

Gli esperimenti di Galileo e l'invenzione della scienza

di Vincenzo Palermo

In questi anni, in questa rubrica ho raccontato tante storie di scienza, scoperte che hanno cambiato il mondo. Mi sono accorto, però, di aver trascurato quella più importante, la storia alla base di tutte; non una storia di scienza, ma la Storia della Scienza.

La nostra civiltà è progredita per circa 200 000 anni a passo costante ma lento; poi ha accelerato bruscamente. Secondo lo storico Yuval Noah Harari, un contadino dell'anno Mille trasportato per magia cinquecento anni in avanti, vedrebbe un mondo diverso dal suo ma ancora comprensibile per la sua mente medievale: contadini che tirano l'aratro, case di legno e cavalieri in armatura.

Invece, un contadino del Millecinquecento trasferito nel Duemila troverebbe un mondo a lui alieno: macchine gigantesche che arano i campi o che solcano i cieli, grattacieli d'acciaio e masse infinite di persone e cibo per nutrirle. Come abbiamo fatto a progredire così velocemente in soli cinque secoli?

La cosiddetta "rivoluzione scientifica" cominciò quando, per prima cosa, scoprimmo di essere ignoranti. Per secoli gli studiosi avevano cercato la verità studiando i libri antichi, soprattutto la Bibbia e le opere di Aristotele. Molti reputavano che tutte le cose importanti da sapere fossero già contenute in questi testi sacri.

Il primo a sottolineare, invece, l'importanza degli esperimenti pratici fu Francis Bacon (1561-1626), filosofo e politico inglese. Secondo Bacon la conoscenza non era nei libri, ma nello studio della natura, esplorata con un nuovo metodo induttivo; la spinta a investigare veniva dalla curiosità e dal dubbio. «Se parti con delle certezze, finirai con dei dubbi; se parti con dei dubbi, finirai con delle certezze». Era un'idea distante dai dogmi assoluti delle religioni, che avrebbe spazzato via la visione semplicistica del mondo di Aristotele fatto di soli quattro elementi (aria, acqua, terra e fuoco) con una Terra, immobile, al centro dell'Universo.

Tra gli artefici della rivoluzione scientifica, il più famoso è di sicuro Galileo Galilei (1564-1642). Scienziato, artista, musicista e scrittore, Galileo non fu il primo a inventare il cannocchiale o il microscopio, o a pensare che la Terra girasse intorno al Sole. Riuscì, però, a difendere e diffondere queste nuove scoperte scientifiche come pochi altri.

Soprattutto, Galileo capì che, per sfruttare appieno la potenza del nuovo metodo scientifico sperimentale, bisognava interrogare la natura usando la matematica. Non bastava, infatti, osservare i processi naturali; essi dovevano essere tradotti in quantità precise e misurabili. Per Galileo l'Universo è «scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto».

Gli esperimenti di Galileo sono ancora oggi esempi affascinanti di come funziona il metodo scientifico. Uno dei più noti è lo studio della caduta dei corpi per gravità. Galileo probabilmente non lanciò mai nulla dalla torre di Pisa; all'epoca non c'erano orologi per misurare tempi di caduta così brevi e questi esperimenti sarebbero stati difficili da quantificare, anche usando una torre molto alta. La soluzione di Galileo fu invece studiare la caduta di sfere pesanti che scendevano su un piano inclinato lungo e regolare. Il tempo di "caduta" diventava misurabile, le forze di attrito trascurabili e si potevano fare esperimenti riproducibili. Anche così, però, bisognava misurare tempi inferiori a un secondo e Galileo decise di misurare il tempo con... una bilancia! Usò un orologio ad acqua, un cronometro primitivo composto da un vaso con un foro sul fondo. Il cronometro si azionava togliendo il dito dal tubo; il tempo era misurato pesando su una bilancia la quantità di acqua fuoriuscita (al contrario degli orologi, le bilance erano già molto precise).

Usando il piano, la palla e il vaso, Galileo fece decine di esperimenti e dimostrò, ad esempio, che lo spazio percorso dalla palla lungo il piano inclinato era proporzionale al quadrato del tempo di caduta. Calcolò anche, usando piani con diversa inclinazione, che il tempo impiegato dalla palla a cadere era inversamente proporzionale alla radice quadrata della sua altezza. Erano le prime formule del moto accelerato, che Isaac Newton esprimerà ottant'anni dopo in forma più precisa.

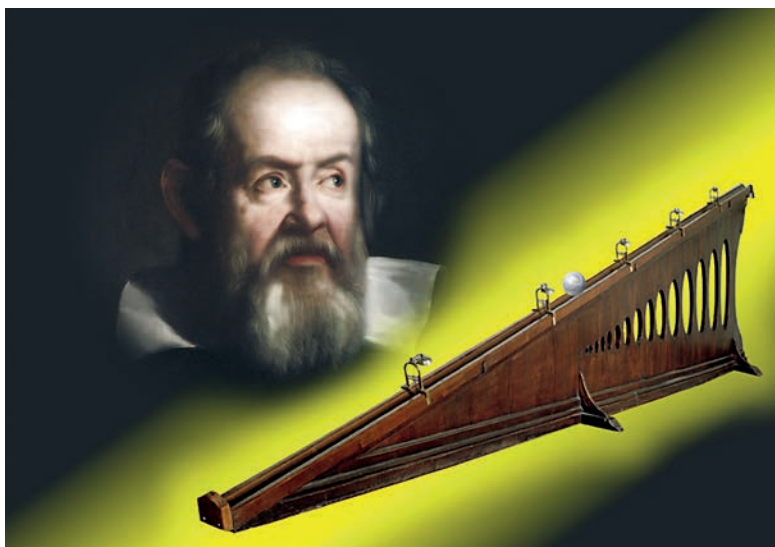
Far cadere una palla lungo un piano inclinato sembra un esperimento semplice; eppure, vari studiosi hanno messo in dubbio che Galileo sia riuscito a fare questi esperimenti, perché sembra difficile che un orologio ad acqua abbia la precisione necessaria (un decimo di secondo). Galileo era dunque un millantatore?

Nel 1961 Thomas Settle, uno studente squattrinato, ricostruì l'esperimento del piano inclinato usando solo tecnologie simili a quelle disponibili all'epoca – cioè senza orologi – costruendo un piano inclinato di circa sei metri, con un binario lucidato perfettamente. Usò come orologio un vaso da fiori con un foro e un tubicino di vetro. I risultati dell'esperimento furono pubblicati sulla prestigiosa rivista *Science*: dopo un po' di allenamento per prendere la mano, Settle riuscì a prendere misure regolari con una precisione di un decimo e persino di un ventesimo di secondo.

L'orologio ad acqua non è l'unico metodo che Galileo poteva usare per misurare il tempo; un'altra possibilità per misurare brevi intervalli di tempo è... l'orecchio! Gli esseri umani sono infatti in grado di sentire ritmi musicali, e le irregolarità in questi ritmi, su tempi molto minori del decimo di secondo. È possibile piazzare campanelle lungo il piano inclinato, muovendole avanti e indietro sino a che la palla, cadendo, dia una serie di tintinnii a intervalli di tempo uguali.

Un altro metodo possibile è misurare il tempo tramite un pendolo, il cui moto era ben noto a Galileo.

Galileo applicò il metodo scientifico in tantissimi campi, dall'osservazione delle lune di Giove al



Ritratto di Galileo Galilei, Justus Sustermans (1597-1681), fonte: Wikipedia. Ricostruzione del piano inclinato, fonte: wikipedia/museo Galileo.

moto dei pendoli, sino al moto dei pianeti attorno al Sole, una storia famosa che lo mise nei guai, ma più complicata di quello che si pensa (la racconteremo un'altra volta). Non ci azzecò sempre, anzi prese delle gran cantonate, ad esempio sulle cause delle maree. È questo il bello della scienza: anche un grande genio può sbagliare e il più giovane studente può correggere, basandosi sui fatti, il più anziano dei professori. Infatti i risultati di Galileo furono poi corretti da Newton; e quelli di Newton da Einstein usando un principio di relatività inizialmente formulato da Galileo.

Oggi abbiamo strumenti immensamente più potenti di quelli di Galileo, ma usiamo sempre lo stesso approccio: fai un esperimento, formula un'ipotesi, verifica la tua ipotesi con altri esperimenti. Fai, sbaglia, impara e parti daccapo cercando di estrarre dal mare confuso della realtà quelle "leggi" che Galileo descrisse per primo in maniera così efficace.

Per saperne di più, una visita virtuale al bellissimo Museo Galileo di Firenze è un'idea assolutamente geniale!



Vincenzo è il direttore dell'Istituto ISOF del CNR, dove monta assieme atomi e molecole per creare nuovi materiali. Ha pubblicato *La versione di Albert* (2015), un libro sulla vita e le idee di Albert Einstein, e *Newton, la mela e Dio* (2016) sulla vita di Isaac Newton.