

All'inizio dei Principi matematici della filosofia naturale Newton ci presenta una serie di definizioni ed assiomi che trattano dei concetti fondamentali della meccanica. Al tempo, allo spazio e al moto egli dedica uno Scolio, in cui espone la sua dottrina del tempo, spazio e moto assoluti "senza relazione ad alcunché di esterno". Essi sono indispensabili alla sua legge di gravitazione universale e a tutta la fisica classica, ma sono anche empiricamente indefinibili. Per cui Berkeley lo accuserà di aver reintrodotta la metafisica nella scienza.

I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, Scolio

Fin qui è stato indicato in quale senso da intendere, nel seguito, parole non comunemente note. Non definisco, invece, tempo, spazio, luogo e moto, in quanto notissimi a tutti. Va notato tuttavia, come comunemente non si concepiscano queste quantità che in relazione a cose sensibili. Di qui nascono i vari pregiudizi, per eliminare i quali conviene distinguere le medesime cose in assolute e relative, vere e apparenti, matematiche e volgari.

I. Il tempo assoluto, vero, matematico, in sé e per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno, scorre uniformemente, e con altro nome è chiamato durata; quello relativo, apparente e volgare, è una misura (accurata oppure approssimativa) sensibile ed esterna della durata per mezzo del moto, che comunemente viene impiegata al posto del vero tempo: tali sono l'ora, il giorno, il mese, l'anno.

II. Lo spazio assoluto, per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno, rimane sempre uguale ed immobile; lo spazio relativo è una dimensione mobile o misura dello spazio assoluto, che i nostri sensi definiscono in relazione alla sua posizione rispetto ai corpi, ed è comunemente preso come lo spazio immobile; così la dimensione di uno spazio sotterraneo o aereo o celeste viene determinata dalla sua posizione rispetto alla terra. Lo spazio assoluto e lo spazio relativo sono identici per grandezza e specie, ma non sempre permangono identici quanto al numero. Infatti se la Terra, per esempio, si muove, lo spazio della nostra aria, che relativamente alla Terra rimane sempre identico, sarà ora una parte dello spazio assoluto attraverso cui l'aria passa, ora un'altra parte di esso; e così muterà assolutamente in perpetuo.

III. Il luogo è la parte dello spazio occupata dal corpo, e in relazione allo spazio può essere assoluto o relativo. [...]

IV. Il moto assoluto è la traslazione del corpo da un luogo assoluto in un luogo assoluto, il relativo da un luogo relativo in un luogo relativo. [...]

Definiamo, infatti, tutti i luoghi dalle distanze e dalle posizioni delle cose rispetto a un qualche corpo, che assumiamo come immobile; ed in seguito con riferimento ai luoghi predetti valutiamo tutti i moti, in quanto consideriamo i corpi come trasferiti da quei medesimi luoghi in altri. Così, invece dei luoghi e dei moti assoluti usiamo i relativi; né ciò riesce scomodo nelle cose umane: ma nella filosofia occorre astrarre dai sensi.

I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, UTET, Torino, 1965, pagg. 104-108, 110

---

### **Spazio e tempo assoluti di Newton**

Newton utilizza il termine "assoluto" per indicare spazio e tempo, etimologicamente, come 'sciolti' da ogni legame con oggetti o fenomeni ("per loro natura senza relazione ad alcunché di esterno"), a differenza di spazio e tempo del pensiero comune che sono "relativi", "sensibili", "apparenti", "volgari" e "misurabili".

Lo spazio di Newton è, dunque, assoluto in quanto:

- Esistente indipendentemente dall'esistenza di corpi materiali (esiste in sé, non è un sistema di relazioni fra corpi);
- Dotato di proprietà indipendenti dall'interazione con la materia (non ha cioè caratteristiche dinamiche);
- Definito indipendentemente dalle misure e dalle osservazioni che si possono fare sugli oggetti sensibili (non è cioè relativo, a differenza di quello che viene "comunemente" concepito come spazio e rispetto al quale "conviene distinguere").

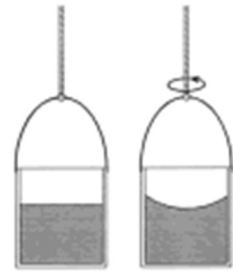
Si tratta di uno spazio *sostanziale*, dotato di realtà, un contenitore vuoto, indifferente alla materia in esso contenuta e all'osservatore che in esso analizza i movimenti della materia. Analogamente, il tempo assoluto indica un fluire eterno, sciolto dallo spazio ed esistente indipendentemente dalla sua misura volgare in ore, giorni e anni.

L'immobilità dello spazio è garantita dal fatto che esso è detto essere incernierato attorno ad un centro fermo (il "*comune centro di gravità della Terra e del Sole e di tutti i pianeti*"). Fra tante ipotesi implicite questa è l'unica ipotesi esplicita presente nei *Principia*.

---

## Il Secchio di Newton – I

"Se si fa girare su se stesso un vaso appeso ad una corda fino a che la corda, a forza di essere girata, non si possa quasi più piegare, e si mette poi in questo vaso dell'acqua e, dopo aver permesso all'acqua e al vaso di acquistare lo stato di riposo, si lascia che la corda si srotoli. il vaso acquisterà un moto che durerà molto a lungo; all'inizio la superficie dell'acqua contenuta nel vaso resterà piana, come era prima che la corda si srotolasse, ma in seguito, il moto del vaso comunicandosi poco a poco nell'acqua contenuta, quest'acqua comincerà a girare, a elevarsi verso i bordi ed a diventare concava, come ho sperimentato; quindi con l'aumentare del moto il livello dell'acqua crescerà sempre più fino a che, concludendosi le sue rivoluzioni, in tempi uguali ai tempi impiegati dal vaso per fare un giro completo, l'acqua sarà in riposo relativo rispetto al vaso".



Nel riferimento di un secchio ruotante rispetto alle stelle fisse si produce una forza centrifuga che incurva la superficie dell'acqua.

Quindi, quando il secchio è in rotazione l'acqua tenderà ad allontanarsi dal centro del secchio e a schiacciarsi lungo le pareti (un po' come in un piccolo gorgo), assumendo la forma detta paraboloidi di rotazione, a causa della forza centrifuga. Supponiamo invece che il secchio sia fermo, e che tutto l'universo ruoti attorno a lui. L'acqua nel secchio rimane immobile oppure risente della forza centrifuga? Secondo Newton, dal momento che nessuna forza turba il suo stato di quiete, nessun effetto inerziale muterà la sua forma e nel secchio l'acqua rimarrà ferma come il mare in calma piatta. Le conclusioni di Newton sembrano molto sensate, ma non sono comunemente condivise.

Ernst Mach, ad esempio, sostiene che se il secchio fosse fermo e l'universo tutto girasse attorno ad esso l'acqua assumerebbe ugualmente la forma del paraboloidi, come se in realtà stesse ruotando (E. Mach, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Universale Bollati Boringhieri, Torino, 1992). Per Mach, infatti, l'inerzia non è semplicemente la tendenza di un corpo a rimanere nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, bensì la misura dell'interazione gravitazionale del corpo con tutti gli altri oggetti dell'universo! Conclusioni: Non abbiamo a disposizione due universi, uno con la terra in quiete e un altro con la terra in moto rotatorio, ne abbiamo uno solo, con i suoi moti relativi, i soli che siano misurabili. Non possiamo dire come sarebbero le cose se la terra non girasse, ma solo interpretare in modi diversi l'unico caso che ci è dato. Le leggi della Dinamica possono essere formulate anche in sistemi di riferimento non inerziali e l'esperimento del vaso pieno d'acqua sottoposto a moto rotatorio ci insegna solo che la rotazione relativa dell'acqua rispetto alle pareti del vaso non produce forze centrifughe percepibili, ma che tali forze sono prodotte dal moto rotatorio relativo alla massa della terra e agli altri corpi celesti.

La Teoria della Relatività ha oggi completamente cancellato il concetto di spazio assoluto.

### **Il secchio rotante e il problema fisico della distinguibilità di moti di "natura diversa": verso l'equivalenza di tutti i sistemi di riferimento?**

Già alla fine del '600, fra i criteri che Newton introduce per distinguere fra spazio, quiete e moto assoluto e relativo, solo gli "effetti", esemplificati con l'esempio del secchio, apparvero sufficientemente convincenti.

L'esperimento mentale del secchio rotante, nella concezione di Newton, costituisce una prova a favore dell'esistenza dello spazio assoluto fondata sulla seguente argomentazione: il particolare moto di allontanamento dell'acqua dall'asse di rotazione non ammette una spiegazione in termini di moto relativo tra acqua e secchio o, se vogliamo, di interazione dell'acqua con i corpi vicini.

Ripercorriamo l'esperimento concentrandoci su due situazioni:

1. Si appenda un secchio pieno d'acqua ad un filo e, dopo aver attorcigliato il filo, si lasci andare il secchio. Il secchio comincerà a ruotare. Nei primi istanti di rotazione del secchio, l'acqua, non partecipando ancora del moto del secchio, rimane ferma. *Si ha dunque una situazione per cui c'è un moto relativo tra acqua e secchio e la superficie dell'acqua presenta una configurazione piana;*
2. Dopo qualche istante di rotazione, l'acqua comincerà a ruotare insieme al secchio e assumerà una configurazione concava, ovvero su di lei agiranno forze che tendono ad allontanarla dall'asse di rotazione. Quando l'acqua ruota con la stessa velocità angolare del secchio, si immagini di fermare il secchio. L'acqua continua a ruotare. *In questa situazione si ha ancora un moto relativo tra acqua e secchio, ma la superficie dell'acqua, questa volta, presenta una configurazione concava.*

Nel corso dell'esperimento si hanno, dunque, due situazioni simmetriche per quel che riguarda il moto relativo, ma "discernibili", in quanto la superficie dell'acqua assume configurazioni diverse.