

## L'angolo di zio Albert Primi passi nella Fisica

### GALILEO E IL PENDOLO

Di Sergio Musazzi \*

*Una rubrica per guidare i bambini della scuola primaria ad «accorgersi» della varietà dei fenomeni fisici presenti nella realtà quotidiana.*

*Per dare soddisfazione a quella curiosità infantile, definita «sacra» da Albert Einstein e tipica dei grandi scienziati, ma che è spesso mortificata da approcci ludici o fantasiosi se non addirittura aridamente formalistici.*

*Una sfida che l'autore ha raccolto, coniugando semplicità e rigore concettuale e linguistico.*

*«Zio Albert» conduce i suoi piccoli lettori a incontrare Galileo Galilei, il padre della Fisica moderna, attraverso un delle sue scoperte più importanti: il pendolo semplice.*

\* Ricercatore e divulgatore scientifico

Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Questa volta vorrei parlarvi di una delle più importanti scoperte fatte dal grande scienziato pisano Galileo Galilei: quella che è passata alla storia come la «legge del pendolo».

Non sapete che cos'è un pendolo! Allora vi domando: avete mai provato a imitare Tarzan dondolandovi aggrappati a una fune? Come certamente sapete, per spostarsi rapidamente nella giungla Tarzan si appendeva alle liane che penzolavano dagli alberi. Ebbene, se l'avete fatto, avete realizzato un vero e proprio pendolo umano. Proprio così! Un pendolo, infatti, non è altro che un peso attaccato a una fune (o un'asta) che oscilla avanti e indietro.

Si tratta, quindi, di un oggetto estremamente semplice ma che, grazie alla scoperta di Galileo, ha trovato numerose applicazioni in campo scientifico e tecnologico; la più importante è sicuramente l'orologio meccanico, realizzato nel 1657 – quindi dopo la morte di Galileo avvenuta nel 1642 – dal fisico olandese Christiaan Huygens.

#### La scoperta

Vediamo come avvenne questa scoperta. Siamo nel 1564, e quel giorno il giovane Galileo – un ragazzo poco più che diciassettenne - si era recato a Massa nel Duomo della sua città (divenuto famoso per la Torre Campanaria Pendente). Come in tutte le chiese, anche nel Duomo di Pisa le lampade erano appese al soffitto per mezzo di lunghe catene e venivano accese prima delle celebrazioni per illuminare l'ambiente. Fu durante l'accensione delle candele di una di queste luci che il sagrestano urtò involontariamente il lampadario, mettendolo in oscillazione. All'inizio le oscillazioni erano piuttosto ampie e veloci ma poi, col passare del tempo, divennero via via sempre più lente e brevi fino a smorzarsi completamente dopo qualche minuto.

Questo comportamento, piuttosto comune e apparentemente privo di interesse, attirò l'attenzione di Galileo che notò come, nonostante le oscillazioni della lampada diventassero più brevi, la loro durata sembrava non cambiare. Un fatto decisamente strano.

Si trattava solo di un'impressione o le cose andavano veramente così? Bisognava assolutamente verificarlo. Ma come, visto che Galileo non aveva a disposizione un orologio in quanto non era ancora stato inventato?



Il ragazzo, che non mancava certo di iniziativa, decise allora di misurare la durata delle oscillazioni della lampada sfruttando i battiti regolari del proprio cuore. E in questo modo ebbe la conferma della propria intuizione.

Quella che inizialmente era una semplice congettura si era rivelata per quello che era in realtà: una vera e propria scoperta. La durata delle oscillazioni di un pendolo rimane sempre la stessa indipendentemente dalla loro ampiezza. Galileo aveva scoperto l'*isocronismo* del pendolo (parola di origine greca che significa «di ugual tempo»).

Terminata la funzione religiosa, lo scienziato pisano tornò subito a casa per cercare di investigare più a fondo il fenomeno appena osservato. Costruì allora un pendolo molto semplice legando una pietra a una fune, lo fece oscillare, e iniziò a studiarne il comportamento.

Per prima cosa decise di verificare la correttezza di quello che aveva scoperto nel Duomo di Pisa, e cioè che la durata delle oscillazioni in un pendolo non dipende dalla loro ampiezza. Scoprì, allora, che l'osservazione era corretta, ma valeva solo nel caso di piccole oscillazioni, per grandi oscillazioni il fenomeno diventava più complicato da descrivere.

#### *Durata delle oscillazioni e peso attaccato alla fune*

Successivamente provò a cambiare il peso attaccato alla fune. Sostituì la pietra usata inizialmente con altre più pesanti o più leggere, e vide che le cose non cambiavano: la durata delle oscillazioni rimaneva sempre la stessa.

Ne dedusse, pertanto, che il comportamento di un pendolo non dipende dal peso applicato.

#### *Durata delle oscillazioni e lunghezza della fune*

Provò, allora, a modificare la lunghezza della fune per vedere se cambiava qualcosa. E subito si accorse che in questo caso la durata delle oscillazioni - pur rimanendo costante nel tempo - cambiava (e come cambiava!) al variare della lunghezza del pendolo: maggiore era questa lunghezza, più lento risultava essere il suo movimento.

Non contento di questo risultato qualitativo, Galileo cercò di capire di quanto sarebbe cambiata la durata delle oscillazioni (i fisici chiamano questo intervallo di tempo *periodo*) al variare della lunghezza del pendolo.

Dopo numerose prove scoprì che per riuscire a raddoppiare il periodo di un pendolo, la sua lunghezza doveva essere quadruplicata, per triplicarlo la lunghezza doveva invece essere aumentata di nove volte, e così via.

Quello che Galileo non sapeva (ma non poteva saperlo, visto che la legge di gravitazione universale sarebbe stata scoperta da Newton, solo dopo la sua morte) è che il periodo dei pendoli dipende anche dalla accelerazione di gravità.

Se portassimo un pendolo sulla Luna, dove l'accelerazione di gravità è circa un sesto di quella sulla Terra, il suo periodo aumenterebbe di circa due volte e mezzo. Sulla Luna cioè, a parità della lunghezza del filo, le oscillazioni sono più lente che sulla Terra.



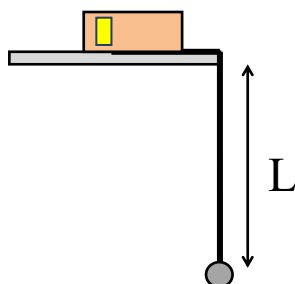
## Esperimento

Ora, se volete, potete ripetere l'esperimento di Galileo a casa vostra.

Vi occorrono: un pezzo di corda abbastanza sottile, una pietra di due-tre centimetri di diametro e un orologio con la lancetta dei secondi.

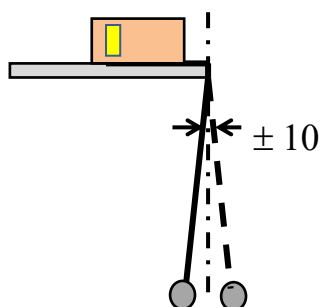
### Primo passo

Costruite il vostro pendolo legando la pietra alla fune e fatelo pendere dal bordo di un tavolo; potete fissare l'estremo superiore della fune al tavolo appoggiandoci sopra un grosso libro.



### Secondo passo

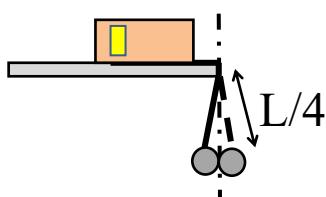
Fate oscillare il pendolo di un piccolo angolo (circa  $\pm 10$  gradi, vale a dire poco meno dell'angolo formato dalla lancetta lunga di un orologio quando passa dalle 12 e 28 alle 12 e 32) e misurate quanto tempo impiega a compiere 10 oscillazioni complete.



### Terzo passo

Riducete la lunghezza della fune portandola a un quarto di quella iniziale e ripetete la misura.

Scoprirete che il tempo impiegato a compiere 10 oscillazioni in questo caso è esattamente la metà di quello misurato precedentemente.



## Spiegazione

Come aveva scoperto Galileo, il periodo di oscillazione di un pendolo varia in funzione della sua lunghezza.

In particolare, se la sua lunghezza viene ridotta di 4 volte, la durata delle oscillazioni si dimezza.

Sergio Musazzi

(Ricercatore e divulgatore scientifico)

