„***EVRIKA***" (am descoperit) !
Arhimede (Siracuza, 287-212 î.Hr.)

ARHIMEDE – UN ILUSTRU SAVANT GREC AL ANTICHITĂŢII

Augustin CREŢU, Rodica CREŢ, Dănuţ MATEESCU

ARCHIMÈDE – UN ILLUSTRE SAVANT GREC DE L'ANTIQUITÉ

Le présent article expose d'une manière synthétique – à partir de la bibliographie consultée – le peu qu'on connaît sur la vie de l'illustre savant, ainsi qu'une partie de l'anecdotique contemporaine concernant ses réalisations. On énumère les traités théoriques élaborés (ceux qui ont été conservés jusqu'à nos jours), ainsi que leur influence sur les évolutions ultérieures des Mathématiques, de l'Hydrostatique et de l'Astronomie.

C'est Archimède (inventeur des leviers, du pignon, de la vis sans fin) qui a établi les relations de calcul de la surface et du volume de la sphère et du cylindre, qui a déterminé les centres de gravité de divers corps, qui a énoncé le fameux principe de l'hydrostatique (qui porte son nom) etc. C'est donc lui qui a jeté des bases solides pour disciplines susmentionnées. Le grand mathématicien, astronome et physicien allemand Carl Friedrich Gauss (1777-1855) pensait qu`Archimède et Isaac Newton (1642-1727) furent les plus grands scientifiques de toute l`histoire de la civilisation humaine !

Cuvinte cheie: matematică, mecanică, hidrostatică, leviere, pinioane, şuruburi fără sfârşit, sferă, cilindru, centru de gravitaţie, principiul hidrostaticii (Arhimede)

Mots-clés: mathématiques, mécanique, hydrostatique, leviers, pignons, vis sans fin, sphère, cylindre, Centre de gravité, le principe de hidrostaticii (Archimède)

1. Viaţa

Datele privitoare la viaţa lui **Arhimede** sunt incerte, cele mai multe cunoştinţe despre acesta sunt – mai degrabă – anecdotice decât istorice, reflectând faptul că geniul său a impresionat imaginaţia contemporanilor şi a urmaşilor săi. Cert este faptul că viaţa lui s-a derulat de-a lungul unei bune părţi (circa 75 de ani - după cum afirmă istoricul bizantin **J. Tzetzes**) a secolului al III-lea î.Hr. născându-se în anul 287 î.Hr., tată fiindu-i astronomul **Fidias** – primul său învăţător în ale matematicii şi ale astronomiei. El şi-a petrecut cea mai mare parte a vieţii în Siracuza, un post înaintat al elenismului în bazinul mediteranean – principalul oraş grec din insula Sicilia, destinaţia multor emigranţi greci, denumită şi „*America Greciei*", o adevărată frontieră vestică a mării greceşti – fiind prieten şi rudă (după **Plutarh**) cu regele **Hieron al II-lea**. În preajma vârstei de 20 de ani este posibil să fi petrecut şi în Alexandria (Egipt) - care era unul din centrele ştiinţifice şi culturale ale vremii, dominat de proaspăta amintire a marii personalităţi a lui **Euclid**, cel care a pus bazele geometriei elementare (mort în 275 î.Hr.).

Arhimede a purtat o vastă corespondenţă – în care îşi descrie realizările practice – cu renumiţi matematicieni ai vremii, printre care şi cărturarii alexandrini **Conon** din insula (greacă) Samos sau **Eratostene** (matematician şi filosof – circa 284 – 192 î.Hr. – care a efectuat pentru prima dată măsurarea meridianului terestru) din colonia greacă (africană) Cyrène (situată în vestul Egiptului). El a jucat un rol important în construirea unor ingenioase dispozitive de luptă, utilizate la apărarea eficientă a Siracuzei în faţa atacurilor invadatorilor romani: pârghii, (face o demonstraţie practică trăgând, singur, la mal, un vas de mari dimensiuni), scripeţi ficşi şi mobili, oglinzi reflectorizante, roţi dinţate etc. Totuşi, în toamna anului 212 î.Hr. (în timpul celui de-al doilea război punic – „*războiul lui Hanibal*") trupele generalului roman **Marcus Claudius Marcellus** (circa 268 – 208 î.Hr.) au cucerit Siracuza şi – în timpul prădării oraşului – unul dintre soldaţii romani ai acestuia (un centurion) l-a ucis pe **Arhimede**, surprins cufundat în rezolvarea unei probleme de geometrie plană, având în faţă, trasate pe nisip, mai multe ... cercuri (ultimele cuvinte care-i sunt atribuite au fost „*Noli turbare circulos meos*" – „*Nu te atinge de cercurile mele*").

La mai bine de un secol şi jumătate după aceste evenimente, marele orator şi om politic roman **Marcus Tullius Cicero** (106 – 43 î.Hr.) – care îndeplinea funcţia de chestor în Sicilia – i-a descoperit mormântul invadat de buruieni, dat ... uitării !

Anecdotica răspândită în contemporanitate îi atribuie, printre altele:

- crearea a două „sfere” – singurele lucruri pe care cuceritorul le-a luat cu el la Roma (după afirmaţiile lui **Cicero**) – una reprezentând un glob stelar (o sferă, din cupru) iar cealaltă era, în fond, un dispozitiv care reproducea mecanica mişcărilor Soarelui, ale Lunii (şi eclipsele acestora) şi ale planetelor;

- determinarea – după afirmaţiile arhitectului roman **Vitruvius** (sec. I î.Hr.) –, prin cântărirea în apă, a proporţiilor de aur şi argint pe care bijutierul lui **Hieron** le utilizase în confecţionarea unei ghirlande pe care i-o comandase;

- utilizarea unor oglinzi uriaşe (plane sau curbe) cu ajutorul cărora focaliza razele solare asupra corăbiilor inamice, asediatoare, pe care le incendia;

- afirmaţia „*Daţi-mi un punct de sprijin şi răstorn (urnesc) din loc Pământul*”, folosindu-se de pârghii;

- strigătul „*Evrika*” („*Am găsit*” – în greceşte) cu care ar fi ieşit din baie, gol, în piaţă, exprimându-şi astfel bucuria de a fi descoperit principiul hidrostaticii care-i poartă numele (după ce observase diminuarea greutăţii membrelor sale, în timp ce se îmbăia).

Conform marelui istoric şi moralist grec **Plutarh** (circa 50 - circa 125) – autorul lucrării „*Vieţile oamenilor iluştri*” ai Greciei şi ai Romei – lui **Arhimede** nu i se păreau deosebite invenţiile sale practice, care-i creaseră faima contemporană. De aceea nu a lăsat nici o lucrare scrisă despre acestea.

În acelaşi timp, toate lucrările scrise (corespondenţa) rămase de la el – despre Mecanică, Astronomie sau Hidrostatică – au un caracter teoretic. Pornind de la observaţii practice, **Arhimede** a utilizat raţionamente mecanice pentru a descoperi noi teoreme matematice.

2. Opera

Se poate bănui că „*în perioada alexandrină*” – profitând de accesul la „*Muzeul (Universitatea)*” local – s-a ocupat, mai întâi de astronomie, pentru a continua – la Siracuza – preocupările tatălui său.

Lucrările elaborate de către **Arhimede**, prezentările şi demonstraţiile sale matematice indică o mare îndrăzneală şi originalitate a gândirii precum şi o extremă rigoare, atingând cele mai înalte standarde ale ştiinţei contemporane. În tratatele scrise de **Arhimede** – şi care s-au păstrat – expunerile sunt clare, logice şi convingătoare.

Astfel, în „*Măsurarea cercului*” – lucrare scrisă sub formă de corespondenţă cu **Desitheus**, un fost student al lui **Conon** din Samos – se defineşte constanta cercului (ca raport între lungimea circumferinţei şi diametrul acestuia) – notată cu π[4] – a cărei valoare, între limitele 3+10/71 şi 3+1/7 sau între 223/71 şi 22/7, rezultă prin înscrierea şi circumscrierea unor poligoane regulate cu un număr cât mai mare de laturi. Aceeaşi cale a fost urmată de toţi matematicienii, până la dezvoltarea unei serii infinite în India (în secolul al XV–lea) şi în Europa (în secolul al XVII–lea).

În „*Despre sferă şi cilindru*” – în două volume, adresate tot lui **Desitheus** – afirmă că aria suprafeţei oricărei sfere de rază r este de patru ori mai mare decât aria celui mai mare cerc al său, adică $A=4\pi r^2$, iar volumul unei sfere reprezintă două treimi din volumul cilindrului în care aceasta este înscrisă – adică $V_s=2V_c/3=2\cdot 2r\cdot \pi r^2/3=4\pi r^3/3$. În entuziasmul său faţă de această descoperire, Arhimede a cerut ca piatra sa funerară să fie marcată cu o sferă înscrisă într-un cilindru !

Ca precursor al calculului integral, în „*Despre conoide şi sferoide*” – lucrare adresată aceluiaşi **Desitheus** –, **Arhimede** încearcă determinarea volumelor generate prin rotirea unui sector al unei conice (cerc, elipsă, parabolă sau hiperbolă) în jurul axei sale.

În lucrarea „*Spirale*” sunt prezentate mai multe proprietăţi ale tangentelor şi ale zonelor asociate spiralei lui **Arhimede**, construite prin compunerea mişcării circulare cu cea liniară – una dintre cele câteva curbe cunoscute în antichitate, descrise de un punct în translaţie uniformă, pe o rază, ce se roteşte uniform în jurul centrului – pe lângă linia dreaptă şi secţiunile conice.

Considerat a fi fondator al mecanicii teoretice, **Arhimede** s-a preocupat în tratatul său „*Despre echilibrul planelor*” (sau „*Centrele de gravitaţie ale planelor*” – în două volume) de determinarea poziţiilor centrelor de gravitaţie ale diferitelor figuri geometrice plane sau segmente ale dreptei, ale parabolei şi paraboloidului. A stabilit legile pârghiei. Se presupune, totuşi, că o parte importantă a acestui tratat cuprinde adaosuri ulterioare sau reformulări stabilite de către matematicieni predecesori lui **Arhimede**.

O problemă aflată, încă în discuţie, o reprezintă „*Cuadratura parabolei*” („*Tetragonismos paraboles*”) tratată mai întâi prin mijloace

---

[4] Un om de ştiinţă francez pretinde că a calculat 2,7 trilioane de zecimale din numărul iraţional Pi (π), un nou record cu atât mai impresionant cu cât nu a realizat calculul cu ajutorul computerului, informează The Indian Times. Fabrice Bellard a doborât recordul anterior de 2,6 miliarde de zecimale calculate din Pi, stabilit de un computer, după 131 de zile de calcule şi verificări.

„mecanice” şi apoi prin metode geometrice convenţionale, conducând la constatarea că aria oricărui segment al unei parabole este egală cu patru treimi (4/3) din suprafaţa triunghiului care are aceeaşi bază şi înălţime din acel segment.

Un scurt tratat intitulat „*Calculatorul de nisip*” – care i-a fost adresat lui **Gelon**, fiul lui **Hieron** – cuprinde, totuşi, unele noţiuni originale, profunde, de matematică. **Arhimede** arată, aici, cum poate fi exprimat – în sistemul numeric grec de notare – un număr uriaş – numărul de fire de nisip care ar fi necesare umplerii întregului univers. El creează un sistem de notare a valorii locului bazat pe *myriade* – 10^4 (grecii nu cunoşteau, atunci, sistemul de notare cu baza 60 a babilonienilor) – etapă naturală în drumul parcurs de la microcosmosul firului de nisip la macrocosmosul sistemului solar, întregul univers umplându-se, după **Arhimede** cu $8x10^{63}$ fire de nisip ! În lucrare este descris, în detaliu, sistemul heliocentric al astronomului grec **Aristarh** din Samos (circa 310-230 î.Hr.) – primul care a emis ideea că Pământul se roteşte în jurul axei proprii şi în jurul Soarelui. Câteva din procedurile ingenioase ale astronomului grec i-au folosit lui **Arhimede** pentru stabilirea diametrului posibil al Soarelui, observându-l pe acesta cu un instrument.

În „*Metoda privind teoremele mecanice*”, **Arhimede** descrie un proces al descoperirii în mecanică, relatând modul în care utilizând o metodă „mecanică” a ajuns la unele descoperiri matematice importante, cum ar fi stabilirea expresiilor suprafeţei şi volumului unei sfere.

Lucrarea sa „*Despre corpurile plutitoare*” („*Periton ochumenon*” – în două volume) este prima cunoscută de hidrostatică – disciplină al cărei fondator este considerat **Arhimede**.

În prima parte a tratatului, el concluzionează că suprafaţa oricărui lichid în echilibru, deci şi a mării sau a oceanelor, este sferică – având centrul în centrul Pământului. Scopul său este de a stabili poziţiile pe care le iau diferite corpuri solide atunci când plutesc într-un lichid, în funcţie de forma şi de poziţia centrelor lor de greutate. În primul volum sunt stabilite diverse principii generale şi, în special, principiul care-i poartă numele: *orice corp scufundat într-un lichid este împins ascendent, pe verticală, cu o forţă egală cu greutatea volumului de fluid dislocat*. Al doilea volum al lucrării cuprinde un „*tur de forţă matematic*” – rareori egalat mai târziu – în care **Arhimede** analizează diferitele poziţii de stabilitate pe care le ia un paraboloid atunci când pluteşte într-un fluid.

De la alţi autori, se ştie că **Arhimede** a scris şi alte lucrări care, însă, nu s-au păstrat. În mod special, s-a ocupat de *catoptică* –

discutând fenomenul refracţiei. Au supravieţuit, deasemenea, câteva lucrări traduse în arabă, atribuite lui **Arhimede** – printre acestea şi una despre înscrierea unui heptagon regulat într-un cerc -, o carte „D*espre cercurile care se ating*" şi alta intitulată „*Ostomachion*" – în care se vorbeşte despre un pătrat divizat în 14 piese pentru un joc (puzzle) – „*Pătratul lui Arhimede*".

Marele astronom, matematician şi fizician german **Carl Friedrich Gauss** (1777-1855) considera că **Arhimede** şi **Isaac Newton** (1642-1727) *au fost cei mai mari oameni de ştiinţă din întreaga istorie a civilizaţiei umane !*

3. Moştenirea - Urmaşii - Continuatorii

Folosindu-se de metodele riguroase ale aproximării finite succesive, conducând la noţiunea de număr iraţional – inventate de astronomul matematician grec **Eudoxus** (408-355 î.Hr.) din vechiul oraş Cnid (din Carie) – în care era mare maestru, **Arhimede** reuşeşte să dea demonstraţii, care cuprindeau infinitezimalele, în toate lucrările sale de geometrie precum şi în cele referitoare la sferă şi cilindru. Rezultatele sale nu sunt mai puţin impresionante decât ale primilor promotori ai calculului integral din secolul al XVII-lea, când au fost reintroduse infinitezimalele în matematică.

Hipparh din Niceea (circa190-125 î.Hr.) - cel mai mare astronom al antichităţii – s-a folosit în cercetările sale de observaţiile lui **Arhimede** asupra solstiţiilor pentru a descoperi precesia echinocţiilor (mişcarea foarte lentă prin care axa Pământului descrie două conuri – opuse la vârf – situate în centrul acestuia), a determinat durata anului şi a introdus noţiunile de latitudine şi longitudine, punând bazele geografiei matematice.

Influenţa matematicii lui **Arhimede** asupra urmaşilor săi nu a fost pe măsura aşteptărilor. Totuşi, unele teoreme ale sale – cum ar fi expresiile pentru aria suprafeţei şi pentru volumul unei sfere au devenit banalităţi iar limitele pe care le-a stabilit prin calculul constantei cercului $\pi=22/7$ a fost adoptată ca fiind aproximaţia obişnuită a acesteia în Antichitate şi în Evul Mediu. Mai târziu – la finele secolului al VIII-lea şi începutul secolului al IX-lea al erei noastre – când unele din tratatele sale au fost traduse în limba arabă, câţiva matematicieni musulmani medievali s-au inspirat din lucrările sale pentru a determina volumele diverselor solide de revoluţie, în stabilirea centrelor de greutate şi în problemele de construcţii geometrice.

Tipărirea la Basel (Bâle), în 1544 a textelor greceşti originale şi, apoi, traducerea în limba latină – de către **Federico Commandino**, în

1558 – a multora din lucrările lui **Arhimede** a contribuit în mare măsură la răspândirea cunoștințelor pe care le cuprindeau. Acest lucru s-a reflectat în lucrările celor mai importanţi matematicieni şi fizicieni ai vremii, printre care **Johannes Kepler** (1571-1630) şi **Galileo Galilei** (1564-1642).

Ulterior, editarea şi traducerea în limba latină a operelor complete ale lui **Arhimede**, făcută în anul 1615 de către **David Rivault**, a avut o extrem de mare influenţă asupra unora dintre cei mai mari matematicieni ai secolului al XVII-lea, în mod deosebit **Renė Descartes** (1596-1650) – creatorul geometriei analitice şi cel care a enunţat legile refracţiei şi **Pierre de Fermat** (1601-1665) – descoperitorul calculului probabilităţilor şi cel care a enunţat principiul fundamental al opticii.

4. Încheiere

Fără fundamentul matematicienilor şi fizicienilor antici redescoperiţi, dezvoltarea ulterioară a matematicii, mecanicii şi astronomiei ar fi fost imposibile.

Opera geometrică a lui **Arhimede** lasă impresia unei întreprinderi uriaşe, dând – mai întâi – o teorie a măsurării celor mai importante mărimi geometrice (sau geometrizabile) cunoscute, acum mai bine de două milenii, de ştiinţa acelei epoci. El a impus, definitiv, ştiinţei punctul de vedere al geometriei, iniţiate de **Pitagora** (circa 580-500 î.Hr.) şi ilustrată de opera lui **Euclid** (sec. III î.Hr.) – fondatorul geometriei euclidiene, încununată de teoremele lui **Apollonios** din Perga (262-180 î.Hr.) – marele geometru posteuclidian.

Arhimede – inventatorul pârghiilor, a roţii dinţate, a şurubului fără sfârşit (utilizat la irigarea câmpurilor), cel care a stabilit relaţiile de calcul ale suprafeţei şi volumului sferei şi a cilindrului, a dat o aproximare valabilă pentru π, a realizat cuadratura parabolei (fiind considerat precursor al calculului integral), a calculat centrele de greutate ale diverselor corpuri, a elaborat un procedeu de exprimare a numerelor foarte mari, a introdus noţiunile de greutate specifică şi cea de moment al forţei, a construit un planetarium (care reproducea fazele Lunii, mişcarea Pământului şi a planetelor, eclipsele etc.), a enunţat principiul hidrostaticii etc. – *a pus baze temeinice disciplinelor anterior enunţate*.

Conform afirmaţiei lui **Plutarh**, „*Nimic nu l-a mâhnit mai mult pe* **Marcellus** *ca moartea lui* **Arhimede**” – un omagiu adus marelui savant şi ilustrului general !

Cinstind memoria genialului savant grec, numele lui **Arhimede** a fost atribuit unui crater de pe Lună, unui munte lunar precum şi unui asteroid. Totodată, portretul său a fost imprimat pe mărci poştale în diferite ţări iar *medalia Fields* – pentru realizări deosebite în matematici (un fel de premiu Nobel în acest domeniu) – cuprinde demonstraţia sa despre sfera înscrisă în cilindru precum şi inscripţia din jurul efigiei sale, în limba latină, „*Transire suum pectus mundoque potiri* (*Ridică-te deasupra ta şi înţelege lumea*)”!

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * Enciclopedia Universală Britanică (vol. 1). Bucureşti, Editura Litera, 2009.
[2] * * * Dictionnaire Encyclopédique LAROUSSE. Paris, Librairie Larousse, 1979.
[3] Onicescu, O., *Învăţaţi ai lumii*. Bucureşti, Editura Albatros, 1976;
[4] * * * Wikipedia

Prof.Dr.Ing. Augustin CREŢU
Departamentul de Inginerie Mecanică – Rezistenţa Materialelor, Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR
E-mail: acretu@rezi.utcluj.ro
Conf.Dr.Ing. Rodica CREŢ
Facultatea de Inginerie Electrică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, membru AGIR
Ing. Dănuţ MATEESCU
profesor, Colegiul Naţional „Spiru Haret”, Târgovişte