

Les Mathématiques arabes: VIIIe–XVe siècles

Adolf P. Youschkevitch

Quanto segue è la traduzione del capitolo I dell'opera *Les Mathématiques arabes: VIIIe–XVe siècles* di A. P. Youschkevitch. In questa parte introduttiva, l'autore presenta un quadro storico dettagliato che permette di contestualizzare i matematici trattati nella mostra.

Capitolo I: Quadro Storico

Nel VII secolo i paesi Arabi hanno visto uno straordinario e rapido sviluppo culturale che ha suscitato l'interesse del mondo intero. Alla fine del VI e all'inizio del VII secolo, l'Arabia ha dovuto superare una grave crisi economica e politica; in particolar modo Muhammad (Maometto), il fondatore dell'Islam, fu costretto dai suoi avversari politici e religiosi, a fuggire dalla Mecca nel 622, e a rifugiarsi a Yatrib, l'attuale Medina.

Questa forma di monoteismo, chiamata Islam, si sviluppò tra gli strati inferiori della società sulla base di alcune forme di credenze già esistenti, opponendosi al politeismo delle classi dominanti d'Arabia. Nella città di Medina, Muhammad fondò una coalizione di tribù arabe che aderirono all'Islam; lui stesso fu riconosciuto come il profeta di Allah. Il 622, anno della sua fuga (egira) dalla Mecca, fu dichiarato il primo anno dell'era Islamica, cioè l'inizio del nuovo calendario dei musulmani, vale a dire dei seguaci dell'Islam. Otto anni dopo, nel 630, Muhammad ritornò da vincitore alla Mecca, dove morì due anni più tardi. I successori del "Profeta" divennero i califfi. Essi intrapresero una serie di conquiste in terre ricche dell'est e dell'ovest. In particolar modo, al fine di diffondere l'Islam, combatterono i miscredenti in nome della guerra santa.

In merito all'argomento, il 2 giugno 1853, Karl Marx in una lettera a Friedrich Engels scrisse:

“per quanto riguarda la religione, la questione è ridotta a una domanda di carattere generale, a cui è facile rispondere: perché la storia dell’Est appare come una storia delle religioni?”.

In meno di un secolo gli Arabi riuscirono a conquistare un territorio immenso. Nel 637 prevalsero su Siria e Iran e, nel 642, invasero l’Egitto. Le guarnigioni bizantine in Siria e in Egitto si trovarono di fronte a una vera resistenza. I protagonisti di essa furono artigiani e contadini, i quali, precedentemente sottoposti a una dura servitù, sostennero, come in altri paesi, gli Arabi nella speranza di un miglioramento delle loro condizioni di vita. Nel 711, gli Arabi, a cui si unirono i Berberi, attraversarono lo stretto che separa l’Africa dall’Europa. Questo stretto è noto con il nome di Gibilterra, latinizzato dall’arabo *Gabal Tareq*, che significa montagna di Tareq, importante condottiero dell’esercito arabo. Nel 712, gli eserciti Arabi conquistarono il Khwarezm e una parte del Punjab. A metà del VIII secolo, i califfi sottomisero la penisola iberica (esclusa la sottile striscia di terra delle Asturie), tutti i territori dell’Africa mediterranea, il Medio Oriente, una grande parte dell’Asia minore, il Caucaso, l’Asia centrale e una parte della valle dell’Indo. Il loro avanzamento, instancabile all’inizio, gradualmente perse il suo vigore e si arrestò ai confini della Cina. Tra il 717 e 718, i bizantini riuscirono a respingere l’ultimo assalto marittimo della flotta araba alla città di Costantinopoli. Per quanto riguarda il territorio francese, invece, gli Arabi furono sconfitti dall’armata di Carlo Martello, nella battaglia di Poitiers del 732. Come rivincita, riuscirono, a metà del IX secolo, a conquistare la Sicilia e a mantenerne il controllo per quasi due secoli.

Al tempo della dinastia degli Omayyadi, capitale del califfato era, sin dal 635, Damasco in Siria. Più di un secolo dopo, nel 772, al-Mansùr, secondo califfo della dinastia abbaside, trasferì la capitale a Baghdad, città che egli stesso aveva fondato in Iraq. Tra il susseguirsi di avvenimenti politici che interessarono il califfato, ci furono anche il declino della società basata sulla schiavitù e la nascita di una forma orientale di feudalesimo.

I sovrani di Baghdad dedicarono grande attenzione all’agricoltura e di conseguenza anche all’irrigazione artificiale. Gli abitanti delle città raggiunsero un livello molto alto di cultura; si videro nascere magnifici edifici architettonici; l’artigianato ebbe una grande crescita e si svilupparono differenti rami del commercio. Allo stesso tempo, attraverso una forma di assegnazione diversa da quella europea, le proprietà terriere furono distribuite da parte dei signori feudali; ciò accadde come conseguenza del favoreggiamento della decentralizzazione. Inoltre, le rivolte dei paesani e degli schiavi, di

tanto in tanto, scossero le fondamenta del potere dei califfi. Questo favorì il successivo declino del califfato.

Gli Arabi diedero prova, in generale, di tolleranza e di rispetto delle credenze e dei costumi dei popoli che essi avevano conquistato, anche se la conversione all'Islam offrì a coloro che vi aderirono un vantaggio certo. Come effetto di un'azione combinata di incoraggiamento e costrizione, la maggior parte della popolazione del califfato si convertì progressivamente all'Islam. Questa conversione fu particolarmente favorita dall'eclittismo che caratterizzò questa religione; furono assimilati elementi di politeismo, credenza mosaica e fede cristiana. In aggiunta, l'arabo, lingua ufficiale dello stato e della religione, divenne in molti paesi la lingua del popolo e in un modo assolutamente generale, la lingua degli intellettuali.

Nei paesi conquistati, gli Arabi scoprirono una cultura superiore alla loro e assimilarono molto rapidamente le culture che gli abitanti di questi paesi avevano sviluppato nel corso del tempo, grazie ad un livello di sviluppo molto avanzato. In comune con gli Aramei, i Persiani e gli Ebrei, gli Arabi intrapresero la costruzione di una nuova cultura ben caratterizzata. Secondo la tradizione, Omar, il secondo califfo (634–644), ordinò di distruggere una grande quantità di libri presi in Iran, dichiarando:

“Se questi libri contengono ciò che conduce alla verità di Allah, ci è concesso prenderli a maggior ragione; ma se questi libri contengono cose false, allora sono inutili”.

Queste parole esprimono parzialmente l'atteggiamento dei primi conquistatori, perché un tale fanatismo fu estraneo alla linea dei successivi sovrani dell'Islam. Le importanti correnti, razionalistica e materialistica, che esistevano all'interno della filosofia Islamica, incoraggiarono i filosofi dell'Islam a raccogliere l'eredità intellettuale dell'antichità e a favorire la vitalità delle scienze della natura.

A dispetto dello spirito di tolleranza che essi dimostrarono in generale, a volte gli Arabi sottomisero e conquistarono territori attraverso violenze che portarono in alcuni casi alla scomparsa delle culture indigene. Ciò è quello che accadde, per esempio, allo stato altamente sviluppato di Khwarezm. Al-Biruni, originario di questo paese, scrisse nel X secolo circa la conquista del suo paese da parte degli Arabi:

“e così a Qutayba scomparvero gli uomini che avevano imparato bene la scrittura del Khwarezm, che conoscevano le tradizioni di questo paese e che insegnavano le conoscenze dei suoi abitanti”.

Ci furono varie violenze e (queste tradizioni) furono sepolte nelle tenebre così da non poter conoscere esattamente (anche in Khwarezm) che cosa precedette la diffusione dell'Islam".

Questo è il motivo per cui oggi non sappiamo più nulla dello sviluppo delle scienze nell'ex-Khwarezm, sebbene un'importante parte degli eminenti studiosi ismaeliti sia originaria di questa regione.

Il commercio svolse un ruolo di primo piano nello sviluppo della scienza. Le relazioni commerciali del califfato coprirono un vasto territorio. Gli Arabi ebbero relazioni commerciali con India e Cina, con Bisanzio, con la Russia e con tutti gli stati affacciati sul Mediterraneo. I commercianti e i viaggiatori Arabi iniziarono lunghi viaggi, risalirono il Volga, si addentrarono in Africa centrale e sbarcarono in Madagascar, lungo la costa orientale dell'Africa. I califfi inviarono ambasciatori sia alla corte di Carlo Magno che a quella dell'imperatore di Cina.

Già da tempo in Siria, in Mesopotamia e Iran erano attive scuole scientifiche, in cui, oltre alla filosofia aristotelica, si insegnavano scienze della natura e matematica. Si insegnava anche la medicina, in particolare, le dottrine di Ippocrate e Galeno. Tali scuole esistevano a Edessa, Nisibi, Gundischapur, Keneschra, ecc. Per tutto il VI e VII secolo, gli studiosi pagani, come pure gli studiosi cristiani appartenenti a varie sette furono espulsi da Bisanzio e trovarono rifugio in Medio Oriente. Quando nel 529, l'accademia neoplatonica di Atene venne chiusa su ordine dell'Imperatore Giustiniano (527–565), sette filosofi, tra cui Simplicio, il famoso commentatore di Aristotele e di Euclide, trascorsero diversi anni presso la corte del re persiano Anusirwan (531–579). Inoltre, i medici di questo re studiarono la medicina indiana e, con ogni probabilità, fu in questo momento che venne introdotto in Iran il gioco degli scacchi, di origine indiana. Molti libri greci riguardanti la filosofia e la scienza furono tradotti in siriano e persiano. Ad esempio Severus Sibohht, originario di Nisibi, che visse nel chiostro di Keneschra in alta valle dell'Eufrate, tradusse in siriano, a metà del settimo secolo, gli Analitici di Aristotele, aggiungendo il suo commento. Inoltre egli scrisse, basandosi su fonti greche, opere di astronomia e di geografia e compose un trattato su l'Astrolabio.

Verso la fine del settimo secolo, un altro siriano, Georgios, che fu vescovo di una setta molto attiva di cristiani arabi di al-Kijfi, a sud di Baghdad, tradusse e commentò l'Organon e compose, nella sua lingua madre, una poesia sul calendario. Intanto, in Egitto, continuarono a vivere le propaggini della Scuola di Alessandria, in passato così famosa. Mentre, nel 718, il califfo Omar II (717–720) ordinò agli studiosi del Museo di trasferirsi in Antiochia.

Sotto la dinastia degli Abbasidi, le città siriane persero la loro importanza, le scuole furono trasferite prima a Harran e poi a Baghdad. L'influenza greca giocò un ruolo cruciale in questa cultura. Tuttavia questa si mescolò e rivaleggiò in parte con l'influenza Indiana e, in particolare, con le antiche tradizioni di Babilonia che furono di importanza fondamentale per quanto concerne l'astronomia e la matematica.

Verso la fine dell'ottavo e l'inizio del nono secolo molti studiosi e traduttori, provenienti da diverse regioni, vennero raggruppati a Baghdad. Alcuni califfi come al-Mansur (754-775) e Harun ar-Rasid (786-809), l'eroe dei racconti del libro Mille e una notte, incoraggiarono lo sviluppo delle scienze della natura e della matematica. Nel regno di Harun ar-Rashid, fu fondata una importante biblioteca che fu fornita anche dei manoscritti di Bisanzio. Più tardi il califfo al-Ma'mun (813-833) vi inviò una missione speciale.

Baghdad aveva diverse decine di biblioteche e librerie, luoghi in cui molti scribi copiarono la letteratura scientifica. Come era stato fatto prima dai Tolomei, al-Ma'mun riunì gli studiosi in una sorta di accademia: Bayt al-Hikma, vale a dire la *Casa del Sapere*. In aggiunta alla biblioteca, la *Casa del Sapere* comprendeva un osservatorio molto ben attrezzato. Un altro osservatorio, più importante, invece, si trovava a Damasco, qui furono intraprese numerose ricerche di astronomia e geografia. All'interno di questi studi, vennero prodotte nuove misure dell'inclinazione dell'eclittica, della lunghezza di un arco di meridiano e nuove mappe geografiche. Anche facoltosi mecenati incoraggiarono in modo efficace la ricerca scientifica e, a volte, si interessarono loro stessi alla scienza. Ad esempio, il figlio del dignitario Musa Ibn Sâkir, che visse al tempo di al-Ma'mun, si interessò di astronomia. Spesso il patronato dei signori e dignitari era legato a superstizioni astrologiche.

Allo stesso tempo, chimica, medicina, farmacologia, zoologia, botanica e mineralogia videro uno sviluppo straordinario. Infine, fu in questo momento che nacquero scuole filosofiche di grande importanza per tutte le scienze della natura e della matematica. Come Aristotele, i pensatori del mondo islamico si contraddistinsero per l'interesse che avevano in tutti i campi del sapere, per la conoscenza enciclopedica e per le ricerche più varie: i matematici, per esempio, si occuparono frequentemente di medicina.

Il primo grande filosofo dell'Islam fu un arabo, originario di Bassora, Abû Yûsuf Ya'qub Ibn Ishaq al-Kindi (morto nel 873); egli lavorò a Baghdad sotto il regno di al-Ma'mun e di al-Mu'tasim (833-843). Quando giunse l'epoca di al-Mutawakkil (847-861), l'influenza dell'ortodossia islamica aumentò notevolmente e tale cultura fu colpita da una persecuzione. La tendenza ortodossa, che abbiamo appena citato, fu una reazione contro

le correnti liberali e razionaliste di Mu'tazilin, che vennero supportate dai primi Abbasidi e maggiormente da al-Ma'mun.

Al-Kindi studiò bene la scienza greca e in particolare Aristotele, alle opinioni del quale non aderì alla cieca. Opponendosi all'idea che il sapere potesse essere attinto solo presso gli antichi e manifestando delle tendenze personali nella maniera di affrontare i vari problemi. Le sue idee sono all'origine di numerose opere di ottica, musica e medicina, che, più tardi, furono parzialmente tradotte in latino. Egli fu uno dei primi che scrisse in arabo un trattato di aritmetica indiana.

La scoperta della scienza indiana incitò gli studiosi di Baghdad a interessarsi all'astronomia. Nel suo dizionario degli studiosi, Abu-l-Hasan al-Qifti (1172-1288), alto funzionario civile e patrono del XIII secolo, scrisse:

“Nell'anno 156 dall'Egira (773 d.C.), arrivò dall'India a Baghdad un uomo estremante preparato nelle dottrine del suo paese. Questo uomo possedeva il metodo della Sindhind, relativo ai movimenti delle stelle e alle equazioni calcolate mediante il seno di quarto in quarto di grado. Egli sapeva anche vari modi per determinare le eclissi, nonché il levare dei segni zodiacali. Egli compose un' introduzione a un libro relativo a queste conoscenze, che venne attribuito a un principe chiamato Figar. In questa scrittura, i Kardaga (quadranti astronomici) sono calcolati in minuti. Il califfo ordinò la traduzione del trattato indiano in arabo, al fine di aiutare i musulmani ad acquisire una conoscenza esatta delle stelle. La cura della traduzione fu affidata a Muhammad, figlio di Ibrahim al-Fazàri, il primo dei musulmani che compì un approfondito studio di astronomia: più tardi questa traduzione verrà conosciuta, tra gli astronomi, con il titolo di Grand Sindhind”.

La parola Sindhind era utilizzata dagli Arabi per indicare la parola indiana Siddhanta; Kardaga era verosimilmente l'arthajiva indiano (linea dei seni), mentre Figar era forse una deformazione araba del nome del sovrano indiano Vyagra o Vyagramukha, sotto il cui regno Brahmagupta scrisse il suo libro. Sapere quali dei Siddhanta fu tradotto sotto il regno di al-Mansur, è una domanda che rimane tuttora senza risposta. Quello che Al-Qifti riferisce a questo proposito, coincide all'incirca con quanto trasmesso da un'opera precedente, realizzata attorno al 900 dall'astronomo Muhammad ibn Hâmîd. Se l'arrivo di studiosi indiani diede, per la prima volta, agli astronomi di Baghdad l'opportunità di familiarizzare con l'astronomia di Siddhanta, il terreno propizio per un'attività astronomica era già preparato e l'interesse per l'astronomia si era già manifestato in precedenza. Conosciamo i nomi

di tre astronomi la cui attività si sviluppò durante il regno di al-Mansur. Questi sono citati da al-Qifti: Abu Ibrāhim Ishāq al-Fazāri (morto nel 777) che fu il primo produttore di astrolabi Arabi, suo figlio Muhammad (morto nel 800), e infine Ya 'qub ibn Tāriq (morto nel 796), autore di opere sulle sferiche e compilatore di varie tavole.

La scuola matematica di Baghdad ebbe due secoli di intensa attività. Nel corso di un primo periodo, essa si concentrò essenzialmente su un lavoro di studio delle opere dell'antichità e sulla loro traduzione in arabo. Allo stesso tempo si sviluppò rapidamente una terminologia scientifica araba, che fino ad allora era quasi completamente assente.

In un periodo di 100/150 anni, i lavori più importanti di Euclide, Archimede, Apollonio, Erone, Tolomeo, Diofanto e altri, vennero tradotti in arabo direttamente dai testi greci originali oppure dalle traduzioni siriane. Diversi libri, come ad esempio gli Elementi di Euclide, furono tradotti molte volte. Eminentissimi studiosi parteciparono alle traduzioni e commentandole diedero una nuova importanza a queste opere. I trattati dei Greci, immersi per diversi secoli in un sonno da bella addormentata, divennero nuovamente manuali di uso quotidiano. Inoltre, le altre conoscenze provenienti dall'India, dalle tradizioni del Khwarezm, dalla Persia e Mesopotamia svolsero un ruolo importante nello sviluppo delle scienze matematiche nel mondo islamico.

Successivamente le relazioni con la Cina acquisirono una certa importanza, sebbene, secondo le nostre conoscenze attuali, non vi fu alcuna traduzione effettuata direttamente dal cinese in arabo.

In aggiunta ai problemi riguardanti la costruzione di edifici, le misure geodetiche, il commercio, le finanze dello stato, problemi che oggi ci appaiono talvolta molto curiosi e sorprendenti (complessità dei problemi relativi alla divisione di ereditarietà, costruzioni e calcoli complessi di architettura), anche l'astronomia svolse un ruolo decisivo nello sviluppo della matematica nel Vicino e Medio Oriente. Come i matematici di India e Cina, quelli del mondo islamico furono spesso anche astronomi e anche qui il problema del calendario lunare giocò un grande ruolo. La costruzione di strumenti scientifici raggiunse un alto livello di perfezione e diversi matematici lavorarono per migliorare strumenti astronomici già noti e per costruirne dei nuovi. Tra le altre cose, la clessidra fu portata al suo più alto grado di perfezione.

Le osservazioni astronomiche, effettuate da osservatori dotati dei più sofisticati strumenti del momento, furono più precise di quelle fatte in passato ad Alessandria; ciò fu il risultato di una maggiore precisione del calcolo. I progressi dell'astronomia e della geografia descrittiva furono favoriti dal viag-

gio in paesi lontani e dalle lunghe traversate marittime. Alcune conoscenze matematiche specifiche, utilizzata nell'ottica geometrica, furono necessarie alla ricerca delle proprietà di vari tipi di specchi sagomati.

I problemi che interessarono sin dall'inizio la scuola di matematica di Baghdad appartenevano ai seguenti settori: l'aritmetica commerciale, il calcolo delle figure geometriche, il calcolo e le costruzioni di approssimazioni, la trigonometria e l'algebra numerica. Si possono distinguere nello sviluppo della matematica nei paesi islamici tre passaggi tra i quali non vi è alcuna soluzione di continuità. All'inizio, l'assimilazione dell'eredità della cultura greca e di quella della cultura orientale occupò il primo posto, con, per qualche tempo, la predominanza di elementi greci. Ma non appena giunse il IX secolo, contemporaneamente alla redazione di molte traduzioni accompagnate da commenti, nacque una vera e propria cultura matematica di cui a breve enunceremo le caratteristiche. In questo momento, le conoscenze e i metodi dei greci furono spesso applicati alla risoluzione di problemi di calcolo numerico. Questa tendenza si intensificò sempre più tra il X e XI secolo perché i calcoli astronomici e i metodi di approssimazione dell'algebra e della trigonometria si stavano sempre più diffondendo. Questa corrente raggiunse l'apice tra il XIII e XV secolo. La creazione di relazioni più strette con la Cina fu probabilmente di grande importanza anche in questo settore. Allo stesso tempo, studi approfonditi si concentrarono, per un lungo periodo, sulle opere di Euclide, Archimede e Tolomeo e altri; come abbiamo già accennato, essi furono di decisiva importanza per la matematica nel Vicino e Medio Oriente. Tale fu la ragione profonda del modo differente di affrontare vari problemi nei paesi islamici in confronto alle scuole matematiche di India e Cina, nonostante la parentela dei loro interessi e dei loro obiettivi essenziali.

L'assimilazione dell'eredità classica permise ai matematici dei paesi islamici di conseguire, nello sviluppo di algoritmi numerici e problemi corrispondenti, un livello più elevato rispetto a quello a cui raggiunto i matematici Indiani e Cinesi. Ciò consentì loro di trovare modi più efficaci per risolvere e generalizzare questi problemi. Dove gli Indiani e i Cinesi riuscirono soltanto a stabilire una regola di calcolo particolare, i matematici dell'Islam riuscirono spesso a sviluppare un'intera teoria. In questo modo, sulla base della teoria delle sezioni coniche appresa dall'antichità, crearono una teoria geometrica molto avanzata per la risoluzione di equazioni di terzo grado. Inoltre svilupparono nuove idee nei commenti scritti a lato dell'opere greche, ad esempio sostituirono la teoria delle proporzioni di Eudosso e Euclide con un'altra teoria in cui apparve un più ampio concetto di numero reale, che corrispondeva meglio alle nuove esigenze della scienza e delle sue applicazioni.

L'influenza della matematica greca non riguardò solo i metodi di ricerca, ma anche lo stile delle opere arabe. Gli autori cercarono di presentare dimostrazioni, di classificare oggetti in modo sistematico e di rendere le esposizioni il più complete possibile, non solo mostrando il modo in cui essi applicarono le formule, ma indicando in dettaglio da dove esse provenissero. In molti libri, troviamo allo stesso tempo un gran numero di esempi e problemi. Questa abbondanza è caratteristica delle opere orientali di matematica e il loro contenuto è spesso preso in prestito da problemi pratici, in particolare da problemi della vita quotidiana.

Il primo eminente studioso della Scuola di Baghdad fu l'autore classico della matematica islamica, Muhammad al-Khwarizmi, che esercitò la sua attività scientifica sotto il regno di al-Ma'mun. Nella stessa epoca, al-Haggag, il primo traduttore degli Elementi, lavorò nella *Casa del Sapere*, come pure al-Gauhari, autore dei commenti agli Elementi, e gli astronomi Habas-al-Hàsib e al-Farqàni, i cui lavori godettero di una grande popolarità nell'Europa medievale. Tra molti altri importanti studiosi, spiccarono i tre fratelli banu Musa, Muhammad, Ahmed e al-Hasan, Thabit ibn-Qurra, Abu'l-Wafà, al-Kuhi e al-Karaji (IX - X secolo).

La ricerca scientifica conseguì eleganti risultati anche a Damasco e in altre città. Il grande astronomo e matematico al-Battani lavorò tra la fine del IX e gli inizi del X secolo all'osservatorio di Rakka sul fiume Eufrate.

Come gli altri regimi feudali del Medioevo, il califfato non fu costituito in alcun modo da una struttura politica stabile. Infatti, alla fine del secolo VIII, nelle lontane province di Spagna e Africa vennero sciolti i legami con il califfato. Verso la fine del IX secolo, l'Egitto e i pochi territori contigui ottennero la loro indipendenza, mentre, poco prima, tutti i territori dell'Iran, del Tagikistan e del Caucaso compirono la secessione. Nacquero così grandi stati, mentre altri incominciarono a decadere.

I litigi e dissensi in merito al diritto feudale, che contrapposero le diverse razze e nazionalità di questo impero, furono l'origine di molte vicissitudini che riguardarono gli stati e le dinastie. In tutto ciò le tribù turche e i loro capi militari videro aumentare la loro influenza. Nei territori che oggi comprendono il nord e l'est dell'Iran, il Tagikistan e l'Afghanistan, apparve lo stato dei Samanidi (875-999), che divenne rapidamente autonomo, con capitale Bukhàrà.

Nell'ovest e nel sud del Iran, così come in Iraq, la sovranità passò nelle mani della dinastia persiana di Buyidi (932-1055), che conquistò Baghdad nel 945, relegando il califfo di questa città ad un solo potere spirituale. Per

un certo tempo il Khwarezm e la sua capitale Gurgandj (oggi Ourgouentch) ebbero la loro indipendenza.

Pochi anni dopo, un capo samanide organizzò una ribellione con l'aiuto dell'esercito turco e fondò lo stato dell'impero Ghaznavid (962–1186), che prese il nome dalla capitale, la città afgana di Ghazni. Tale città fu destinata a diventare un grande centro scientifico e culturale.

Il sultano ghaznavide Mahmud (998–1030) regnò sull'est Iran, sull'Afghanistan, sul Punjab e conquistò Gurgandj nel 1017. Mentre il sud dello stato dei Samanidi passò sotto la dominazione dei sultani di Ghazni, le regioni del nord, con Bukharà e Samarcanda, furono conquistate dai capi delle tribù turche, i Karachanidi (932–1165).

La famiglia dei principi turcomanni Selgiuchidi fondò un grande regno nel sud dell'Asia centrale, in Iran, in Iraq e in una parte dell'Asia minore e della Transcaucasia (1038–1157). Nel 1055, il sultano selgiuco Togrul-Bek (1038–1063) costrinse l'esercito ghaznavide alla ritirata e occupò i loro vasti territori. Lo stesso sovrano conquistò Baghdad. Sotto i Selgiuchidi, le città di Rey, Merv e Isfahan conobbero uno nuovo splendore.

Nel primo quarto del XIII secolo, arrivarono i Mongoli e, sotto la guida di Gengis Khan (1206–1227), distrussero il sistema economico e sottomisero l'intera popolazione. Dopo avere consolidato il loro potere in Asia centrale e in Iran, essi si spinsero ancora più avanti e, nel 1258, Hulueg Khan conquistò Baghdad. Poco dopo, egli ricevette da suo cugino Hublay Khan, che fu l'ultimo grande Khan dei Mongoli e futuro imperatore della Cina, il titolo di Ilkhan, cioè sovrano del popolo.

Il regno della Mongolia fu lacerato da lotte interne, a tal punto da sciogliersi e riformarsi più volte, fino a quando non comparve un sovrano più potente come Timùr (1370–1405). Al fine di consolidare il loro potere, i Mongoli incoraggiarono la riorganizzazione dell'economia, soprattutto in Asia centrale. Le città in rovina furono ricostruite e risplendettero di una brillantezza, a volte persino maggiore. I canali vennero drenati e al loro posto vennero costruite nuove strade. L'artigianato ed il commercio vissero una nuova era di prosperità.

In questo contesto, la situazione degli studiosi fu spesso difficile. Al pari di tutta la popolazione, essi soffrirono sotto i conquistatori. Inoltre, dovettero evitare di trovarsi in conflitto con la religione ufficiale. In aggiunta, e questa fu la cosa più importante, essi vennero stipendiati direttamente da sovrani e da potenti. Spesso ciarlatani e astrologi riuscirono a conquistare la fiducia dei sovrani ignoranti e superstiziosi. Queste persone furono ovviamente i nemici giurati di chi era un reale scienziato. Omar Khayyam, il

famoso poeta, astronomo e matematico, la cui la gioventù scorreva al tempo in cui i Selgiuchidi lottavano per il potere, scrisse:

“Siamo stati testimoni del declino di molti studiosi, di cui solo una piccola parte è rimasta, seppure sottoposta a vessazioni. La durezza del destino in questa epoca ha impedito di dedicarsi pienamente al perfezionamento e all’approfondimento della scienza. La maggior parte di coloro che si reputano studiosi oggi, in realtà oscurano la verità con delle menzogne. Sul piano della scienza, essi non vanno al di là del plagio e dell’ipocrisia e possiedono una scarsa conoscenza, essi esistono esclusivamente per scopi vili e materiali. E se incontrano un uomo che si distingue per la sua ricerca, per il suo amore per la verità e che si impegna a combattere le loro menzogne e la loro ipocrisia, essi lo coprono di insulti e lo trattano con sarcasmo’.”

Questa situazione non riuscì ad impedire, nel lungo termine, il trionfo del progresso scientifico. Nelle grandi città, nacquero scuole e biblioteche e pure osservatori. I sovrani illuminati, che vollero donare più brillantezza ai loro regni, fondarono Accademie del tutto simili a quelle che successivamente vennero istituite dai monarchi europei del XVII e XVIII secolo. La trasmissione della conoscenza fu pertanto garantita; ma solo più tardi con l’invenzione della stampa la diffusione venne largamente agevolata, attraverso il notevole numero di pubblicazioni scientifiche. Le città di Bukhàrà, Chorem, Ghazni, Rey e altre furono in diversi tempi grandi centri scientifici. La civilizzazione raggiunse il suo apogeo in Asia centrale sotto i Samanidi. A titolo di esempio particolarmente illustre, citiamo qui un autore classico della letteratura persiana e tagika, il poeta Firdusi(c. 940–1020), che compose l’opera epica Sahnamay (Libro Dei Re).

Verso la fine del decimo e l’inizio dell’undicesimo secolo, un intero gruppo di studiosi lavorò sotto la protezione dei sovrani del Khwarezm. A questo gruppo appartennero l’eminente filosofo e medico Ibn Sinà (Avicenna), che si interessò anche di matematica, l’astronomo e matematico al-Hugandi che in precedenza aveva lavorato presso l’osservatorio di Rey (vicino all’odierna città di Teheran), Mansur e il suo allievo al-Biruni. Questo gruppo iniziò a disgregarsi dopo la conquista del Khwarezm ad opera del Ghaznavide Mahmud.

Omar Khayyam diresse l’osservatorio di Isfahan alla fine del XI secolo. Dopo la distruzione di Baghdad, il mongolo Khan Hulueg incaricò l’illustre astronomo e matematico Nasir ad-Din al-Tusi della direzione del nuovo osservatorio di Maragha, a sud di Tauris. Gli scienziati godettero di una situazione favorevole sotto il regno del sovrano di Samarcanda, Ulubek (1409–

1449), che si interessò in prima persona all'astronomia. Questo ultimo riunì nel suo straordinario osservatorio molti saggi, tra i quali Gasmid-giyat ad-Din al-Kashi, Qàdi Zàda ar-Rumi, Rustam Ibn al-Kuihi (e altri).

L'algebrista Abu Kamil lavorò in Egitto circa nel 900. Nel 969, l'Egitto fu conquistato dai Fatimidi (969–1171) che provenivano dalla Tunisia. Questo popolo rivendicò la discendenza dalla figlia del profeta, Fatima, e per questo motivo il sovrano si pregiò del titolo di califfo. Sotto il regno dei Fatimidi, lo stato di Egitto, la cui sovranità si estendeva dal Nord Africa, alla Siria e poi all'Arabia Occidentale, visse un enorme sviluppo sia sul piano economico che culturale. Il Cairo, città fondata nel 969, ben presto divenne la capitale del paese. Qui fu costruito un osservatorio molto ben attrezzato e venne fondata una vera e propria accademia, chiamata Dar Al Hikma, cioè Casa della Sapienza. Questa accademia rimase attiva fino alla fine del regno della dinastia fatimide. Verso la fine del decimo e l'inizio dell'undicesimo secolo, la Dar Al Hikma divenne famosa grazie all'attività scientifica dell'astronomo Yuniset e a quella del matematico, fisico e astronomo al-Haytam.

La ricerca scientifica si sviluppò anche nella penisola iberica e nella parte occidentale del Nord Africa. Poco dopo la conquista di queste province da parte di Arabi e Berberi (più tardi noti anche come Mori), esse diventarono virtualmente indipendenti dal califfato (756). Nel 929, l'emiro di Cordova, Abd ar-Rahman III (912–961) si proclamò califfo e realizzò ufficialmente la separazione da Baghdad. Nello stato di Cordova esistette una cultura autenticamente moresco-spagnola, caratterizzata da elementi ispano-romani e arabi-orientali, berbero-ebraici. Al-Hakam II (961–976), figlio di Abd ar-Rahmàn, finanziò con generosità l'acquisto e la copia di un gran numero di opere che si trovavano in altri paesi del mondo islamico. Così con il passare del tempo si formò un'enorme biblioteca costituita da 400000 manoscritti, compreso il catalogo che da solo occupava 44 volumi. Dopo l'avanzata del feudalesimo, che consentì a diversi principati di sottrarsi all'autorità del califfato di Cordova, le condizioni favorevoli per la cultura e la scienza continuarono a sussistere ancora per un lungo periodo. A questo periodo appartennero i lavori del grande filosofo moresco, originario di Cordova, Ibn Rusd (1126–1198), conosciuto in Europa con il nome di Averroè, nonché il lavoro del pensatore ebreo Moise Ben Maymon (1135–1204), originari della stessa città e entrambi accomunati da un interesse enciclopedico, che comprendeva anche l'astronomia e la matematica. Uno dei loro contemporanei, più anziano, fu l'illustre geografo Al-Idrisi (1099–1166), nativo di Senda, il quale condusse i suoi studi a Cordova e poi si trasferì alla corte dei re

normanni a Palermo. Questo studioso contribuì largamente alla rinascita e al perfezionamento della cartografia matematica. Prima di lui, non esisteva una cartografia rigorosa; i cartografi avevano semplicemente il compito di stabilire carte schematiche e grossolane. Nel XII secolo a Siviglia, Jabir ibn Aflah fece straordinari studi di trigonometria. Più tardi, nei secoli XIII e XIV, le ricerche matematiche del marocchino al-Banna furono sensazionali.

La conoscenza del lavoro degli studiosi Arabi orientali, in particolare di quello di Muhammad al-Khwarizmi, giocò un grande ruolo nello sviluppo della matematica e astronomia sia nei paesi Arabi che in quelli del mondo occidentale. Tuttavia, come risultato della decadenza politica e economica dei vari califfati, le relazioni culturali tra gli Arabi dell'ovest e gli Arabi dell'est vennero interrotte e molte scoperte fatte in oriente rimasero sconosciute in occidente.

Così non si conoscevano che per sentito dire i notevoli lavori di Omar Khayyam sull'algebra. Accadde anche che diversi ricercatori svilupparono gli stessi studi parallelamente e indipendentemente. Nell'insieme, la matematica non raggiunse mai, nei paesi moreschi, l'alto livello che conseguì in Oriente.

Lo sviluppo del feudalesimo portò il califfato di Cordoba, all'inizio del XI secolo, a dividersi in tanti piccoli principati. Sempre nel XI secolo iniziò la Reconquista, condotta da Spagnoli e Portoghesi, per riprendere il controllo dei territori cristiani occupati dai Mori. Nel 1085, gli spagnoli occuparono Toledo. L'arrivo di una nuova tribù berbera rallentò la Reconquista, ma nel 1236 cadde Cordova e, poco dopo, i Mori non possedevano che l'emirato a sud di Granada. Nel 1492, anche questo territorio fu riconquistato, e poco dopo il grande matematico moresco al-Qalasadi fu costretto a stabilirsi a Tunisi. Per i paesi islamici orientali, il quindicesimo secolo fu anche l'ultimo in cui la matematica progredì ulteriormente. Lo sviluppo della scienza negli stati mori o nei territori riconquistati dagli Spagnoli ricoprì un ruolo importante nella divulgazione della conoscenza scientifica in Europa. Fu da qui che partì la diffusione in altri paesi dell'occidente, del patrimonio scientifico dell'Oriente e della Grecia, quest'ultimo attraverso le traduzioni arabe. Nei secoli XII e XIII molti traduttori e compilatori lavorarono in Spagna e in particolare a Toledo e fu grazie a loro che la scienza acquisì i testi latini o gli arrangiamenti in latino di molte importanti opere arabe o greche (tradotte in arabo). Il lavoro di questi scienziati fu molto importante per il nuovo sviluppo della matematica in Europa, come quello dei traduttori di Baghdad lo fu per lo sviluppo della scienza nei paesi islamici.

Nei prossimi paragrafi, utilizzeremo sia l'espressione matematica araba, sia matematica dei paesi islamici, sapendo bene che queste espressioni so-

no entrambe poco esaurienti. Le scoperte matematiche effettuate nei paesi islamici furono il frutto degli sforzi concentrati di studiosi di origini molto diverse. Vi fu una relativa minoranza araba tra studiosi e filosofi. Nei paesi conquistati, gli Arabi furono davvero pochi e naturalmente finirono, con il tempo, a fondersi con la popolazione indigena. Al momento delle conquiste, per consolidare il loro potere, gli Arabi tennero più spesso le posizioni di comando militare, occuparono le funzioni amministrative, lavorarono presso le corti o parteciparono ai ranghi ecclesiastici mentre impegnarono gli studiosi locali nella scienza. In origine, gli studiosi furono in gran numero siriani, iraniani, khorasmiti, greci e ebrei, quindi non furono di religione mussulmana, anzi appartennero a varie sette cristiane o pagane. Successivamente, gli abitanti dei territori dove si trovano oggi l' Iran e le ex-Repubbliche Sovietiche del Tagikistan e Uzbekistan e Turkmenistan svolsero un ruolo decisivo nella vita scientifica. Muhammad al-Khwarizmi e al-Biruni furono originari del Khwarezm, Omar Khayyam e Nasir al-Tusi del Khorassan, al-Kashi della città iraniana di Kāshān, ecc. Ovviamente ci furono anche alcuni Arabi tra gli studiosi, ma va notato in primo luogo che, come conseguenza delle numerose spedizioni e grandi invasioni, si verificò in modo costante una modifica delle nazioni e una continua nascita di nuovi stati; in secondo luogo, la nostra conoscenza ci consente, nella maggior parte dei casi, di dare indicazioni sull'origine e il luogo in cui un erudito esercitò la sua attività, ma non sulla sua appartenenza nazionale o etnica. Il fatto, che analizzeremo nei capitoli successivi, è che le opere matematiche più importanti furono scritte in arabo, che la maggior parte dei loro autori furono mussulmani, non ha evidentemente conferito un carattere proprio al contenuto di queste opere. Non vi è purtroppo una denominazione concisa e adeguata per designare la ricerca matematica che, presentata in questo volume, fu intrapresa da dotti appartenenti a differenti etnie e religioni, anche fortemente diverse. E' per questo motivo che useremo le due espressioni sopra citate, le quali di un uso generale e sono molto più convenienti rispetto a questa qui: "La matematica nei paesi del Vicino e Medio Oriente"

Spendiamo infine alcune parole sulla bibliografia. Le biblioteche e i musei di molti paesi contengono un numero considerevole di manoscritti matematici e astronomici redatti in arabo o in persiano o ancora tradotti dall'arabo in latino. Un gran numero di essi è già stata pubblicata o almeno descritta con precisione. Abbiamo alcuni dei più importanti trattati di al-Khwarizmi, Abu'l-Wafa, Abu Kamil, al-Karaji, al-Biruni, al-Tusi e altri studiosi, tradotti nelle lingue europee. Ma la ricerca di opere arabe di matematica è ancora lontana da una conclusione, opere estremamente importanti sono ancora poco conosciute o addirittura non lo sono affatto. Si osserva d'altra

parte che opere così importanti come il commento di Omar Khayyam agli Elementi di Euclide o il libro di al-Kashi sulla misura del cerchio, sono per la prima volta oggetti di studi. Il quadro dello sviluppo delle matematiche arabe che andiamo a compilare, apparirà senza dubbio incompleto in un prossimo futuro. Si constaterà allora che queste lacune non saranno solamente limitate a dei dettagli, ma gli elementi aggiuntivi, che si apporteranno, non potranno che contribuire a migliorare ulteriormente il valore delle scoperte dei matematici dell'Asia centrale, del Vicino e Medio Oriente.