

## L'analisi

Sottovalutata per secoli, l'arte  
meccanica diventa vera scienza  
solo grazie al genio pisano  
Ecco perché inizia da qui  
la nostra rivoluzione tecnologica

# Galileo Galilei e la seconda era delle macchine

REMO BODEI

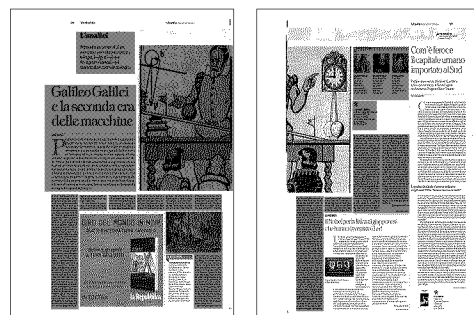
**P**ER cogliere il senso della moderna civiltà delle macchine bisogna partire dal carattere innovativo delle proposte di Galileo nel campo della meccanica, misurandone dapprima la distanza rispetto a una lunga tradizione che parte dalla Grecia antica. In origine, infatti, il termine *mechane* significa soltanto "astuzia", "inganno", "artificio" e in questa accezione compare già nell'*Iliade*. Soltanto più tardi (accanto alle connotazioni "uso appropriato di uno strumento" e "macchina teatrale", da cui l'espressione *theos epi mechanes, deus ex machina*) viene a designare la macchina in genere, e, in particolare la macchina semplice — leva, carrucola, cuneo, piano inclinato, vite — la macchina da guerra e l'automa. La meccanica, sapere attorno alle macchine, è dunque preposta alla costruzione di entità artificiali, di trappole tese alla natura per catturarne l'energia e volgerla in direzione dei vantaggi e dei capricci degli uomini.

Perché la macchina eredita i significati dell'astuzia e dell'inganno? Perché per lungo tempo non si riesce a spiegare il suo funzionamento. Non si capisce, ad esempio, come una leva possa innalzare con minimo sforzo dei pesi enormi o come un cuneo riesca a spaccare pietre o giganteschi tronchi d'albero. Di questo stupore offre testimonianza la *Mechanica*, attribuita per lungo tempo (e da alcuni studiosi anche oggi) ad Aristotele, ma forse opera di uno dei suoi successori alla direzione della Scuola come Stratone il Fisico. In tale testo (su cui Galileo fece lezione a Padova nel 1597/98) è chiaramente affermato che «molte cose meravigliose, la cui causa è sconosciuta, avvengono secondo natura, mentre altre avvengono contro natura prodotte dalla *techne* a beneficio degli uomini». Quando la natura è contraria alla nostra utilità, noi riusciamo a padroneggiarla mediante l'artificio (*mechane*). Le arti meccaniche, proprio in quanto appartengono al regno dell'astuzia e di ciò che è «contro natura», non fanno parte della fisica, che si occupa di ciò che avviene secondo natura. Le arti meccaniche si presentano come operazioni contro natura o come giocattoli stupendi. Archimede pare si vergognasse di aver costruito macchine e avesse invece fatto scolpire sulla sua tomba il famoso cilindro che contiene una sfera. Ancora nel Cinquecento la meccanica non è scienza a pieno titolo, ma scienza «mista» o «media». Ancora più tardi, specie tra i dotti gesuiti del Collegio Romano, essa è soprattutto *mechanica practica* ad uso degli "ingegneri".

Pur non pienamente apprezzata, la meccanica guadagna terreno e prestigio nel corso del Cinquecento finché continua a restare legata alla funzione di provocare meraviglia. Nel 1508 Leonardo progetta — per la villa di Carlo d'Amboise a Milano — un mulino idraulico quale moto-

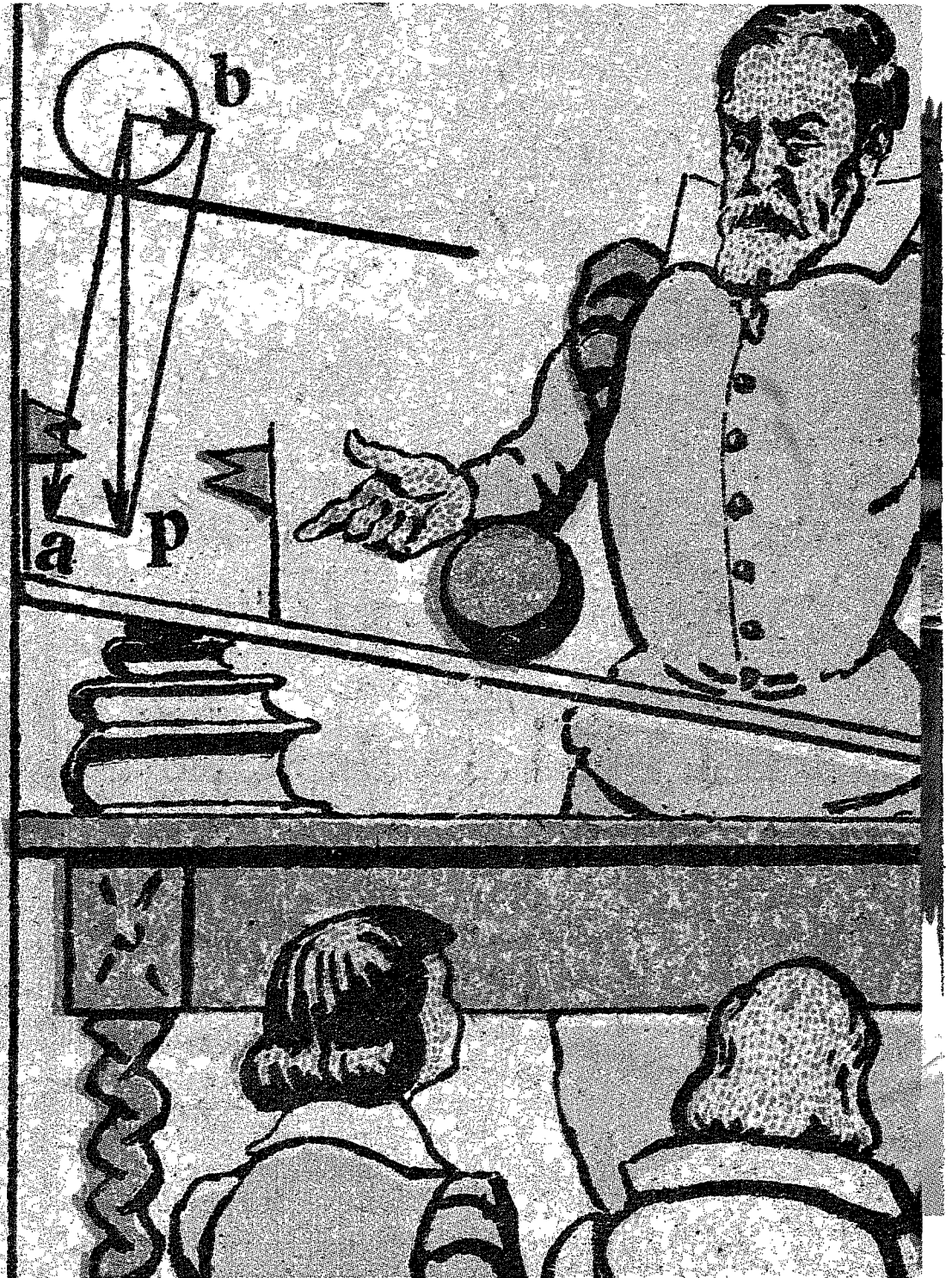
re d'automi che emettevano suoni. A partire dal 1569, poi, Bernardo Buontalenti crea, nella villa medicea di Pratolino, una serie di meravigliose macchine idrauliche e pneumatiche (oggi perdute) che mettono in moto statue, porte e getti d'acqua. Con Galileo ci si comincia a rendere conto che alla natura si comanda ubbidendole, che essa non può essere semplicemente beffata e che il compito princi-

pale della meccanica non è quello di provocare stupore. Per padroneggiare la natura bisogna servirla, piegarsi alle sue leggi e alle sue ingiunzioni, traendo



profitto dalla loro conoscenza. Il concetto di astuzia, nel senso del più debole che prevale sul più forte, dell'uomo che — simile a Odisseo — inganna l'ottuso Polifemo della natura, viene a tramontare. Allo stesso modo, la meraviglia suscitata da una presunta alterazione della legalità naturale si trasferisce su un altro piano, quello del potere effettivo dell'uomo di servirsi legittimamente delle energie naturali. In Galileo l'astuzia cambia di significato (consiste ora nell'utilizzare le energie naturali a fini economici, così da godere di energia a basso costo) e la violenza in quanto tale scompare, perché la meccanica cessa di essere contro natura.

Queste idee vengono espone dal giovane Galileo ne *Le meccaniche*. L'ultima stesura comincia con una polemica contro la tradizione secondo cui le macchine ingannano la natura. Non si deve più cedere alla fantasticheria di cogliere la natura in fallo, di indurla a piegarsi alla nostra volontà. Le critiche non si rivolgono tuttavia soltanto ai teorici della meccanica ma anche ai cattivi pratici, agli ingegneri incapaci. Nel tentativo di spiegare razionalmente «le cause degli effetti miracolosi» che si riscontrano nella «meccanica dell'istrumento» o della macchina, Galileo riconduce tutte le macchine semplici alla bilancia (per la quale riprende temi già affrontati nel suo trattato *La bilancetta* del 1586) e decreta che l'astuzia delle macchine consiste ora nell'utilità che la meccanica consente. Ne *Le meccaniche* vengono elencati tre tipi di utilità. La prima sta nel comprendere che l'astuzia che si crede rivolta verso la natura si ritorce contro il presuntuoso meccanico, il quale (avendo scarsità di forza, ma non di tempo) si ostina nel cercare macchine potentissime e insieme rapidissime nell'esecuzione dei loro compiti. Così chi credesse da un pozzo, «con macchine di qualsivoglia sorte cavare, con istessa forza, nel medesimo tempo, maggior quantità di acqua [...] è in grandissimo errore; e tanto più spesso e maggiormente si troverà ingannato». La seconda astuzia consiste nel trovare strumenti che si conformino alla funzione da svolgere, poiché «non in tutti i luoghi, con uguale commodità,



si adattano tutti gli strumenti». Così, per tenere asciutta la sentina di una nave, non si utilizzarono delle secchie, ma delle «trombe», che pescano meglio nel fondo. La terza e più impor-

tante «utilità» viene appunto individuata nel trovare fonti di energia a buon mercato e nell'inventare delle «prese» che si adattino ad esse (mentre gli strumenti devono adattarsi agli organi dell'uomo o dell'animale, ad esempio alle mani e al collo, le macchine devono conformarsi al genere di energia che le muove, ad esempio al vento attraverso le pale dei mulini o, molto più tardi, alla caduta dell'acqua attraverso le turbine).

In prospettiva, sono proprio le macchine (ora costruibili con criteri e calcoli pienamente razionali) a non rendere più conveniente la schiavitù e a permetterne la virtuale abolizione. La forza lavoro umana nella forma di mera erogazione di energia non è più indispensabile, mentre — ed è questa un'altra grande intuizione di Galileo — le macchine sostituiscono la mancanza di intelligenza delle forze o degli animali che erogano energia. Mediante «artifici ed invenzioni» egli è ora in grado di far risparmiare fatica e denaro agli uomini, scaricando sulla na-

tura inanimata e animata l'onere di erogare energia previamente indirizzata all'ottenimento dell'effetto desiderato. È così che, da Galileo in poi, la meccanica prende l'aggettivo "razionale", proprio per contrastare la sua precedente immagine di sapere pratico, di arte non liberale o di artigianato. Con la qualifica di "razionale" essa riceve la sua patente di nobiltà, il riconoscimento del suo carattere interamente conforme alle leggi della natura. Solo ora viene equiparata alle altre scienze esatte, con la conseguenza che le macchine cessano gradualmente di apparire oggetti miracolosi che incomprensibilmente profanano l'ordine perfetto del mondo. Ma non per questo perdono il loro fascino e il loro ruolo. Anzi la loro astuzia si avvia a diventare la moderna intelligenza tecnica, il dominio dispiegato sulla realtà, l'insieme dei vantaggi a cui è ormai impossibile rinunciare.

© Remo Bodei 2014

© RIPRODUZIONE RISERVATA

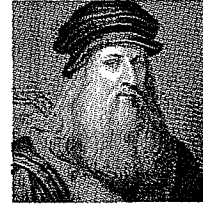
## I PRECURSORI



**ARISTOTELE**  
Massimo esponente della tesi secondo cui la meccanica è una disciplina "contro natura"



**ARCHIMEDE**  
Grande esperto di meccanica e inventore. Ma pare si vergognasse delle sue "creazioni"



**LEONARDO**  
Progettò un mulino idraulico come motore di automi che emettevano suoni



**L'INNOVATORE**  
Galileo in una illustrazione anonima del 1925  
In basso Galileo col granduca di Toscana in un disegno del XVII secolo