

## Dezvoltarea științelor matematice și fizice în sec. al XVII-lea

Vasile Vasilos, conf. univ. dr.  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** *Secolul al XVII-lea a cunoscut o dezvoltare rapidă în domeniul științelor matematice și fizice, ceea ce a stimulat o revoluție în metodologia științifică. Anume în această perioadă s-au pus bazele algebrei moderne. S-a dezvoltat o teorie a ecuațiilor algebrice, care a avut o importanță determinantă în evoluția științei matematice. În dezvoltarea mecanicii, în prima jumătate a secolului al XVII-lea, are loc o cotitura radicală, determinând cercetări care vor duce la constituirea mecanicii, în cursul următoarelor două secole, într-o știință autentică.*

*Progresul științific în această perioadă aparține unor grupuri de amatori cultivați, din rândurile burgheziei sau aristocrației. Savanții nu sau limitat în activitatea lor la o duciplină unică, ci unii dintre ei, ca Galilei sau Kepler, Leibniz sau Descartes, Pascal sau Newton, sunt în același timp filosofi, matematicieni, fizicieni și astronomi.*

**Cuvinte cheie:** *revoluție științifică, metodologie științifică, principiu, fizică, matematică, algebră modernă, formule algebrice, simboluri algebrice, numărului  $\Pi$  ( $\pi$ ), ecuații algebrice, teoria numerelor, calculul probabilităților, logaritmi, geometrie proiectivă, calculul infinitesimal (calculul diferențial și calculul integral), mecanică, metodă experimentală, vid, oscilație, parabolă, traiectorie, presiune atmosferică („legea lui Pascal”), barometru, mecanism cartezian, legea Boyle-Mariotte, tensiune superficială, legile forței centrifuge, principiu al conservării, legea inerției, legea proporționalității forței și accelerării, principiul egalității acțiunii și a reacțiunii.*

Progresul științelor matematice și fizice în secolul al XVII-lea nu poate fi studiat fără a nu semnala legătura lor strânsă cu științele naturii. Savanții cu spiritul cel mai analitic, ca Viète, Fermat sau Descartes, au manifestat un interes fie pentru astronomie, fie pentru matematică, fie pentru optică.

Oameni ca Galilei sau Kepler, care nu s-au ocupat decât puțin de matematica pură, au jucat totuși în dezvoltarea ei un rol însemnat. Astfel, descoperirile astronomice ale lui Galilei – cele din 1610, datorate folosirii lunetei – au creat un interes pasionat pentru studiul opticii, în special dioptriciei, iar lucrările *Ad Vitellionem paralipomena*, scrisă de Kepler în 1604 și *Dioptrica* din 1611 va conduce la o reînvioreare fecundă a studiului conicelor și va influența profund lucrările lui Descartes.

**Matematica.** Progresul gândirii științifice și necesitatea științelor naturii (în deosebi astronomia și mecanica) în metode de cercetare matematice mai desăvârșite, au condus în secolul al XVII-lea la o dezvoltare rapidă a matematicii. Anume în această perioadă s-au pus bazele algebrei moderne.

Încă matematicii Greciei antice și îndeosebi cei din Orientul medieval erau cunoscuți cu elemente din algebră, de exemplu, știau să rezolve ecuații de gradele întâi și doi

Dezvoltarea în secolul al XVII-lea o teorie a ecuațiilor algebrice, care a avut o importanță determinantă în evoluția științei matematice, a avut la bază lucrările algebristilor din secolul al XVI-lea, în special al celor din școala italiană, precum și a operelor francezului Francois Viète.

Astfel, câțiva remarcabili matematicieni italieni, printre care **Scipione del Ferro** (1475-1526), **Niccolo Tartaglia** (1500-1557), **Gerolamo Cardano** (1501-1576), pe la mijlocul secolului al XVI-lea au elaborat metoda de rezolvare a ecuațiilor de gradul al treilea (formula lui Cardano). Unul din discipolii lui Cardano, **Ludovico Ferrari** (1522-1565), un geniu matematic, a găsit, la vârsta de 23 de ani, soluția rezolvării ecuațiilor de gradul al patrulea.

Jurist și raportor la Consiliul de Stat, **Francois Viète** (1540-1603) publică în 1579 un remarcabil *Canon mathematicus* – un tabel de funcții trigonometrice completat cu o parte teoretică. Prin dispunerea reușită a teoremelor în tabele se presimte clar viitoarea notație algebrică. Viète insistă asupra superiorității diviziunii zecimale în comparație cu cea sexazecimală. În acest domeniu el a avut un șir de concurenți, ca de exemplu Jost Burgi (1552-1632) și Adriaan van Roomen (1561-1615), care a fost un profesor cu renume.

Un merit deosebit a lui Viète este și faptul că pentru prima dată introduce în matematică un sistem de simboluri care permite să notăm atât mărimile necunoscute, cât și cele cunoscute, să exprimăm legăturile care le unesc și să deducem astfel ecuația care, sub o formă abstractă, rezumă problema pusă. El notează toate mărimile care intră într-o problemă cu ajutorul majusculelor latine. Vocalele desemnează necunoscutele, iar consoanele mărimile date. Datorită acestei inovații, pentru prima dată se crează posibilitatea, sub o formă abstractă, de a pune și a rezolva probleme algebrice (apar formulele algebrice). Simbolurile algebrice au primit o dezvoltare ulterioară în lucrările lui **Descartes**, care le-a dat un aspect aproape contemporan. Printre altele, el a introdus simboluri, acceptate astăzi, pentru a nota mărimile necunoscute (ultimele litere ale alfabetului latin – x, y, z).

O problemă care a pasionat cercurile științifice ale epocii a fost calculul numărului  $\pi$  (pi), respectiv cvadratura cercului. Viète calculase  $\pi$  cu zece zecimale exacte. În 1593, van Roomen dă 15 zecimale exacte; în 1596, Ludolph dă 20 de zecimale, iar mai târziu, în 1615, văduva sa va publica celebra aproximație dusă până la 32 de zecimale, toate exacte.

În secolul al XVII-lea mai mulți matematicieni și-au adus aportul lor în dezvoltarea ecuațiilor algebrice. Astfel, în 1608 **Peter Rothe** (?-1617) afirmă că orice ecuație de gradul  $n$  are  $n$  rădăcini. **Thomas Harriot** (1560-1621) simplifică notația lui Viète, eliminând considerațiile de omogenitate și înlocuind majusculele latine prin minuscule. El pune mai bine în evidență relațiile dintre coeficienți și rădăcini. În 1629, **Albert Girard** (1595-1632) face din aceste relații temelia însăși a teoriei ecuațiilor. La rândul său, **Descartes** în lucrarea *Geometria*, publicată în 1637, își expune teoria ecuațiilor algebrice, foarte asemănătoare cu cele ale lui Harriot și Girard, dar fiind totuși independentă de ale acestora. Principiile expuse de Descartes vor fi ulterior dezvoltate în special de discipolii săi olandezi din școala lui Schooten și de Newton.

Aceeași epocă a fost încununată de un succes strălucit prin crearea geometriei analitice de către Descartes și Fermat, independent unul de altul, ambii punând la bază analiza lui Viète la geometrie. Cei doi matematicieni folosesc noua logică pentru analiza locurilor geometrice, în special a conicelor.

**Fermat** (1601-1665) s-a născut în Franța, la Beaumont-de-Lomagne și a decedat la Castres la 12 ianuarie 1665, avocat, iar din 1631 magistrat la Toulouse. Cariera sa liniștită ar fi rămas obscură fără geniul său matematic. Analizând pe marii matematicieni antici, el în lucrarea *Ad locos planos et solidos isagoge*, care datează din 1636, a reconstituit stilul antic a geometriei, adoptând un stil modern care, împreună cu notațiile lui Viète, este stilul geometriei analitice de astăzi. Între anii 1636-1643, precum și în unele cercetări și descoperiri care mai continuă până în 1658, Fermat a creat teoria numerelor. Deosebit de important este și faptul că Fermat, în 1654, pune bazele calculului probabilităților. Acest capitol al matematicii s-a născut dintr-un schimb de corespondență între Blaise Pascal, pe atunci în vârstă de 31 ani și Fermat, care avea 53 de ani. În acest stadiu calculul probabilităților este legat de analiza combinatorie. Procedeele lui Fermat sunt mai superioare celor ale lui Pascal. La rândul său, Christiaan Huygens (1629-1695), un alt matematician, se interesează și el de această problemă și publică în 1657 primul tratat de calcul al probabilităților intitulat *De ratiociniis in ludo aleae*.

O descoperire importantă de la începutul secolului al XVII-lea a fost logaritmii. Întemeietor al acestei teorii în matematică a fost **John Neper** (1550-1617), baron scoțian. Teoria lui Neper l-a condus pe autorul ei la construirea de tabele de logaritmi (1614), țel precis pe care l-a urmărit. Primii logaritmi a lui Neper prezentau însă unele dificultăți în calculele practice. Noi tabele de logaritmi au fost elaborate de Henry Briggs (având în prealabil consultări cu Neper).

Tabelele de logaritmi s-au bucurat de un succes imediat și considerabil, fiind necesare pentru calculatori, în special a astronomilor. Între 1614 și 1631 au apărut peste douăzeci de lucrări dedicate tabelor de logaritmi. Printre aceste tabele figurează acelea ale lui Jost Burgi, tipărit la Praga în 1620, ale lui John Speidell,

Johannes Kepler, Adriaan Vlacq, Denis Henrion, Edmund Gunter, inventatorul riglei de calcul.

Un alt matematician original al perioadei a fost **Girard Desargues** (1591-1661), care a pus începutul geometriei proiective. Pasionat pentru aplicarea matematicii în arhitectură, pictură, cardanele solare, el concepe o nouă tehnică geometrică, geometria proiectivă. Scrie o serie de lucrări într-o limbă sistematic franceză, fără termeni tehnici clasici traduși din greacă sau latină. Un discipol al lui Desargues a fost Blaise Pascal, care i-a continuat conceptul și a dezvoltat o teorie completă.

Secolul al XVII-lea este epoca creării în matematică a calculului infinitezimal, cu cele două ramuri, la început distincte – calculul diferențial și calculul integral. Mai mulți savanți au fost preocupați de analiza infinitezimală, precum: Descartes, Fermat, Cavalieri (1598-1647), Gilles Roberval (1602-1675), Evangelista Torricelli (1608-1647), Isaac Barrow (1630-1677), Blais Pascal (1623-1662), John Wallis (1616-1703), James Gregory (1638-1675), Christiaan Huygens (1629-1695), Jacques Bernoulli (1654-1705) și alții, dar de-abia în opera lui Newton și Leibniz își vor găsi legătura strânsă cele două ramuri, și de altfel și denumirile lor.

Astfel englezul **Isaac Newton** (1642-1727) și germanul **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716) sunt coautorii analizei infinitezimale moderne. Cei doi mari savanți au folosit metode diferite de tratare, de notație. Newton va folosi metodele sale atât sub aspectul lor analitic, cât și sub aspectul lor geometric la rezolvarea problemelor fizico-matematice și astronomice. Leibniz va da o mare atenție problemei inverse a tangentelor și va deduce din ea rezolvarea ecuațiilor diferențiale. Academicianul Miron Nicolescu menționa că „cele două puncte de vedere din calculul diferențial și integral, cel datorit lui Newton și cel datorit lui Leibniz, fiecare dintre ele și-a căpătat, ulterior, propria sa istorie. Punctul de vedere a lui Newton a dat naștere conceptului de primitivă și de definiere a integralei cu ajutorul primitivei, în timp ce punctul de vedere a lui Leibniz a generat diferite definiții ale integrabilității și integralei pe baza considerării anumitor tipuri de sume. Pentru funcții continue, cele două puncte de vedere s-au dovedit echivalente, în sensul că o funcție continuă este integrabilă atât după Newton cât și după Leibniz, iar cele două integrale sunt egale”. (Miron Nicolescu, *Analiză matematică*, vol. 2, Ed. Tehnică, 1958).

Așadar, apariția acestor noi domenii în matematică au avut o importanță principală enormă. Matematica a început să studieze mărimile variabile și dependența funcțională între ele. Au început să fie elaborate metode noi, care au permis pentru prima dată supunerea unei analize matematice procesele mișcării din natură, fenomenele lumii materiale. Apariția și dezvoltarea noilor discipline matematice a fost una din condițiile necesare pentru dezvoltarea ulterioară a cunoștințelor omului despre lumea înconjurătoare.

**Mecanica.** În secolul al XVII-lea mecanica determină cercetări care vor duce la constituirea ei, în cursul următoarelor două secole, într-o știință autentică.

Mecanica, ca știință „nouă”, vede lumina zilei o dată cu Galilei și comportă, în esență, împreună cu legile căderii corpurilor grele, rezolvarea problemei mișcării unui proiectil în lipsa oricărei rezistențe a mediului.

Până la sfârșitul secolului al XVI-lea gândirea scolastică cu toate viciile ei continua totuși să predomine în domeniul cunoștințelor științifice. O cotitură radicală are loc de-abea în prima jumătate a secolului al XVII-lea și este legată de activitatea lui **Galileo Galilei** (1564-1642).

Meritul principal al acestui mare savant constă în faptul, că el hotărât s-a situat pe calea creării unei fizici noi, bazată pe experimente și aplicarea metodelor matematice exacte pentru analiza și generalizarea acestor experimente.

Printre primele sale opere, menționăm în special un tratat intitulat *De motu*, scris la Pisa între 1589 și 1591. Invocând analogia cu fierul înfierbântat, care îndepărtat de foc revine treptat la răceala sa naturală, cu calitatea sonoră dobândită de un clopot lovit și care se stinge după un timp ca fiind contrară tăcerii naturale a clopotului, Galilei consideră mișcarea ca o virtute imprimată care slăbește treptat în proiectilul separat de motor.

În 1604, în scrisoarea către Paolo Sarpi (1552-1623), Galilei a formulat legea căderii corpurilor în vid. El a demonstrat că această lege este independentă de masa și densitatea corpului: două corpuri de masă diferită, lăsate să cadă de la aceeași înălțime, ajung pe pământ în același timp. El a dedus această lege pe baza unor experiențe repetate de sute de ori. Istoria spune că pentru a demonstra această afirmația, în 1589, a urcat în vârful Turnului din Pisa două ghiulele dintre care una avea greutatea dublă celeilalte. Le-a lăsat să cadă simultan. Cele două ghiulele au atins suprafața Pământului în același timp. Rezultatul experiențelor i-au sugerat ideea, și el a știut să atribuie rezistenței aerului abaterile constante față de legea ideală, adică față de legea căderii „libere” în vid. Galilei vede mișcarea accelerată a corpurilor în cădere, stabilește legea spațiilor în funcție de timpul scurs.

În lucrarea *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii ptolemeic și copernican*, publicată la Florența în 1632, Galilei afirmă că nu se poate face diferență între „greutate” și „ușurință”, că de fapt căderea corpurilor grele și mișcarea ascendentă a proiectilelor lansate în sus se explică printr-o aceeași lege fundamentală. Oscilația pendulului, asupra căreia el a meditat îndelung, îi arată, de altfel, că mișcarea în sus este o replică răsturnată a mișcării în jos. Galilei a respins teza aristotelică a imposibilității vidului și a afirmat în *De motu* că tocmai în vid se pot descerne adevăratele caractere ale gravitației și ale mișcării.

În timp ce scolasticii și mecaniciștii din secolul al XVI-lea nu au putut trata decât cu totul imperfect mișcarea proiectilelor, Galilei rezolvă această problemă

printr-o analiză deosebit de remarcabilă, în care apare, odată cu principiul inerției, principiul combinării mișcărilor și al independenței efectelor forțelor.

Textul fundamental în această privință este expus în lucrarea *Dialoguri asupra științelor noi* (Leiden, 1638). El afirmă că dacă nu întâmpină nici o piedică, un mobil aruncat pe un plan orizontal va avea o mișcare uniformă la nesfârșit, dacă planul se întinde la infinit. Dacă însă planul este finit, atunci, în momentul în care îi va depăși marginea, mobilul supus greutateii va avea o propulsie în jos. Galilei demonstrează că traiectoria proiectilului este o parabolă. El spune, de asemenea, că rezistența aerului poate modifica traiectoria pentru proiectilele foarte repezi, ca de pildă cele lansate de armele de foc.

Contemplând, în 1538, lămpile suspendate în catedrala din Pisa, Galilei a descoperit izocronismul oscilațiilor pendulului. În *Dialogo*, el afirmă că oscilațiile pendulului sunt aproximativ izocrone, crezând că perioada este proporțională cu lungimea firului (timpul, spune el, fiind cu atât mai scurt, cu cât este mai mic cercul descris). Adică a stabilit că oscilațiile pendulului nu depind de greutatea lui ci de lungimea firului. Adevărata lege a proporționalității pătratului perioadei cu lungimea firului apare în 1637, în corespondența sa, și este reluată în *Discorsi* (1638). În 1641, cu un an înainte de moarte, Galilei a manifestat intenția de a folosi pendulul pentru reglarea ceasornicului.

Toate acestea luate împreună ne dă dreptul deplin de al considera pe Galilei întemeietorul acelor compartimente ale mecanicii contemporane, în care se studiază mișcarea, adică cinematica și dinamica. În afară de aceasta Galilei a fost preocupat de studierea și a altor probleme ca rezistența materialelor, hidrostatica, acustica. Astfel, în 1612, prin lucrarea *Discursul despre corpurile plutitoare* a pus bazele hidrostaticii.

Opera mecanică a lui Galilei a cunoscut în secolul al XVII-lea, în întreaga Europă, și mai ales în Franța, o răspândire largă datorită părintelui Marin Mersenne (1588-1648). Acest călugăr franciscan a publicat la Paris, în 1634, *Les mechcaniques de Galilee*, fiind un intermediar între savanți și amatorii de știință. Prin vasta sa corespondență a demonstrat un viu interes pentru dezvoltarea științelor și propagarea lor în societate.

Dinamica din *Discorsi* a lui Galilei a fost dezvoltată și sistematizată de către discipolul direct al său, **Torricelli** (1608-1647), care publică în 1644, la Florența, un tratat asupra mișcării corpurilor grele. El demonstrează principiul, care a rămas legat de numele său: două corpuri grele legate între ele nu se pot pune de la sine în mișcare fără ca centrul lor de greutate comun să se lase în jos. Acest principiu a fost reluat și generalizat mai târziu de Huygens. Torricelli a mai elaborat unele probleme de hidrodinamică, fiind considerat inițiatorul primelor cercetări în acest domeniu; a început studierea presiunii atmosferice și a creat în 1643 barometrul cu mercur.

Cel a cărui operă în fizică a dominat secolul al XVII-lea până la apariția *Principiilor* lui Newton a fost **Rene Descartes** (1596-1650). El a creat *mecanismul cartezian*, adică sistemul lumii care consta în edificarea unui *sistem complet*, a unui mecanism universal care ar explica toate fenomenele acestei lumi vizibile cu ajutorul doar a trei concepte: *întinderea, figura și mișcarea*. În această reducere a numărului de concepte rezidă originalitatea profundă, justificarea și adevărata utilitate a sistemului lui Descartes. El a oferit posibilitatea unei explicații mecanice a tuturor fenomenelor lumii sensibile, care a constituit o pârghe extrem de puternică a cercetării științifice.

Sistemul lui Descartes trebuia să-și găsească prima explicație – cea mai spontană și cea mai simplă, cât și cea mai copernicană – în tratatul *Lumea*, care era aproape terminat în iulie 1633. Dar condamnarea lui Galilei, din acel an, l-a determinat să amâne publicarea lui. *Lumea* avea să vadă lumina tiparului abia în 1664, după moartea savantului. Descartes publicase, între timp, *Principia philosophiae* (1644). Prin această lucrare, de un aspect mai avansat și mai didactic, învățații din toată Europa au luat cunoștință de mecanismul cartezian.

Întinderea, după Descartes, este substanță (sau materie, sau corp), și invers, substanța se reduce la întindere. Acest concept este lipsit de orice calitate sensibilă, de orice atribut particular și nu conține nimic ce nu poate fi universal. Această universalitate este în ochii lui Descartes cheia inteligibilității certe a întinderii. Întinderea, spune Descartes, umple spațiul în mod continuu: nu există vid și nu mai există atomi. Lumea carteziană este unică; ea este *infinită*, adică nu i se pot atribui limite.

Pentru Descartes, mișcarea este esențialmente relativă și nu poate fi definită decât în raport cu o vecinătate a ei, care este considerată a fi în repaus. Repausul este de aceeași natură ca și mișcarea: între ele există o adevărată simetrie. În natură domnește o lege generală care exprimă global echilibrul uneia și al altuia.

Descartes formulează trei legi ale mișcării cu ajutorul cărora își propune să explice „admirabila structură a acestei lumi vizibile”.

*Prima lege* a mișcării este un fel de principiu al inerției; un corp nu-și schimbă starea de mișcare (sau de repaus), decât dacă se întâlnește cu un alt corp. Orice corp care a început să se miște își continuă mișcarea fără a se opri vreodată de la sine.

*A doua lege* precizează că orice parte a materiei tinde să se miște în *linie dreaptă*, dacă nu întâlnește alte corpuri.

*A treia lege* precizează modalitățile de comunicare a mișcării între două corpuri care se întâlnesc.

Trebuie să recunoaștem că mecanica lui Descartes a pus mai multe probleme decât a fost în stare să rezolve satisfăcător. În schimb, mecanicismul său, adică sinteza fizicii bazată exclusiv pe conceptele de întindere, de figură și de mișcare,

avea să atragă spiritele datorită simplității căilor sale. Prin exemplul său, Descartes a încercat să condamne calitățile oculte din care se alimenta scolastica.

Un alt mare savant al epocii, care a contribuit la dezvoltarea fizicii, a fost celebrul matematician, fizician, filosof și scriitor francez **Blaise Pascal** (1623-1662). El s-a evidențiat prin formularea teoriei numerelor, calculului probabilităților și descoperirea presiunii atmosferice. Aparținând prin naștere marii burghezii din Auvergne, dobândește o cultură precoce în litere și în științe. La vârsta de 16 ani publică un *Eseu asupra figurilor conice*. La 19 ani, spre a-și ajuta tatăl, ocupat în administrarea fiscală a Normandiei, inventează mașina de calcul, care a stat conceptual la baza calculatoarelor de astăzi. Face apoi studii științifice asupra vidului, fiind preocupat de studierea, prin diferite experiențe, a presiunii atmosferice. Istoria îi datorează lui Pascal și celebrele sale lucrări stabilirea legăturii dintre greutatea aerului și distrugerea mitului ororii de vid. În 1647, în cartea sa *Experiences nouvelles touchant le vuide*, Pascal nu îndrăznește încă să proclame absurditatea ororii de vid, însă la acel moment el a ajuns deja la ideea că ceea ce susține mercurul în tubul lui Torricelli este numai presiunea aerului atmosferic, ca consecință a greutății acestuia. Pascal menționează că greutatea aerului nu este incompatibilă cu existența unei „materii imperceptibile, care nu poate fi auzită și nu poate fi cunoscută prin simțuri, dar care umple spațiul în aparență vid”, care se formează în partea de sus a tubului cu care se face experiența.

Pentru a demonstra ipoteza sa, Pascal a făcut, în cursul iernii anului 1647-1648, pe muntele Puy de Dome „marea experiență”. Înălțimile coloanei de mercur, măsurate de mai multe ori la poalele muntelui și pe vârful lui, precum și într-o stațiune intermediară, au fost în fiecare din cele trei puncte mereu aceeași. Pascal a întâlnit fenomene care i-au permis să afirme „că natura nu are nici o oroare față de vid ...și că toate efectele atribuite acestei orori provin din greutatea și presiunea aerului”. Astfel, Pascal a demonstrat definitiv, că coloana de mercur în barometru se menține numai datorită presiunii aerului atmosferic. Pascal a descoperit legea, care-i poartă numele („legea lui Pascal”), despre transmiterea presiunii în lichide și gaze.

În tratatele despre *Echilibrul lichidelor și Greutatea masei de aer*, scrise probabil între 1651 și 1654, dar publicate în 1663, Pascal ni se înfățișează ca un fizician remarcabil prin varietatea aparatului său experimental, prin finețea analizelor sale, prin prelucrarea datelor de măsurare etc.

Menționăm și faptul că savantul a descris patru dispozitive capabile să deceleze variația condițiilor atmosferice, în particular, un sifon al cărui debit descrește o dată cu presiunea atmosferică.

Trebuie însă arătat că folosirea „tubului lui Torricelli” în formă de sifon pentru precizarea ploii și a timpului frumos nu este opera lui Pascal. Ea se datorează unui inginer german, un remarcabil experimentator **Otto von Guericke**



(1602-1686). Realizând mai multe experimente referitor la cercetarea fenomenelor, legate de presiunea atmosferică, el a demonstrat greutatea și elasticitatea aerului, independent de Torricelli. Talentul său practic l-a orientat la celebra experiență cu emisferele de Magdeburg, prezentată Dietei de la Ratisbona, în 1654 și descrisă în lucrarea *Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio*, terminată în 1663.

Începând cu anul 1632, Guericke și-a propus să obțină un instrument capabil să scoată apa dintr-un recipient (vas) plin pentru a produce vid (gol, deșert, spațiu lipsit de materie ponderală). După încercări repetate el a ajuns la crearea pompei pneumatice. Tot lui Guericke trebuie să-i atribuim ideea de a fi utilizat în interiorul recipientului un manometru destinat să pună în evidență rarefierea aerului și să măsoare vidul. Astfel, la jumătatea secolului al XVII-lea, datorită lui Pascal și Otto von Guericke, vidul a căpătat dreptul de cetățenie în știință.

Fizicianul și chimistul englez **Robert Boyle** (1627-1691) și învățatul francez **Edme Mariotte** (1620?-1684), făcând experiențe asupra elasticității și compresibilității aerului, au descoperit, independent unul de altul, legea Boyle-Mariotte a proporționalității inverse dintre volum și presiune la temperatură constantă. De altfel, Boyle a fost primul care a început experiențele, în 1661, însă nu și-a dat seama de interesul pe care-l prezentau rezultatele sale cantitative, cedându-i lui Mariotte prioritatea descoperirii și enunțării legii. Această lege a permis o serie de perfecționări ale pompelor cu presiune și ale manometrelor.

În a doua jumătate a secolului al XVII-lea unul din cei mai mari propagatori ai științei carteziene a fost, fără îndoială, francezul **Jacques Rohault** (1620-1672), a cărui lucrare *Traite de physique* (1671) avea să domine aproape șaiszeci de ani, fiind folosită în mod curent la Cambridge încă și pe timpul lui Newton. Tradusă în limba latină, apoi în engleză, lucrarea a constituit baza de predare a acestei discipline.

Rohault expune o metodă excelentă, care anunță secolul al XVIII-lea. El distinge trei categorii de experiențe: a) acelea care se reduc la simpla mărturie a simțurilor; b) acelea care se fac în mod deliberat, dar fără a putea ști sau prevedea ceea ce se poate întâmpla; c) acele experiențe pe care le anticipează raționamentul. Savantul menționează că acestea din urmă sunt cele mai nobile și cele mai utile fizicianului, dar nu trebuie totuși disprețuite nici cele două forme mai elementare de experimentare.

Rohault studiază în amănunțime toate fenomenele tensiunii superficiale: meniscurile, ridicarea lichidelor în tuburile capilare ș. a. Leibniz va menționa în legătură cu aceasta: „Din tot ce merită să fie numit o descoperire a unui cartezian nu cunosc decât micile tuburi ale domnului Rohault”. Fizica lui Rohault, elegant și clar expusă, a fost accesibilă unui public foarte larg.

Alături de Rohault trebuie să menționăm pe francezul **Nicolas de Malebranche** (1638-1715), care cercetând mai multe probleme referitor la repaos

și mișcare, ciocnirii corpurilor ș.a., a adus o contribuție esențială în dezvoltarea fizicii, și pe **Pierre-Sylvain Regis** (1632-1707), a cărui activitate filosofică a depășit mult pe cea științifică propriu-zisă. Principala sa lucrare este *Systeme de philosophie* (1690). Mare erudit și excelent popularizator al științei, Regis a știut să completeze cartezianismul în lumina ultimelor fapte ale experienței, cunoscute de el. Prin prestigiul său, Regis a contribuit la recunoașterea autorității cartezienilor, în pofida persecuțiilor oficiale și a rezistenței corpurilor didactice.

Malebranche este singurul mare gânditor al epocii care a urmat calea carteziană. Deși a rămas fidel metodei și principiului lui Descartes, Malebranche se credea în drept să nu considere filosofia acestuia ca infailibilă. Există cazuri în care „acest mare om s-a înșelat”. El însuși ne-a avertizat „că citind lucrările sale... nu trebuie să credem nimic din ceea ce spune decât atunci când evidența ne obligă”. Așadar, a fi cartezian adevărat înseamnă a nu accepta nimic fără cercetare. Mergând mai departe în cercetare pe linia fizicii lui Descartes, Malebranche folosește și fizica lui Huygens.

La rândul său, **Christiaan Huygens** (1629-1695), a pus la îndoială valabilitatea regulilor lui Descartes cu privire la ciocnirea corpurilor și a efectuat mai multe experimente în acest domeniu. Huygens a fost un savant universal, produsul unei educații academice mult evaluate, îmbinând în sine un mare geniu inventiv cu un simț al esteticii matematicii din cele mai dezvoltate.

Opera lui Huygens este veriga esențială dintre Galilei și Newton. El oferă primul exemplu al unei științe în întregime eliberate de prejudecățile scolasticii. Huygens este un fizician autentic. Oricât de scrupulos s-ar ocupa cu observarea faptelor, el nu concepe experiența decât în serviciul rațiunii.

Fiu al unui om cultivat, Huygens, datorită unor condiții favorabile, s-a plasat devreme în câmpul cercetării. Încă la vârsta de 15-16 ani făcând cunoștință cu *Principiile filosofiei* a lui Descartes el a descoperit unele lucruri false și altele prea puțin verosimile. În 1652, Huygens începe să pună la îndoială regulile lui Descartes cu privire la ciocnirea corpurilor. La 29 octombrie 1654 el menționează: „Dacă toate regulile lui Descartes, în afară de prima, nu sunt false, înseamnă că nu știu să deosebesc adevărul de neadevăr”. După mai multe experiențe, peste trei ani, la 2 noiembrie 1657, Huygens scrie lui Frans van Schooten (1615-1660), un cartezian de strictă obediență: „Mă aflu în posesia câtorva reguli indubitabile (ale ciocnirii corpurilor) și nimic nu mi-a dat o satisfacție mai mare decât constatarea că ele sunt în acord perfect cu experiența”. În tratarea sa el pornea de la principiul inerției, de la un principiu al relativității și de la postulatul potrivit căruia două corpuri egale care au viteze egale și se ciocnesc frontal sar înapoi având fiecare viteza dinainte de ciocnire. Principiul relativității invocat de Huygens constă în admiterea faptului că circumstanțele ciocnirii sunt aceleași în cazul unui reper considerat fix și în cazul unui reper

mobil, animat în comparație cu primul de o mișcare de translație rectilinie și uniformă.

Descoperirea esențială a lui Huygens a fost însă cea a *legilor forței centrifuge*, legi enunțate în marele său tratat *Horologium oscillatorium* (1673). El a fost îndemnat la cercetări în acest domeniu, pe de o parte, de lectura lui Galilei și a lui Descartes, iar pe de altă parte, de preocuparea practică de a construi un ceasornic cu pendul conic. Pentru a studia tendința centrifugă a unui corp atașat de o roată care se învâртеște, Huygens recurge la un adevărat *reper mobil* legat de roată. Experimentul său îl aduce la concluzia, că tendința unui corp atașat de o roată care se învâртеște este aceeași ca și în cazul când acest corp ar înainta urmând raza unei mișcări uniform accelerate. De aici decurg legile cantitative ale forței centrifuge care, considerată în reperul care se învâртеște, este pentru Huygens o forță tot atât de reală ca și greutatea.

Huygens este totodată și în căutarea unui *principiu al conservării*. Punctul de plecare a lui în această cercetare va fi principiul lui Torricelli generalizat pentru un număr oarecare de corpuri grele. Astfel, în toate cazurile de oscilație în vid, centrul de greutate al sistemului se ridică exact până la înălțimea de la care a coborât. Afară de aceasta, Huygens admite că în oarecare ciocnire elastică se conservă ceea ce Leibniz va numi *forță vie*. Aceste considerații energetice, îi vor permite lui Huygens să rezolve această problemă în întreaga ei generalitate, încă din anul 1664, judecând după manuscrisele pe care le-a lăsat.

Huygens, care în întreaga sa operă de mecanician „îl confirmă și-l extinde pe Galilei”, reia demonstrația legilor căderii corpurilor grele. Cu ajutorul acestor legi, el elaborează teoria pendulului. Rezultatele experimentelor îl conduce la înlocuirea pendulului circular cu *pendulul cicloidal*, și la elaborarea teoriei complete a acestuia. Totodată el construiește ceasornice cicloidale (1657).

Întemeietorul mecanicii clasice a fost marele fizician englez **Isaac Newton** (1642-1727). El a formulat legea gravitației universale și a exercitat o influență imensă asupra dezvoltării gândirii filosofice. Principala sa operă este *Principiile matematice ale filosofiei naturale* (scrisă în trei cărți), publicată la Trinity College (Cambridge), în ziua de 8 mai 1686, în care își expune concepțiile sale privitor la legile mecanicii. Lucrarea conține definiții și axiome sau legi ale mișcării care constituie primul cod folosit de știința mecanică. Savantul formulează trei legi ale mișcării:

*Prima lege a mișcării* enunțată de Newton este *legea inerției*; orice corp își păstrează starea de repaus sau de mișcare uniformă în care se găsește, dacă o forță nu-l constrânge să schimbe această stare.

*A doua este legea proporționalității forței și accelerării*, ce afirmă că schimbările care intervin în cantitatea de mișcare sunt proporționale cu forța motrice și se produc în direcția acestei forțe.

A treia lege constă în principiul *egalității acțiunii și a reacțiunii* în acțiunile reciproce a două corpuri.

Din aceste legi se deduce un mare număr de efecte, care formează temelia mecanicii și fizicii clasice.

Pentru primele două legi ale mișcării Newton îl omagiază pe Galilei, iar în domeniul legilor ciocnirii, el citează ca predecesori pe Wren, Wallis, Huygens și Mariotte.

Cu ajutorul acestor legi și a unor concepte, Newton expune în *Principiile* sale o ambundență extraordinară de demonstrații matematice, concepute în stil geometric. Sunt fundamentate noțiunile mișcării absolute raportate nu la corpurile materiale, dar la spațiul absolut, vid și la timpul absolut.

În ce privește filosofia științifică a lui Newton, ne referim la *Regulile de filosofare* expuse la începutul cărții a III-a a lucrării *Principiile matematice ale filosofiei naturale*. După concepțiile sale filosofice Newton se situa pe poziția recunoașterii realității obiective și a cognoscibilității lumii. În sistemul lui Newton inerția și gravitația explică repetarea infinită a mișcărilor eliptice ale corpurilor cerești, însă „impulsul inițial” Newton îl atribuia lui Dumnezeu.

Gândirea fizică a lui Newton se îmbina cu o teologie. Ordinea care domnește în sistemul lumii este opera unei Ființe atotputernice și inteligente. Dumnezeu este în mod substanțial prezent pretutindeni și întotdeauna. Nu-l cunoaștem decât prin structura excelentă a lucrurilor și prin cauzele finale. Diversitatea care domnește în toate cu schimbarea timpului și a locului nu poate proveni decât de la voința și înțelepciunea divină. Înțelegerea umană nu este decât o reflecție infinitezimală a conștiinței divine. În lucrarea *Optica*, Newton face din spațiul infinit un *sensorium*, în care Dumnezeu percepe și înțelege toate lucrurile, nemijlocit prezente pentru el.

Armonia sistemului lumii este rezultatul unei intenții deliberate, unei alegeri și nu al întâmplării. Nici o cauză naturală nu ar fi suficientă pentru a o institui.

Concepțiile teologice și interesele lui Newton, precum și lipsa dorinței de a analiza cauzele interne ale fenomenelor descrise (vorba lui Newton „*hypotheses non fingo*” – „eu nu plăsmuiesc ipoteze”) n-au constituit un obstacol pentru sistemul său de explicare univocă și precisă a naturii.

Astfel, opera lui Newton, care avea să deschidă dinamicii câmpul sistemului lumii, a fost un aport extraordinar adus în serviciul gândirii fizice.

Marele matematician și filosof al epocii, germanul **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716) a fost și el preocupat de mecanică, debutând în acest domeniu cu lucrarea *Theoria motus abstracti*, în anul 1671.

Geniu precoce, la cincisprezece ani era inițiat în filosofia scolastică, literaturile greacă și latină. A studiat matematicile la Iena, apoi jurisprudența la Altdorf. A adus o mare contribuție la dezvoltarea matematicii și fizicii. În afară de aceasta s-a ocupat de geologie, biologie, istorie, lingvistică, a fost autor a unei

serii de invenții tehnice. Viața sa a fost marcată nu numai de activitate științifică, dar și de o intensă activitate politică.

În lucrarea *Theoria motus concreti* Leibniz are drept obiectiv rezolvarea opoziției dintre fizica concretă și mișcarea abstractă. Eterul care umple – după Leibniz – tot spațiul este, în același timp, agentul greutatei și al mișcărilor sistemului solar, cât și al elasticității, proprietate universală a corpurilor sensibile.

Meritul esențial al lui Leibniz în mecanică este faptul că fondează știința mișcării sau „dinamica”, aruncând pentru prima dată o punte între dinamică și statică, făcând *să se nască forța vie dintr-o infinitate de împingeri continue ale forței moarte (sau forței statice)*.

Mecanica lui Leibniz se înscrie într-o metafizică care atribuie mișcării o realitate eminentă legată de activitatea și de spontaneitatea oricărei substanțe, căreia nu i se întâmplă nimic care să nu se nască din ea însăși, și aceasta, datorită armoniei prestabilite, fără conflict cu alte substanțe.

Astfel, mecanica în secolul al XVII-lea nu este decât o disciplină în căutarea propriilor sale principii, în căutarea metodei sale și a axiomelor sale elementare. Nașterea ei a fost legată de dezbateri metafizice. Separarea dintre gândirea metafizică și știința pozitivă a fost posibilă mai târziu.

#### **Concluzii :**

1. În secolul al XVII-lea a avut loc o dezvoltare rapidă a matematicii. Aname în această perioadă s-au pus bazele algebrei moderne. S-a dezvoltat o teorie a ecuațiilor algebrice, care a avut o importanță determinantă în evoluția științei matematice.

2. Francois Viete introduce pentru prima dată în matematică un sistem de simboluri care permite să notăm atât mărimile necunoscute, cât și cele cunoscute, iar Descartes, le-a dat un aspect aproape contemporan, introducând simboluri, acceptate astăzi, pentru a nota mărimile necunoscute (ultimele litere ale alfabetului latin –  $x, y, z$ ).

3. O problemă care a pasionat cercurile științifice în secolul al XVII-lea a fost calculul numărului  $\pi$  (pi), respectiv cvadratura cercului.

4. Aceeași epocă a fost încununată de un succes strălucit prin crearea geometriei analitice de către Descartes și Fermat.

5. Fermat a creat teoria numerelor; pune bazele calculului probabilităților, care devine un capitol al matematicii.

6. O descoperire importantă de la începutul secolului al XVII-lea a fost logaritmi. Întemeietor al acestei teorii în matematică a fost John Neper. Au fost construite tabele de logaritmi.

7. Matematicianul Desargues a pus începutul geometriei proiective, necesară în arhitectură, pictură, cardanele solare etc.

8. Secolul al XVII-lea este epoca creării în matematică a calculului infinitezimal, cu cele două ramuri, la început distincte – calculul diferențial și

calculul integral. Întemeetorii analizei infinitezimale moderne au fost Newton și Leibniz.

9. Cotitura radicală în dezvoltarea mecanicii are loc în prima jumătate a secolului al XVII-lea și este legată de activitatea lui Galileo Galilei.

10. Galilei a formulat legea căderii corpurilor în vid; demonstrează că traiectoria proiectilului este o parabolă; a descoperit izocronismul oscilațiilor pendulului.

11. Galilei întemeiază două compartimente ale mecanicii contemporane, în care se studiază mișcarea, adică cinematica și dinamica.

12. De către Galilei s-au pus bazele studierii unor probleme ca rezistența materialelor, hidrostatica, acustica.

13. Torricelli a construit în 1643 barometrul cu mercur.

14. Rene Descartes a creat *mecanismul cartezian*, adică sistemul lumii care consta în edificarea unui *sistem complet*, a unui mecanism universal care explica toate fenomenele acestei lumi vizibile cu ajutorul doar a trei concepte: întinderea, figura și mișcarea; formulează trei legi ale mișcării cu ajutorul cărora își propune să explice „admirabila structură a acestei lumi vizibile”.

15. Blaise Pascal formulează teoria numerelor, calculul probabilităților și descoperă presiunea atmosferică („legea lui Pascal” despre transmiterea presiunii în lichide și gaze).

16. Otto von Guericke a demonstrat greutatea și elasticitatea aerului, independent de Torricelli; a creat pompa pneumatică.

17. Robert Boyle și Edme Mariotte au descoperit, independent unul de altul, legea Boyle-Mariotte a proporționalității inverse dintre volum și presiune la temperatură constantă; această lege a permis o serie de perfecționări ale pompelor cu presiune și ale manometrelor.

18. Huygens a descoperit *legile forței centrifuge* și un *principiu al conservării*; elaborează teoria pendulului și înlocuiește pendulul circular cu *pendulul cicloidal*; construiește ceasornice cicloidale.

19. Isaac Newton este întemeetorul mecanicii clasice; a formulat legea gravitației universale și trei legi ale mișcării: *legea inerției*, *legea proporționalității forței și accelerării*, *principiul egalității acțiunii și a reacțiunii* în acțiunile reciproce a două corpuri; a fundamentat noțiunile mișcării absolute raportate la spațiul (absolut) vid și la timpul absolut.

20. Leibniz în mecanică fondează știința mișcării sau „dinamica”, aruncând pentru prima dată o punte între dinamică și statică.

### Referințe bibliografice

1) Джон Кларк, Иллюстрированная хроника открытий и изобретений с древнейших времен до наших дней: Наука и технология, Минск, „Издательство Астрель”, 2002, 332 с.

- 2) **Л. Д. Белькинд, И.Я. Конфедератов, Я. А. Шнейберг**, История техники, Москва-Ленинград, 1956, 491 с.
- 3) **В. В. Данилевский**, Русская техника. Ленинград, 1949, 547 с.
- 4) **F. Braunstein, J. F. Pepin**, Ghid de cultură generală, București, Editura „Orizonturi”, Editura „Lider”, 1991, 364 p.
- 5) История средних веков, Том II, Москва, 1954, 520 с.
- 6) Știința modernă, De la 1450 la 1800, Volum. II, București, Editura științifică, 1971, 887 p.
- 7) Istoria modernă a Europei și Americii, Vol. I, Chișinău, Editura „Lumina”, 1995, 382 p.

### **Pacea de la București și anexarea Basarabiei la 1812**

**Vasile Vasilos**, conf. univ. dr.  
Universitatea Tehnică a Moldovei

*Buna cunoaștere a Istoriei ne unește.  
Reaua cunoaștere a Istoriei ne separă.*

#### ***Fustel de Coulanges (1830-1889), istoric francez***

Despre istoria Basarabiei s-au publicat multe studii și cărți de certă valoare științifică în diferite perioade istorice. Majoritatea din ele reiese din adevărurile istorice incontestabile despre Basarabia ca un teritoriu românesc, populat de moldoveni-români, rupt din trupul Țării Moldovei la 1812 de către Imperiul Rus. Totodată unele lucrări, manifestând disprețul față de orice adevăr, contestă românitatea moldovenilor basarabeni, precum și dreptul istoric românesc asupra Basarabiei, prezintă Rusia în chip de binefăcătoare, vorbesc despre răpirea Basarabiei în 1812 ca despre o reunire, o alipire, o dezrobire de sub turci (unii chiar afirmă că Basarabia este o provincie rusească). *Problema Basarabiei* n-ar fi fost atât de actuală astăzi, dacă n-ar mai fi existat istorici, politicieni și alte categorii de persoane care susțin această poziție.

Această problemă, ce ține de trecutul istoric, a primit astăzi o conotație politică, etnică, lingvistică, ideologică dacă vreți, care aduce la disensiuni în societatea moldovenească, la împărțirea societății pe criterii etnice.

Publicația de față este o prezentare a adevărului științific privind trecutul spațiului românesc dintre Prut și Nistru, o încercare să readucem în memoria noastră împrejurările în care Basarabia a fost ruptă de la Moldova. Noi reieșim din valabilitatea unui principiu fundamental: *Drepturile trebuie afirmate permanent și pretutindeni, în caz contrar ele se sting!*

Aruncând o privire generală asupra politicii marilor Imperii, și în primul rând a celui Rus, din secolele XVIII-XIX referitor la spațiul sud-est european, ne dăm seama ce soartă tragică îi aștepta pe românii basarabeni. La 16 mai 1812, după un