

STORIA DI UN SOGNO

Le prime tappe

Per fare una storia del *perpetuum mobile* occorre andare indietro nel tempo. All'origine del sogno forse il desiderio di superare i propri limiti, di creare energia dal nulla, forse il tentativo di trasportare in Terra il moto dei corpi celesti che con la loro rotazione scandiscono il ritmo dell'uomo.

La prima immagine che ci è giunta di un dispositivo per la realizzazione del *perpetuum mobile* risale agli inizi del 1200. Il disegno è opera dell'architetto francese Villard de Honnecourt e rappresenta una ruota con sette martelli mobili collegati alla ruota stessa in modo che possano ruotare. Nell'iscrizione che accompagna il disegno si trova scritto: "Dei maestri hanno discusso molti giorni se sia possibile far sì che una ruota giri da se stessa; ecco come è possibile farlo con delle mazzette mobili e dell'argento vivo". Le parole più significative del commento sono "una ruota che gira da se stessa" e questo significa che non c'è motore a muoverla e che non si considera neppure l'intervento umano: quindi si può pensare a una ruota che gira perpetuamente. Il movimento è dovuto ad un sistema di pesi che variano al variare della posizione dei martelli.

Il disegno di Villard ricorda la descrizione di una macchina fatta dal matematico e astronomo indiano Bhaskara, il quale parlava di una ruota di legno con raggi cavi riempiti di mercurio (un liquido molto pesante): poiché il liquido, nella rotazione, si spostava rispetto al centro della ruota, il peso veniva a distribuirsi in modo non uniforme e questa differenza di peso generava il movimento. Il principio su cui si basa la macchina di Villard è lo stesso della ruota di Bhaskara: si ha la realizzazione di un *perpetuum mobile* meccanico, in cui la caduta di pesi, che avviene naturalmente sulla Terra, è l'unica responsabile del movimento.

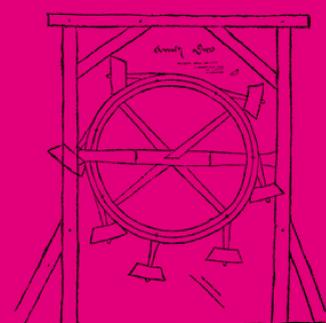
Una macchina molto simile a quella di Villard si trova nei disegni di Leonardo da Vinci (1452-1519). Leonardo disegnò diversi progetti di macchine che riteneva potessero produrre energia "gratuita" e nel *Codex Atlanticus* si trovano alcuni esempi. Probabilmente Leonardo - attento sperimentatore e costruttore - si accorse che la ricerca del moto perpetuo poteva essere la ricerca di un mito irraggiungibile. Abbiamo la certezza che non credeva assolutamente alla possibilità di un moto continuo dalla sua celebre invettiva: "O speculatori del continuo moto, quanti vani disegni in simile ciera avete creati, accompagnatevi colli circator dell'oro!"

La "corona di sfere" di Stevino (1548-1620) è stata considerata un metodo ingegnoso di *perpetuum mobile* anche se l'autore l'aveva proposta come un esempio per spiegare l'equilibrio su un piano inclinato. Il suo disegno si trova nel frontespizio dell'opera *Hypomnemata Mathematica* (Leida 1608) e fu poi posto sulla tomba di Stevino a guisa di epitaffio, accompagnato dalla scritta "la meraviglia che non fu più meraviglia".

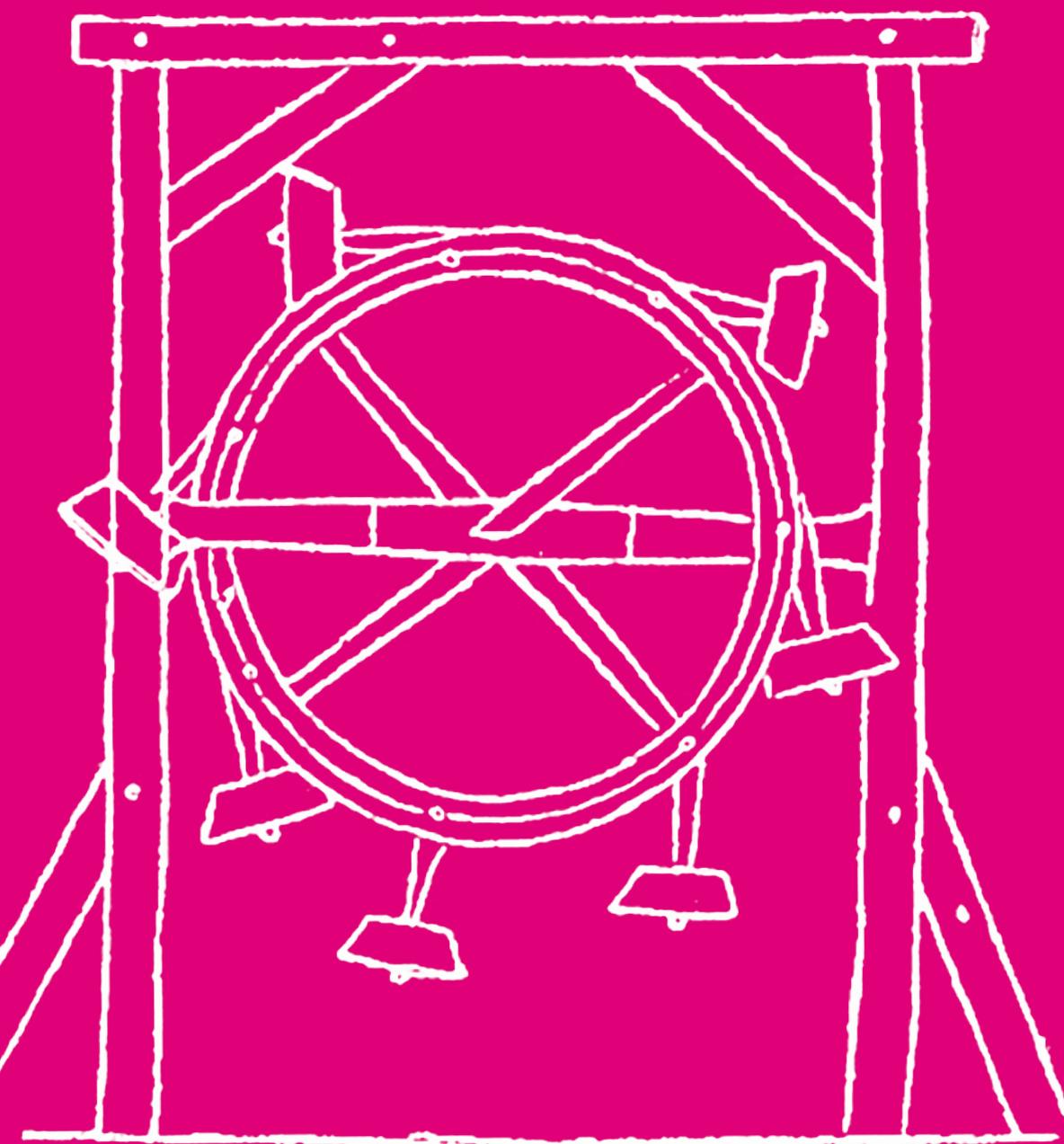
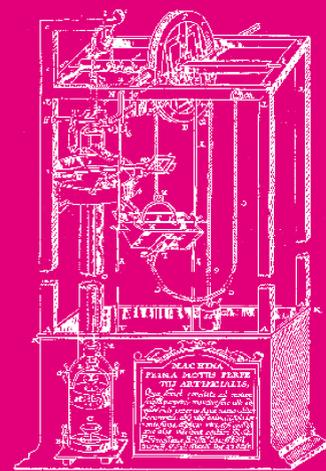
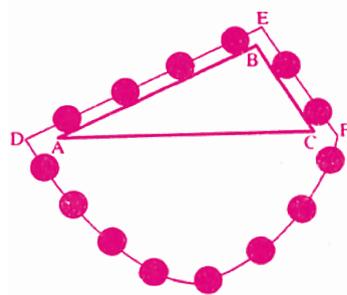
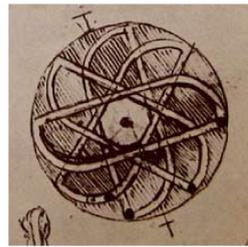
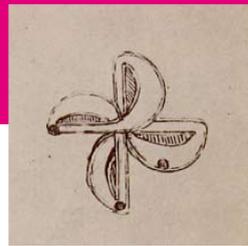
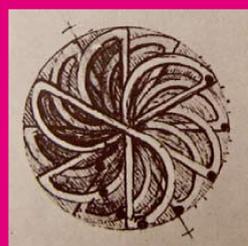
La corona è una catena chiusa alla quale sono attaccate, ad intervalli uguali, 14 sfere dello stesso peso ed è appoggiata su due lati del triangolo ABC. Il triangolo ABC ha il lato AC orizzontale e gli altri lati sono uno il doppio dell'altro. Chi ha visto nella catena di Stevino un ingegnoso metodo per avere un motore senza fine ha fatto le seguenti considerazioni: le sferette metalliche sono tutte uguali, sul lato AB ve ne sono 4, sul lato BC ve ne sono 2, le sferette del lato AB sono complessivamente più pesanti di quelle sul lato BC e quindi trascineranno queste ultime a discendere lungo il lato AB. Poiché la catena è senza fine - considerando trascurabili gli attriti del sistema - dovrebbe ruotare continuamente.

Stevino invece ha dimostrato la condizione di equilibrio della catena e nello stesso tempo l'impossibilità del moto perpetuo. La dimostrazione può essere fatta in modo empirico facendo vedere che l'equilibrio non viene disturbato rimuovendo la parte di catena non appoggiata ai lati del triangolo, ma Stevino l'ha dimostrato in un contesto matematico, in condizioni ideali. L'analisi di Stevino si basa sulle leggi relative al piano inclinato, in quanto non è tutto il peso delle sfere che agisce sulla catena ma solamente una parte di questo che possiamo chiamare "peso trainante" e che dipende, a parità di altezza, dall'inclinazione del piano. Per i due lati del triangolo è stato dimostrato che le forze agenti sono uguali, anche se dovute ad un numero diverso di sferette: la catena si viene a trovare in condizioni di equilibrio statico e non potrà dunque scivolare.

L'impossibilità del *perpetuum mobile* emerge da diversi lavori di Galileo e negli studi sul moto del pendolo troviamo alcune considerazioni interessanti. Il pendolo lasciato libero di oscillare risale dall'altra parte alla stessa altezza da cui è caduto: se l'altezza fosse superiore sarebbe violata l'impossibilità del *perpetuum mobile* e si potrebbe pensare che un corpo si possa sollevare senza nessuna forza applicata. Il moto del pendolo è stato studiato anche da Huygens (1673) che nei suoi lavori applica il principio dell'impossibilità del moto perpetuo, affermando che corpi non salgono da soli. Huygens afferma anche che: "Se gli inventori di nuove macchine che si sforzano invano di ottenere il movimento perpetuo, sapessero fare uso di queste ipotesi, scoprirebbero facilmente da loro stessi i propri errori e comprenderebbero che questo movimento non può in alcun modo essere ottenuto con mezzi meccanici".



Quelle est la force des martres de faire un mouvement perpétuel par le moyen de ces mazzettes mobiles & de l'argent vive par un ingenieur.



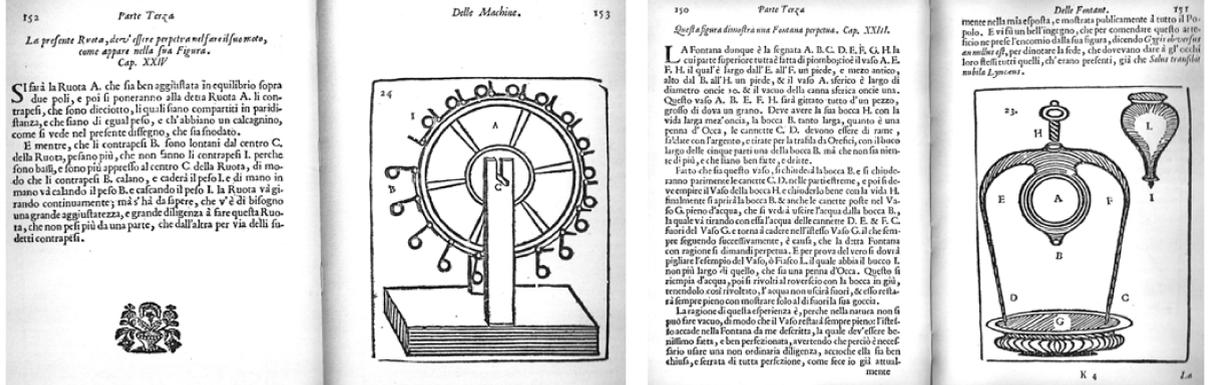
PERPETUUM MOBILE

STORIA DI UN SOGNO

Il sogno continua

Il Seicento è un secolo ricco di contraddizioni: da una parte coloro che cercano di spiegare l'impossibilità del *perpetuum mobile* e, allo stesso tempo, moltissimi tentativi di realizzarlo. Si può parlare di una mania collettiva quando forse si pensava ancora che gli ostacoli costruttivi potessero essere superati tecnicamente.

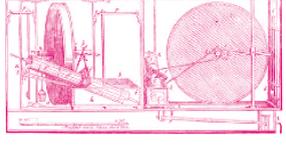
Il fisico e chimico Robert Boyle (1627-1691), ad esempio, famoso per i suoi studi sulle proprietà dei gas e sulle leggi che ne regolano le trasformazioni, ha disegnato il calice perpetuo - o paradosso idrostatico - , oggetto di numerose dispute filosofiche.



Alessandro Capra, *La Nuova Architettura Familiare*, Bologna 1678

Anche l'architetto cremonese Alessandro Capra (1608 - 1683) studia la possibilità del *perpetuum mobile* attraverso la descrizione di due macchine: una ruota meccanica che utilizza la forza di gravità e lo spostamento di pesi e una fontana che basa il suo funzionamento sulla capillarità e sull'impossibilità per la natura di creare il vuoto. Le macchine potranno funzionare - come ci dice Capra - solamente se fatte benissimo, perfezionate in ogni parte e realizzate da un'intelligenza superiore alla media. In sostanza si evidenziano le difficoltà costruttive, ma si ammette che possano essere superate, anche se non da tutti.

Tra tutti questi inventori, a Johann Elias Bessler (1680-1745) - conosciuto anche con lo pseudonimo di Orffyreus - spetta un posto d'onore sia per le sue molteplici produzioni di ruote in auto-movimento, sempre più grandi, sia per il credito che per lungo tempo ha avuto tra regnanti, scienziati e tra la gente comune, che si dice facesse la coda per vedere la ruota in movimento, sia perché ha lasciato alla sua morte un mistero, distruggendo la macchina che aveva creato impedendo la scoperta di quella che alcuni considerano una grande frode scientifica e di fatto permettendo ancora di sognare a quanti cercano il *perpetuum mobile*. Il dispositivo più grande - di circa 3,7 metri di diametro - era stato costruito nelle stanze di un castello e tenuto coperto con dei teli per evitare che si potesse capire il principio di funzionamento. Sappiamo solo che era un sistema di due ruote sbilanciate con dei pesi posti sul bordo esterno che cadono verso il cerchio interno per poi ritornare verso il bordo. Si racconta che la ruota sia rimasta in movimento per tre mesi nella stanza sigillata!



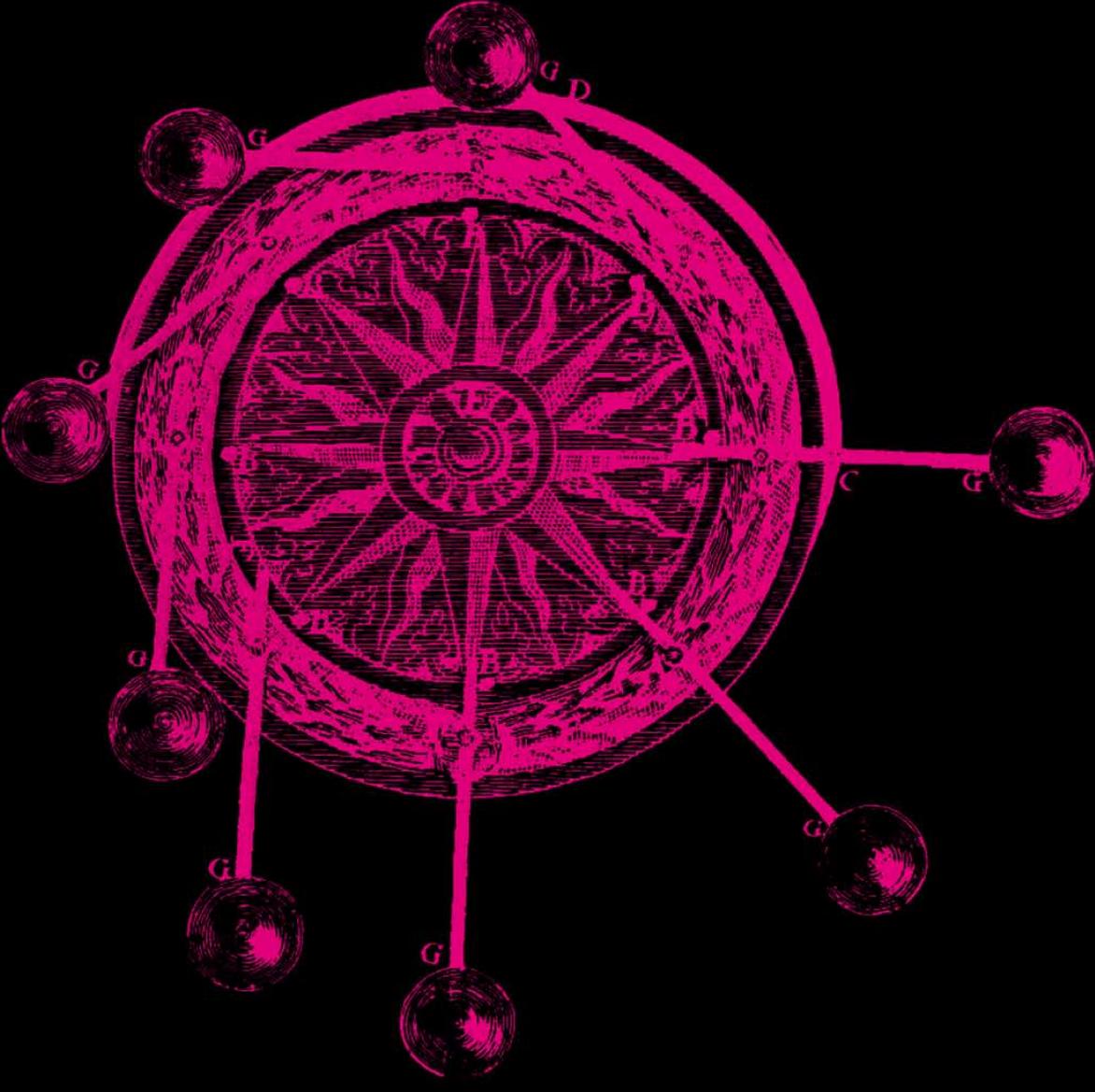
Nel 1775 l'Accademie Royale des Sciences di Parigi decide di esprimere con forza la convinzione dell'impossibilità del *perpetuum mobile*: "La costruzione di una macchina del moto perpetuo è assolutamente impossibile. Anche ammesso che l'attrito e la resistenza del mezzo non distruggessero infine l'effetto della potenza motrice primaria, tale potenza non potrebbe produrre un effetto uguale alla causa; se, poi, si desidera che l'effetto di una potenza sia quello di agire continuamente, l'effetto deve essere infinitamente piccolo in un tempo dato. Se si riuscisse a eliminare l'attrito ... sarebbe assolutamente inutile e non potrebbe quindi realizzare l'obiettivo che i costruttori di queste macchine si propongono. L'inconveniente di queste ricerche è di essere enormemente dispendiose, tanto che esse hanno rovinato più di una famiglia; spesso la meccanica che avrebbe potuto rendere grandi servizi al pubblico, ne ha sperperato i mezzi, il tempo e la genialità".

Anche se l'Accademia aveva detto con forza la parola fine, nella realtà la ricerca è continuata.

Molte macchine sono state costruite utilizzando la forza di gravità; poi hanno iniziato a svilupparsi quelle che utilizzavano i magneti per sfruttare l'azione a distanza e cercare di ridurre o eliminare gli attriti. Altre macchine sfruttavano la pressione dei liquidi o la pressione atmosferica o qualche forma di calore. Neppure la nascente termodinamica e le leggi sulla conservazione dell'energia sono riuscite a fermare questo sogno. Si segnalano comunicazioni, dimostrazione e richieste di brevetti per macchine perpetue fino ai nostri giorni. Una delle ultime comunicazioni circa la realizzazione di una macchina per il moto perpetuo ci è stata fatta da Lisa Simpson: sembra proprio che nella cucina della sua abitazione a Springfield ci sia riuscita, tra lo stupore di Homer (suo padre) che la descrive dicendo "che continua ad andare sempre più veloce". Della macchina non sono rimaste informazioni perché è andata distrutta. E' stato lo stesso Homer che ha intimato a Lisa di spegnere la macchina: "In questa casa rispettiamo le leggi della termodinamica!"

SOTTO
Mobile perpetuum Basileense
inventato da Jeremias Mitz
(metà del XVII sec.)

PERPETUUM MOBILE



CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

La visione scientifica

La visione scientifica del mondo ci porta a cercare di capire le regole cui sottendono i cambiamenti che ci circondano. La ricerca di un ordine immutabile dietro l'evoluzione dell'Universo è una chiave di lettura della realtà e può essere la chiave di lettura dell'evoluzione del concetto di energia. Indagare ciò che non varia può aiutare a capire il cambiamento, lo studio della permanenza ci permette di capire il divenire.

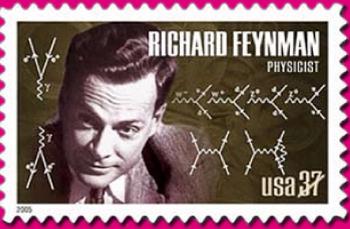
Occorre risalire alla dottrina della indistruttibilità della materia. Democrito (V secolo a.C.) ci dice che "niente viene dal niente e niente può diventare niente". Epicuro appoggia questo principio poiché, in caso contrario, tutto può venire fuori da tutto e quindi il caos regnerebbe sovrano. L'idea della conservazione entra nel modo di pensare il mondo. Lucrezio, nel primo libro del *De Rerum Natura*, descrive questa fondamentale idea: "Viene da ciò la paura che opprime gli uomini tutti: scorgono in cielo ed in terra prodursi vari fenomeni, fatti dei quali non possono scorgere punto le cause, e che riportano, quindi, alla potenza di un dio. Ma se tocchiamo con mano che non può nascere nulla dal nulla, allora più chiaramente sapremo comprendere quello che andiamo indagando: donde ogni cosa si generi, e come ognuna si generi, senza che adopri un dio. [...] E non mai fu più compatta di adesso, né con più grandi intervalli di massa della materia, ché nulla in essa si cresce, nulla si scema in natura."



Questa ricerca di invarianti si inserisce anche negli studi sul calore e sulla teoria cinetica dei gas. In tanti hanno contribuito allo sviluppo delle teorie che hanno portato Mayer, nel 1842, alla scoperta dell'equivalente dinamico del calore che costituisce il principio di conservazione dell'energia. Altri, Joule e Carnot, indipendentemente da Mayer, stavano già lavorando e definendo il principio di equivalenza e altri ancora stavano già costruendo i primi motori e le prime macchine termiche.

La scoperta della conservazione dell'energia costituisce il primo principio della Termodinamica; sarà poi il secondo principio a regolamentare le trasformazioni di calore in lavoro. Il teorema di Carnot, uno degli enunciati del secondo principio, afferma che "la trasformazione di calore in lavoro in una macchina termica dipende dalla differenza delle temperature fra la sorgente calorica e il refrigerante"; l'enunciato di Clausius propone un'altra formulazione: "il calore non può passare, senza lavoro, da un corpo più freddo ad uno più caldo". La definizione dei due principi della Termodinamica ha portato alla classificazione del moto perpetuo, cioè di macchine che potessero funzionare "vantaggiosamente" contraddicendo i principi stessi. La ricerca del Moto Perpetuo non si fonda su una reale base fisica, ma su un sogno che, nonostante i principi della termodinamica, continua a persistere nella mente e nel cuore delle persone. Si chiama Moto perpetuo di prima specie il moto di una macchina che, contraddicendo al primo principio della Termodinamica, riesca a creare energia dal nulla o meglio che riesca a produrre più energia di quanta sia necessaria per il suo funzionamento. Si chiama Moto perpetuo di seconda specie il moto di una macchina che, contraddicendo il secondo principio della termodinamica, sia in grado di trasformare interamente in lavoro il calore estratto da una sola sorgente; la macchina potrebbe funzionare attingendo calore da una unica fonte come il mare, il Sole o l'atmosfera.

Questa legge di conservazione dell'energia governa tutti i fenomeni naturali conosciuti fino ad oggi. Non è una legge semplice perché non descrive un meccanismo o un fenomeno: Richard Feynman (premio Nobel per la fisica nel 1965) affermava che la conservazione dell'energia è un concetto astratto, poiché si tratta di un principio matematico; il principio afferma che esiste una quantità numerica che non cambia qualunque cosa accada: calcoliamo un numero e dopo possibili mutamenti della natura lo ri-calcoliamo e otteniamo sempre lo stesso numero.



Feynman, per spiegare questo concetto, ha proposto una analogia con un bambino pestifero di nome Dennis. Supponiamo che Dennis abbia dei dadi assolutamente indistruttibili e siano in numero di 28. Supponiamo che la mamma lo chiuda in una stanza al mattino, trascurando le implicazioni pedagogiche e psicologiche, e che alla sera ritorni e puntigliosamente conti i dadi: sono ancora 28. Questo accade per diversi giorni. Uno strano giorno alla sera la mamma conta 27 dadi; cercando con cura ne trova 1 sotto il tappeto quindi i dadi sono ancora 28. Un altro giorno ne trova 26, ma i 2 mancanti non si trovano... la mamma non si arrende e ispezionando la camera si accorge di una finestra aperta: i 2 dadi erano caduti in giardino. Un altro giorno i dadi sono 30! Anche in questo caso si trova la causa: un amico era venuto in visita portando 2 dadi. Un altro giorno i dadi sono 25, la mamma vorrebbe cercare nella scatola dei giochi ma Dennis non lo permette; allora la mamma elabora un piano: pesa i dadi, pesa la scatola quando vede tutti i 28 dadi e quindi, facendo la differenza dei pesi, riesce a capire quanti dadi contiene la scatola. E complessivamente sono ancora 28. E se Dennis un giorno butta i dadi nella bacinella di acqua sporca... come fare? Si può capire quanti dadi sono nella bacinella guardando l'innalzamento dell'acqua!

Che analogie ci sono tra i dadi di Dennis e l'energia?

L'energia si conserva sempre. A volte non la vediamo perché è nascosta in altre forme. A volte abbandona il sistema e a volte si introduce, e quindi dobbiamo verificare le relazioni con l'esterno. L'energia ha un gran numero di forme diverse: gravitazionale, cinetica, termica, elastica, elettrica, chimica, radiante, nucleare, di massa. Se sommiamo ognuno di questi contributi vedremo che l'energia totale non varia eccetto che per l'energia che entra o che esce. La legge di conservazione dell'energia implica l'impossibilità del *perpetuum mobile*, proprio perché postula l'impossibilità della produzione di energia. L'energia può solamente cambiare forma. La domanda che ci dobbiamo porre è: dove è possibile ottenere oggi sorgenti di energia? Le fonti di energia possono essere tante: il Sole, l'acqua, il vento, il carbone, l'uranio e l'idrogeno. L'energia del Sole al momento è una fonte quasi perpetua: per almeno 4 miliardi di anni dovrebbe brillare e questo intervallo di tempo può essere considerato eterno in relazione alle nostre attese di vita. L'energia del Sole è immensa e solo una piccola parte viene intercettata dalla Terra, per la



precisione solamente 1 parte su due miliardi cade sulla Terra e di questa una parte piuttosto piccola viene usata dal nostro pianeta per attivare alcuni processi fondamentali come la fotosintesi e la produzione di ossigeno, l'acqua potabile, il vento e i combustibili fossili. L'energia solare è presente in tutte le zone della Terra e in un'ora arriva sul nostro pianeta una quantità di energia pari al consumo mondiale per un anno. Approfittiamo allora del Sole! L'energia che ci arriva dal Sole, per essere utilizzata, deve essere convertita in altre forme di energia, per questo sono stati predisposti i pannelli solari (in cui l'energia luminosa si trasforma in calore, ad esempio per la produzione di acqua calda) e i pannelli fotovoltaici (per la conversione dell'energia luminosa in energia elettrica). Conoscendo il Principio di conservazione dell'energia possiamo cercare almeno di non sperperarla, nella speranza che - lavorando e sognando - si possano trovare nuovi modi per liberarci dal bisogno di energia.

PERPETUUM MOBILE

