

di Pierngiorgio Odifreddi

professore ordinario di logica matematica all'Università di Torino  
e visiting professor alla Cornell University di Ithaca (New York)



## Tiro alla fune tra Terra e Luna

La relazione tra il nostro pianeta e il suo satellite naturale è unica nel sistema solare

**D**al punto di vista del Sole, i pianeti si muovono su orbite quasi circolari. Dal punto di vista della Terra, invece, i pianeti si muovono su orbite a rosetta, ottenute dalla combinazione delle loro orbite quasi circolari attorno al Sole, con l'orbita (apparente) quasi circolare del Sole attorno alla Terra.

Dal punto di vista di ciascun pianeta, analogamente, i suoi satelliti naturali si muovono su orbite quasi circolari. Dal punto di vista del Sole, invece, i satelliti naturali si muovono su orbite a rosetta, ottenute dalla combinazione delle loro orbite quasi circolari attorno ai rispettivi pianeti, con le orbite quasi circolari dei pianeti attorno al Sole.

Numero e grandezze dei cappi delle particolari rosette descritte dai vari pianeti visti dalla Terra, o dai vari satelliti dei pianeti visti dal Sole, dipendono dai corpi coinvolti. Per capire che forma abbia l'orbita della Luna vista dal Sole, per esempio, bisogna specificare i dati del problema: cioè, in base alla legge di gravità di Newton, masse e distanze di Luna, Terra e Sole.

La Luna dista circa 380.000 chilometri dalla Terra, e circa 150 milioni di chilometri dal Sole, con un rapporto di circa 1 a 400. Poiché la forza gravitazionale di un corpo è inversamente proporzionale al quadrato della sua distanza, ma direttamente proporzionale alla sua massa, la Luna subirebbe la stessa identica attrazione sia dal Sole che dalla Terra, nel caso che il primo avesse una massa circa 160.000 volte superiore alla seconda.

La massa del Sole è invece poco più di 320.000 volte quella della Terra: dunque, la forza gravitazionale esercitata dal Sole sulla Luna è poco più del doppio di quella esercitata dalla Terra, e predomina sempre su di essa. In altre parole, sembra che la Luna si comporti più come un pianeta del Sole che come un satellite della Terra, visto che la sua attrazione verso il Sole varia mensilmente da un massimo nei periodi di Luna piena, quando aumenta del 50 per cento per l'addizione di quella della Terra, a un minimo nei periodi di Luna nuova, quando diminuisce del 50 per cento per la sottrazione della stessa.

Dal punto di vista del Sole l'orbita della Luna è dunque quasi circolare, e somiglia a un poligono con 13 lati leggermente ricur-

vi, corrispondenti ai mesi lunari, e 13 vertici, corrispondenti alle Lune nuove. In realtà l'orbita non è chiusa, perché il mese lunare non divide esattamente l'anno solare. Ma è convessa, e in particolare senza cappi, perché la forza è proporzionale all'accelerazione, che è la derivata seconda del raggio: essendo la forza sempre diretta verso il Sole, la derivata seconda è sempre positiva, e la curva è sempre convessa.

Sebbene in maniera ancor meno pronunciata, anche l'orbita della Terra ha la stessa forma di quella della Luna. Il rapporto fra le distanze della Terra dalla Luna e dal Sole è sempre di circa 1 a 400, ma la massa del Sole è circa 27 milioni di volte quella della

Luna: dunque, la forza gravitazionale che la Luna esercita sulla Terra è circa 80 volte inferiore a quella del Sole, e la perturbazione provocata sulla sua orbita è minima.

Poiché Luna e Terra si scambiano quindicinalmente le posizioni rispetto al Sole, le loro orbite sono intrecciate fra loro. In particolare, i vertici dell'orbita della Luna sono allineati ai punti medi dei lati dell'orbita della Terra, perché nei periodi di Luna nuova l'attrazione complessiva è minima sulla Luna e massima sulla Terra, e viceversa.

Nel 1963 lo scrittore di fantascienza Isaac Asimov propose di considerare questo gioco di «tiro alla fune» (*tug of war*) tra la Terra e la Luna come un motivo per considerarli non come un pianeta e un satellite, ma come un «doppio pianeta». Si tratta di una situazione unica nel sistema solare, perché per nessun altro satellite la forza gravitazionale esercitata dal Sole è maggiore di quella esercitata dal pianeta di riferimento. Ma questo non significa che la Luna orbiti il Sole più di quanto orbiti la Terra.

Da un lato, infatti, la Terra esercita una forza gravitazionale sulla Luna pari a metà di quella del Sole: perturba dunque l'orbita del satellite, ma se sparisce la Luna continuerebbe a orbitare attorno al Sole più o meno nello stesso modo. Dall'altro lato, il Sole esercita praticamente la stessa forza gravitazionale sulla Terra e sulla Luna: tiene dunque insieme il pianeta e il satellite, ma se sparisce la Luna continuerebbe a orbitare attorno alla Terra più o meno nello stesso modo. Per questo la Luna è un satellite della Terra, per quanto anomalo, e non un pianeta del Sole.



**Trio particolare.** Illustrazione del sistema gravitazionale composto dalla Terra, dalla Luna e dal Sole.