

1. La svolta tecnologica del Quattrocento e i rapporti tra scienza e tecnica

[...] *l'aspetto che qui preme sottolineare è che questa fioritura delle tecniche (aiutata dall'opera degli umanisti, che contribuirono a far conoscere i testi degli scienziati e degli inventori del passato) non va confusa con una trionfante affermazione della scienza: per essa dovremo aspettare la svolta che inizia con Galileo e che, fra XVI e XVII secolo, segnerà la nascita della scienza moderna; la rinascita tecnica non ha fondato la scienza, né avrebbe potuto farlo, ma ha preparato il terreno alla rivoluzione scientifica, agendo da stimolo e offrendo alla scienza la linfa vitale: «Il soccorso della scienza alla tecnica verrà, in seguito. Ma non va dimenticato che il primo stimolo è quello che proviene dalla tecnica: e lì che s'è compiuto il lavoro di base per sbarazzare il terreno delle vecchie idee, della vecchia routine, mostrandone tutti i limiti» (Romano, Tenenti).*

[...] il Quattrocento vede senza dubbio un rapido moltiplicarsi delle ricerche tecniche e soprattutto degli sforzi per applicare i nuovi ritrovati a tutte le attività della vita civile. Così per esempio l'arte della lana poté trarre notevoli vantaggi dai perfezionamenti meccanici apportati ai telai: il nuovo «telaio a tirella» è descritto in un codice quattrocentesco fiorentino dal titolo *Trattato dell'arte della seta*, di autore anonimo.

Nuove tecniche vennero pure introdotte nella lavorazione del vetro (concentrata a Murano). E dovevano essere molto preziose, se il governo di Venezia sentì l'esigenza di provvedere con severità a sorvegliarne la segretezza.

È risaputo che già nel Trecento aveva cominciato a diffondersi sulle navi l'uso del timone (comparso sui mari del Nord alla fine del XIII secolo); furono però successivi perfezionamenti di tale utilissimo dispositivo di guida e lo sviluppo delle velature a provocare un'autentica rivoluzione della navigazione. Intanto i progressi della carpenteria rendevano possibile la costruzione di navi da guerra e da trasporto di dimensioni sempre maggiori. Nel contempo si rinnovavano e perfezionavano gli strumenti di bordo: la bussola (già in uso, probabilmente, fin dal XII secolo), il solcometro per la misura delle distanze in navigazione (un nuovo tipo di solcometro fu ideato da Leon Battista Alberti), il batimetro per la misura delle profondità, l'astrolabio marittimo (il cui uso è per la prima volta registrato in un documento del 1481), ecc. E sulla base di tutti questi piccoli e grandi progressi tecnici che, a partire dalla fine del Quattrocento, i grandi navigatori potranno realizzare le loro storiche imprese.

Anche l'invenzione della polvere da sparo risale, con probabilità, al XIII secolo; certo è che i primi cannoni fanno la loro comparsa nella prima metà del secolo successivo, ma ancora con scarso successo. Perfino nel Quattrocento essi si rivelano, talvolta, più pericolosi per chi li usa che per colui contro il quale vengono usati. Sono stati soprattutto i progressi realizzati dalla metallurgia a rendere possibile il loro graduale perfezionamento. [...] La tecnica della guerra sta per rinnovarsi completamente.

Anche i primi passi della stampa sono resi possibili dai progressi della metallurgia. Se la xilografia [tecnica di incisione su legno, per riprodurre a stampa disegni, motivi decorativi, brevi scritti] era già in uso nel secolo precedente, e l'impressione con tipi mobili era già nota prima del 1440, l'utilizzazione sistematica di questi tipi si ebbe in Europa solo fra il 1440 e il 1450. Sappiamo con certezza che nel 1447 era in funzione a Magonza una tipografia condotta da Hans Gensfleisch detto Gutenberg e da Johannes Fust: fu questa a stampare le prime opere pervenute fino a noi (qualche verso di un poemetto tedesco sul Giudizio universale e un calendario per il 1448) [...]

Gli studi di idraulica compiono, essi pure nel Quattrocento, notevoli progressi, e sollevano problemi che esigeranno, con sempre maggiore urgenza, una più stretta collaborazione fra tecnica e scienza. Così accadrà anche per la tecnica della progettazione architettonica.

Vogliamo infine accennare al nuovo interesse per la pratica del calcolo aritmetico, che sorge dal diffondersi del commercio e dalla importanza sempre maggiore assunta dai problemi amministrativi. È assai sintomatico che il primo libro di matematica cui spetta l'onore della stampa - *L'aritmetica di Treviso* del 1478 - fu proprio un manuale didattico specialmente rivolto agli apprendisti del commercio, e cioè - come scrive l'anonimo autore - «ad alchuni zovani a mi molto dilectissimi; li quali pretendevano a dover voler fare la merchadantia». Il carattere tecnico-pratico di questi studi determinarono il formarsi, nel Quattrocento, di una nuova interpretazione della matematica [...] Leonardo, poi, saprà elevare la matematica pratica ad un nuovo più alto livello riprendendo la via che era stata aperta nell'antichità dal

grande Archimede.

Singolarmente prese, le innovazioni tecniche sopra menzionate non potevano avere un effettivo peso culturale. Tutte insieme, però, esse sono riuscite a creare nella società del Quattrocento un nuovo ambiente, che ben presto fu in grado di porre alla cultura dell'epoca nuovi problemi fortemente stimolanti.

Riassunta in poche parole, la situazione era questa: i tecnici, formati nella pratica artigianale, non erano più in grado, da soli, di affrontare e risolvere i problemi che venivano via via aperti dai progressi recentemente conseguiti; d'altra parte la società non poteva tollerare che la soluzione di tali problemi venisse rinviata o comunque rallentata, tanto era ormai chiaro a tutti che la forza degli Stati e la ricchezza dei cittadini dipendevano strettamente dai successi della tecnica. Di qui la necessità di formare una nuova categoria di tecnici, o più propriamente ingegneri, capaci di impostare gli anzidetti problemi in forma più razionale. Ma quale doveva essere la preparazione di questo nuovo tipo di studiosi? Donde avrebbero essi potuto attingere le informazioni delle quali avevano tanto bisogno? Era purtroppo ben evidente che non sarebbero state in grado di fornirgliene né la filosofia ufficiale insegnata nelle università, né quella a indirizzo prevalentemente letterario elaborata dagli umanisti. Malgrado i suoi limiti intrinseci, l'Umanesimo riuscì tuttavia a fornire un ausilio prezioso per colmare la grave lacuna; questo consistette nei testi di scienziati e ingegneri dell'antichità, che i filologi misero a disposizione degli studiosi dell'epoca. «La scoperta di un nuovo testo non era soltanto un fatto di importanza archeologica», è stato scritto, «essa era (o almeno poteva essere) un'aggiunta positiva alle conoscenze che stavano a disposizione degli scienziati o medici contemporanei». Da questo punto di vista fu soprattutto positiva la conoscenza degli *Elementi* di Euclide e ancor più delle opere di Archimede e di Erone (se è vero che alcuni di tali testi erano già noti ai medievali, vero è pure che la presentazione critica di essi, fatta dai nuovi filologi, ne permetteva uno studio molto più approfondito e completo) . La scoperta o riscoperta delle grandi opere scientifiche dell'antichità esercitò un'azione determinante sullo sviluppo della scienza pura applicata in tutto il Rinascimento.

È chiaro comunque che lo studio dei classici non poteva bastare. La soluzione dei difficili problemi sollevati dalla tecnica richiedeva innanzi tutto e soprattutto un nuovo modo di esaminare la natura, non più rivolto a coglierne i principi generali, ma a determinare il corso dei singoli fenomeni, a descriverli esattamente in tutti i loro particolari per poterli riprodurre, controllare e regolare a nostro vantaggio. Gli innumerevoli studi di Leonardo sul volo degli uccelli costituiscono un tipico esempio di questo nuovo modo di osservare la natura.

Senza dubbio, per conseguire qualche effettivo risultato furono necessari molti tentativi, pazienti e accuratissimi, e in taluni casi (come appunto in quello del volo) neanche la tenacia e la genialità di Leonardo riuscirono a realizzare l'intento voluto (che, nel caso citato, era quello di costruire una macchina capace di farci volare) . Comunque i successi, sebbene parziali, valevano senza alcun dubbio a compensare le fatiche e spingevano altri studiosi ad avviarsi per la medesima strada. Si formava così, a poco a poco, una nuova categoria di scienziati che portavano nelle proprie indagini un tipo non tradizionale di interessi: che certamente studiavano a fondo la matematica ma per servirsene subito nelle più varie applicazioni, che osservavano la natura ma non solo per comprenderla bensì per riprodurla, che leggevano i più difficili testi scientifici ma non disdegnavano di avvalersi della collaborazione dei tecnici, riflettendo seriamente sui risultati della loro modesta ma prolungata esperienza.

È una mentalità nuova, quella ora accennata, che trova senza dubbio un'effettiva rispondenza e un certo appoggio (sia pure indiretto) nel clima creato dagli umanisti, esaltatore dell'uomo attivo e costruttivo. Malgrado questo appoggio, essa incontrerà tuttavia ancora molte resistenze, prima di giungere ad affermarsi in modo definitivo. Alla fine, comunque, riuscirà a prevalere, e la sua vittoria varrà ad introdurre profonde modificazioni nella stessa problematica filosofica, se non altro perché proporrà una nuova concezione del sapere scientifico.

[L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Graziante, Milano, 1970]

2. L'invenzione della stampa

Con la rapida diffusione della stampa, e con il moltiplicarsi dei libri, si ebbe una "brusca modificazione, delle abitudini degli uomini, una svolta realmente rivoluzionaria, in quanto essa riusciva a soddisfare i bisogni non solo degli intellettuali, ma anche dei semplici curiosi, e, attraverso il

linguaggio delle immagini, perfino degli analfabeti”.

Quasi con lo stesso rilievo dell'artiglieria, l'invenzione cronologicamente alquanto più tarda della stampa s'impose fra la metà del Quattrocento ed i primi decenni del Cinquecento. Mentre anche questa nuova tecnica fiorì innanzitutto nell'Europa del Nord, essa non ebbe un periodo di incubazione molto lungo. Quasi certamente, una sorta di tipografia con caratteri fissi precedette quella con caratteri mobili. In quel primo momento xilografico, brevi testi vennero incisi su matrici di legno, e poi anche di metallo, di non grande formato. La pagina risultava stampata sui fogli vergini alla stregua di una scena figurata da riprodurre. Queste matrici - forse non usate prima del 1430 - presentavano l'inconveniente di non essere molto resistenti oltre che di esigere un prolungato lavoro d'intaglio, da rinnovare per ogni pagina. Intorno al 1450 Giovanni Gutenberg (1395-1468) realizzò a Magonza degli impaginati composti di lettere metalliche e mobili, riutilizzabili, cioè, per un numero indefinito di volte. È lecito pensare che la circolazione degli xilografi abbia stimolato la ricerca di questo procedimento più funzionale. Esso venne individuato comunque in un breve volger di anni, in una regione limitrofa a quella ove erano comparsi gli xilografi, senza dubbio non solo da Gutenberg, che trovò immediatamente numerosi imitatori e concorrenti.

Il passaggio dal manoscritto al libro fu relativamente rapido. Numerosi erano infatti gli artigiani ed i tecnici capaci d'incidere e di lavorare i metalli, in particolare nella zona renana. Il risparmio di tempo e soprattutto la diffusione delle opere erano senza confronto maggiori con il nuovo ritrovato che con la copia manoscritta. La carta, divenuta articolo pressoché corrente, non costituiva più un materiale costoso. Infine non era arduo impiantare tipografie, dato che i caratteri potevano essere trasportati o fabbricati in modo assai agevole. Unico scarto notevole era l'aspetto e la preziosità del manufatto. Senza esser tanto spesso un prodotto di alta qualità, il manoscritto era da secoli anche un'opera d'arte: soprattutto per chi vi era abituato, lo scadimento appariva incontestabile. Assai più nettamente che per le armi da fuoco, la competizione fra i due procedimenti si concluse a vantaggio di quello più moderno: i volumi manoscritti sparirono dalla circolazione già prima della fine del secolo XV, anche se, per motivi di gusto, qualche ricco amatore continuò a farne raramente eseguire alcuni.

L'invenzione dei caratteri mobili fu davvero rivoluzionaria: da un'era di conoscenza si passava ad un'altra. Poco importa che nei primi decenni le tipografie facessero uscire quasi soltanto opere religiose, spesso tutt'altro che di attualità. Si deve pensare infatti che proprio esse godevano di maggior credito ed avevano un pubblico di utilizzatori - gli ecclesiastici - più ampio. Ma la dinamica della loro invenzione era tale che nuovi sviluppi non avrebbero tardato a verificarsi. Essa era atta a soddisfare non solo i bisogni delle persone pie o del clero, ma quelli di tutti: dagli umanisti ai giuristi, dai geografi ai naviganti ed ai minatori, dai semplici curiosi agli stessi indotti (le immagini potendo essere ormai diffuse su vasta scala e parlare a cerchie di analfabeti). Occorre appena aggiungere che nasceva nel contempo una nuova e spettacolare dimensione per ogni tipo di propaganda (soprattutto religiosa e politica) e di informazione o ingiunzione¹.

[...] Ben presto si volle fare anche del libro un'opera di qualità. I primi caratteri, in tutto simili a quelli dei manoscritti ed in genere gotici, data la provenienza nordica dei tipografi, cedettero il posto ad altri più leggibili. In Italia, ma a poco a poco anche in altri paesi, vennero addirittura sostituiti da quelli tondi e corsivi. I caratteri e la presentazione del testo sulla superficie della pagina, non meno delle lettere maiuscole figurate all'inizio dei capitoli e delle illustrazioni, assunsero presto e sovente a realizzazioni artistiche. I prodotti delle varie stamperie vennero contrassegnati da un'immagine emblematica e di richiamo², analoga a quelle che inalberavano le altre botteghe artigiane, ma più raffinata ed insieme ambiziosa. Ciò non era sufficiente per proteggere l'esclusività della produzione di ciascun tipografo: ne vi riuscì neppure il privilegio di stampa, che non si tardò ad istituire, ma venne concesso in generale per un periodo assai breve.

[A. Tenenti, *La formazione del mondo moderno, XIV-XVII sec.*, Il Mulino, Bologna, 1980]

¹ Tra i seguaci e i sostenitori della Riforma si diffonde subito l'idea che la stampa sia un dono di Dio per favorire l'affermazione della vera dottrina contro le pretese della Chiesa Cattolica.

² Nelle ultime righe della pagina finale viene inserito l'indicazione del luogo di stampa, del nome del tipografo, della data di stampa dell'ultimo fascicolo (*colophon* = estremità)