



Roberto Vacca

44. Fuori dal coro Orologi ad acqua antichi e meno antichi*

Ctesibio, ingegnere in Alessandria 22 secoli fa, capì che è costante il flusso d'acqua fuori da un recipiente che abbia un foro sulla parete vicina al fondo, se il livello superiore del liquido è costante. Lo è se si pratica un altro foro ("troppo-pieno") all'altezza del livello costante e si porta al recipiente più acqua di quanta ne esca. Se versiamo quel flusso costante di acqua in un secondo recipiente di sezione nota, il livello raggiunto dal fluido a partire da un istante in cui il recipiente era vuoto, misura il tempo trascorso da quell'inizio. Inseriamo nel secondo recipiente un galleggiante su cui c'è un indicatore a freccia: questo segna le ore della giornata su una scala graduata.

Una dozzina di anni fa su queste pagine ricalcolai le dimensioni del suo orologio, che era utile anticamente, quando non si misuravano tempi molto brevi, che sono rilevanti nei fenomeni ad alta velocità. Questi si diffusero coi proiettili delle armi da fuoco. Nel 1537 Niccolò Tartaglia individuò in 45° l'angolo di alzo di un cannone per avere la gittata massima. Cento anni dopo, Galileo Galilei con calcoli rigorosi confermò quel risultato e disegnò le parabole descritte dai proiettili, preparando il terreno per Isaac Newton.

Galilei fece ben di più. Da giovane aveva capito la legge del moto dei pendoli osservando le lente oscillazioni dei lampadari del Duomo di Pisa. Aveva misurato i tempi contando il proprio battito cardiaco. Anni dopo affrontò il problema della caduta di oggetti pesanti. Dimostrò che una sfera di piombo di 10 libbre e una da una libbra impiegavano lo stesso tempo a cadere dai 57 metri di altezza della Torre di Pisa. Ci mettevano 3,4 secondi [e raggiungevano la velocità di 120 km/h]. Non poteva misurare quel tempo di caduta: riuscì allora a rallentare il fenomeno facendo rotolare una palla di bronzo su di un piano inclinato. Per confrontare i tempi in cui le sue sfere percorrevano spazi successivi lungo il "canaletto" inclinato, ideò e costruì nel 1638 un orologio ad acqua molto accurato. Seguì il metodo greco antico per garantire che fosse costante la portata di *"un sottil filo di acqua che si andava ricevendo con un picciol bicchiere per tutto il tempo che la palla scendeva nel canale: le particelle poi dell'acqua in tal guisa raccolte si andavano di volta in volta con esatissima bilancia pesando dandoci le differenze e proporzioni dei pesi loro le differenze e proporzioni dei tempi: e questo con tal giustezza che tali operazioni molte e molte volte replicate giammai non differivano di un notabil momento."*

Galileo apriva il flusso dell'acqua al bicchiere nell'istante in cui la palla iniziava il suo moto; installò campanelline in corrispondenza del punto terminale di segmenti successivi del percorso della sfera. Al suono di una campanellina, lo sperimentatore interrompeva il flusso dell'acqua al bicchiere – e il peso dell'acqua contenutavi misurava il tempo trascorso.

Detta L la lunghezza del primo segmento e T il tempo impiegato a percorrerlo, Galileo constatò che il tempo necessario a percorrere un segmento lungo $2L$ era $4T$, un segmento $3L$ era $9T$ e in generale un segmento iL dall'origine era percorso in un tempo $i^2 T$: ***in un moto ad accelerazione costante gli spazi percorsi sono proporzionali ai quadrati dei tempi.***

Nel 1972 lo storico della scienza canadese Stillman Drake, ricostruì l'orologio ad acqua di Galileo e ne controllò l'accuratezza misurando i tempi con un pendolo.

Nel 2019 alcune studentesse del Liceo Linguistico "C. Tenca" di Milano, collaborarono con la Prof. Laura Capocelli e costruirono un'altra copia dell'orologio ad acqua e del piano inclinato di Galilei per parte-

cipare al concorso ScienzaFirenze al quale ottennero una menzione onorevole. La loro relazione finale si trova in [Tic tac tic tac: all'inseguimento della pallina sfuggente](#) su il Sussidiario.net.

Confrontarono i tempi misurati con l'orologio di Galilei con quelli dati dal cronometro di uno smartphone e analizzarono il video dell'esperimento con il programma Tracker.

La discrepanza fra le misure del cronometro e quelle dell'orologio ad acqua erano dell'ordine di un decimo di secondo. La bilancia di Galileo era davvero esattissima.

*Pubblicato in L'OROLOGIO del 19/5/2021

12 giugno 2021
Codice ISSN 2420-8442