



arte e scienza dell'invenzione



TRA SIRACUSA E ALESSANDRIA IL MEDITERRANEO COME NETWORK TECNOLOGICO

Considerato il centro del mondo, costellato di isole e penisole che vi si addentrano, il Mediterraneo dell'antichità non è solo un "mare tra le terre", ma anche luogo di incontro e travaso di culture diverse. Tra i fattori unificanti occorre ricordare il clima, responsabile di paesaggi e stili di vita comuni nelle zone costiere; tuttavia, le informazioni geografiche e antropologiche registrate dagli autori antichi sono rimaste vaghe, fantasiose e incontrollabili quanto più ci si allontanava dalle sue sponde.

La vicenda di Alessandro Magno aveva inaugurato una nuova epoca: le sue marce verso Oriente avevano posto le condizioni per un concreto contatto tra le antiche società cresciute in quelle regioni e la cultura greca, mentre a Occidente si faceva sempre più marcata la presenza di elementi propri delle civiltà egizia e mesopotamica. La nuova estensione del mondo conosciuto non determina solo la stesura di carte geografiche sempre più aggiornate, ma anche un forte interesse verso la geografia matematica: la conoscenza della lunghezza dell'Egitto consente a Eratostene di calcolare con notevole precisione la circonferenza della Terra, mentre Aristarco, autore di una rivoluzionaria ipotesi eliocentrica dell'universo, determina le dimensioni del Sole e della Luna e la loro distanza dal nostro pianeta. Nelle imbarcazioni che percorrono il Mediterraneo non si scambiano solo beni commerciali, ma anche idee, conoscenze e strumenti per metterle in atto. Gli scritti che Archimede compone a Siracusa attraversano il mare per essere recapitati ad Alessandria: come la costruzione di strade giocherà un ruolo centrale nell'estendere i confini della civiltà romana, così lungo le rotte del Mediterraneo si diffonde la civiltà ellenistica con i suoi contenuti di scienza e tecnica. I sudditi che vivono nei regni scaturiti dalle ceneri del dissolto impero di Alessandro Magno si muovono all'interno di spazi notevolmente ampliati rispetto agli esigui confini della *polis* greca.

Questi vasti territori hanno bisogno, per essere governati, di conoscenze nuove: non a caso i sistemi filosofici lasciano il posto a singole discipline scientifiche che vanno perfezionando contenuti, linguaggio, obiettivi e si pongono le basi per quell'incontro tra scienza e tecnica che caratterizza l'attività di Archimede e dei molti studiosi che per qualche tempo svolgono le loro ricerche nell'Alessandria del III secolo a.C. Nella città egizia essi trovano le condizioni ideali per mettere a frutto quanto appreso nei rispettivi luoghi di origine, dando credito all'immagine di un Mediterraneo costellato da centri in cui doveva essere possibile quantomeno ricevere una formazione tecnico-scientifica di base. Mentre Archimede compone le sue opere tra Siracusa e Alessandria, a Samo si erano formati gli astronomi Aristarco e Conone; quest'ultimo, cui il Siracusano resterà legato da profonda amicizia, sarà ricordato da Apollonio per avere affrontato prima di lui il problema delle coniche e per essere stato autore, secondo Tolomeo, di osservazioni astronomiche in Sicilia, circostanza in cui è plausibile abbia conosciuto proprio Archimede.

Una volta ad Alessandria, Conone dovette istruire un gruppo di allievi tra i quali troviamo quel Dositeo, originario di Pelusio sul delta del Nilo, cui il Siracusano invierà alcuni dei suoi scritti; è significativo ricordare come il nome Dositeo ad Alessandria sia sempre abbinato a persone di origine ebraica. Apollonio frequenta tanto Pergamo quanto Alessandria, Diocle lavora al suo trattato *Sugli specchi ustori* presumibilmente in quell'Arcadia di cui è originario, mentre Ipparco effettuerà buona parte delle sue osservazioni astronomiche a Rodi. A Cirene si era formato Eratostene, uno dei punti di riferimento di Archimede nella città egizia; i medici Erofilo ed

Erasistrato provenivano rispettivamente da Calcedonia e Ceo; da Colophone nella Ionia era giunto Nicandro, autore di testi di medicina, farmacopea e agricoltura. Il meccanico Filone arriva invece ad Alessandria da Bisanzio, non prima di essersi fermato a compiere decisive esperienze a Rodi, dove era riuscito ad osservare il modo di lavorare dei costruttori di macchine all'interno degli inaccessibili arsenali: del resto, proprio nell'isola greca, a Marsiglia e Cizico, secondo Strabone, erano tenute in grande considerazione le questioni riguardanti «[...] architetti, arsenali e macchine».

D'altro canto, fonti letterarie e archeologiche mostrano come, almeno dal VI secolo a.C., il Mediterraneo fosse regolarmente attraversato non solo da mercanti, coloni ed eserciti, ma anche da personaggi capaci di mettere a frutto le stupefacenti novità della tecnica. Architetti, strateghi ed esperti costruttori di macchine avevano individuato nella rigorosa precisione delle misure e nella geometria degli ingrandimenti proporzionali il filo capace di legare ambiti solo apparentemente diversi: edifici, dispositivi da guerra e da cantiere obbedivano alle medesime norme costruttive. Inoltre, rendendosi protagonisti di una svolta epocale nel panorama culturale dell'epoca, alcuni di essi erano divenuti autori di testi, sancendo così la nascita del trattato tecnico, un nuovo genere letterario che andava ad affacciarsi all'interno della cultura ufficiale dominata dai saperi umanistici. Al linguaggio della geometria che disegna forme, architetti e costruttori di macchine abbinavano la capacità di raccontare il comportamento della materia con cui si costruisce.

L'immagine di un Mediterraneo caratterizzato dalla presenza di numerosi centri per l'apprendimento dei saperi tecnoscientifici e percorso da specialisti noti e apprezzati per le loro competenze conferisce dunque maggiore credibilità all'attività pratica che le fonti antiche attribuiscono ad Archimede. Inoltre, l'attenzione che il Siracusano rivolge alla tecnologia meccanica risulterà ancora più chiara soffermandosi, brevemente, sul peso che strumenti, dispositivi e macchine vanno acquisendo nelle ricerche portate avanti dagli studiosi attivi nel corso del III secolo a.C.: di fatto, va accentuandosi la frattura tra i grandi interrogativi della filosofia classica e i problemi da affrontare e risolvere concretamente. È sufficiente considerare le ricerche compiute da Ctesibio, il fondatore della nuova meccanica alessandrina, e da Filone di Bisanzio: entrambi si occupano della costruzione di catapulte sempre più potenti e realizzano dispositivi semoventi per i teatrini di automi; essi descrivono, inoltre, apparati idraulici la cui esistenza ha trovato interessanti conferme archeologiche proprio in Egitto, nella regione del Fayyum, già nel III secolo a.C.

La componente strumentale è addirittura decisiva nella pneumatica, disciplina di punta della nuova meccanica alessandrina.

Appositamente inventati, gli apparati di pneumatica offrono una conferma sperimentale dell'elasticità dell'aria in movimento, del rifiuto del vuoto da parte della natura e dei meravigliosi effetti della contiguità degli elementi sottoposti a determinate situazioni prodotte dalla tecnica.

Destinata a grande popolarità, la pneumatica esercita una chiara influenza soprattutto sulle ricerche dei medici alessandrini, cui fornisce non solo un modello di riferimento, ma anche la strumentazione a sostegno di alcune indagini. Approfondendo il tema del cambiamento di frequenza nel polso, il medico Erofilo si serve di un orologio ad acqua, dispositivo la cui ideazione è attribuita proprio a Ctesibio; nell'analizzare poi il ritmo cardiaco, Erofilo introduce anche un preciso riferimento musicale di cui troviamo conferma in Plinio: «[Erofilo] riportò in scala musicale i battiti del polso secondo le diverse età». Questa informazione rimanda ancora una volta a Ctesibio, che secondo la tradizione sarebbe stato l'ideatore dell'organo idraulico, una delle più straordinarie macchine dell'antichità, dispositivo nel quale non doveva essere impossibile imbattersi se Vitruvio, dopo averlo descritto, afferma: «[...] se qualcuno non troverà sufficientemente chiaro ciò che ho scritto potrà senza dubbio rendersi conto e capire gli ingegnosi congegni di questo meccanismo osservandolo direttamente dal vero». Evidenti legami con la pneumatica sono anche nell'opera del medico Erasistrato, il quale considera il corpo umano una macchina il cui funzionamento è riconducibile a tre sistemi di vasi cavi: arterie, vene e nervi, ognuno dei quali conduce una diversa sostanza vivificante.

La componente strumentale aveva acquisito un posto di rilievo anche nell'attività degli astronomi. Mentre Eudosso suggerisce agli allievi della scuola di astronomia istituita a Cizico l'utilizzo della sfera armillare per comprendere il funzionamento dell'universo, affermazione per la quale verrà violentemente criticato da Epicuro in un passo del libro XI del *Peri Fuseos*, per la lettura dei *Fenomeni* di Arato è di essenziale ausilio il globo celeste, al fine di precisare la fisionomia dei raggruppamenti stellari descritti. Lo stesso Archimede rimanda alla diottra per misurare il raggio dell'orbita del Sole, strumento già noto ad Aristarco e successivamente impiegato con successo da Ipparco. Tuttavia, la fama di Archimede astronomo si lega soprattutto a Cicerone e ai suoi espliciti riferimenti all'esistenza di uno straordinario planetario meccanico capace di raffigurare i moti dei pianeti attorno alla Terra e le eclissi: portato a Roma da Marcello come parte del bottino di guerra, verrà ancora ricordato da autori della tarda antichità. A tal proposito è importante sottolineare come gli studi sui frammenti che compongono il complesso meccanismo di Antikhytera, lo straordinario planetario meccanico realizzato a Rodi attorno alla metà del I secolo a.C. circa, abbiano reso più plausibili proprio le informazioni fornite da Cicerone. Rende conto sottolineare, inoltre, come possa essere stata proprio la circolazione di apparati come questo ad ispirare la teoria degli epicicli, introdotta per salvare la regolarità dei moti circolari dei corpi celesti.

A chiudere questo sommario e parziale elenco resta una delle più significative applicazioni strumentali che le fonti ci tramandano. In un passaggio del trattato *Sulla sfera e il cilindro* Archimede riferisce la possibilità, dichiarata già acquisita, di individuare due medie proporzionali tra due rette date. Si tratta dunque del classico problema della duplicazione del cubo, non risolvibile con riga e compasso: sebbene Archimede non indichi se si stia riferendo alla soluzione fornita da Eudosso oppure a quella di Archita, è interessante osservare come egli ammetta, nel *Metodo*, il ricorso a mezzi meccanici per risolvere i più complessi problemi di geometria. Non è dunque un caso che *Il Metodo* sia dedicato proprio a quell'Eratostene che, ad Alessandria, affronta e risolve il problema della duplicazione del cubo grazie a uno straordinario dispositivo di sua invenzione, il mesolabio, capace di trovare tutte le medie proporzionali desiderate. È significativo ricordare che nell'Alessandria della metà del III secolo a.C., epoca in cui è plausibile che Archimede ed Eratostene si siano incontrati, è attivo anche il già menzionato Filone di Bisanzio. Nel trattato *Sulla costruzione delle armi da getto* egli dedica appassionate ricerche proprio al problema della duplicazione del cubo, per la soluzione del quale ricorre a un dispositivo di sua invenzione, una sorta di pantografo con cui effettuare veloci ed efficaci variazioni di scala. In tal modo Filone riesce a risolvere il problema centrale della nuova poliorcetica del III secolo a.C., cioè accrescere o diminuire le dimensioni di una catapulta in base al peso del proiettile da scagliare. Mentre il peso del proiettile è espresso da una misura cubica, la dimensione della macchina da lancio è data dal modulo, cioè il diametro del foro di alloggiamento della molla a torsione, dunque una misura lineare.

Scaturisce, da queste brevi note, una sintomatica convergenza di interessi che lega personaggi accomunati dalla passione per la ricerca scientifica e per le possibili applicazioni pratiche. L'opera di Eratostene, Archimede e Filone di Bisanzio conferma come, in linea generale, l'ingegnosità degli studiosi nel corso del III secolo a.C. si rivolga anche verso l'invenzione e il perfezionamento di strumenti e dispositivi, il cui impiego è ritenuto essenziale non solo per l'evidente utilità, ma anche per il progresso delle conoscenze scientifiche. Inquadrata nel più ampio contesto dei fenomeni culturali che caratterizzano il III secolo a.C., la parte tecnologica dell'attività di Archimede acquista una dimensione più chiara ed equilibrata. Se la stesura di testi e l'utilizzo di strumenti sono il segno della nuova cultura scientifica che va diffondendosi nel Mediterraneo, Archimede è perfettamente integrato in questo scenario.

Giovanni Di Pasquale
Museo Galileo - Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze