

ISTORIA MATEMATICII

Domeniul de studiu cunoscut sub numele *istoria matematicii* reprezintă o investigare a originii descoperirilor în matematică și într-un sens mai larg, o investigare a metodelor matematice și a notațiilor din trecut.

Înainte de perioada modernă, când a avut loc o răspândire a cunoștințelor matematice și nu numai în întreaga lume, dovezi ale descoperirilor matematice au fost găsite doar în câteva locuri. Cele mai vechi texte matematice sunt *Plimpton 332* (text babilonian din 1900 I.C.), *Rhind Mathematical Papyrus* (text egiptean 2000-1800 I.C.) și *Moscow Mathematical Papyrus* (text egiptean 1890 I.C.). Aceste texte se referă la teorema lui Pitagora, care pare a fi cea mai veche și mai difuzată descoperire matematică după aritmetica de bază și geometrie.

Contribuția greacă în matematică a constat într-o rafinare a metodelor (în special prin introducerea de raționamente deductive și de rigoare matematică în demonstrații) și a extins subiectul de studiu al matematicii. Studiul matematicii ca și subiect propriu-zis începe cu secolul al 6-lea I.C. cu școala pitagoreică, care a introdus cuvântul *matematică* de la cuvântul grec *μάθημα* (*mathema*), însemnând "subiect de instrucție."

Matematica chineză a avut contribuții timpurii, incluzând scrierea într-un sistem numeric. Sistemul numeric indiano-arabic și regulile de folosire a operațiilor, așa cum le utilizăm astăzi, au evoluat de-a lungul primului mileniu în India și a fost transmis în vest prin matematicienii islamici. Aceștia, la rândul lor, au dezvoltat și extins matematicile cunoscute până atunci. Multe texte matematice grecești și arabe au fost traduse în latină, care au contribuit la o dezvoltare ulterioară a matematicii în Europa medievală.

Din timpuri străvechi până la Evul Mediu, perioadele de înflorire a creativității matematice au fost urmate de secole de stagnare. Începând cu Renașterea italiană din sec. al 16-lea, noi dezvoltări matematice, interacționând cu noi descoperiri științifice, au fost realizate într-un ritm crescător, care continuă și astăzi.

Matematica preistorică

Originile matematicii sunt strâns legate de conceptele de număr, mărime și formă. Studiile moderne asupra animalelor au arătat că aceste concepte nu sunt specifice doar speciei umane. Astfel de concepte au făcut parte din viața de zi cu zi a societăților preistorice, care se ocupau cu vânatul și culesul. Conceptul de număr a evoluat în timp, astfel că în limbajele de astăzi se face distincție între

unu și mai mulți, dar nu pentru numere mai mari ca doi, conform acordului verbelor.

Cel mai vechi obiect matematic este Osul Lebombo, descoperit în munții Lebombo din Africa de Sud și datează din anii 35.000 I.C. El are 29 de incizii realizate într-un peroneu de babuin. Există oase sau pietre cu 28-30 de incizii, pe care femeile le foloseau pentru a urmări ciclul menstrual. De asemenea, artefacte preistorice descoperite în Africa și Franța, datând din perioada 35.000 - 20.000 I.C. sugerează tentative primitive de măsurare a timpului.



Osul Ishango datând din perioada 18.000 – 20.000 I.C.

Osul Ishango, descoperit în apropierea izvoarelor Nilului (în nord-estul statului Congo) are în jur de 20.000 ani vechime și prezintă o serie de incizii pentru numărare dispuse pe trei coloane de-a lungul osului. Interpretări ale acestui os sunt legate de șiruri de numere prime sau de calendarul de șase luni.

În timpul predinastiilor egiptene din cel de-al 5-lea mileniu I.C. apar unele picturi geometrice. S-a afirmat că monumente importante din Anglia și Scoția, datând din mileniul al 3-lea I.C., incorporau în construcția lor idei geometrice ca cea de cerc, elipsă sau de numere pitagoreice.

Orientul apropiat antic

Mesopotamia

Matematica babiloniană se referă la matematica locuitorilor Mesopotamiei (Irakul modern) din perioada timpurie sumeriană, trecând prin perioada elenistică, până aproape de începuturile creștinismului. Numele de matematică babiloniană se datorează Babilonului, ca centru de studiu. Mai târziu, sub imperiul arab, Mesopotamia, în special Bagdadul, a devenit, odată în plus, un centru important de studiu pentru matematicienii islamici.

Spre deosebire de dovezile puține ale matematicii egiptene, cunoștințele noastre despre matematica babiloniană provin din cele aproximativ 400 de tăblițe din argilă, descoperite de arheologi începând cu 1850. Scrise în cuneiforme, tăblițele au fost inscripționate în timp ce argila era încă moale și arse apoi în cuptoare sau la soare.

Dovezile timpurii ale textelor matematice datează din perioada sumeriană, în care au apărut primele civilizații în Mesopotamia. Atunci s-a dezvoltat un sistem complex de metrologie, datând din anii 3000 I.C. În jur de anii 2500 I.C., sumerienii au scris tabele de multiplicare pe tăblițe de argilă, făceau exerciții geometrice și probleme de divizibilitate. Primele dovezi ale numerelor babiloniene datează de asemenea din această perioadă.

Majoritatea tăblițelor din argilă descoperite datează din perioada 1800-1600 I.C. și în ele se tratează subiecte care includ fracții, ecuații pătratice și cubice, calculul unor numere remarcabile. De asemenea, tăblițele includeau tabele de înmulțire și metode de rezolvare a ecuațiilor liniare și pătratice. Tăblița babiloniană YBC 7289 dă o aproximare a lui $\sqrt{2}$ cu 5 cifre zecimale.

Matematicienii babilonieni foloseau sistemul numeric sexazecimal (cu baza 60). De aici provine împărțirea în zilele noastre a unui minut în 60 de secunde, a unei ore în 60 de minute și faptul că un cerc are 360 de grade, iar secunde și minutele unui grad indică fracțiile aceluși grad. Progresele babilonienilor în matematică au fost facilitate de faptul că numărul 60 are mulți divizori. În sistemul numeric babilonian, cifrele scrise pe coloana din stânga reprezentau valori mult mai mari decât în sistemul numeric zecimal. Le lipsea însă echivalentul unei zecimi.

Egipt

Matematicienii egipteni scriau pentru început textele matematice în egipteană, iar începând cu perioada elenistică, în greacă. Studiul matematicii în Egipt a continuat sub Imperiul Arab, ca parte a matematicii islamice, când limba utilizată de egipteni în matematică era araba.

Unul dintre cele mai importante texte egiptene este *Rhind papyrus* (numit și Ahmes Papyrus, după autorul său) și datează din anii 1650 I.C. Foarte probabil acesta reprezintă o copie a unui document mai vechi din perioada 2000-1800 I.C. El este un manual pentru studenți în aritmetică și geometrie și oferă formule pentru arii și metode pentru înmulțiri, împărțiri și calcul cu fracții, dar și informații privind numerele prime și compuse, media aritmetică, geometrică și armonică, Ciurul lui Eratostene, teoria numerelor perfecte, în particular a lui 6, serii aritmetice și geometrice. În plus, în acest papirus se arată cum se rezolvă ecuațiile de gradul întâi.

Un alt text matematic egiptean important este *Moscow papyrus*, datând din 1890 I.C. O problemă importantă din acest papirus o reprezintă determinarea volumului unui trunchi de piramidă.

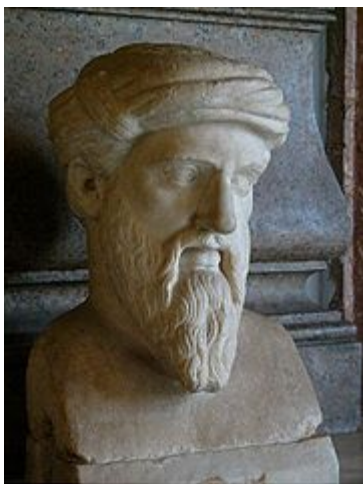
În final, *Berlin papyrus* din 1300 I.C. arată că vechii egipteni puteau rezolva o ecuație algebrică de ordinul al doilea.

Matematica greacă și elenistică

Începând cu perioada vieții lui Thales din Milet (~600 I.C.) și până la închiderea Academiei din Atena în 529 D.C., matematicienii greci scriau în limba greacă. Aceștia locuiau în orașe situate de-a lungul părții estice a Mediteranei, de la Italia, până la Africa de Nord, unite prin cultură și limbaj. Matematica greacă din perioada ce a urmat lui Alexandru cel Mare este uneori numită matematică elenistică.

Matematica greacă a fost cu mult mai sofisticată decât matematicile provenite de la culturile anterioare. Toate dovezile rămase din perioada premergătoare celei grecești ne arată folosirea unui raționament inductiv, care constă în observații repetate care duc ulterior la stabilirea unor afirmații. Spre deosebire, matematicienii greci foloseau raționamentul deductiv. Aceștia foloseau logica pentru a trage concluzii din definiții și axiome folosind rigoarea matematică în demonstrarea afirmațiilor.

Matematica greacă este cunoscută în special începând cu *Thales din Milet* (c. 624–c.546 I.C.) și *Pitagora din Samos* (c. 582–c. 507 I.C.), care au fost probabil inspirați de matematica egipteană și babiloniană. Conform legendei, Pitagora călătorea în Egipt pentru a învăța matematicile, geometria și astronomia de la sacerdoții egipteni.



Pitagora din Samos.

Thales folosea geometria pentru a rezolva probleme, cum ar fi calculul înălțimii unei piramide sau distanța de la o navă până la mal. El a fost primul care a folosit raționamentul deductiv aplicat în geometrie. De aceea este recunoscut ca primul matematician cu adevărat și primul căruia i se atribuie o descoperire matematică.

Pitagora a întemeiat Școala Pitagoreică, a cărei doctrină era bazată pe ideea că matematica governa universul și al cărei motto era *Totul este număr*. Școala Pitagoreică a introdus termenul de matematică și a început studiul matematicii ca obiect în sine. La această școală s-a dat prima demonstrație a Teoremei lui Pitagora, deși teorema fusese cunoscută ca enunț cu mult înainte; totodată s-a demonstrat existența numerelor iraționale.

Eudoxus (408–c.355 I.C.) a dezvoltat metoda exhaustivă, ce constituie un precursor al noțiunii de integrală. *Aristotel* (384—c.322 I.C.) a fost primul care a scris legile logicii, iar *Euclid* (c. 300 I.C.) este primul care utilizează un format folosit în matematică și astăzi, și anume definiție, axiomă, teoremă și demonstrație. El a studiat de asemenea conicele. Cartea sa, *Elemente*, era cunoscută pe scară largă în Vest până la mijlocul secolului al 20-lea. Pe lângă teoreme de geometrie, Elementele includ demonstrația faptului că rădăcina pătrată a lui 2 este irațională și faptul că există o infinitate de numere iraționale. Ciurul lui *Eratostene* (c. 230 I.C.) era folosit pentru a obține numere prime.

Arhimede (c.287–212 I.C.) din Siracuză folosea metoda exhaustivă pentru a calcula aria suprafeței situate sub un arc de parabolă, prin sumarea unor serii. El a mai studiat și spirala care îi poartă numele, formule pentru volumul suprafețelor de revoluție, cât și un sistem ingenios de exprimare a numerelor foarte mari.



Archimedes (c.287–212 I.C.), considerat cel mai mare matematician din antichitate.

Matematica chineză

Matematica chineză timpurie diferă substanțial de cea din alte părți ale lumii și în consecință a cunoscut o dezvoltare independentă. Cel mai vechi text matematic chinezesc este the *Chou Pei Suan Ching*, despre care nu se știe exact de când datează, undeva între 1200 I.C. și 100 I.C.

Este de remarcat faptul că matematicienii chinezi foloseau un sistemul numeric zecimal, așa-numitul *rod numerals*, în care erau folosite simboluri distincte pentru numerele între 1 și 10 și alte simboluri pentru puteri ale lui 10. Astfel, numărul 123 poate fi scris folosind simbolul pentru 1, urmat de cel pentru 100, apoi simbolul pentru 2, urmat de cel pentru 10 și apoi simbolul pentru 3. Acesta era cel mai avansat sistem numeric din acea perioadă, folosit deja cu câteva secole I.C. și cu mult înainte de dezvoltarea sistemului numeric indian. Acest sistem permitea reprezentarea numerelor foarte mari și calculele puteau fi făcute cu ajutorul unei numărători chinezești (abacus), numite *suan pan*. Nu se cunoaște exact data când a fost inventată această numărătoare, dar a fost menționată în anul 190 D.C. de către Xu Yue în cartea sa *Supplementary Notes on the Art of Figures*.

Cea mai veche lucrare de geometrie din China datează din anii 330 I.C. și provine din filozofia chineză Mohism, dezvoltată de către discipolii lui Mo Tzu, numit și Mozi (470–390 I.C.). Mohism este bine cunoscut pentru conceptul de *iubire universală* sau de *grijă imparțială*. În canonul *Mo Jing* sunt descrise diverse aspecte ale unor câmpuri asociate fizicii și au fost menționate câteva teoreme geometrice.

În anul 212 I.C., împăratul Qin Shi Huang (Shi Huang-ti) a dat ordin ca toate cărțile neoficiale din Imperiul Qin să fie arse. Ordinul său nu a fost îndeplinit cu desăvârșire, totuși datorită acestuia cunoaștem astăzi puțin din matematica chineză dinaintea acestei perioade.

În perioada dinastiei Han (202 I.C.–220 D.C.) au apărut lucrări de matematică, ce extindeau probabil studiile din lucrările arse. Cea mai importantă lucrare este *Cele nouă capitole despre Arta Matematică* (179 D.C.).



Cele nouă capitole despre Arta Matematică

Părți ale sale apăruseră anterior sub alte titluri. Lucrarea conține 246 de probleme inspirate din agricultură, afaceri, folosirea geometriei pentru realizarea arcurilor sau turnurilor pagodelor chinezești, inginerie, topografie, dar include și material referitor la triunghiurile dreptunghice și aproximări ale lui π . De asemenea este folosit principiul lui Cavalieri, relativ la volum, cu mai mult de 1000 de ani înainte de momentul în care Cavalieri l-a enunțat. În plus, se dă o demonstrație matematică a teoremei lui Pitagora și o formulă pentru metoda eliminării lui Gauss. În secolul al 3-lea D.C., Liu Hui editează și publică o carte cu soluțiile problemelor matematice prezentate în *Cele nouă capitole despre Arta Matematică* și dă o aproximare a lui π cu 5 zecimale. În secolul al 5-lea D.C. Zu Chongzhi aproximează numărul π cu 7 zecimale, aproximare care a rămas ca cea mai bună pentru următorii 1000 de ani.

Cel mai important text al secolului al 13-lea, marcat de dezvoltarea algebrei chinezești, este *Precious Mirror of the Four Elements* scrisă de Chu Shih-chieh (1280-1303), în care se prezintă soluții ale unor ecuații algebrice de ordin superior, folosind o metoda similară metodei lui Horner și este menționată o diagrama a triunghiului lui Pascal, deși ambele metode apăruseră deja în lucrări înainte de 1100. Chinezii foloseau diagrame combinatoriale complexe precum *pătratul magic* sau *cercurile magice*, descrise în trecut și perfecționate apoi de Yang Hui (1238–1298).

Chiar după înflorirea matematicii europene din perioada Renașterii, matematica chineză a avut un drum separat față de cea europeană și a cunoscut un declin după secolul al 13-lea. Misionarii iezuiți, precum Matteo Ricci au contribuit la conectarea ideilor matematice ale celor două culturi, între secolele 16 și 18, deși în această etapă mai multe idei matematice intrau în cultura chineză, decât proveneau din aceasta.

Matematica indiană

Cea mai timpurie civilizație de pe subcontinentul indian este civilizația de pe valea Indului, care a cunoscut o înflorire între anii 2600 și 1900 I.C. Orașele ridicate de această civilizație prezintă o anumită regularitate geometrică, dar nici un document matematic nu a rămas de la această civilizație.

Cele mai vechi dovezi matematice din India sunt *Shatapatha Brahmana* (secolul al 9-lea I.C., dar estimarea datei variază).

În *Sulba Sutras* (c. 800 I.C.–200 D.C.), pe lângă texte religioase, sunt menționate reguli simple pentru construcția altarelor de diverse forme, cum ar fi pătrate, dreptunghiuri, paralelograme și altele. Se prezintă metode pentru construirea unui cerc cu aproximativ aceeași arie ca cea a unui pătrat dat, în care apar diverse aproximări ale lui π . Mai mult, se calculează rădăcina pătrată a lui 2 cu câteva zecimale, se dau triplete de numere pitagoreice și un enunț al teoremei lui Pitagora. Probabil că la acest nivel a avut loc o influență mesopotamiană.

Pāṇini (c. secolul al 5-lea I.C.) a formulat reguli pentru gramatica sanscrită. Notațiile sale sunt similare cu notațiile din matematica modernă și a folosit metareguli, precum transformările și recursia.

Pingala (aproximativ din secolul al 5-lea I.C.) a folosit un sistem corespunzător sistemului numeric binar într-un tratat de al său. Comentariile sale despre combinatorica metricilor corespunde unei versiuni elementare a teoremei binomiale, care prezintă dezvoltarea unui binom la o putere. Lucrarea lui Pingala conține și idei de bază legate de numerele lui Fibonacci.

În *Surya Siddhanta* (c. 400 D.C.) sunt introduse funcțiile trigonometrice sinus și cosinus și funcția inversă sinusului, se prezintă reguli legate de mișcarea stelelor, plecând de la pozițiile inițiale ale acestora pe cer. Această lucrare a fost tradusă în arabă și latină în Evul Mediu.

În secolul al 5-lea, *Aryabhata* a scris *Aryabhatiya*, un volum subțire, scris în versuri, văzut ca supliment al regulilor de calcul folosite în astronomie și în măsurările matematice, deși nu se distinge în acest volum prezența unei logici sau a unei metodologii deductive. Deși conține multe greșeli, în *Aryabhatiya* este menționat pentru prima dată sistemul numeric zecimal. Câteva secole mai târziu, matematicianul musulman *Abu Rayhan Biruni* a descris *Aryabhatiya* ca fiind un amestec de pietre comune și cristale prețioase.

Brahmagupta a fost un matematician și un astronom important al secolului al 7-lea. Principala lucrare a lui Brahmagupta, *Brahmasphuta-siddhanta* (Deschiderea Universului), scrisă în anul 628, conține câteva idei remarcabile,

incluzând o bună înțelegere a rolului matematic a lui zero, reguli de folosire a numerelor negative și pozitive, o metodă pentru calcularea rădăcinilor pătratice, metode de rezolvare a ecuațiilor liniare și a unora pătratice, reguli de calcul pentru sumele seriilor, identitatea lui Brahmagupta și teorema lui Brahmagupta. Tot în această carte, Brahmagupta explică sistemul numeric zecimal indo-arab. Cartea a fost scrisă complet în versuri. Dintr-o traducere a acestui text (în anul 770), matematicienii islamici au cunoscut acest sistem zecimal, pe care ei l-au adaptat în ceea ce numim astăzi *numere arabe*.

Discipolii islamici au transmis acest sistem de numere în Europa în secolul al 12-lea și el a înlocuit toate sistemele numerice existente până atunci în întreaga lume. În secolul al 10-lea, comentariile lui *Halayudha* la tratatul lui Pingala conțin un studiu al șirului lui Fibonacci și al triunghiului lui Pascal.

În secolul al 12-lea, Bhāskara II, care a trăit în sudul Indiei, a studiat toate ramurile matematicii cunoscute la acel timp. În lucrările sale apar obiecte matematice echivalente sau aproximativ echivalente cu numerele infinitezimale, derivatele, teorema de medie, derivata funcției sinus.

În secolul al 14-lea, *Madhava* din Sangamagrama, fondatorul școlii de matematică *Kerala*, a folosit 21 de termeni din *seriile Madhava–Leibniz* pentru a determina valoarea lui π ca fiind 3.14159265359. Totodată, folosind *seriile Madhava-Gregory* a determinat arctangenta, apoi a folosit *seriile de puteri Madhava-Newton* pentru determinarea sinusului și cosinusului și aproximarea Taylor pentru funcțiile sinus și cosinus.

În secolul al 16-lea, *Jyesthadeva* a consolidat multe din rezultatele școlii Kerala în *Yukti-bhasa*. Totuși școala Kerala nu a formulat o teorie pentru derivare și integrare. Progresul în matematică și în alte științe a stagnat în India odată cu instaurarea regimului musulman.

Matematica islamică

Imperiul Islamic, stabilit de-a lungul Persiei, Orientului Mijlociu, Asiei Centrale, Africii de Nord, Peninsulei Iberice și în unele părți ale Indiei, a avut contribuții semnificative în matematică în secolul al 8-lea. Deși majoritatea textelor islamice matematice erau scrise în arabă, autorii lor nu erau arabi, pentru că în acea perioadă limba arabă era folosită ca limbă scrisă pretutindeni în lumea islamică. Perșii au contribuit la dezvoltarea lumii matematice alături de arabi.



Muhammad ibn Mūsā al-K̅wārizmī și alături o pagină din cartea sa The Compendious Book on Calculation by Completion and Balancing

În secolul al 9-lea, matematicianul persan *Muhammad ibn Musa Khwārizmī* a scris mai multe cărți importante despre cifre indo-arabe și despre metode de rezolvare a ecuațiilor. Cartea sa *On the Calculation with Hindu Numerals*, scrisă în jurul anilor 825, împreună cu lucrarea omului de știință arab *Al-Kindi*, au avut un rol în răspândirea matematicii indiene și cifrelor indiene către vest. Cuvântul *algorithm* este derivat din latinizarea numelui său, *Algoritmi*, și cuvântul *algebră* provine de la titlul uneia dintre lucrările sale, *The Compendious Book on Calculation by Completion and Balancing*. *Khwarizmi* este adesea numit "părintele algebrei", pentru contribuțiile sale fundamentale la noțiunea de corp comutativ. El a prezentat în detaliu rezolvarea algebrică a ecuațiilor pătratice cu rădăcini pozitive și a fost primul care a predat algebra într-o formă elementară. El a introdus, de asemenea, transferul termenilor dintr-o parte a unei ecuații în cealaltă și reducerea termenilor asemenea. Aceasta este operația pe care *Khwarizmi* a descris-o inițial ca fiind *Al-jabr*. Algebra sa nu se mai referea doar la o serie de probleme care trebuiau rezolvate. *Khwarizmi* a studiat ecuațiile în sine și într-un mod generic, nu doar în măsura în care ele apar în rezolvarea unei probleme.

Alte progrese în algebră au fost făcute de *Al-Karaji* în tratatul său *al-Fakhri*. Prima demonstrație ce folosește principiul inducției matematice a apărut într-o carte a lui *Al-Karaji*, scrisă în jurul anilor 1000, pentru a demonstra teorema binomială, cât și pentru a construi triunghiul lui *Pascal*. Istoricul în matematici

F. Woepcke l-a apreciat pe Al-Karaji ca fiind primul care a introdus teoria calculului algebric.

Tot în secolul al 10-lea *Abul Wafa* a tradus lucrările lui Diophantus în arabă și a studiat funcția tangentă. *Ibn al-Haytham* a avut contribuții în teoria numerelor, studiind numerele perfecte, a dezvoltat geometria analitică și a stabilit conexiuni între algebră și geometrie. A avut contribuții importante la principiile opticii. El a efectuat o integrare pentru a determina volumul unui paraboloid și a generalizat rezultatul său calculând integrale din polinoame până la gradul al patrulea. Nu a fost preocupat însă de orice polinoame de grad mai mare decât patru.

Spre sfârșitul secolul al 11-lea, *Omar Khayyam* a scris *Discussions of the Difficulties in Euclid*, o carte despre imperfecțiunile din Elementele lui Euclid, în special despre postulatul paralelelor și a pus bazele geometriei analitice și geometriei neeuclidiene. De asemenea, a fost primul care a determinat soluția geometrică generală a ecuațiilor cubice. În plus, a avut o influență importantă în reforma calendarului.

Spre sfârșitul secolul al 12-lea, *Sharaf al-Dīn al-Tūsī* a introdus conceptul de funcție și a descoperit derivata polinoamelor cubice. În tratatul său *Treatise on Equations*, a dezvoltat concepte legate de calculul diferențiar, cum ar fi funcția derivată și minimul și maximul curbilor, cu scopul de a rezolva ecuații cubice care ar putea să nu aibă soluții pozitive.

În secolul al 13-lea, *Nasir al-Din Tusi* a realizat progrese în geometria sferică. A scris de asemenea o lucrare importantă despre postulatul paralelelor al lui Euclid. În secolul al 15-lea, *Ghiyath al-Kashi* a calculat valoarea lui π până la a 16-a zecimală

Printre alte realizări ale matematicienilor musulmani în această perioadă menționăm adăugarea virgulei zecimale la numerelor arabe, descoperirea tuturor funcțiilor trigonometrice în afară de sinus, introducerea criptanalizei și analizei frecvențelor de către *al-Kindi*, începuturile geometriei algebrice de către *Omar Khayyam*, prima tentativă de abordare a geometriei neeuclidiene de către *Sadr al-Din* și dezvoltarea notațiilor algebrice de către *al-Qalasādī*.

În timpul Imperiului Otoman începând cu secolul al 15-lea, dezvoltarea matematicii islamice a început să stagneze.

Matematica Europei medievale

Interesul Europei medievale în matematică s-a manifestat prin preocupări destul de diferite de cele ale matematicienilor moderni. Există convingerea că matematica furnizează cheia pentru înțelegerea ordinii create de natură.

Evul Mediu timpuriu

Boethius a inventat termenul *quadrivium* pentru a descrie studiul aritmeticii, geometriei, astronomiei și muzicii. El a scris *De institutione arithmetica*, o traducere liberă din limba greacă a cărții lui Nicomachus, *Introduction to Arithmetic*, *De institutione musica*, precum și o serie de extrase din Elemente lui Euclid. Lucrările lui au fost mai degrabă teoretice decât practice și au fost baza studiului matematic, până la recuperarea lucrărilor matematice grecești și arabe.

Renașterea

În secolul al 12-lea, oamenii de știință europeni au călătorit în Spania și Sicilia în căutarea de texte științifice arabe, inclusiv cartea lui Khwarizmi, *The Compendious Book on Calculation by Completion and Balancing*, tradusă în latină de către Robert de Chester, cât și textul complet al Elementelor lui Euclid, tradus în diferite versiuni de Adelard din Bath, Herman de Carinthia, și Gerard de Cremona.

Aceste noi surse au produs o reînnoire a matematicii. *Fibonacci* a scris *Liber Abaci* în 1202, actualizată în 1254, prima matematică semnificativă în Europa de la Eratostene, după mai mult de o mie de ani. Lucrarea a introdus cifrele indo-arabe în Europa și a prezentat multe alte probleme matematice.

Secolul 14 a cunoscut dezvoltarea a noi concepte matematice pentru a investiga o gamă largă de probleme. O contribuție importantă a fost dezvoltarea mecanicii. *Thomas Bradwardine* a studiat variația vitezei. Fără ajutorul calculului diferențial și a conceptului de limită, *Heytesbury* și alții au determinat matematic distanța parcursă de un organism în mișcare uniform accelerată (rezolvată astăzi prin integrare).

Cea mai importantă lucrare scrisă de *Nicole Oresme* de la Universitatea din Paris este *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*. Contribuțiile sale matematice au dus la dezvoltarea conceptului de reprezentare grafică a funcțiilor și la investigarea seriilor infinite. Se consideră ca prin studiile sale Oresme a anticipat descoperirile lui Galileo.

Italianul *Giovanni Casali* a prezentat o analiză grafică a mișcării corpurilor accelerate în tratatul său *On the Velocity of the Motion of Alteration* (1346), imprimat succesiv în Veneția în 1505. Lecțiile sale de fizică matematică au influențat studenții Universității din Padova, și se consideră că ideile sale ar fi influențat ideile prezentate două secole mai târziu de Galileo Galilei.

Matematica Europei moderne timpurii

Fra Luca Bartolomeo de Pacioli (1446/7, Sansepolcro – 1517) a fost un matematician italian și un călugăr franciscan, colaborator cu Leonardo da Vinci și a contribuit esențial la domeniul cunoscut astăzi sub numele de contabilitate, el fiind adesea considerat ca "Tatăl contabilității". El a fost numit, de asemenea, Luca di Borgo după orașul său natal, Borgo Santo Sepolcro, Toscana.



Portretul lui Pacioli, o pictură de Jacopo de' Barbari, 1495

În Italia, pe la mijlocul secolului al 16-lea, *Scipione del Ferro* și *Niccolò Fontana Tartaglia* au descoperit soluțiile pentru ecuațiile cubice. *Gerolamo Cardano* le-a publicat în cartea sa *Ars Magna*, apărută în 1543, împreună cu soluțiile pentru ecuațiile de gradul al 4-lea, descoperite de studentul său *Lodovico Ferrari*. În 1572 *Rafael Bombelli* a publicat cartea *L'Algebra* în care a explicat cum se lucrează cu cantitățile imaginare care apar în formula lui Cardano pentru rezolvarea ecuațiilor cubice.

Cartea *De Thiende* (arta zecimilor), scrisă de *Simon Stevin* a fost mai întâi publicată în olandeză în 1585 și conținea prima prezentare a notației zecimale, care a influențat studiul ulterior al sistemului numeric real.

Ca urmare a cererilor de navigație și de nevoia tot mai mare de hărți exacte pentru zone extinse, trigonometria devine o ramură importantă a matematicii. *Bartholomaeus Pitiscus* a fost primul care a folosit termenul de trigonometrie, în cartea sa *Trigonometria* publicată în 1595. Tabelul Regiomontanus de sinusuri și cosinusuri a fost publicat în 1533.

Secolul al 17-lea

Secolul al 17-lea a adus o explozie fără precedent a ideilor matematice și științifice în Europa. Italianul *Galileo* a observat lunile lui Jupiter în orbita acestei planete, folosind un telescop bazat pe o jucărie importată din Olanda. Danezul *Tycho Brahe* a adunat o cantitate imensă de date matematice, descriind pozițiile planetelor pe cer. Studentul său german *Johannes Kepler* a început să investigheze aceste date. Dorind să îl ajute pe Kepler la calculele sale, scoțianul *John Napier* a fost primul care a investigat logaritmii naturali. Kepler a reușit să formuleze legile matematice ale mișcării planetelor. Geometria analitică dezvoltată de matematicianul și filosoful francez *René Descartes* (1596–1650) a permis reprezentarea grafică a orbitelor într-un sistem de coordonate carteziene. *Simon Stevin* (1585) a creat bazele pentru notația zecimală modernă, cu ajutorul căreia se descriu toate numerele, raționale sau iraționale.

Bazându-se pe lucrările predecesorilor săi, englezul *Isaac Newton* a descoperit legile fizicii explicând legile lui Kepler și a unit conceptele pe care astăzi le cunoaștem astăzi sub numele de calcul infinitezimal. Independent, germanul *Gottfried Wilhelm Leibniz* a descoperit calculul infinitezimal și multe dintre notațiile folosite astăzi. Știința și matematica au devenit o provocare pentru cercetare în întreaga lume.

Matematica aplicată a început să se extindă și în alte domenii, nu doar în astronomie. *Pierre de Fermat* și *Blaise Pascal* au pus fundamentele teoriei probabilităților și au stabilit legile combinatoriale ale teoriei hazardului.

Secolul al 18-lea

Se poate spune că mai de influent matematician al secolului al 18-lea a fost *Leonhard Euler*. Contribuțiile sale pornesc de la studiul *teoriei grafurilor* cu problema celor șapte poduri din Königsberg până la standartizarea mai multor termeni și notații matematice moderne.

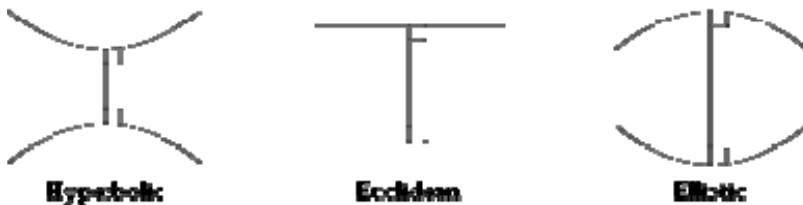
El a notat cu simbolul i rădăcina pătrată a lui -1 și a popularizat folosirea literei grecești π ca fiind raportul dintre circumferința cercului și diametrul său. A adus numeroase contribuții la studiul topologiei, teoriei grafurilor, calculului matematic, în combinatorică și analiză complexă, dovedite prin multitudinea teoremelor și notațiilor care poartă numele său.



Leonhard Euler de Emanuel Handmann.

Alți doi matematicieni de marcă a acestui secol sunt *Joseph Louis Lagrange*, care a avut lucrări de pionierat în teoria numerelor, algebră, calcul diferențial și calculul variațional și *Pierre Simon Laplace*, care pe vremea lui Napoleon, a avut contribuții remarcabile în mecanica cerească și în statistică.

Secolul al 19-lea



Comportamentul dreptelor, cu o perpendiculară comună în fiecare din cele trei tipuri de geometrie

De-a lungul secolului al 19-lea, matematica a devenit tot mai abstractă. Un nume de marcă în istoria matematicii îl reprezintă *Carl Friedrich Gauss* (1777-1855). A avut contribuții numeroase în știință, iar în matematica pură a revoluționat studiul funcțiilor de variabilă complexă, a avut rezultate remarcabile în geometrie și în convergența seriilor. El a demonstrat teorema fundamentală a algebrei.

Acest secol a cunoscut dezvoltarea celor două tipuri de geometrie neeuclidiană, pentru care postulatul paralelelor din geometria euclidiană nu mai are loc.

Matematicianul rus *Nikolai Ivanovici Lobacevski* și matematicianul maghiar *János Bolyai* au definit și studiat independent geometria hiperbolică, în care unicitatea paralelei dusă printr-un punct la o dreaptă nu mai are loc. În această geometrie suma unghiurilor într-un triunghi este mai mică de 180° . Geometria eliptică a fost dezvoltată mai târziu în secolul al 19-lea de către matematicianul german *Bernhard Riemann*. În geometria eliptică nu există nici o paralelă la o dreaptă dată și suma unghiurilor unui triunghi depășește 180° . Riemann a introdus așa numita *geometrie riemannienă*, care unifică și totodată generalizează cele trei tipuri de geometrie și a definit conceptul de *varietate diferențiabilă*, care generalizează noțiunile de curbă și de suprafață.

Secolul al 19-lea reprezintă un secol important în dezvoltarea algebrei abstracte. În Germania, *Hermann Grassmann* a dat o primă versiune noțiunii de spațiu vectorial, iar în Irlanda *William Rowan Hamilton* a dezvoltat algebra necomutativă. Matematicianul britanic *George Boole* a conceput o algebră, care a evoluat curând în ceea ce acum se numește *algebra booleană*, în care singurele numere sunt 0 și 1 și în care $1 + 1 = 1$. Algebra booleană este punctul de plecare al logicii matematice și are aplicații importante în informatică.

În aceeași perioadă, *Augustin-Louis Cauchy*, *Bernhard Riemann* și *Karl Weierstrass* au reformulat calculul matematic într-un mod mai riguros.

Norvegianul *Niels Henrik Abel* a demonstrat că nu există o metodă generală algebrică pentru rezolvarea ecuațiilor polinomiale de grad mai mare decât patru. Francezul *Evariste Galois* a determinat condiția necesară și suficientă ca o astfel de ecuație să poată fi rezolvabilă prin radicali. Alți matematicieni ai acestui secol au arătat că doar cu rigla și compasul nu se poate realiza trisecția unui unghi arbitrar, nici nu se poate construi latura unui cub cu volumul de două ori volumul unui cub dat, nici nu se poate construi un pătrat cu aria egală cu cea a unui cerc dat. Menționăm că încă din timpul vechilor greci, matematicienii au încercat în zadar să rezolve toate aceste probleme. Studiile lui Galois au pus bazele pentru dezvoltările ulterioare ale teoriei grupurilor și domeniilor conexe ale algebrei abstracte. Fizicienii secolului al 20-lea și alți oameni de știință au văzut în teoria grupurilor modul ideal de a studia simetria.

Spre sfârșitul secolului al 19-lea, *Georg Cantor* a stabilit bazele teoriei mulțimilor, ceea ce a permis prezentarea riguroasă a noțiunii de infinit și a devenit limbajul comun al tuturor matematicienilor. Teoria Mulțimilor lui Cantor și dezvoltarea logicii matematice de către Peano, L.E.J. Brouwer, David Hilbert, Bertrand Russell și A.N. Whitehead a inițiat o lungă dezbateră pe tema bazelor matematicii.

Câteva societăți naționale matematice au fost înființate în acest secol: London Mathematical Society în 1865, Société Mathématique de France în 1872,

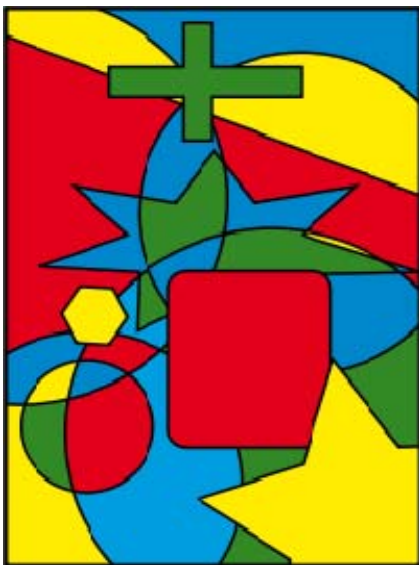
Circolo Mathematico di Palermo în 1884, Edinburgh Mathematical Society în 1883 și American Mathematical Society în 1888. Prima societate internațională de un interes special a fost Societatea pentru promovarea studiului cuaternionilor, care a luat ființă în 1899.

Secolul al 20-lea

În secolul al 20-lea matematica a devenit o profesie. În fiecare an, mii de noi doctorate sunt acordate în matematică, iar locurile de muncă sunt disponibile atât în predare, cât și în industrie. În nici unul dintre secolele anterioare nu au existat atât de mulți matematicieni prolifici.

Într-un discurs din 1900 la Congresul Internațional al Matematicienilor, *David Hilbert* a stabilit o listă de 23 probleme nerezolvate în matematică. Aceste probleme, care acoperă multe ramuri ale matematicii, au constituit un interes major pentru o mare parte din matematicienii secolului al 20-lea. Până astăzi, 10 au fost rezolvate, 7 sunt rezolvate parțial și 2 sunt încă deschise. Restul de 4 sunt prea vag formulate pentru a fi declarate ca rezolvate sau nerezolvate.

Conjecturi istorice notabile în cele din urmă au fost dovedite. În 1976, *Wolfgang Haken* și *Kenneth Appel* au folosit un computer pentru a demonstra teorema celor patru culori.



Un desen ce ilustreaza Problema celor patru culori

Andrew Wiles este recunoscut oficial ca fiind cel care a rezolvat ultima teoremă a lui Fermat în anul 1995. *Paul Cohen* și *Kurt Gödel* au demonstrat că ipoteza continuului este independentă de axiomele standard din teoria mulțimilor. În 1998, *Thomas Callister Hales* a demonstrat conjectura lui Kepler.

În acest secol a avut loc un număr fără precedent de colaborari matematice. De exemplu, pentru clasificarea grupurilor finite simple, realizată între anii 1955 și 1983 au fost necesare aproximativ 500 de articole matematice ale unui număr de circa 100 de autori, pe o lungime de zeci de mii de pagini. Un grup de matematicieni francezi, dintre care făceau parte *Jean Dieudonné* și *André Weil* au publicat sub pseudonimul "*Nicolas Bourbaki*" și au încercat să expună matematica cunoscută până atunci ca un întreg coerent și riguros prezentat. Cele câteva zeci de volume realizate de aceștia au avut o influență controversată privind educația matematică.

Geometria diferențială a intrat în propriile sale drepturi odata cu folosirea ei de către Einstein în teoria relativității generale. Noi domenii ale matematicii, cum ar fi *logica matematică*, *topologia*, *teoria jocurilor* lui *John von Neumann* au schimbat tipurile de întrebări care ar putea găsi răspuns prin metode matematice. Toate tipurile de structuri au fost abstractizate folosind axiome și au primit nume ca spații metrice, spații topologice etc. Conceptul de structuri abstracte a fost el însuși abstractizat și a condus la *teoria categoriilor*. *Grothendieck* și *Serre* au reformat *geometria algebrică*, folosind *teoria fasciculelor*. Mari progrese au fost făcute în studiul calitativ al *sistemelor dinamice* pe care *Poincaré* l-a inițiat în 1890. *Teoria măsurii* a fost dezvoltată la sfârșitul secolului al 19-lea și la începutul secolului al 20-lea. Aplicațiile teoriei măsurii includ *integrala Lebesgue*, *axiomatizarea* dată de *Kolmogorov* *teoriei probabilităților* și *teoria ergodică*. *Mecanica cuantică* a condus la dezvoltarea *analizei funcționale*. Apar alte domenii noi precum *teoria distribuției* *Laurent Schwarz*, *teoria punctului fix*, *teoria singularităților* și *teoria catastrofelor* introdusă de *René Thom*, *teoria modelelor*, și *fractalii* introduși de *Mandelbrot*. *Teoria Lie* împreună cu *grupurile Lie* și *algebrele Lie* a devenit unul dintre principalele domenii de studiu. Structurile algebrice, înzestrate cu cel puțin o operație multivaluată au fost introduse de *F. Marty* în 1934 și se numesc *hiperstructuri algebrice*.

Dezvoltarea și îmbunătățirea continuă a calculatoarelor, la început mașini similare celor mecanice și apoi mașini electronice digitale, a permis industriei să se ocupe cu cantități din ce în ce mai mari de date pentru a facilita producția de masă, de distribuție și de comunicare. În consecință, noi domenii ale matematicii s-au dezvoltat: *teoria calculabilității* a lui *Alan Turing*, *teoria complexității*, *teoria informației* introdusă de *Claude Shannon*, *teoria de procesare a semnalului*, *analiza datelor*, *optimizare* și alte domenii de cercetare operațională. În secolele precedente matematica a pus accent pe calculul matematic și pe funcții continue, dar creșterea de rețele informatice și de comunicație a dus la o importanță tot mai mare a conceptelor discrete și la expansiunea *combinatoricii*, inclusiv a *teoriei grafurilor*. Viteza de prelucrare a datelor și abilitățile calculatoarelor au permis o nouă abordare a unor probleme de matematică, care erau prea consumatoare de timp pentru realizarea calculului

cu creionul și hârtia și au condus la domenii cum ar fi *analiza numerică* și *calculul simbolic*. Unele dintre cele mai importante metode și algoritmi descoperiți în secolul al 20-lea sunt: *algoritmul simplex*, *transformata Fourier* și *filtru Kalman*.

În 1929 și 1930, s-a dovedit că pentru toate afirmațiile formulate în legătură cu numerele naturale împreună cu adunarea sau cu înmulțirea putea fi determinată valoarea de adevăr de un anumit algoritm. În 1931, *Kurt Gödel* a constatat că acest lucru nu mai are loc pentru numerele naturale, împreună cu adunarea și cu înmulțirea, sistem cunoscut sub numele de *aritmetică Peano*. O consecință a celor două teoreme de incompletitudine ale lui Gödel este că în orice sistem matematic care include aritmetica Peano (inclusiv toate de analiză și de geometrie) există declarații adevărate care nu pot fi dovedite în cadrul sistemului. Prin urmare, matematica nu poate fi redusă la logica matematică.

Una dintre cele mai interesante figuri ale matematicii secolului al 20-lea a fost *Aiyangar Srinivasa Ramanujan* (1887-1920), un autodidact indian care a conjeturat sau demonstrat peste 3000 de teoreme, incluzând proprietăți ale numere compuse foarte mari, funcția de partiție și asimptotele sale, cât și funcțiile mock theta. El a făcut, de asemenea, cercetări majore asupra funcțiilor gamma, formelor modulare, seriilor divergente, seriilor hipergeometrice și în teoria numerelor prime.

Paul Erdős a publicat lucrări mai mult decât oricare alt matematician din istorie, lucrând cu sute de colaboratori. Există în matematică un joc echivalent cu jocul Kevin Bacon, care conduce la numărul Erdős al unui matematician. Aceasta descrie "distanța de colaborare" între o persoană și Paul Erdős, măsurată prin numărul de colaborări pentru elaborarea de articole științifice.

Ca și în majoritatea domeniilor de studiu, explozia de cunoștințe științifice a condus la specializare. Până la sfârșitul secolului existau sute de domenii specializate în matematică și *Mathematics Subject Classification* cuprindea deja zeci de pagini. Au apărut din ce în ce mai multe jurnale matematice și, până la sfârșitul secolului, dezvoltarea *world wide web* a condus la publicarea online.

Secolul al 21-lea

În 2000, Institutul de Matematică Clay anunța cele șapte Probleme ale Mileniului, iar în 2003 conjetura lui Poincaré a fost rezolvată de *Grigori Perelman* (care a refuzat să primească vreun premiu pentru aceasta).

Majoritatea jurnalelor matematice de astăzi au versiuni online, dar și versiuni imprimare, iar pe de altă parte, au apărut multe jurnale publicate doar online.

Există astăzi un impuls din ce în ce mai mare spre accesul online nerestricționat la articole din jurnalele științifice.

Matematica in viitor

S-au remarcat multe trenduri in matematica actuală, care a luat o amploare mai mare ca niciodată, computerele sunt din ce in ce mai importante și mai performante, se extind aplicațiile matematicii în bioinformatică, iar numărul lucrărilor științifice este într-o reală expansiune.

Acest text reprezintă în mare parte traducerea în limba română de către Violeta Fotea a paginii web:

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_mathematics,

completată cu informații ale altor pagini din

http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page