do o nell'altro, può prefigurare quel che oggi noi definiamo scienza". Opportunamente la Grecia, studiata sino al V secolo a.C., non è isolata dall'Oriente, ma quest'ultimo è visto come l'ambito in cui si formano le discipline prescientifiche, in cui cioè determinati oggetti (astri, numeri, ecc.) cominciano a essere studiati, mentre la Grecia appare la terra dove nasce lo spirito scientifico, come esigenza di intelligibilità e razionalità, come se questa fosse assente in Oriente. Il fatto è che Pichot, privilegiando la matematica nella sua forma greca, considera la dimostrazione come connotato decisivo della scienza *tout court* e stabilisce una relazione stretta tra scientificità e grado di matematizzazione. Nella parte dedicata alla Grecia il lavoro ripropone un vecchio modello storiografico, che interpreta la vicenda dei cosiddetti presocratici come un'evoluzione progressiva, ma in maniera non sempre fedele alla cronologia reale. La posizione dominante è occupata da Parmenide, che rappresenta il progresso decisivo rispetto alla fisica dei Milesi e dei Pitagorici. Ciò perché, tra l'altro, Parmenide si renderebbe conto che la via della verità è riservata agli dèi, mentre l'uomo deve contentarsi di quella dell'opinione. È un peccato che di questa convinzione non compaia traccia esplicita nei versi di Parmenide e che Pichot taccia del tutto sul proemio del poema, che potrebbe suscitare qualche dubbio su questa interpretazione. Purtroppo questa ricostruzione non mostra sempre consapevolezza dei delicati problemi storiografici posti dal fatto che le dottrine cosiddette presocratiche sono giunte a noi attraverso la mediazione di autori posteriori, né risulta sempre aggiornata rispetto al livello raggiunto dagli studi più recenti, come quelli dello stesso Lloyd o di Burkert sul pitagorismo o di numerosi altri sulla medicina ippocratica o sull'atomismo. A compensare queste debolezze sul piano teorico il volume presenta invece, a mio avviso, aspetto positivo soprattutto nelle parti dove sono esposte le tipologie di scrittura, i sistemi di numerazione e misurazione, il modo in cui venivano effettuati i calcoli o risolti i problemi geometrici, la teoria delle proporzioni e la fisica musicale dei Pitagorici e così via. Su questi punti, riguardanti la presentazione di dati di fatto e la descrizione di procedure effettive, il lavoro è corredato di numerose tavole, estremamente chiare e assai utili anche a scopi didattici.

tanto raramente hanno saputo spiegare come e perché una certa macchina dischiuda nuovi orizzonti alla tecnologia. Ecco la "scatola nera", che questa Storia delle macchine *provvede ad aprire e il cui interno viene descritto con abbondanza di particolari. Ci viene così spiegato in cosa consistettero le innovazioni del telaio e del processo di filatura dal XVI al XIX secolo. Si capisce perché il mulino ad acqua e lo sfruttamento della forza idraulica modernizzarono l'Occidente dopo i secoli delle invasioni barbariche. È chiarito in che modo le macchine specificamente progettate per quest'opera contribuirono a scavare il Frejus in 15 anni invece che nei 33 che sarebbero occorsi con la tecnologia precedente.*

In queste considerazioni si avverte la presenza del modello storiografico delle "Annales" di Lucien Febvre e Marc Bloch, ma bisogna riconoscere che nel libro di Marchis non compare alcun riferimento a quella che dovrebbe essere la Storia con la esse maiuscola. Con disincantato pragmatismo, l'autore riconosce che è meglio cominciare a scrivere e a ripensare la storia della tecnologia senza attendere di vedere soddisfatte tutte le condizioni che teoricamente permetterebbero un'"autentica" storia della tecnologia. Se in Italia la storia della tecnologia non è mai stata disciplina autonoma, anche perché troppo spesso si sono disperse le energie per commentare o criticare la troppo tecnica e arida storia della tecnologia inglese (quella di Singer, tradotta da Bollati Boringhieri: vedi scheda a p. 29/XIII) oppure il troppo sociologico modello statunitense.

In questo senso, il libro di Marchis giunge come un'autentica novità, anche perché invece di soffermarsi su confronti e su programmi, si porta immediatamente e decisamente nel vivo dell'argomento, e la storia della tecnologia la fa davvero. Non ci si lasci dunque fuorviare dal titolo: il libro racconta la storia, anzi le molte storie, delle macchine, ma sempre alla luce di quanto la storia delle idee, la storia politica, la storia economica e le altre storie disciplinari ci hanno insegnato sull'epoca nella quale una determinata macchina fu realizzata o pensata.

*Questa pluralità di rimandi tra la macchina, il suo funzionamento e il suo significato nel contesto storico assume particolare completezza nel capitolo terzo, dedicato principalmente alla rivoluzione industriale. Marchis ricostruisce il passaggio dal legno al ferro, la nascita e lo sviluppo della metallurgia, la soluzione del problema energetico con l'introduzione della macchina a vapore, l'evoluzione e le rivoluzioni nella produzione tessile, il ruolo fondamentale del tornio, "la macchina utensile universale per eccellenza", e il moltiplicarsi di macchine che fanno macchine. Tutto questo viene studiato insieme al ruolo giocato dalla nascita delle accademie delle scienze e al loro ruolo come punto di riferimento per la valutazione delle innovazioni e delle invenzioni tecnologiche; insieme alle immagini e agli ideali della tecnologia che compaiono nell'*Encyclopédie *e nei sempre più numerosi trattati e dizionari che aspirano alla sistematizzazione delle discipline tecnologiche; insieme alle difficoltà poste dal trasferimento (spionaggio industriale e tutela dei brevetti) e dalla trasmissione del sapere tecnologico (le scuole tecniche); insieme alla discussione del rapporto tra sviluppo scientifico e innovazione tecnologica, con il riferimento alla strumentaria scientifica e alla produzione di automi e giocattoli.*

Teorie e teoremi

di Alberto Perelli

ANDRÉ WEIL, *Teoria dei numeri. Storia e matematica da Hammurabi a Legendre*, a cura di Claudio Bartocci, introd. di Enrico Bombieri, Einaudi, Torino 1993, ed. orig. 1984, trad. dal francese di Alberto Collo, pp. XX-356, Lit 48.000.

La teoria dei numeri, più di ogni altro ramo della matematica, è dotata di un suo fascino particolare al quale sono sensibili anche i non matematici: i numeri naturali, che formano il suo oggetto di studio e che ci sono familiari fin dai primi anni di scuola, sembrano infatti avere una loro specifica "concretezza" — in opposizione, ad esempio, all'"astrattezza" dell'algebra — che quasi li apparenta agli oggetti del mondo fisico. Per questa ragione enunciati celebri come quello del cosiddetto "Ultimo Teorema di Fermat" diventano noti anche al di fuori della ristretta cerchia degli specialisti, e la notizia di una probabile dimostrazione di questa congettura — annunciata quasi un anno or sono da parte di Andrew Wiles, un matematico di Princeton — trova spazio persino sulle pagine dei quotidiani. Ma il tono di questi articoli — quando non sono del tutto campati in aria — si mantiene, necessariamente, fra l'aneddotico e il divulgativo.

Non è certo questo il caso di *Teoria dei numeri*, di cui accogliamo con vivo piacere la traduzione in italiano e che è senza dubbio destinata ad affiancarsi ai classici di storia della matematica, da Felix Klein a Van der Waerden. Vi si ripercorrono, in una sintesi magistrale, oltre duemila anni di teoria dei numeri, dalle origini fino alle soglie dell'Ottocento, ricostruendo una storia non solo di uomini ma soprattutto di idee e sottolineando tutte le profonde ramificazioni con altre branche della matematica, dall'analisi alla geometria all'algebra.

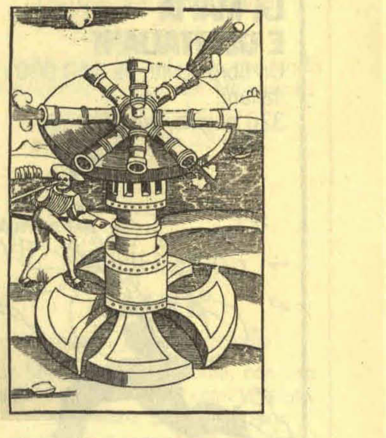
André Weil, fratello di Simone, nasce a Parigi nel 1906; cresciuto in uno stimolante ambiente intellettuale, si forma ben presto una vasta cultura umanistica, sebbene la sua vera passione sia la matematica. All'inizio degli anni venti studia all'École Normale di Parigi, dove è allievo di Jacques Hadamard, grande figura della matematica francese. La sua tesi di dottorato (1927), nella quale risolve un problema posto da Poincaré, rappresenta un importante passo in avanti nello studio delle equazioni diofantee. A questo periodo risalgono i primi incontri con i grandi matematici francesi e le letture dei classici, tra i quali spicca il nome di Riemann. Nel 1925 il giovane Weil passa sei mesi a Roma, dove entra in contatto con le aree più avanzate della geometria algebrica (che, ricordiamo, a quell'epoca ha in Italia la scuola più prestigiosa) e conosce Severi, Zariski, Enriques e Lefschetz. Intraprende quindi un lungo viaggio attraverso le capitali scientifiche europee: prima di fare ritorno a Parigi ha avuto modo di incontrare molti dei più geniali matematici del tempo. Il suo amore per l'antica cultura sanscrita — con la quale è entrato in contatto attraverso i corsi di Sylvain Lévi al Collège de France — lo porta in India, ad Aligarh, dove passa circa due anni e dove diventa amico personale del futuro presidente della confederazione indiana Zakir Husain e incontra Gandhi. Nel 1932, rientrato in Francia e nominato professore prima a Marsiglia quindi a Strasburgo, è tra i fondatori, insieme a Cartan, Delsarte, Chevalley, Dieudonné e alcuni altri, del gruppo Bourbaki. Già durante il soggiorno romano Weil si era reso conto dell'inadeguatezza e incompiutezza dei fondamenti della geometria algebrica. Il gruppo Bourbaki nasce proprio dall'esigenza di una rigorosa sistemazione formale dei concetti fondamentali della matematica, resa tanto più necessaria dalla ricchezza di idee e dalla nascita di nuove discipline — quali la teoria degli insiemi, l'algebra astratta e la topologia — che avevano caratterizzato i due secoli precedenti. I bourbakisti intraprendono una vasta opera di sistematica revisione e formalizzazione delle principali teorie matematiche, introducendo uno stile di far matematica la cui influenza è tuttora evidente nella ricerca contemporanea e il cui successo è dovuto in buona parte alla forte personalità scientifica dei suoi ideatori, e in particolar modo a Weil. All'inizio della seconda guerra mondiale Weil, accusato di spionaggio mentre si era rifugiato in Finlandia, scampa miracolosamente alla fucilazione e viene tradotto in Francia. A questo periodo risalgono le sue importanti ricerche che estendono la geometria algebrica classica fino a includervi lo studio dei campi finiti e culminano con la dimostrazione, in questo contesto, dell'analogo dell'ipotesi di Riemann e con la pubblicazione, nel 1946, della monumentale opera *Foundations of algebraic geometry*. Nel 1941, dopo varie vicissitudini e peripezie, Weil approda negli Stati Uniti; trascorsi alcuni anni incerti e difficili, viene chiamato all'università di San Paolo, quindi di Chicago e infine presso l'Institute for Advanced Study di Princeton, dove tuttora risiede. (Ricordiamo che l'autobiografia di Weil, *Ricordi di apprendistato*, è appena stata pubblicata da Einaudi).

Con rigore assoluto e grande ricchezza di vedute, *Teoria dei numeri* propone un'analisi dello sviluppo dell'aritmetica superiore, a partire dalle più arcaiche manifestazioni che fornirono le prime motivazioni di base, fino a giungere all'epoca di Legendre, intorno alla fine del Settecento. Come sottolinea Bombieri nella sua introduzione, la prospettiva interpretativa di Weil concepisce lo studio attento di questa fase iniziale come necessaria premessa alla comprensione degli sviluppi successivi.

Durante la lettura, o meglio, si dovrebbe dire, lo studio di quest'opera, si ha subito l'impressione di una grande profondità di dottrina. Vengono esaurientemente trattati, con abbondanza di dettagli e riferimenti, sia gli aspetti teorici sia quelli tecnici, i quali d'altra parte si intrecciano di continuo. Nonostante la miriade di dettagli spesso difficili da collegare l'uno all'altro, l'autore riesce a comunicare l'idea che esista una sostanziale continuità nello sviluppo delle varie ricerche, nonché un'intrinseca unità e coerenza nelle argomentazioni, ed evidenzia come non di rado un medesimo principio base si ripresenti, applicato in forma diversa, a distanza di anni oppure di secoli.

Anche limitandosi a considerare il solo aspetto tecnico, il volume si presenta ben più ricco di un qualsiasi altro trattato di teoria "elementare" dei numeri. Il filo conduttore indicato dall'autore permette di riconoscere in modo chiaro l'origine di una moltitudine di idee matematiche di grande portata, inserite nella narrazione storica in modo da renderne manifesta la naturalezza. Anche concetti classici, che vengono trattati in numerose altre opere e sui quali non ci si aspetterebbe forse di poter imparare nulla di veramente diverso, appaiono invece sotto nuove prospettive, illuminati da penetranti e sottili osservazioni circa la loro natura e il contesto matematico più appropriato nel quale inserirli, comparati tra loro con riferimenti incrociati, studiati in relazione a sviluppi successivi e a impostazioni più moderne di carattere algebrico e geometrico, che vengono illustrate con dovizia di dettagli nelle varie appendici.

Fra i numerosi tesori che si possono scoprire in quest'opera vogliamo ricordare il metodo della discesa di Fermat (che è collegata con la legge di gruppo sulle cubiche) e i risultati di Fagnano ed Eulero sugli integrali ellittici; i primi studi sulle forme quadratiche — dalle congetture di Fermat alle conferme da parte di Eulero e Lagrange fino ai teoremi di Legendre — e i calcoli attraverso i quali Eulero arrivò a dimostrare la formula ora detta di Eulero-McLaurin, inventata nel tentativo di risolvere un'equazione alle differenze finite; e, ancora, i numeri di Bernoulli, la somma della serie degli inversi dei quadrati dei numeri naturali e il prodotto infinito per la funzione zeta. Particolarmente appassionante è la discussione di tutte le sfaccettature di una vicenda intricata come quella della pretesa dimostrazione, incompleta e parzialmente errata, della reciprocità quadratica da parte di Legendre, e delle sue successive recriminazioni nei confronti di Gauss, che era riuscito a dimostrare il teorema in modo rigoroso, mettendo in evidenza le pecche insite nel ragionamento del matematico francese. Quali erano gli errori di Legendre? Che cosa pensava, a torto, di poter assumere come ovvio? Quali circoli viziosi nascondevano le argomentazioni? In quali casi esse funzionavano? Qual era il loro limite naturale? E che cosa ha a che fare tutto questo con il principio di Hasse locale-globale, i caratteri quadratici e molto altro ancora?



Abbiamo finora parlato del contenuto matematico, ma quello storico non è meno ricco. D'altra parte, come abbiamo già detto, i due aspetti non vengono considerati disgiunti, bensì fusi in un quadro unitario, e si ha così l'impressione di poter ripercorrere passo passo, con Fermat, Eulero, Lagrange, Legendre il cammino che li condusse alle loro conquiste più importanti, disseminato di osservazioni *a latere* e di calcoli preliminari, tutti dettagli importanti che troppo spesso rimangono in ombra in altre, pur valide trattazioni che si limitano a riportare soltanto i risultati finali, ripuliti e distillati. Poiché il pensiero dei protagonisti viene sempre ricostruito in una prospettiva coerente e unificatrice, Weil riesce a risalire, in maniera del tutto convincente, alle attribuzioni esatte di vari risultati e a ristabilire la corretta cronologia dello sviluppo di certe idee fondamentali.

Oltre ai numerosi pregi intrinseci dell'opera, occorre anche sottolineare il fatto che l'accurata edizione italiana è arricchita da un'introduzione di Enrico Bombieri — collega di Weil all'Institute — che in poche pagine fornisce un profilo significativo e profondo dell'opera e della personalità di Weil, e consente di affrontare la lettura del libro preparati a coglierne i frutti migliori. Infine un'ultima osservazione: lo studio attento di quest'opera è senz'altro faticoso e difficile, e probabilmente una comprensione profonda è preclusa a chi non disponga di un'adeguata maturità matematica. Ciò nonostante, anche i lettori meno preparati scientificamente, limitandosi alla lettura delle parti meno tecniche, potranno trovare molte occasioni per spunti e osservazioni di interesse.