

L'angolo di zio Albert Primi passi nella Fisica

NEWTON E LA MELA

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. Una sfida per i piccoli lettori. Capire il ragionamento del grande Newton per dimostrare che la forza che fa cadere la mela dal ramo è la stessa che fa ruotare la Luna intorno alla Terra.

* Ricercatore e divulgatore scientifico

Newton e la mela

Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Questa volta vorrei raccontarvi una delle più importanti scoperte fatte fino a ora: quella della forza di gravità, la forza che ci fa stare con i piedi per terra, che fa ruotare la Luna attorno al nostro pianeta e il nostro pianeta attorno al Sole (in compagnia degli altri pianeti del Sistema Solare).

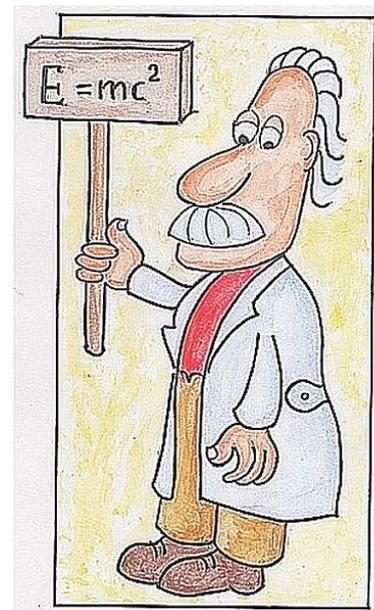
Come probabilmente già sapete, questa scoperta è stata fatta dal grande fisico inglese Isaac Newton, nato – pensate un po' alla coincidenza! – nello stesso anno in cui muore Galileo Galilei. Per capire la portata di questa scoperta dobbiamo ricordare che a quei tempi – siamo a cavallo fra il diciassettesimo e il diciottesimo secolo – si pensava ancora (ormai da quasi 20 secoli!) che il cielo, e quindi tutti gli astri da cui è popolato, obbedisse a delle proprie leggi celesti completamente diverse da quelle che regolano la vita sulla Terra. Motivo per il quale la rotazione della Luna attorno al nostro pianeta non avrebbe nulla a che vedere con i fenomeni che abitualmente osserviamo su di esso. Ebbene, Newton, andando contro questa logica, dimostrò che la forza responsabile della caduta di una mela dal suo albero è la stessa che fa orbitare la Luna attorno alla Terra. Il ragionamento che ha portato il fisico inglese a questa conclusione può essere così riassunto.

Punto primo

Se una mela staccandosi dall'albero cade verso il suolo, significa che c'è qualcosa che la sta tirando proprio in quella direzione (altrimenti se ne starebbe tranquillamente appesa al suo ramo).

Punto secondo

Questo qualcosa che attira la mela verso il suolo non può che essere la Terra stessa (e chi altri se no!). In altri termini, la Terra deve in qualche modo esercitare una forza sulla mela, e questo nonostante i due corpi non siano fra loro in contatto – cosa di per sé abbastanza sorprendente! -costringendola così a muoversi verso il basso con un moto accelerato.



Punto terzo

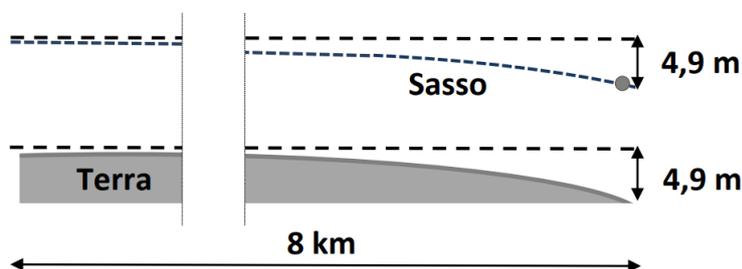
Se la Terra attira la mela facendola cadere, allora, allo stesso modo, deve attirare anche la Luna (anche se questa è un po' più distante della mela...). Ma la Luna non cade, direte voi! Certo. Ma solo apparentemente. In realtà, anche la Luna è in continua caduta libera verso il nostro pianeta, e se non ci piomba sulla testa è solo perché si sta muovendo anche orizzontalmente con una certa velocità (la mela, al contrario, quando è appesa al ramo, è immobile rispetto alla superficie terrestre). Questo è il punto fondamentale e merita un approfondimento.

Approfondimento

Lo farò con un semplice esempio (utilizzato anche dallo stesso Newton). Immaginate di trovarvi sulla cima di una collina e di lanciare un sasso davanti a voi in direzione orizzontale. Questo sasso cadrà a una certa distanza che, ovviamente, dipende dalla sua velocità iniziale: quanto più grande è questa velocità, infatti, tanto maggiore sarà la distanza percorsa prima di toccare il suolo. Ebbene, esiste una velocità iniziale sufficientemente grande (chiamata *velocità di fuga*) che consentirebbe al nostro proiettile di fare il giro completo attorno alla Terra e ritornare al punto di partenza senza cadere. In questo caso, infatti, la velocità del sasso è tale che la sua continua caduta verso il basso sarebbe costantemente compensata dalla curvatura della superficie terrestre (cioè dal suo scostamento rispetto a un ideale piano orizzontale). Risultato netto: la distanza sasso-superficie terrestre rimarrebbe sempre la stessa, il sasso cioè percorre un'orbita attorno al nostro pianeta.

Esempio numerico

Un esempio numerico può chiarire ulteriormente il concetto: se un sasso venisse lanciato con una velocità orizzontale di 28.800 chilometri all'ora (cioè 8 chilometri al secondo), dopo un percorso di 8 chilometri (cioè dopo un secondo) la sua caduta verso il suolo sarebbe di 4,9 metri, che è esattamente la stessa quantità di cui, in 8 chilometri, la superficie terrestre si scosta da un piano orizzontale a causa della sua curvatura (vedi figura).



Per questo motivo, qualunque oggetto che orbita attorno alla Terra - dalla Luna ai satelliti artificiali lanciati dall'uomo - deve possedere una velocità orizzontale (*) che gli permetta di spostarsi in avanti di quel tanto che basta per far sì che l'entità della sua caduta risulti esattamente uguale a quanto si sta contemporaneamente abbassando la superficie terrestre a causa della propria curvatura.

La cometa Halley

La teoria di Newton ebbe subito un grande successo. Basandosi su di essa, l'astronomo inglese Edmond Halley, contemporaneo di Newton, riuscì a prevedere il ritorno della cometa che oggi porta il suo nome (anche le comete, come i pianeti, infatti, orbitano attorno al Sole e quindi periodicamente tornano a essere visibili). Nonostante Halley sia morto prima di vedere il nuovo passaggio della cometa, avvenuto nel 1758, il fatto che la cometa comparisse in pieno accordo con le sue previsioni fu uno degli eventi più clamorosi e pubblicizzati di quel periodo. Questa teoria, nota come *legge della gravitazione universale*, viene ampiamente sfruttata ancora oggi in ambito astronomico e serve soprattutto a determinare le orbite percorse dalle astronavi utilizzate per l'esplorazione spaziale.



L'accelerazione dei corpi che cadono

È, inoltre, possibile dimostrare che qualunque oggetto stia cadendo, lo fa muovendosi sempre con la stessa accelerazione, indipendentemente dalla sua massa. Questo significa che se lasciamo cadere dalla stessa altezza una piuma e un martello (che hanno masse ben diverse) questi due oggetti raggiungeranno il suolo nello stesso istante. La nostra esperienza, tuttavia, ci insegna che questo non accade: noi, infatti, vediamo il martello cadere molto più rapidamente della piuma. Il motivo, come aveva già intuito Galileo ben prima di Newton, è l'attrito dell'aria, che frena la corsa della piuma molto più di quella del martello.

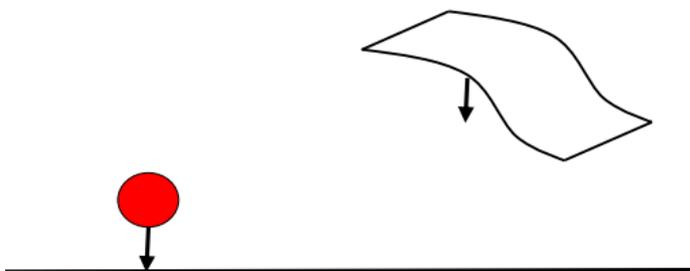
Vi propongo allora un semplice esperimento per verificare questa affermazione.

Esperimento

Per eseguire questo esperimento vi servono solo una pallina di gomma e un foglio di carta.

Primo passo

Fate cadere contemporaneamente dalla stessa altezza la pallina e il foglio di carta. Come vi aspettavate, la pallina tocca il suolo prima del foglio di carta.

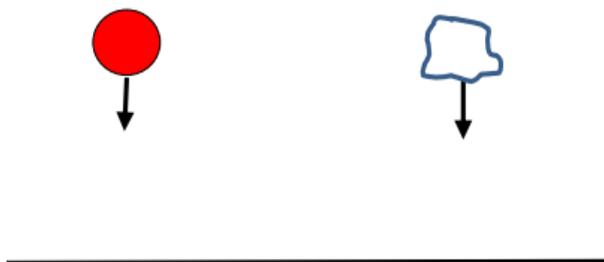


Secondo passo

Adesso appallottolate il foglio di carta e ripetete l'esperimento. Cosa succede?

Spiegazione

Il fatto che nella prima prova il foglio di carta cada più lentamente della pallina – come abbiamo già notato – è una conseguenza della presenza dell'aria che durante la caduta frena per attrito il foglio di carta più della pallina (soprattutto a causa della sua maggiore superficie). Se l'esperimento fosse realizzato nel vuoto (cioè in assenza di attriti) i due oggetti raggiungerebbero il suolo contemporaneamente. Quando il foglio di carta viene appallottolato la sua superficie si riduce notevolmente e di conseguenza anche l'attrito con l'aria, che diventa così confrontabile con quello esercitato sulla pallina. Di conseguenza pallina e foglio di carta, pur avendo masse diverse, cadono (all'incirca) con la stessa velocità.



Sergio Musazzi (Ricercatore e divulgatore scientifico)

Nota

(*) La componente orizzontale della velocità di qualunque oggetto che orbita attorno al nostro pianeta dipende dal raggio dell'orbita, cioè dalla distanza dell'oggetto dal centro della Terra. Al crescere di questa distanza, infatti, diminuisce l'attrazione gravitazionale e contemporaneamente aumenta la lunghezza dell'orbita. Per un oggetto vicino al suolo questa velocità vale circa 28.800 Km/h, per la Luna (che dista da noi circa 60 volte il raggio terrestre) è di circa 3.600 Km/h.

