# Conoscenza di senso comune e conoscenza scientifica

## Allegato 4 – Forze e Inerzie

Una gran parte delle conoscenze di senso comune relative alla fisica sono in realtà relative alla 'dinamica', al moto e alle sue cause, e fanno parte, più di altre, dell'esperienza quotidiana. I bambini molto piccoli fanno previsioni e 'esperimenti' sulla caduta dei gravi dal seggiolone, e quelli più grandi si esercitano in lanci, urti e rimbalzi: il risultato è che si costruiscono 'teorie in azione', spesso inespresse, ma non per questo meno radicate ed efficaci.

Fin dal sorgere di questo filone di ricerca, le conoscenze di senso comune più esplorate a diversi livelli di età hanno riguardato le forze, e l'inerzia, e i loro effetti, interessanti non solo perché poco dipendenti dal linguaggio – sono le stesse in tutti i paesi – ma anche perché sembrano ripercorrere il percorso storico:

- Anche per il senso comune non c'è bisogno di spiegare perché gli oggetti stanno fermi (e il loro stato 'naturale') ma perché si muovono, e anche per gli studenti come per Aristotele la caduta verso il basso (un basso 'assoluto' come discusso nell'Allegato 3 Terra piatta, alto e basso) è naturale, mentre gli altri moti hanno bisogno di una causa, e la causa deve essere nella direzione del moto: "*tutte le cose mosse risultano mosse da qualcosa*" (Aristotele, la Fisica, libro VIII);
- Per Aristotele, ma anche per molti studenti, l'effetto di una spinta, un lancio, una forza, è una velocità: più grande la spinta maggiore la velocità, mentre l'accelerazione ('il cambiamento di un cambiamento') rimane '*inconcepibile*'.
- L'attrito è una costante nel nostro mondo, per Aristotele come per gli studenti, un mondo senza attrito fatto di rotaie o di dischetti sul ghiaccio è l'eccezione e non la regola, e la velocità di un corpo tende allora naturalmente a diminuire se non c'è un motore che la mantenga costante. Anche nelle moderne macchine, e anche avendo ora esperienze molto più forti che in passato rispetto all'accelerazione, l'esperienza comune è che, a regime, a regime di motore costante corrisponde velocità costante.

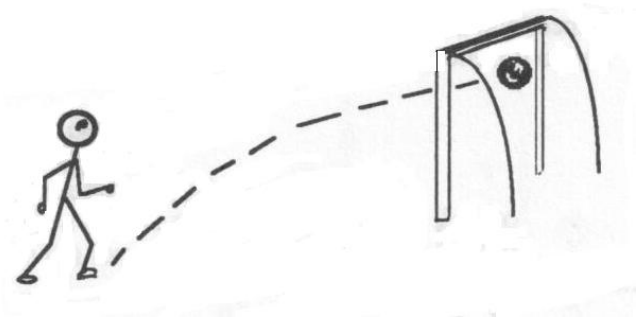
- Ma se il motore non c'è? Se si tratta di una freccia o di un sasso, come si spiega che continuino a muoversi dopo essere stati lanciati? La teoria di Aristotele (è il mezzo attraversato che richiudendosi dietro li spinge) è un po' ingenua per un'epoca come la nostra e molti studenti si rivolgono quindi naturalmente alla 'teoria dell'impeto', espressa da Giovanni Buridano nel 1300, per il quale:

> "(il lanciatore) *imprime un certo impulso o forza motrice al corpo mobile. ...E' da questo impulso che la pietra viene mossa dopo che il lanciatore cessa la sua azione. Ma l'impulso è continuamente ridotto dalla resistenza dell'aria e dalla gravità della pietra che la a deviare in una direzione contraria a quella in cui l'impulso era naturalmente predisposto a farla muovere' (*riportato in Kuhn, La rivoluzione copernicana, 1957, p. 153).

La domanda che segue mostra come una gran parte degli studenti creda che su un pallone in movimento continui ad agire una 'forza di spinta', la forza del calcio.

### Domanda: Forza di spinta

Un calciatore dà un calcio al pallone e fa goal.



*Mentre il pallone vola attraverso i pali della porta:*

A. Su di esso non agiscono forze
B. Su di esso agisce la forza di gravità
C. Su di esso agisce la forza del calcio che gli è stato dato
D. Su di esso agisce la forza resistente dell'aria

(in questa domanda puoi scegliere una o più risposte)

Spiegazione

---

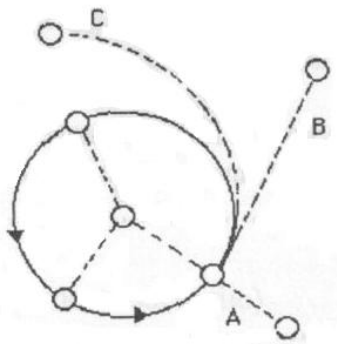
---

- La teoria dell'impeto è accettata da Copernico, Leonardo, Keplero e Leibniz. In particolare Copernico ha bisogno di un 'impeto circolare' per spiegare com'è che durante la rotazione della Terra '*nuvole ed uccelli non rimangano indietro*'. Leonardo scrive: '*ogni cosa mossa con furia seguiterà per l'aria la linia del movimento del suo motore. Se quello che muove la cosa in circulo, s'ella fia lasciata in quel moto, il moto suo fia curvo*" (cod. A., 81, V, Scritti scelti, p. 264). Ciò che quindi ha cominciato a muoversi in circolo continuerà a farlo – come fanno i pianeti e le stelle – senza bisogno che si eserciti una forza. Le domande che seguono permettono di individuare gli studenti che ancora la pensano così.

**Domanda: Impeto circolare**

Un ragazzo fa girare velocemente sopra la propria testa una sfera attaccata ad una corda. La figura rappresenta la sfera vista dall'alto.

*Se la corda improvvisamente si rompe quale sarà la traiettoria della sfera (almeno in un primo momento)?*




A.

B.

C.

D. un'altra (disegnala direttamente sul foglio)

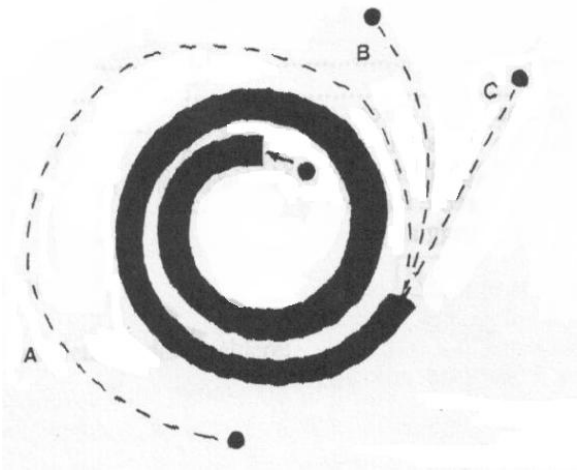
Spiegazione

---

---

## Domanda: Impeto circolare

Un tubo a spirale come quello rappresentato in figura è poggiato su una superficie piana. *Se una pallina viene inserita nel tubo al centro della spirale e spinta all'interno ad alta velocità, quale traiettoria seguirà una volta uscita?*




A.

B.

C.

D. un'altra (disegnala direttamente sul foglio)

Spiegazione

---

---

Per poter fare dei passi in avanti, nel senso comune come nella storia, occorre cambiare le regole implicite, modificare le domande, e questo succede quando, con Galilei, si comincia ad accettare che il movimento non debba essere spiegato, che non ha bisogno di cause, mentre quello che occorre spiegare è 'il cambiamento di un movimento' e quindi l'accelerazione. Il fatto però che il movimento si mantenga da solo, è talmente contrario all'esperienza comune, che occorre una vera e propria rivoluzione concettuale, e anche nel linguaggio scientifico ancora si mantiene traccia delle concezioni iniziali: continuiamo a parlare di 'forza d'inerzia' e non semplicemente di 'inerzia' e lo stesso Newton parla di 'forza interna' o di 'vis insita' quando non c'è nessuna forza in gioco.

L'inerzia è quindi uno degli ostacoli principali nel passaggio verso una concezione scientifica del movimento, e di Terra in movimento: ancora molti alunni sono convinti che 'un elicottero in stallo vedrebbe via via scorrere sotto di se l'intero globo in rotazione'.

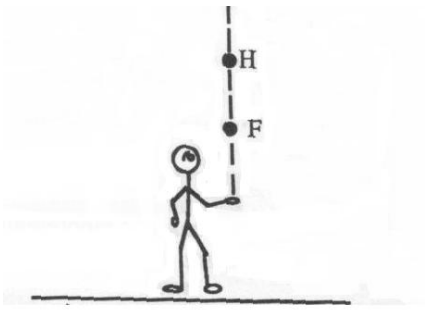
Se si analizzano le risposte relative alla domanda 'perché la luna non cade sulla terra' , riportata nell'Allegato 3 Terra piatta, alto e basso si riconosce che la 'misconcezione' più comune, a partire dalla scuola media è quella per la quale le due forze – centripeta e centrifuga – si fanno 'equilibrio'. Il percorso 'Ci vuole forza per non sfuggire per la tangente' mostra quali siano gli ostacoli, spesso creati anche dai libri di testo, e propone una serie di attività che permettano di distinguere tra forza centripeta e 'reazione centrifuga', applicate a corpi diversi, e tra forze apparenti, quali la forza centrifuga – che esistono solo nel sistema di riferimento ruotante e forze che esistono in qualunque riferimento inerziale.

Per il senso comune infatti se una forza è diretta verso un centro – come nel caso della forza di gravità – il moto dovrebbe essere nella stessa direzione e non percorrere un'orbita, circolare o ellittica. Pensare di comporre l'accelerazione centripeta con la velocità ad essa perpendicolare per ottenere il moto risultante è difficile per almeno il 40% degli studenti della superiore, che pure lo hanno studiato, più facile pensare che le forze si equilibrino e il moto circolare prosegua perché 'naturale'.

La difficoltà essenziale infatti è quella di pensare ad un movimento in direzione diversa dalla forza che lo ha prodotto. Una serie di domande che esplorano questa difficoltà, e che mettono in evidenza la forte connessione tra forza e velocità per il senso comune, sono quelle che seguono (proposte da molte indagini nazionali e internazionali).

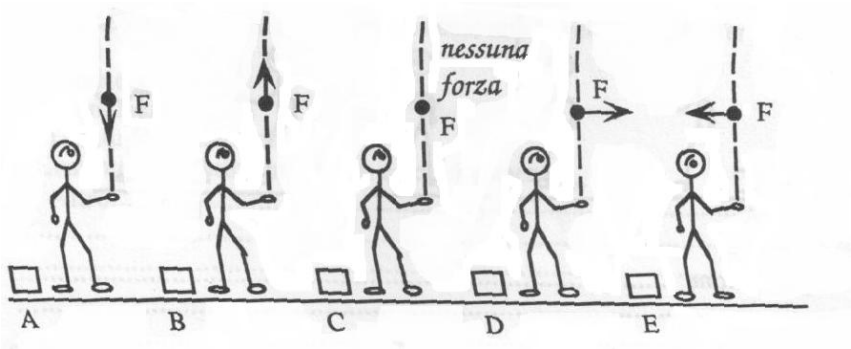
## Domanda: Relazione forza velocità

Un ragazzo lancia un sasso verso l'alto. Il sasso salendo passa per il punto F, arriva fino ad H e poi ritorna giù passando per F.




Le frecce che compaiono nelle figure rappresentano la **direzione della forza** che agisce sul sasso.

*Quale delle figure che seguono pensi che rappresenti meglio la forza che agisce sul sasso quando, salendo, passa per F?*

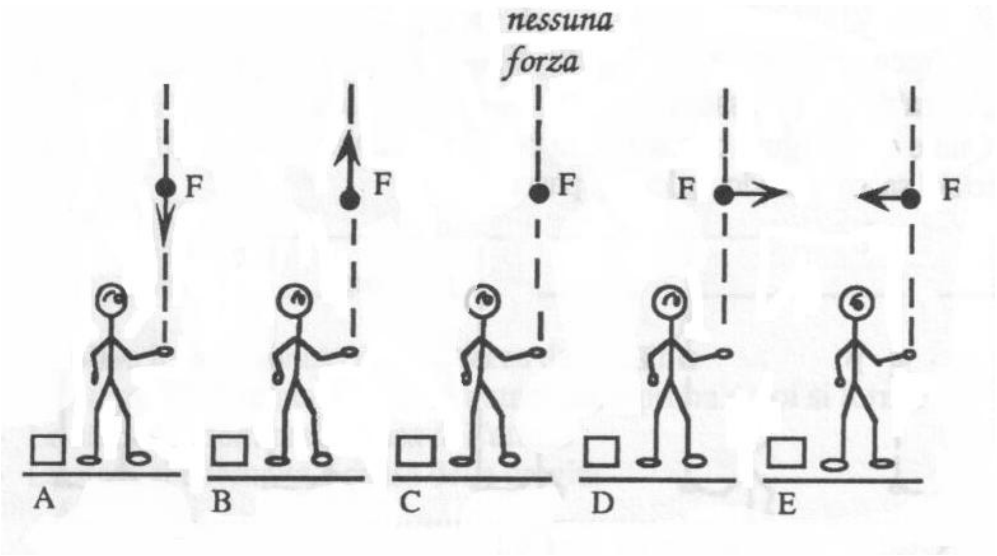



Spiegazione

---

---

*Quale delle figure che seguono pensi che rappresenti meglio la forza che agisce sul sasso quando, scendendo, passa nuovamente per F?*




Come è facile immaginare, l'ultima domanda, quella per la quale la velocità è nella direzione della forza di gravità, non crea problemi mentre le prime due domande risultano molto difficili: nella prima domanda, per una gran parte degli studenti, la forza non può essere la sola forza di gravità ma deve avere una risultante nella direzione del movimento, quindi verso l'alto, e annullarsi quando, come nella seconda domanda, la velocità si annulla. Lo schema di senso comune implicito è quello del 'capitale di forza' che si esaurisce via via che il movimento lo 'consuma' e che ripropone, come abbiamo visto, la teoria medievale dell'impeto.

È importante allora riflettere sul fatto che argomenti che spesso vengono considerati alla base dell'apprendimento della fisica – moto, velocità, accelerazione, forza e inerzia – e quindi relativamente semplici, siano in realtà argomenti complessi e 'critici'perché in contrasto con le conoscenze di senso comune, sui quali è importante soffermarsi , e ritornare più volte, per riuscire ad esplicitare e argomentare i diversi punti di vista.