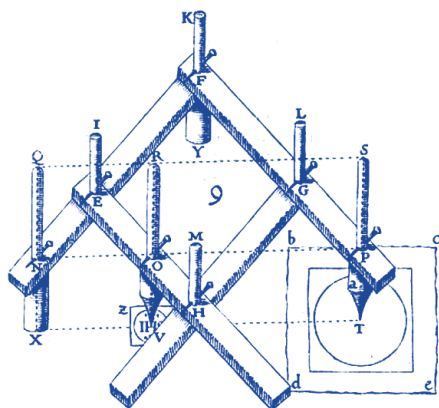


Il Pantografo, ovvero delle similitudini

di Carlo Mariani

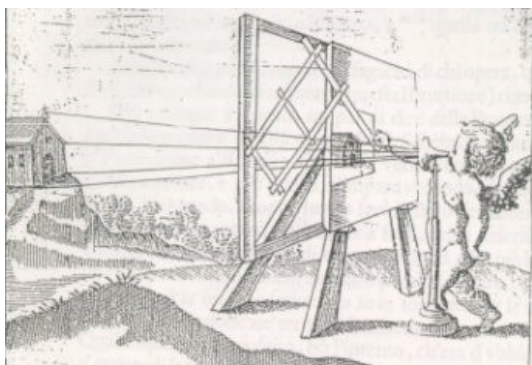


Capire, nel caso dei linguaggi scientifici legati alle scienze più dure, non vuole soltanto dire acquisire contenuti di senso di natura puramente cognitiva, ma contenuti di senso orientati a suscitare operazioni. Da questo punto di vista capiamo forse ancor meglio quanto profondo e giusto fosse l'invito che Lucio Lombardo Radice rivolgeva alla scuola, chiedendole di trasformare l'aula da *Hörsaal* in *Arbeitsaal*, da *auditorium* in *laboratorium*.

T. De Mauro, *Linguaggi scientifici e lingue storiche*, in A.R. Guerriero (a cura di), *L'educazione linguistica e i linguaggi delle scienze*, Firenze, La Nuova Italia, 1988.

MATERIALE

Il pantografo di Cristoph Scheiner



Il documento che abbiamo riprodotto (con qualche piccola modifica) è pubblicato nel sito <http://www.macchinematematiche.org>, un ambiente web dedicato al «Laboratorio delle Macchine Matematiche» dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Si tratta di un testo che spiega un tipo particolare di strumento, il *prospettografo*, che è di fatto una variante del pantografo. La sua funzione era quella di aiutare i pittori nella *circonscrizione*, termine con il quale Leon Battista Alberti aveva indicato l'operazione consistente nel tracciare, sul piano bidimensionale di un quadro, il contorno apparente degli oggetti reali tridimensionali. Peraltro, la prospettiva come scienza della rappresentazione era stata uno dei grandi temi della geometria e dell'arte figurativa del Quattrocento e aveva coinvolto pittori e matematici di fama, fino a diventare – per usare il termine coniato dallo storico dell'arte Erwin Panofsky (1892-1968) – una vera e propria *forma simbolica* del mondo.

Il lavoro del matematico e astronomo Christoph Scheiner (1575-1650), a cui si fa risalire nel 1603 l'invenzione del pantografo, si inserisce in questo contesto. Collocato in posizione verticale e dotato di una sorta di «mirino» da cui osservare l'oggetto da raffigurare, il pantografo – come sistema articolato «a due gradi di libertà», mettendo in relazione due regioni del piano – si adattò perfettamente al lavoro non solo di pittori e artisti, ma anche di tipografi, di illustratori e di *tecnici*, che ne sfruttarono le caratteristiche per riprodurre in scala (riduzione o ingrandimento) immagini, ambienti e monumenti.

Il trattato *Pantographice seu ars delineandi*¹ scritto dal gesuita Christoph Scheiner, astronomo tedesco (noto anche per i suoi rapporti con Galilei), ha avuto numerose traduzioni italiane. (Citiamo quella di G. Troili, Bologna 1653).

Nell'introduzione, Scheiner racconta la vicenda che lo portò a scoprire il suo prospettografo. Nel 1603 a Dillingen un *pittore eccellente*² si vantava di aver inventato uno strumento per disegnare, ma rifiutava in modo irritante di divulgarne i segreti. Provocatoriamente, Gregorius diceva di «non credere che una tale cosa potesse perfino essere immaginata; infatti, quella non era una invenzione umana, quanto una ispirazione divina, che egli riteneva essergli stata portata e rivelata non tramite gli sforzi umani, ma da qualche genio celeste».

Quanto avrebbe rivelato all'astronomo era che il suo strumento si basava sull'uso di compassi con un centro fisso. Scheiner si mise all'opera per conto proprio, e dopo un periodo di intensi tentativi produsse uno strumento di grande ingegnosità e di vasta utilizzazione, per copiare, ingrandire e ridurre i disegni, per rappresentare gli oggetti in prospettiva e per la produzione di composizioni anamorfiche³.

L'idea fondamentale di Scheiner (l'uso di un parallelogramma articolato per ingrandire o diminuire proporzionalmente immagini bidimensionali) è alla base dei pantografi ancora oggi in commercio, più sofisticati soltanto da un punto di vista meccanico. Nello strumento prospettico, il parallelogramma è un servomeccanismo montato verticalmente su una tavola di legno, sorretto da un perno AC fissato in C (centro di rotazione) e dotato di un indice MI (l'indice è un puntale secco, non scrivente, destinato a seguire il contorno dell'oggetto da riprodurre) e di una penna BP che traccia il disegno. Durante la deformazione del parallelogramma (che l'operatore muove pilotando la penna BP), i punti C, I, P restano allineati (le distanze CP e CI fissano il rapporto di ingrandimento).

“Ma poiché l'immagine che deve esser toccata dall'indice non è reale, ma è solo la specie intenzionale dell'oggetto sulla superficie del segmento del cono visuale, e la copia che forma la penna ha da esser reale e fisica: occorre che il piano KHNQ sopra cui lavoriamo deve esser in parte reale e fisico, come in LQNO, in parte solo razionale e matematico, come in KLOH (finestra 'cava'). Reale in quella parte che deve esser toccata dalla penna, razionale in quella che dall'indice”. Infine, “si deve eleggere il luogo dove vogliamo stare con l'occhio mentre opereremo; e perciò trovare il modo di tener sempre l'occhio stabile nell'istesso punto: il che sarebbe appoggiando la nuca o la fronte ad alcuna trave, legandovi il capo. Ma essendo questa legatura noiosa, molto meglio sarà l'averne un traguardo sopra una asta piantata, acciò sia ben ferma, in una base di pietra o di legno grave, come il segnato nella nostra figura”.

E così si potrà operare. *«Ma prima che si incominci è bene scorrere con l'indice I tutto l'ambito dell'originale per vedere se la penna può tutto rappresentare sulla carta, e non potendo si muterà alquanto il sito, imitando con ciò i citaredi, i quali avanti di sonare fanno una ricercata per tutte le corde, e se alcuna non è giusta la ritirano».*

1. Christophori Scheiner, *Pantographice, seu Ars delineandi res...*, Roma, Tipografia Ludovico Grignani, 1631. Notizie biografiche su Scheiner https://it.wikipedia.org/wiki/Christoph_Scheiner dove si rimanda anche all'edizione fotografica digitale dell'opera.

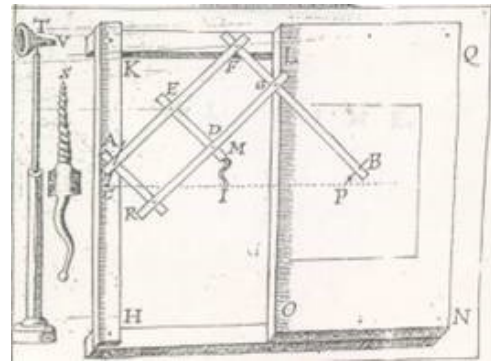
2. *pittore eccellente*. Si tratta di Pierre Gregoire – Petrus Gregorius – autore di *Syntaxeon artis mirabilis*, Leyda 1575.

3. Cfr. su questo M. Kemp, *La scienza dell'arte. Prospettiva e percezione visiva da Brunelleschi a Seurat*, Firenze, Giunti, 1994, pp. 180-183.

Questo prospettografo, che (come lo sportello del Dürer) ha ispirato molti strumenti analoghi, da quello di Wren (1669) a quello di Watt (1765), ha una importanza storica del tutto particolare:

- La produzione della prospettiva è – come nello strumento descritto in precedenza da Ludovico Cardi detto il Cigoli (“Prospettiva pratica”, 1612) – completamente meccanizzata.
- Il foro attraverso il quale si guarda (muovendolo, l’occhio percorre il contorno apparente dell’oggetto) descrive all’interno della finestra “cava” una immagine virtuale (intersezione della piramide visiva col piano della finestra) che il pantografo traduce (sul foglio attaccato al quadro) in un disegno reale. Questo passaggio automatico dal virtuale al reale (trasferimento istantaneo dell’immagine da un piano invisibile a un piano concreto) è considerata da tutti i commentatori dell’epoca una caratteristica “mirabile”, quasi magica, dello strumento: non appare in esso alcuna estraneità tra ciò che è reale e fisico e ciò che è razionale e matematico.
- La dimensione relativa dell’immagine trascritta può essere regolata a piacere senza dover cambiare la distanza tra l’occhio dell’osservatore e l’intersezione.

Noi sappiamo oggi che il pantografo realizza una omotetia. Osserva a questo proposito il Königs (*Lezioni di cinematica*, 1897): «Ogni epoca tiene, per dir così, tra le mani – ma senza averne coscienza – le invenzioni di epoche future: la storia delle cose anticipa spesso quella delle idee. Quando, nel 1631, Scheiner pubblicò per la prima volta la descrizione del suo pantografo, certamente non conosceva i concetti generali che il suo piccolo strumento conteneva allo stato nascente; si può anzi affermare che non poteva conoscerli, perché questi concetti sono legati alla teoria astratta delle trasformazioni: una teoria caratteristica del nostro secolo, in cui dà una impronta unitaria a tutti i progressi compiuti»⁴.



Da utilizzare

- **Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia – Laboratorio Delle Macchine Matematiche**
<http://www.macchinematematiche.org/cataoghi/occhioemano/catalogoweb/introduzione.htm>
- Il **Laboratorio delle Macchine Matematiche** dell'Università di Modena e Reggio Emilia ospita attualmente una collezione di oltre 150 modelli in due sedi: l'aula attrezzata presso il Dipartimento di Matematica e la sede di Via Camatta 15 che ospita anche una esposizione di strumenti per la prospettiva.
<http://www.macchinematematiche.org/>

4. M. Bartolini Bussi, M. Maschietto, *Macchine matematiche: dalla storia alla scuola*, Milano, Springer-Verlag Italia, 2006, pp. 28-29.

TEOREMA

È dato il sistema articolato AEFGBD tale che:

l'asta AF contiene il punto E;

l'asta FB contiene il punto G;

i punti A, D, B sono allineati;

AF è parallelo a DG,

FB è parallelo a ED.

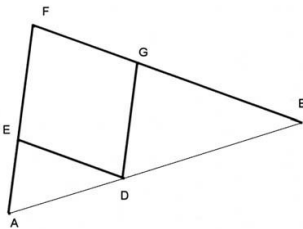
Sia inoltre A fissato nel piano.

Qualunque sia la configurazione delle aste, i punti D e B si corrispondono in una omotetia di centro A e di rapporto

$$\frac{AE}{AF}$$

DIMOSTRAZIONE

Consideriamo la configurazione iniziale in cui i punti ADB sono allineati.



In questa configurazione si ha che i triangoli AED e AFB sono simili poiché hanno i tre angoli congruenti a coppie (sono formati da rette parallele).

Segue che le coppie di lati corrispondenti sono proporzionali:

$$AE : AF = ED : FB.$$

Analogamente, per i triangoli AFB e DGB si ha:

$$DG : AF = GB : FB.$$

Se ora deformiamo il pantografo, EFGD resta un parallelogramma (articolato).

Nella nuova configurazione i triangoli AED e AFB sono simili (poiché hanno congruenti gli angoli in E ed F e le coppie di lati adiacenti in proporzione).

Segue che gli angoli $\hat{E}AD$ e $\hat{F}AB$ sono congruenti da cui segue che A, D e B sono allineati.

Quindi, A, D e B sono allineati in tutte le configurazioni assunte dal pantografo. Dalla similitudine dei triangoli AED e AFB in ogni configurazione, segue che qualunque sia la posizione del punto D:

$$AD : AB = AE : AF = \text{costante}$$

con ADB allineati.

Dunque la funzione

$$D \rightarrow B$$

e un'omotetia di rapporto

$$\frac{AE}{AF}$$

MATERIALE

Con la «rivoluzione scientifica» si cercò di superare la contrapposizione tra sapere teorico e pratica operativa

L'attività intellettuale era tradizionalmente considerata «separata» dalla cultura materiale. I dotti (il teologo, il filosofo, l'umanista) avevano una figura sociale e professionale ben distinta da quella dell'artigiano, dell'artista e, in genere, di chi lavorava manualmente; la competenza degli uni si formava sui libri, quella degli altri era costituita invece dalle abilità pratiche ed empiriche. Lavoro intellettuale e manualità sembravano appartenere a campi diversi ed erano destinati a non incontrarsi se non in casi individuali ed eccezionali. Nel primo campo si elaboravano procedimenti rigorosi e raffinati, ristretti però nell'ambito della parola e del pensiero; nel secondo, grazie al buon senso, alla consuetudine o anche alla bravura personale, si maneggiavano materiali e corpi, si fabbricavano oggetti, pur senza avere il supporto di teorie e conoscenze precise. Il mondo delle idee e quello della materia godevano di diversa valutazione e stima.

Tra Cinquecento e Seicento l'esigenza di superare la divisione, o addirittura la contrapposizione, tra la ricerca puramente speculativa e le «arti meccaniche» fu diffusamente sentita e ne abbiamo testimonianze significative e polemiche, provenienti da uomini di varia collocazione professionale: artigiani e tecnici autodidatti; filosofi come Campanella, Bacone, Cartesio; medici, matematici, studiosi del mondo naturale.

Insieme cambiava il concetto di scienza: da disciplina tutta libresca («filosofia» della natura e discorso retorico) a indagine finalizzata alla conoscenza del mondo materiale. La ricerca di tipo nuovo era sperimentale, si svolgeva mediante strumenti e favoriva perciò la collaborazione tra scienziati e tecnici. Cambiava di conseguenza anche la qualità delle operazioni tecniche, che, assumendo un impianto teorico, si trasformavano in tecnologia.

TESTO 1

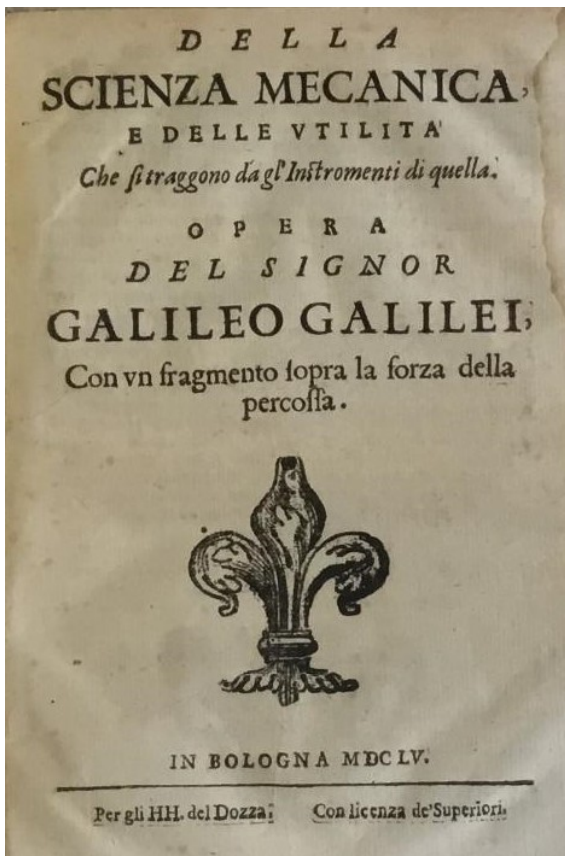
Secondo Galilei il buon impiego delle macchine si fonda sulla conoscenza teorica delle forze naturali che esse sfruttano

Invenzioni e scoperte tecniche, fabbricazione di utensili e anche di macchine segnano l'intero corso della storia dell'uomo. Tuttavia è solo nel quadro della «rivoluzione» scientifica che noi vediamo definirsi l'idea precisa dei fini a cui uno strumento può servire. Prima l'utensile o la macchina erano inventati e costruiti grazie al buon senso, all'abilità individuale, all'osservazione, a tentativi replicati, a successi e insuccessi: in base dunque a un sapere pratico, che non si fondava su teorie. I disegni di macchine, anche del secolo XVI e del XVII, che ci sono pervenuti, ce le mostrano di struttura grossolana; si tratta a volte di macchine realmente costruite, altre volte di progetti non realizzabili; la macchina era fabbricata quasi sempre per approssimazione, senza calcolo, e dava risultati approssimativi e imprecisi (gli orologi, per esempio, erano marchingegni ornamentali, ma non misuravano esattamente il tempo: per una misurazione esatta si continuava a ricorrere alla clessidra). Perché si potesse arrivare alla tecnologia, cioè alla fabbricazione di macchine secondo un modello elaborato in base a cognizioni teoriche e riproducibile con precisione, occorre il supporto di una

fisica moderna.

Galilei in questa pagina – che fa parte di un trattato da lui composto quando insegnava meccanica a Padova, nel 1597-98, e utilizzato forse per l'insegnamento – dimostra di avere una consapevolezza nuova della funzione delle macchine e dei vantaggi che se ne possono ricavare.

Tema conduttore del passo è la polemica contro quei «meccanici» (artigiani, ingegneri) che costruiscono macchine da cui si aspettano effetti irrealizzabili. I loro errori di valutazione derivano dall'attitudine ingenua con cui essi guardano alla macchina come se essa fosse un mezzo «magico» che consente di ottenere qualcosa che è impossibile in natura. La tesi di Galilei è, invece, che lo strumento meccanico sfrutta le forze naturali e che, per utilizzarlo adeguatamente, bisogna comprendere i principi in base ai quali esso funziona. A fondamento della tecnica viene dunque posto un momento teorico, di conoscenza delle leggi fisiche, e l'utilità delle macchine viene definita in base ai vantaggi pratici che se ne possono trarre (risparmio di uomini, di denaro).



Degno di grandissima considerazione mi è parso, avanti che discendiamo alla speculazione delli strumenti mecanici, il considerare in universale, e di mettere quasi inanzi agli occhi, quali siano i commodi, che dai medesimi strumenti si ritraggono: e ciò ho giudicato tanto più doversi fare, quanto (se non m'inganno) più ho visto ingannarsi l'universale dei mecanici, nel volere a molte operazioni, di sua natura impossibili, applicare machine, dalla riuscita delle quali, ed essi sono restati ingannati, ed altri parimente sono

rimasti defraudati della speranza, che sopra le promesse di quelli avevano conceputa. Dei quali inganni parmi di avere compreso essere principalmente cagione la credenza, che i detti artefici hanno avuta ed hanno continuamente, di potere con poca forza muovere ed alzare grandissimi pesi, ingannando, in un certo modo, con le loro machine la natura; istinto della quale, anzi fermissima costituzione, è che niuna resistenza possa essere superata da forza, che di quella non sia più potente. La quale credenza quanto sia falsa, spero con le dimostrazioni vere e necessarie, che averemo nel progresso, di fare manifestissimo.

Tra tanto, poiché si è accennato, la utilità, che dalle machine si trae, non essere di potere con piccola forza muovere, col mezzo della machina, quei pesi, che senza essa non potriano dalla medesima forza esser mossi, non sarà fuori di proposito dichiarare, quali siano le commodità, che da tale facultà ci sono apportate: perché, quando niuno utile fusse da sperarne, vana saria ogni fatica che nell'acquisto suo s'impiegasse.

Facendo dunque principio a tale considerazione, prima ci si fanno avanti quattro cose da considerarsi: la prima è il peso da trasferirsi di luogo a luogo; la seconda è la forza o potenza, che deve muoverlo; terza è la distanza tra l'uno e l'altro termine del moto; quarta è il tempo, nel quale tal mutazione deve esser fatta; il qual tempo torna nell'istessa cosa con la prestezza e velocità del moto, determinandosi, quel moto essere di un altro più veloce, che in minor tempo passa eguale distanza.

[...] Un'altra utilità si trae dalli strumenti mecanici, la quale dipende dal luogo dove dev'essere fatta l'operazione: perché non in tutti i luoghi, con eguale comodità, si adattano tutti li strumenti. E così veggiamo (per dichiararci con qualche essemplio), che per cavar l'acqua da un pozzo ci serviremo di una semplice corda con un vaso accommodato per ricevere e contenere acqua, col quale attingeremo una determinata quantità di acqua in un certo tempo con la nostra limitata forza: e qualunque credesse di potere con machine di qual si voglia sorte cavare, con l'istessa forza, nel medesimo tempo, maggior quantità di acqua, costui è in grandissimo errore; e tanto più spesso e tanto maggiormente si troverà ingannato, quanto più varie e moltiplicate invenzioni anderà imaginandosi. Con tutto ciò veggiamo estrar l'acqua con altri strumenti, come con trombe per seccare i fondi delle navi. Dove però è d'avvertire, non essere state introdotte le trombe in simile uffizio, perché tragghino copia maggiore di acqua, nell'istesso tempo, e con la medesima forza, di quello che si faria con una semplice secchia, ma solamente perché in tal luogo l'uso della secchia o d'altro simile vaso non potria fare l'effetto che si desidera, che è di tenere asciutta la sentina da ogni piccola quantità di acqua; il che non può fare la secchia, per non si potere tuffare e demergere dove non sia notabile altezza di acqua. E così veggiamo col medesimo stromento asciugarsi le cantine, di dove non si possa estrar l'acqua se non obliquamente; il che non faria l'uso ordinario della secchia, la quale si alza ed abbassa con la sua corda perpendicolarmente.

Il terzo, e per avventura maggior comodo delli altri che ci apportano li stromenti

mecanici, è rispetto al movente, valendoci o di qualche forza inanimata, come del corso di un fiume, o pure di forza animata, ma di minor spesa assai di quella che saria necessaria per mantenere possanza umana: come quando per volgere mulini ci serviremo del corso di un fiume, o della forza di un cavallo per far quell'effetto, al quale non basteria il potere di quattro o sei uomini. [...]

Queste dunque sono le utilità che dai mecanici instrumenti si caveranno, e non quelle che, con inganno di tanti principi e con loro propria vergogna, si vanno sognando i poco intendenti ingegneri, mentre si vogliono applicare a imprese impossibili. Dal che, e per questo poco che si è accennato, e per quel molto che si dimostrerà nel progresso di questo trattato, verremo noi assicurati, se attentamente apprenderemo quanto si ha da dire.

Delle utilità che si traggono dalla scienza mecanica e dai suoi instrumenti, in G. Galilei, *Opere*, ed. naz. diretta da A. Favaro, Firenze, Barbera, 1890-1909, ristampata sotto gli auspici del Ministero della Pubblica Istruzione, Firenze, Barbera, 1968, II, pp. 155-158.

Da utilizzare

- **Il testo integrale del passo di Galileo**
https://it.wikisource.org/wiki/Le_mecaniche/Delle_utilit%C3%A0_che_si_traggono_dalla_scienza_mecanica_e_dai_suoi_instrumenti
- **Dalle Meccaniche di Galileo alla vita quotidiana**
<https://php.math.unifi.it/archimede/archimede/traduzioni-multilingue/galileo/guida.pdf>
- **Dal pantografo al prospettografo: una nuova macchina per disegnare la prospettiva**
<http://www.macchinematematiche.org/cataoghi/occhioemano/catalogoweb/Scheiner.htm>

MATERIALE

Dalla fabbricazione dell'«utensile» si passò a quella dello «strumento»

Che cosa distingue lo «strumento», il cui uso ha reso possibile lo sviluppo tecnologico e scientifico, dall'«utensile», che l'artigiano costruiva senza consapevolezza scientifica? Il filosofo Alexandre Koyré ha cercato di precisare la differenza: l'utensile appartiene all'ambito del sapere pratico, nasce dall'esperienza quotidiana, serve a prolungare e rinforzare l'azione delle membra e degli organi sensorii; lo strumento nasce da un progetto intellettuale, ha una base di nozioni

teoriche, serve alla ricerca, cioè può portarci al di là delle apparenze, oltre il campo delle esperienze possibili ai sensi.

Nel mondo antico e medievale si erano utilizzati alcuni strumenti (per esempio: la bilancia, l'astrolabio, il compasso, gli orologi meccanici), perfezionati si attraverso un processo di lenta evoluzione. Nel Seicento si ebbe invece una fase di rapida invenzione; nel corso di pochi decenni comparve un grande

numero di nuovi strumenti: il cannocchiale o telescopio, il microscopio, il bilanci ere a molla degli orologi, lo scappamento ad ancora, vari tipi di termometro, il barometro, la pompa pneumatica, ecc.

Notiamo che Koyré identifica il vero elemento di novità nel cambiamento di valore dello strumento scientifico, e lo fa risalire non a circostanze pratiche, ma alla trasformazione

dei bisogni teorici. Fu per un fine teorico che si costruirono nuovi strumenti e che, soprattutto, si inventarono gli strumenti di precisione (i quali, a loro volta, potevano essere fabbricati solo mediante macchine di precisione). La comparsa di questa tecnica della precisione segna l'inizio della moderna tecnologia.

TESTO 2

La differenza tra utensile e strumento in una pagina di Alexandre Koyré

L'esempio a cui Alexandre Koyré (1892-1964) si richiama è quello, celebre, del cannocchiale di Galilei. Questi aveva avuto notizia, nel giugno 1609, di certi «occhiali» che si fabbricavano in Olanda e con i quali era possibile vedere le cose lontane come se fossero vicine; in base alle informazioni ricevute costruì un suo, perfezionato, cannocchiale e l'utilizzò per osservare i corpi e i fenomeni celesti: la superficie della Luna, la Via Lattea, le nebulose, gli astri fino ad allora invisibili (scoprì subito quattro sconosciuti satelliti di Giove). L'«invenzione» in senso stretto non fu dunque di Galilei e gli avversari, che egli ebbe sempre numerosi, ne approfittarono infatti per accusarlo di sfruttare a suo vantaggio una scoperta altrui; sua fu però la vera novità, e cioè il modo in cui egli adoperò lo strumento. (In seguito impiantò in casa una specie di piccola officina e, con l'aiuto di buoni artigiani, fabbricò decine e decine di cannocchiali, che vendeva e addirittura esportava).

Nulla ci rivelerà questa differenza fondamentale meglio della costruzione del telescopio da parte di Galileo. Mentre i Lippershey e gli Janssen⁵, avendo scoperto per un caso fortunato la combinazione di vetri che forma il canocchiale, si limitano ad apportare i perfezionamenti indispensabili e in un certo modo inevitabili (tubo, oculare mobile) ai loro occhiali rinforzati, Galileo, dal momento in cui riceve notizia degli occhiali da avvicinamento degli olandesi, ne costruisce la teoria. A partire da questa teoria, insufficiente senza dubbio, ma *teoria* pur sempre, egli, spingendo sempre più lontano la precisione e la potenza dei suoi vetri, costruisce la serie dei suoi *perspicilli* che mettono davanti ai suoi occhi l'immensità del cielo.

Gli occhialai olandesi non hanno fatto nulla di simile perché, appunto, non avevano quell'idea dello *strumento* che ispirava e guidava Galileo. Così il fine inseguito – ed attinto – da questo e da quelli era interamente diverso. La lente olandese è un apparecchio pratico: essa ci permette di vedere, a una distanza che supera quella della vista umana, ciò che le è accessibile a una distanza minore. Essa non va e non vuol andare al di là, e non è un caso se né gli inventori, né gli utenti della lente olandese se ne sono serviti per guardare il cielo. È, al contrario, per bisogni puramente teorici, per attingere *ciò che non cade sotto i nostri sensi*, per vedere ciò che nessuno ha mai visto, che Galileo ha costruito i suoi strumenti, il telescopio e poi il microscopio. L'applicazione pratica

5. *Lippershey ... Janssen*. Zacharias Janssen e Johannes Lippershey, occhialai fiamminghi del XVII secolo, si contesero il merito dell'invenzione del cannocchiale.

degli apparecchi stupisce i borghesi e i patrizi di Venezia e di Roma, ma per lui non è che un sottoprodotto. Per contraccolpo, la ricerca di questo fine puramente teorico produce risultati la cui importanza, per la nascita della tecnica moderna, della tecnica di precisione, è decisiva. Per fare apparecchi ottici, infatti, non bisogna solo migliorare la qualità dei vetri che si usano e determinarne – cioè *misurare* prima e poi *calcolare* – gli angoli di rifrazione, bisogna anche migliorare il loro taglio, cioè sapere dare loro una forma precisa, una forma geometrica esattamente definita; e per farlo bisogna costruire macchine sempre più precise, macchine matematiche, le quali, non meno degli stessi strumenti, presuppongono la sostituzione, nello spirito dei loro inventori, dell'universo di precisione al mondo del pressappoco. Così non è affatto casuale che il primo strumento ottico sia stato inventato da Galileo, e la prima macchina moderna – la macchina per tagliare i vetri parabolici⁶ da Cartesio.

MATERIALE

Arti liberali e arti meccaniche

La distinzione tra *arti liberali* e *arti meccaniche* fu effettuata per la prima volta da Marco Terenzio Varrone (116-27 a.C.), storico, erudito e studioso della letteratura, che ordinò il sistema delle scienze in una delle sue ultime opere, le *Disciplinae*, composte di nove libri, che venivano a costituire una vera e propria enciclopedia delle arti liberali. Nei secoli VIII e IX i maestri della rinascita carolingia (Alcuino di York, Rabano Mauro) rielaborarono la materia relativa alle arti liberali dalla cultura della tarda antichità, (Sant'Agostino, Marziano Capella, Isidoro di Siviglia, Boezio, Cassiodoro) e consegnarono questa tradizione alla cultura universitaria del Medioevo.

L'importanza delle arti liberali e la loro supremazia rispetto a quelle meccaniche divennero così patrimonio di tutta la cultura

medievale. Essa può essere riassunta nelle osservazioni del teologo e filosofo Ugo di San Vittore (1096 ca.-1141), che nel *Didascalicon*, un'opera enciclopedica composta probabilmente prima del 1125, scrisse: «Le arti tecniche sono dette meccaniche ossia falsificatrici, perché l'attività dell'uomo artefice si appropria della percezione delle forme che imita dalla natura. Le sette arti liberali sono così chiamate, perché richiedono animi liberi, cioè non impediti e ben disposti (infatti tali arti perseguono penetranti indagini sulle cause delle cose), ovvero perché nell'antichità soltanto gli uomini liberi, cioè i nobili, si dedicavano ad esse, mentre i plebei e coloro che non avevano avuto rappresentanti delle proprie famiglie nelle cariche pubbliche, si occupavano delle arti tecniche con la competenza del loro lavoro».

6. *vetri parabolici*. Vetri rifrangenti limitati da superfici sferiche.

TESTO 3

I filosofi e le macchine

In questo passo riproduciamo la *Premessa* al volume di Paolo Rossi, *I filosofi e le macchine. 1400-1700* (Milano, Feltrinelli, 1° ediz. 1962; qui nella ristampa del 2017). Nella Quarta di copertina del volume si legge: «La compenetrazione fra tecnica e scienza ha segnato, nel bene e nel male, l'intera civiltà dell'Occidente. Ma questo stretto rapporto era assente sia nella civiltà antica sia in quella medioevale. Le sette arti del trivio (grammatica, retorica, dialettica) e del quadrivio (aritmetica, geometria, musica, astronomia) si chiamavano «liberali» perché erano le arti degli uomini liberi, contrapposti ai non liberi o schiavi, che esercitavano le arti meccaniche o manuali. Le arti meccaniche vennero concepite, per due millenni, come necessarie al sapere, ma forme inferiori di conoscenza, immerse fra le cose materiali e sensibili, legate alla pratica e all'opera delle mani».

Alla discussione sulle arti meccaniche, che raggiunse una intensità singolare fra il 1400 e il 1700, appaiono legati alcuni grandi temi della cultura europea. Nelle opere degli artisti e degli sperimentatori del Quattrocento, nei libri di macchine e nei trattati degli ingegneri e dei tecnici del secolo XVI si fa strada una nuova considerazione del lavoro, della funzione del sapere tecnico, del significato che hanno i processi artificiali di alterazione e trasformazione della natura. Anche sul piano della filosofia, in ambienti assai attenti a questo tipo di problemi, emerge una valutazione



delle arti ben diversa da quella tradizionale: alcuni dei procedimenti dei quali fanno uso i tecnici e gli artigiani per modificare e alterare la natura giovano alla conoscenza effettiva della realtà naturale, valgono anzi a mostrare – come fu detto in esplicita polemica con le filosofie tradizionali – la natura in movimento.

La difesa delle arti meccaniche dalla accusa di indegnità, il rifiuto di far coincidere la cultura con l'orizzonte delle arti liberali e le operazioni pratiche con il lavoro servile, implicavano in realtà l'abbandono della concezione della scienza come disinteressata contemplazione della verità, come ricerca che nasce solo dopo che si sono apprestate le cose necessarie alla vita. E alla polemica antiaristotelica si unisce sovente l'altra – largamente diffusa entro la letteratura tecnica – rivolta contro ogni forma di sapienza occulta e segreta, contro l'antichissima concezione sacerdotale del sapere. Gli scrittori di cose tecniche e i filosofi naturali

insistono concordemente su un punto: il sapere ha carattere pubblico e collaborativo, si presenta come una serie di contributi individuali, organizzati nella forma di un discorso sistematico, offerti in vista di un successo generale che dev'essere patrimonio di tutti gli uomini.

Questo modo di considerare il sapere e la scienza – del quale si sono cercate qui le prime tracce nelle opere dei tecnici del tardo Cinquecento – gioca un ruolo decisivo e determinante nella formazione e negli sviluppi dell'idea di progresso scientifico. Gli uomini che operavano nelle officine, negli arsenali, nelle botteghe o che, abbandonato il disdegno per la pratica, consideravano le operazioni che ivi si svolgevano come una forma di conoscenza, giunsero a teorizzare, per il loro

lavoro, fini assai differenti e certo più impersonali di quelli della santità individuale o della immortalità letteraria. Il senso della ulteriore perfettibilità della propria opera, l'affermazione della necessità della cooperazione intellettuale e della progressività di un sapere che cresce su se medesimo nel tempo arricchendosi mediante l'opera congiunta di molti, il riconoscimento dei risultati sempre nuovi cui danno luogo le arti, conducevano d'altro canto ad affermare la limitatezza dell'orizzonte culturale degli antichi e a sottolineare il carattere provvisorio e storico delle loro scoperte e delle loro verità.

Questo motivo, sul quale avevano a lungo insistito gli umanisti del Quattrocento, si congiungeva in tal modo all'attribuzione di un valore universale ad alcune categorie tipiche del sapere tecnico: la collaborazione, la progressività, la perfettibilità, l'invenzione. La cultura filosofica del Seicento portava così a piena e matura consapevolezza alcuni motivi di pensiero che si erano andati lentamente affermando ai margini della cultura ufficiale, al di fuori della cultura accademica, quasi sempre in opposizione a essa: non pochi dei suoi maggiori esponenti si rendevano in tal modo interpreti di alcune vitali esigenze presenti nella realtà storica dell'Europa moderna. In questo senso, e in questi limiti precisi, sono stati affrontati, nelle pagine che seguono, i testi che fan riferimento alla disputa sugli antichi e sui moderni. E non diversamente, nel discorrere di Bruno e di Bacone, di Cartesio e di Galileo, di Gassendi e di Leibniz, ci si è limitati a una considerazione – talora necessariamente sommaria – dell'incidenza che la nuova valutazione della tecnica e delle arti meccaniche ebbe sulle nozioni di natura, di filosofia e di scienza.

Certo è, comunque, che l'idea del sapere come costruzione, l'assunzione del modello macchina per la spiegazione e comprensione dell'universo fisico, l'immagine di Dio come orologiaio, la tesi che l'uomo può davvero conoscere ciò che fa o costruisce e soltanto ciò che fa o costruisce, sono tutte affermazioni strettamente connesse alla penetrazione – nel mondo dei filosofi e degli scienziati – di quel nuovo modo di considerare la pratica e le operazioni al quale sopra si è fatto cenno.

La discussione sulle arti meccaniche, sui rapporti tecnica-scienza, sulla funzione e sui compiti della tecnica, non è certo chiusa nella cultura contemporanea. L'immagine di una città atomica del nostro tempo, circondata di sentinelle, non richiama certo alla mente le città governate dagli scienziati e dominate dalla ragione, le libere accademie progettate e auspicate, tre secoli fa, da non pochi dei pionieri e dei teorici della nuova scienza. I «filosofi naturali» del nostro tempo hanno dovuto lavorare, in più casi, in ambienti ben diversi da quello della Casa di Salomone. Una ricerca fondata sulla segretezza, anziché sulla collaborazione e sulla pubblicità dei risultati, che ha per fine la potenza di uno stato o di un gruppo sociale invece che il benessere dell'intero genere umano, una tecnica ridotta a taumaturgia o a sussidio strumentale di una visione superstiziosa del mondo, uno sfruttamento della natura fondato sullo sfruttamento dell'uomo: tutto ciò è indubbiamente più vicino agli ideali che furono di Agrippa e di Cardano che non a quelli di Bacone e di Galileo. Una ricerca come quella che qui si è avviata – che ambisce a essere solo un capitolo di una storia che diverrà assai più complessa nel corso degli ultimi due secoli – può tuttavia essere non inutile – al fine di chiarire il senso di certi termini e la genesi, spesso assai lontana nel tempo, di problemi ricorrenti e ancor oggi dibattuti.