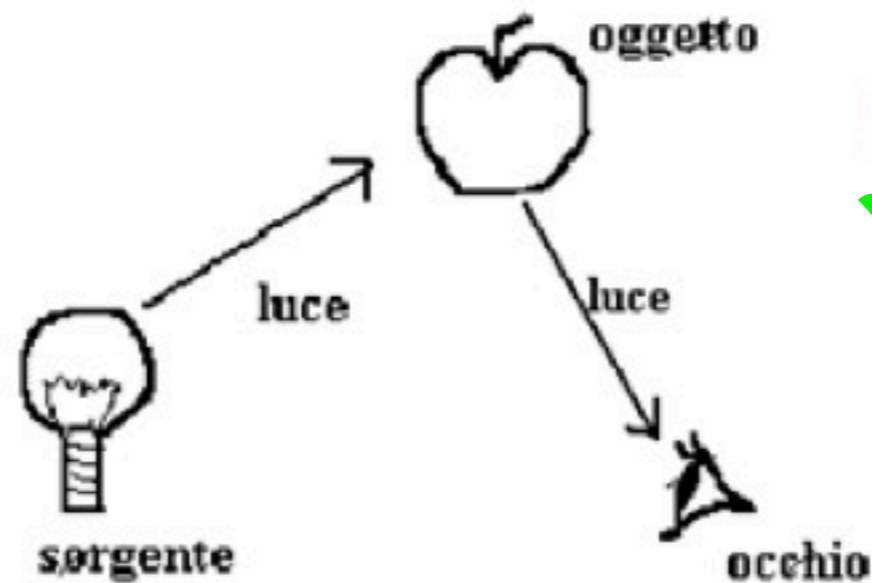
Domanda: Quale delle seguenti figure rappresenta meglio dove si forma l'immagine di un oggetto riflesso in uno specchio piano? Spiegare									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Foglio: 10 (Q10 [ex-Q17] )	Test PCK Ottica Geometrica. M. Michelini, P. Buttazzo, T. Manfroi, E. Di Casola. Classi II ..., ..., E, L						
Contatori		Domanda: Quale delle seguenti figure rappresenta meglio dove si forma l'immagine di un oggetto riflesso in uno specchio piano? Spiegare							
Cont. Gen.	Cont. classe	Risposta:	<risposta corretta e spiegazione corretta>	<risposta corretta e spiegazione più confusa o incompleta>	<risposta corretta senza spiegazione>	<risposta errata con tentativo di spiegazione>	<risposta errata b: c'è il tentativo di applicare correttamente la riflessione sulla superficie dello specchio, ma l'immagine non viene posizionata correttamente >	<risposta errata c: l'immagine viene collocata correttamente "dietro allo specchio", ma la riflessione non avviene sulla superficie >	N/R = Non Risponde
18	18	a			x				
19	19	a			x				
20	20	a			x				
21	1	c						c	
22	2	a	x						
23	3	a			x				
24	4	a			x				
25	5	c						c	



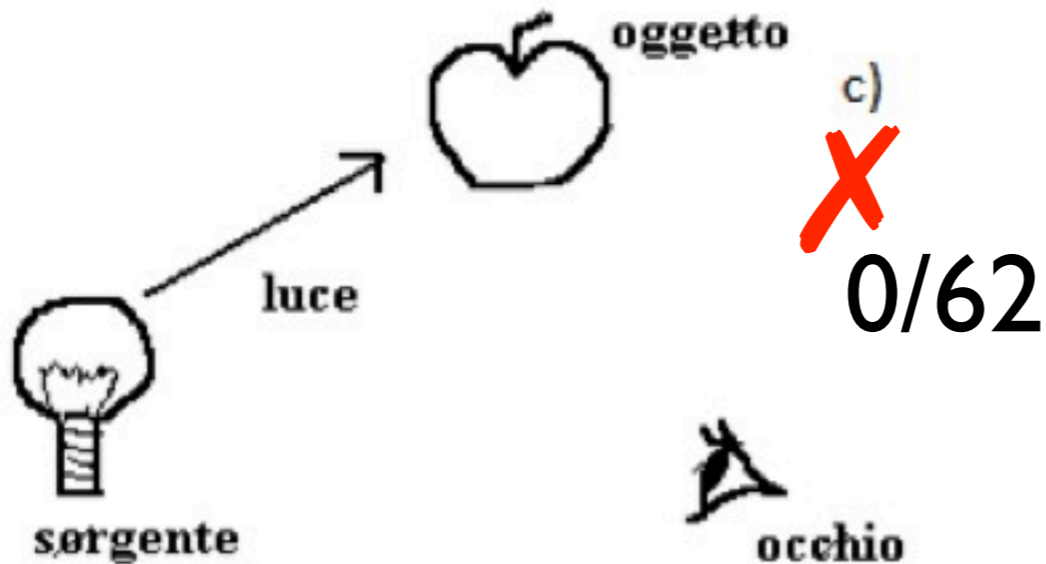
# Risultati dal test (I)



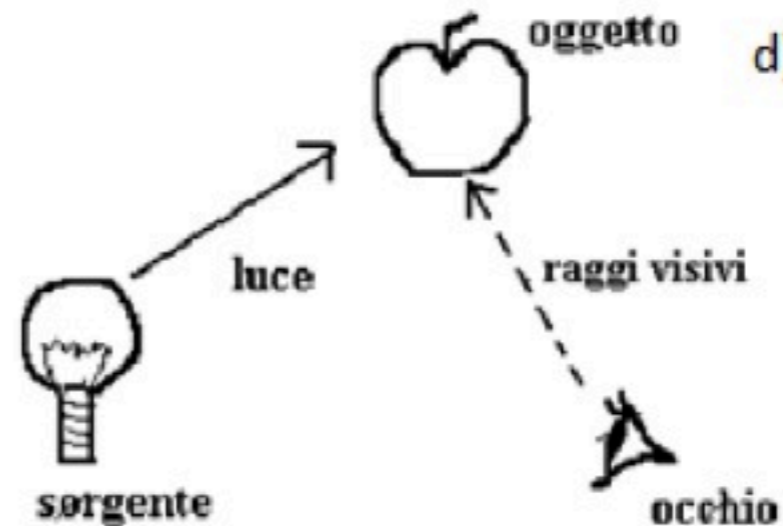
a) **X**  
1/62



b) **✓**  
46/62



c) **X**  
0/62

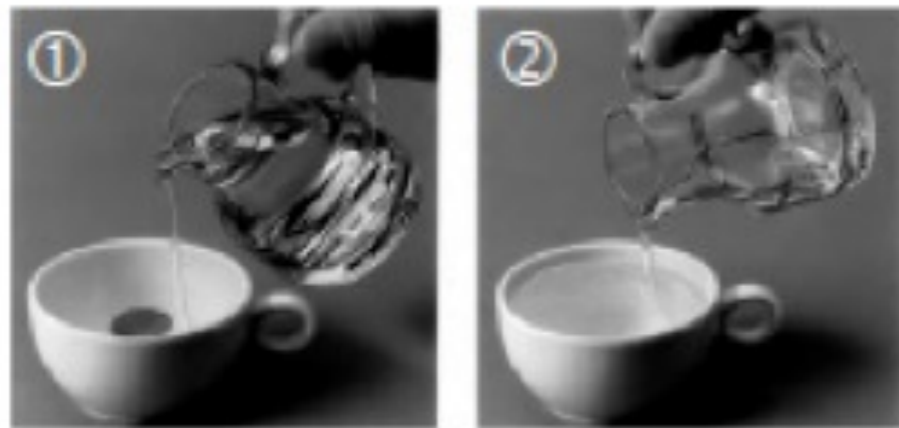


d) **X**  
13/62

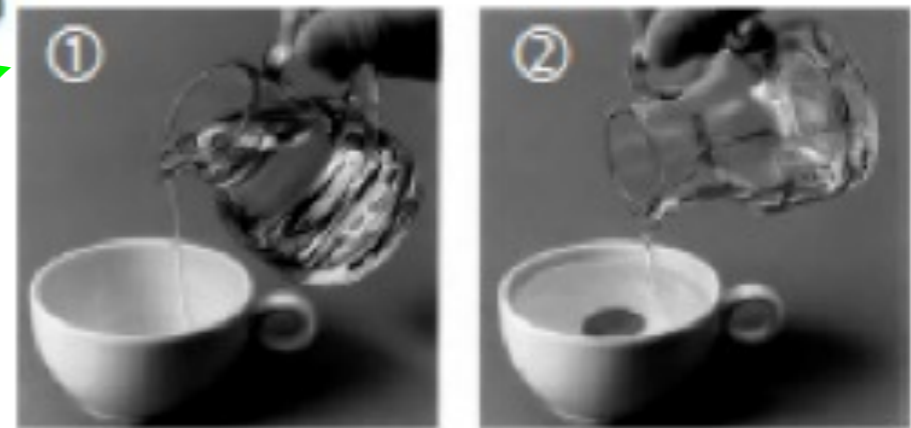
# Risultati dal test (2)



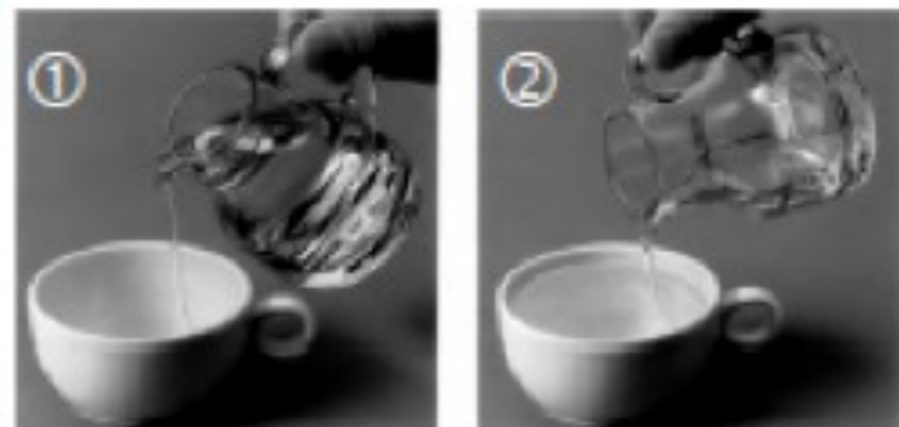
(i.)  
**X**  
2/62



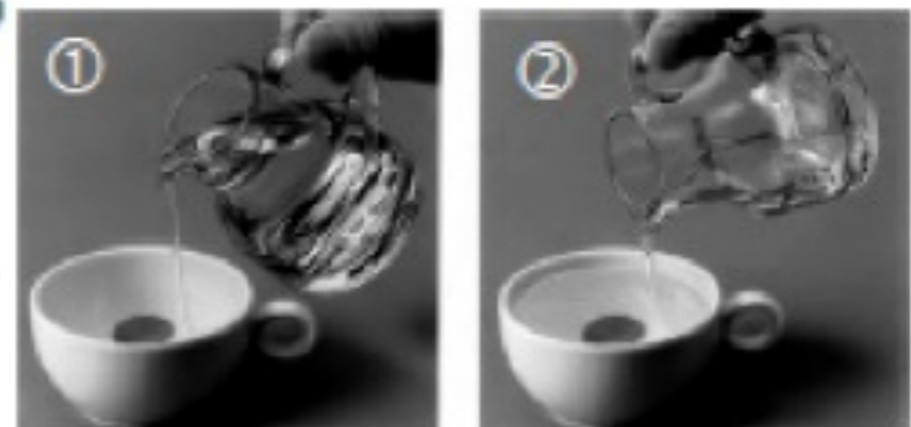
(ii.)  
**✓**  
30/62



(iii.)  
**X**  
4/62



(iv.)  
**X**  
6/62

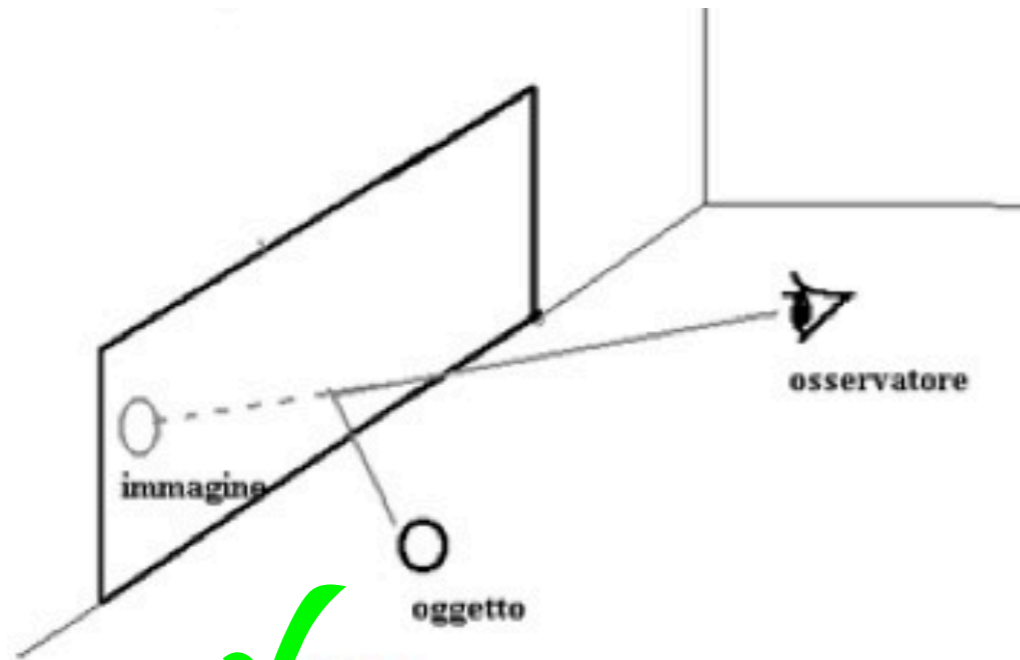


ii & iii = 4  
ii & iv = 3

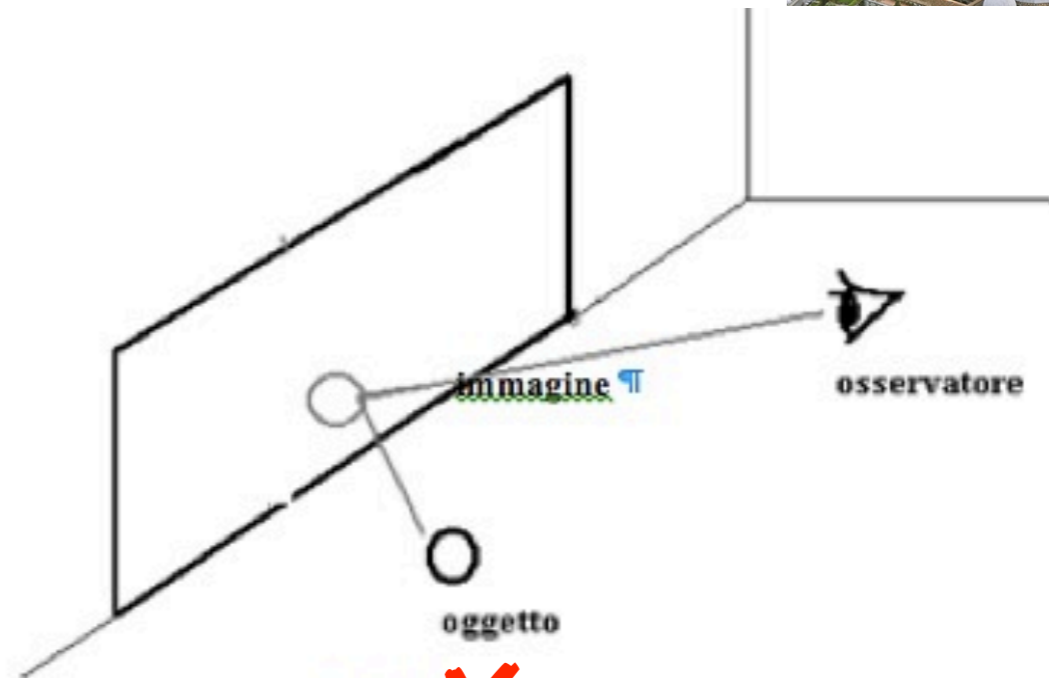
i & iii = 3  
i & iv = 1  
i & ii = 3

iii & iv = 4  
N/R = 2

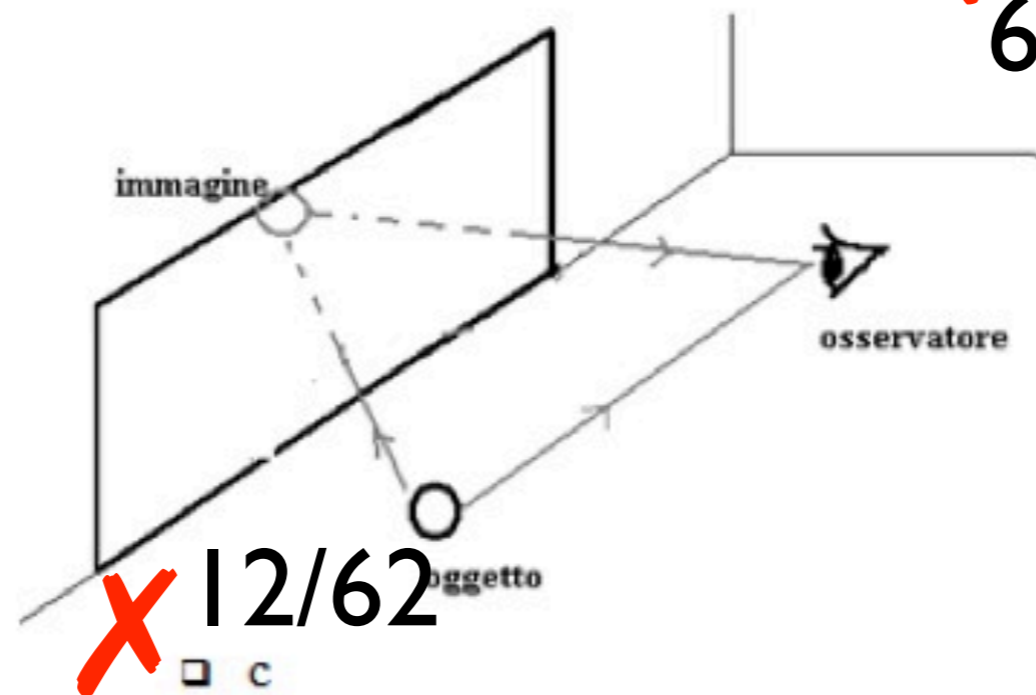
# Risultati dal test (3)



✓ a  
40/62



✗ b  
6/62



✗ c  
12/62

N/R = 4  
Solo 2 hanno spiegato!



# Dopo il test...

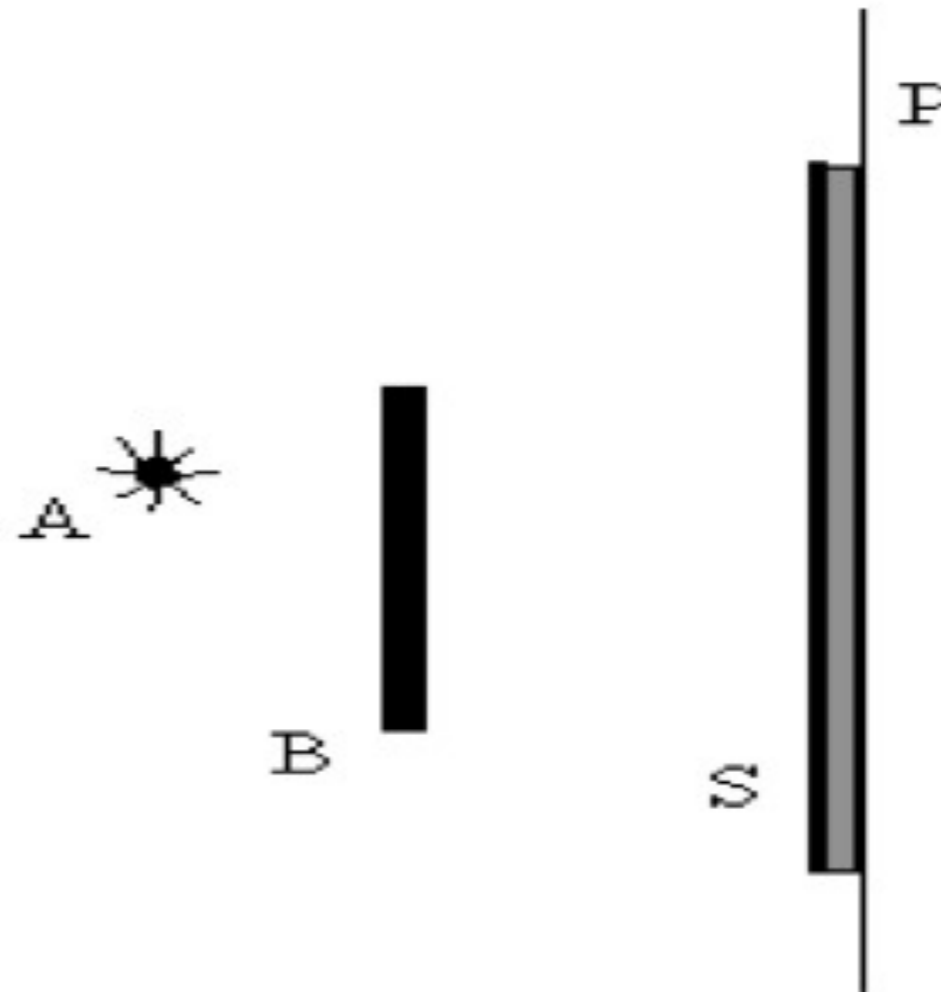


- \* Vari incontri tra docenti per analisi dati, riesame critico della didattica e della sua presentazione tradizionale (testi, verifiche, lezioni frontali)
- \* Progettualità per ristrutturata attività laboratoriale, nuove idee per esperimenti
- \* Insegnamento calibrato sui nodi (per esempio, la rifrazione...)
- \* Spinta ad aggiornamento sulle ricerche attuali in didattica della fisica

# Volete cimentarvi?



A = sorgente  
B = paravento (opaco)  
S = specchio  
P = parete (opaca)



Q1: da quali punti della camera  
si riesce a vedere A  
*guardando nello specchio?*

Q2: una camera è illuminata da una flebile lampadina da bicicletta da 6W.  
Per avere l'illuminazione migliore nella camera è preferibile che le pareti siano  
tutte rivestite da specchi o tutte dipinte di vernice bianchissima?



# Bibliografia



- \* Michelini, Stefanel, Nuovo Cim. 38 C (2015) 105
- \* Viennot, *Reasoning in Physics*, Kluwer, 2004
- \* Niedder, AAPT-AAAS Meeting 1989; Stephanou, EARLI99 (Gothenburg), 1999
- \* Galili, Int. J. Sci. Educ. 18 (1996) 847
- \* Rone, Eylon, Phys. Educ. 28 (1993) 52
- \* Fredlund et al. Eur. J. Phys. 33 (2012) 657
- \* Bouwens, Proc. III Sem. Misconcept. Educ. Strat. Sci, (Cornell U.) 1987 23
- \* Colin et al., Int. J. Sci. Educ. 24 (2002) 313
- \* Wosilait et al., Am. J. Phys. 66 (10) 1998, 906