

simpla majoritate a populației cu drept de vot. Tot prin aceasta se explică și nivelul modest de autoritate a puterilor politice (având în vedere rotația echipelor de guvernare) mai ales a laturii morale a acestora. Iar în ceea ce privește eficiența, problema este chiar mai gravă, întrucât ea depinde de o sumedenie de factori atât obiectivi cât și subiectivi, de calitățile intelectuale, volitive și morale și, în primul rând, de profesionalismul celor care au deținut puterea, acestea necesitând timp și răbdare, trebuind minuțios și grijuliu formate, educate. La acest capitol clasa politică moldovenească are un front enorm de mare de lucru: de învățat, de analizat, de comparat, de valorificat, de a transpune în practică.

## ȘTIINȚA ASTRONOMICĂ ÎN SEC. AL XVII-lea

Vasile Vasilos,  
conf. univ., dr., U.T.M.

În astronomie, secolul al XVII-lea a fost o epocă de progrese extraordinare, datorate activităților de cercetare ale lui Kepler, Galilei, Huygens, Cassini, Newton, precum și al altor savanți. Aceasta a fost vârsta de aur a observatorilor. Rămășițele scolastice vor fi puțin câte puțin înlăturate. Se descoperă noi corpuri cerești. Geografia, navigația, geodezia, întreaga fizică vor profita de pe urma acestor progrese ale astronomiei și ale aparatului ei tot mai perfecționate. Devine posibilă sinteza legilor universului, și geniul matematic al lui Newton va ști foarte curând s-o formuleze. Astronomia și împreună cu ea toate științele devin fenomene esențiale ale istoriei lumii. Zi de zi se înmulțesc interacțiunile dintre progresul științei și evoluția societății. Astfel, în 1610 dogele Veneției, invitat de Galilei, observă din campanilă sateliții lui Jupiter; în 1671 Ludovic al XIV-lea vizitează Observatorul din Paris, iar în 1675, Carol al II-lea acordă o pensie lui Flamsteed, primului „astronom regal” al Angliei, încredințându-i misiunea de a lucra la determinarea precisă a longitudinilor pentru serviciul navigației. La Paris, Jean-Baptiste Colbert (1619-1683) hotărăște să instaleze noua Academie de Științe (înființată în 1666) în observatorul de curând construit.

Astronomia în secolul al XVII-lea s-a dezvoltat având la bază cutezătoarele concepții ale polonezului **Nicolae Copernic** (1473-1543), care a demonstrat că Pământul nu este centrul universului, așa cum se credea de la Ptolemeu, din sec. II e.n., ci, dimpotrivă, el se rotește în jurul axei sale și în jurul Soarelui; și din observațiile acumulate de danezul **Tycho Brahe** (1546-1601), care a reușit să perfecționeze instrumentele astronomice, dându-le o precizie exactă, și a creat o hartă a bolții cerești. Catalogul său cu pozițiile precise a 777 stele nu avea o eroare mai mare de 1'. Tycho Brahe moare în zorii secolului al XVII-lea (toamna anului 1601), dar opera sa considerabilă de observator va avea o influență profundă asupra epocii care se deschidea. Materialul documentar pe care l-a lăsat ca moștenire va fi folosit vreme îndelungată de savanți, și în primul

rând de Kepler și Galilei, care au știut să aducă în favoarea sistemului lui Copernic probele incontestabile care-i lipseau.

Astronomia progresează în secolul al XVII-lea cu germanul **Johann Kepler** (1571-1630). Născut la Weilderstadt, în Wiurtemberg, și-a făcut studiile de astronomie la Tübingen, după care a trăit succesiv la Graz, unde, în 1594, ajunge „matematician provincial” al Stirei, apoi la Praga, din februarie 1600, unde devine astronom și matematician al împăratului Rudolf al II-lea, și în Linz. Mutarea dintr-un loc în altul a fost rezultatul unor persecuții religioase din partea catolicilor (Kepler era protestant), cât și a nevoilor materiale.

Refugiul său la Praga îl aduce lângă Tycho Brahe. Moartea în curând a lui Brahe i-a permis lui Kepler să dispună liber de documentația remarcabilă acumulată de astronomul danez, pentru a-și împlini visul de geometrizare a lumii: cercetarea relațiilor dintre razele orbitelor planetare, excentricitățile, perioadele (deci vitezele).

În anul 1596, la numai vârsta de 25 de ani, Kepler publică prima sa lucrare intitulată *Prodromus dissertationum cosmographicarum continens mysterium cosmographicum*, în care va rămâne un copernician convins. Important este că în această operă tânărul savant își formulează prima descoperire: planele orbitelor planetare trec prin Soare, al cărui rol în mișcările planetare este presimțit de Kepler că ar fi hotărâtor. Perioadele mai scurte ale planetelor inferioare demonstrează că Soarele are o acțiune mai puternică la distanțe mici (Copernic, care nu dispunea de tabele destul de precise, și nu s-a debarasat în suficientă măsură de concepțiile lui Ptolemeu, considera că planele orbitale trec prin centrul orbitei Pământului).

În 1604 Kepler publică tratatul de optică, în care definește raza luminoasă, explică reflexia luminii și arată că refracția atmosferică deviază lumina tuturor astrilor într-un mod nedistinct, și până la zenit.

Cercetarea esențială a lui Kepler a fost sitemul planetar. Urmînd teoriile lui Copernic, modificându-le acolo unde este cazul, exprimă legile fundamentale ale mișcării astrilor. Kepler enunță trei legi, cunoscute sub numele de „legile lui Kepler”. Reluând observațiile lui Tycho Brahe asupra planetei Marte, în rezultatul mai multor ani de muncă, Kepler a demonstrat că planetele se mișcă pe elipsă, în unul din focarele căruia se află Soarele. Excentricitatea orbitei Pământului este mică, în timp ce excentricitatea orbitei lui Marte este sensibil mai mare. Astfel, în 1605, Kepler a ajuns la formularea legii mișcării eliptice, care definește orbitele eliptice ale planetelor, explicînd această traiectorie prin atracția reciprocă a corpurilor grele. Legea I spune că „planetele se mișcă pe orbite eliptice, avînd Soarele în unul din focare”; legea a II-a (legea ariilor) spune că „raza vectoare mătură arii egale în timpuri egale”. Altfel spus, conform legii a II-a lui Kepler, în intervale de timp egale raza vectoare a planetei descrie arii egale. Prin urmare, viteza liniară de mișcare a planetei în diferite puncte ale

orbitei sale este diferită. Viteza planetei la mișcarea ei pe orbită este cu atât mai mare, cu cât ea este mai aproape de Soare. În periheliu viteza planetei este maximă. Așa dar, legea a doua a lui Kepler determină în mod cantitativ variația vitezei de mișcare a planetei pe elipsă. Enunțurile definitive ale primelor două legi au fost publicate după patru ani în lucrarea *Astronomia nova ...* (august 1609).

În 1619, în lucrarea *Armoniile lumii (Harmonices Mundi)*, Kepler a formulat legea a III-a, care afirmă proporționalitatea pătratelor perioadelor planetelor cu cuburile distanțelor lor medii de la Soare („pătratele perioadelor de revoluție siderale ale planetelor sunt proporționale cu cuburile semiaxelor mari ale orbitelor acestora”). Așadar, legea a III-a a lui Kepler stabilește relația dintre distanțele medii ale planetelor de la Soare și perioadelor lor de revoluție siderale și dă posibilitate ca semiaxele mari ale tuturor orbitelor planetare să se exprime în unități de semiaxă mare a orbitei terestre. *Semiaxa mare a orbitei terestre este considerată drept unitate astronomică de distanță*. Legile lui Kepler au dat, în sfârșit, o explicație teoretică corectă a mișcării planetelor, care a permis a face calcule astronomice corecte. Pentru cele trei legi de mișcare ale planetelor, Kepler a fost supranumit „legiitorul cerului”.

Activitatea lui Kepler nu s-a limitat însă la aceste cercetări cu caracter mai curând matematic. El a continuat să fie și un observator. A studiat, din 1618, cometele, recunoscând natura lor cerească (unii mai vedeau în ele niște meteori), iar apoi petele de pe Soare. În 1627, la Ulm, unde a fost nevoit să-și caute refugiul, el a publicat *Tabulae Rudolphinae*, ca un omagiu adus protectorului său Rudolf al II-lea. Aceste tabele sunt primele efemeride ale planetelor calculate pe baza celor trei legi. (Ele sunt dedicate lui John Neper, întemeietor al teoriei logaritmilor, deoarece folosirea logaritmilor a înlesnit considerabil calculul lor). Datorită acestor

tabele, Kepler poate să prevadă fenomenele caracteristice planetelor; încă din 1629 el anunță trecerea lui Mercur prin fața Soarelui la 7 noiembrie 1631 și trecerea planetei Venus la 4 decembrie 1639 și la 6 iunie 1761. Timp de un secol, aceste tabele au constituit materialul de bază pentru toți astronomii. Desenează „luneta lui Kepler”, prima lunetă astronomică; ameliorează calculul astronomic al anului. A murit Kepler în 1630, la Rogensburg, unde venise ca să-și primească leafa din caznaua imperială.

În prima jumătate a secolului al XVII-lea în știința astronomică s-a manifestat și savantul **Galileo Galilei** (1564-1642). Născut la Pisa, Galilei a predat mai întâi la Universitatea din orașul natal, apoi invitat de senatul elvețian a fost profesor de matematică la Padova și rechemat la Florența de marele duce de Toscana. El reunește observațiile sale astronomice cu cele ale lui Copernic și Kepler, punând bazele raționamentului științific și ale metodei experimentale.

Faima de astronom a lui Galilei datează din momentul când devin cunoscute rezultatele observațiilor sale asupra noii din 1604, apărută în constelația Ophiuchus. Imposibilitatea de a măsura paralaxa acestui astru nou demonstrează, după Galilei, că este vorba de o stea îndepărtată. Dacă nova este un fenomen ceresc, apoi concepția lui Aristotel cu privire la caracterul neschimbat al cerului este falsă. Această afirmație i-au făcut mulți adversari, dușmani ai științei moderne, cu care va lupta întreaga viață.

În 1609, aflat la Veneția, Galilei se apucă să construiască o lunetă cu ocular divergent, care apropia imaginile de o mie de ori. El folosește această lunetă pentru a observa cerul și face câteva descoperiri de o importanță capitală. Rezultatele studierii astrelor sunt relatate în lucrarea *Sidereus nuncius...* Observând Luna, Galilei a constatat că are o suprafață neregulată și că pe Lună există munți, văi, adâncituri, mări etc.

El descrie mai întâi munții Lunii, ale căror culmi luminate apar dincolo de terminator. Mai mult, în 1619, a măsurat înălțimea munților. El deduce că munții de pe Lună sunt de patru ori mai înalți decât cei de pe Pământ. Descoperă și formațiuni asemănătoare craterelor vulcanice. Desenând o hartă a Lunii, destul de rudimentară, Galilei denumesc zonele mai închise „mări”. Discută posibilitatea existenței unei atmosfere pe Lună. Studiază lumina reflectată de Lună și lumina crepusculară, găsind astfel confirmarea faptului că Pământul strălucește la fel ca și celelalte planete. Cercetarea îndelungată a Lunii, detaliile observate, i-au permis lui Galilei să afirme că satelitul nostru întoarce mereu aceeași emisferă spre Pământ, dar că se produce totuși ușoare abateri, pe care astăzi le numim *librații* (1637).

Astfel, Galilei a constatat că nu există o deosebire principială între Pământ și corpurile cerești. Ca dovadă a servit faptul că munți asemănători cu munții de pe Pământ există și pe un astru. Acesta era un argument în favoarea faptului că Pământul este unul din acești aștri.

Cercetând câmpurile stelar, el observă nenumărate stele noi. Pe paginile lucrării desenează toate stelele necunoscute pe care le descoperă în constelația Orion și în constelația Pleadelor (Cloșca cu pui). În „cingătoarea” lui Orion găsește 80 de stele, în loc de 9 stele vizibile cu ochiul liber, iar în constelația Pleadelor distinge 36 de stele îngrămadite. Galilei vede și în Calea Lactee ceea ce este ea în realitate: o îngrămadire strânsă de stele și nu o nebulozitate care reflectă strălucirea Soarelui sau a Lunii, nu un meteor, cum afirma Aristotel.

Un lucru deosebit de important a lui Galilei a fost descoperirea, în câteva zile, a patru sateliți a lui Jupiter. Prima descoperire datează din 7 ianuarie 1610, când în vecinătatea planetei el observă trei aștri noi. În ziua de 14 ianuarie în loc de trei vede patru aștri. El face concluzia că nu sunt niște aștri ficși, ci niște aștri rătăcitori, care se rotesc în jurul lui Jupiter, sateliții acestei planete. Menționăm că în același an, despre descoperirea sateliților lui Jupiter, de asemenea a anunțat

și astronomul german Simon Mayer sau Marius (1570-1624); el i-a numit Kallisto, Europa, Io și Canmed.

Este indicat aici să menționăm importanța anului 1610 pentru astronomie. Dacă până atunci în astronomie era prezent primatul considerațiilor teoretice, apoi după 1610, astronomia devine o știință bazată pe observație. Modesta lunetă a lui Galilei este simbolul noii astronomii. Din acel moment, un fel de dialog între reflecția teoretică și perfecționarea tehnică se va afirma ca trăsătură dominantă a dezvoltării astronomiei. Descoperirile observației vor alimenta cercetarea teoretică și o vor împiedica să rățăcească depărtându-se de realitate. Necesitatea verificării teoriei va reclama perfecționarea instrumentelor, ceea ce vor face posibile noi descoperiri.

Între 1610 și 1619, Galilei este deosebit de fecund în domeniul astronomiei. El continuă studiul planetelor-sateliti a lui Jupiter și, începând cu aprilie 1611, la un an după descoperirea lor, el poate să le distingă unele de altele. Aceasta îi permite să urmărească mișcarea și să determine, cel puțin aproximativ, perioada fiecărui satelit (operație dificilă, pe care Kepler însuși o considera imposibilă). Perioadele celor patru sateliți sunt mici: două zile pentru cel mai apropiat și 17 zile pentru cel mai îndepărtat de planetă. Eșalonate în anii 1610-1619, observațiile lui Galilei i-au permis să stabilească primele tabele ale mișcărilor lor medii și să determine elementele orbitelor sateliților.

Interesul pentru observarea sateliților lui Jupiter nu abate atenția lui Galilei de la o explorare generală a cerului. El continuă observațiile la centrul Soarelui pentru a preciza mișcările relative a Pământului în raport cu Jupiter. A cercetat Saturnul, care îi aduce un eșec. Luneta sa era insuficientă pentru a dezvălui inelele acestei planete: văzute sub înclinații variabile, dădeau imagini foarte diferite. În schimb, Galilei a putut să observe bine fazele planetelor Mercur și Venus, care au constituit o nouă verificare a sistemului lui Copernic. El a ajuns la concluzia, că această succesiune a fazelor poate avea loc numai în cazul, dacă admitem, că Mercur și Venus efectuează o mișcare de revoluție în jurul Soarelui și nu în jurul Pământului. În 1610, apoi în 1612, Galilei a observat petele de pe Soare și le interpretează corect. Observând deplasarea lor a ajuns la concluzia că Soarele se rotește în jurul axei sale. A determinat și perioada de rotație a Soarelui.

Afirmația lui Galilei că sistemul nostru este heliocentric și că Pământul este în mișcare, îi va aduce condamnarea Bisericii. Astfel, în 1616, Sfântul Oficiu a declarat falsă și contrară dogmelor bisericesti concepția care așază Soarele în centrul lumii. După un timp, răspunzând acestor declarații, Galilei publică lucrarea *Il Saggiatore*, în 1623, iar mai târziu, în 1632, *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii ptolemeic și copernican*. În *Dialogo...*, principala operă astronomică a lui Galilei, el compară cele 2 sisteme ale lumii, cel ptolemeic și cel copernican. Rezumând filosofia sa, opunând-o celei a lui

Aristotel, el expune ideile sale asupra sistemului lumii, iar mecanica sa apare ca o completare indispensabilă a sistemului heliocentric a lui Copernic. El tratează problema rotației diurne și a revoluției anuale a Pământului. *Dialogo*, carte accesibilă marelui public, a cunoscut un mare succes, ceea ce a stârnit îngrijorarea inchiziției. Difuzarea cărții a fost interzisă, iar Galilei a fost convocat la Roma și întemnițat. La 22 iunie 1632, după un proces de douăzeci de zile, un tribunal compus din șapte cardinali a declarat: „A susține că Soarele imobil și fără o mișcare locală ocupă centrul lumii este o propoziție absurdă, falsă în filosofie și eretică, deoarece este potrivnică mărturiei Scripturii. Este de asemenea absurd și fals în filosofie să afirmi că Pământul nu este imobil și situat în centrul lumii; și această propoziție, considerată din punct de vedere teologic, este cel puțin greșită în credință”. Galilei a trebuit să-și abjуре doctrina în genunchi. Legenda spune că, ridicându-se, a lovit pământul cu piciorul și ar fi pronunțat celebra expresie „*E ppur, si muove!*” („*Și totuși, se învârte!*”). Sentința tribunalului a fost condamnarea la arest în casa sa din Arcetri, lângă Florența, fiind mereu sub supravegherea inchiziției. Acolo a și murit, orb, la 8 ianuarie 1642.

După Galilei studiul planetelor continuă și a urmat o serie impresionantă de descoperiri astronomice. Astfel, **Nicolas-Claude Peiresc** (1580-1637) a observat cel dintâi planeta Mercur în plină zi și a remarcat „lumina cenușie” a planetei Venus. În 1631 pentru prima dată **Pierre Gassendi** (1592-1655) a reușit să observe trecerea lui Mercur prin fața Soarelui (verificând previziunea lui Kepler). El a observat trecerea prin proiecție, notând cu precizie punctul de ieșire din disc. În 1639, trecerea lui Venus în dreptul Soarelui este observată de tânărul astronom **Jeremiah Horrocks** (1617-1641), aproape de Liverpool. **Hevelius** la Gdansk și **Huygens** la Londra au urmărit trecerea lui Mercur în dreptul Soarelui la 3 mai 1661 (a treia trecere observată). Iezuitul italian **Niccolo Zucchi** (1586-1670) observă în 1640 pete pe Marte și benzi pe Jupiter, iar savantul olandez **Christian Goighensom** (1629-1695) a descoperit, în 1655, inelele lui Saturn.

**Jean Picard** (1620-1682), abate, astronom din Paris, care deține primul loc printre astronomii francezi înainte de apariția lui Cassini, montează o lunetă cu reticul pe un cadran (cu o rază de 1,03 m), folosind-o pentru a măsura gradul terestru. Această măsurătoare celebră a fost efectuată după metoda triangulației propusă de Snellius. În 1670 au fost măsurate treisprezece triunghiuri între Sourdon, în apropiere de Amiens, și Malvoisine, în apropiere de Paris. Rezultatul măsurării, care a dat o evaluare corectă a razei terestre, a fost foarte util pentru Newton. În 1684, folosind *gradul lui Picard*, marele fizician a reușit să pună la punct definitiv teoria gravitației universale.

În 1636, **Peiresc**, ajutat de **Gassendi**, întocmește prima hartă lunară, pe care Claude Mellan a reușit s-o graveze. Urmează hărțile lui **Langrenus** în Spania (1645), ale lui **Hevelius** la Gdansk (1647) și ale lui **Riccioli** și **Grimaldi** în Italia

(1650). Acestora din urmă le datorăm actuala toponimie a detaliilor orografice. Cea mai importantă a fost însă lucrarea lui **Domenico Cassini** din 1679, a cărui hartă gravată, având un diametru de 54 cm a rămas inegalată până la finele secolului al XVIII-lea.

Mai puțin explorată rămâne lumea stelelor; lunetele sunt nesatisfăcătoare. Menționăm totuși descoperirea nebuloasei din constelația Orion de către **Peiresc** în 1611 și consemnarea existenței „nebulosei” din Andromeda, în anul 1612, de către **Simon Mayer** (1570?-1624). La rândul său, **Johann Hevelius** (1611-1687) dă denumirea clasică de *Mira* celei mai luminoase stele din constelația Balenei, stea descoperită în 1596, la Hanovra de **David Fabricius**. Perioada ei de 333 de zile a fost măsurată în 1652 de către **Ismael Boulliau** (1605-1694). Tot **Hevelius** dă numele de *Scut al lui Sobieski* (în cinstea protectorului său Ian al III-lea Sobieski) unui câmp foarte bogat de stele din Calea Lactee; începe un catalog stelar, rămas neterminat; descoperă *faculele* care confirmă, după descoperirea petelor, că suprafața Soarelui nu este nici neschimbată, nici nemișcată. Astronomul italian **Djovanni Riniolo** (1598-1671) a descoperit în 1650 prima stea dublă (Mizar, în constelația Ursa Mare), iar savantul englez **Robert Huk** (1635-1703) a descoperit, în 1664, rotația lui Jupiter și Marea Pată Roșie. În 1603 astronomul german **Johann Bayer** (1572-1625) a introdus așa-numitele „semnificațiile lui Bayer”; literele grecești se confereau stelelor din constelații, după descreșterea strălucirii lor.

În 1668 apare o primă lucrarea de ansamblu asupra cometelor, *Cometografia*, scrisă de **Hevelius**, în care autorul, pe baza măsurării paralaxelor cometelor din 1652 și 1664, demonstrează că ele nu sunt simpli meteori ai atmosferei noastre și presupune că mișcarea lor este parabolică, săvârșindu-se în jurul Soarelui. În 1682, făcând calculele în baza observațiilor din anii 1456, 1531 și 1607, **Edmund Haley** (1656-1742) a identificat cometa Haley și a găsit perioada ei de mișcare (76 de ani); periheliul a trei comete erau la aceeași distanță de Soare; trei ani de apariție (precum și anul 1682) concordau suficient pentru a permite să se considere că cei trei aștri sunt unul și același obiect, care descrie o orbită eliptică în 76 de ani. Haley a prezis pentru anul 1758 reîntoarcerea cometei pe care o observase în 1681-1682 (cometa a revenit în martie 1759).

Trebuie însă să recunoaștem că, din cauza instrumentelor nep perfecte, multitudinea de observații interesante aveau un caracter limitat în îmbogățirea cunoștințelor. În toate acestea nu există nimic comparabil cu puterea creatoare a unui Kepler sau a unui Galilei. Cotitura va veni o dată cu progresul în construcția instrumentelor realizat de un savant complet, **Christiaan Huygens** (1629-1695).

Preocupat de problemele de optică, Huygens a înțeles că noi progrese în astronomie erau posibile numai prin perfecționarea instrumentelor. El și-a fabricat prima lunetă în anul 1655 și acest an constituie un nou jalon în astronomia de observație.

Huygens descoperă mai întâi astrul Titan, cel mai mare și cel mai strălucitor dintre sateliții lui Saturn, iar în 1656 el lămurește „enigma planetei cu trei corpuri”, (adică Saturn) a „planetei triple”, cum spunea Galilei. Huygens vede și descrie corect *inelul* lui Saturn. Acesta dispăruse în 1655, dar Huygens a putut urmări înceata și progresiva lui reapariție. În 1659, în lucrarea sa *Systema Saturnium* el scrie că Saturn „este înconjurat de un inel subțire, plan, fără aderență, înclinat față de ecliptică”. El prevede, de asemenea, dispariția acestui inel, anunțând-o pentru iulie-august 1671 și explică corect aceste dispariții periodice: când Pământul și Soarele se găsesc concomitent în planul inelului, subțirimea obiectului și inexistența unei umbre lăsate de el îl ascund privirilor noastre.

Astfel, corelația strânsă dintre progresul instrumentelor de observație și de măsură și progresul științei însăși, ne apare sub pana lui Huygens ca o dovadă a apartenenței sale la știința modernă. Aflându-se în Olanda, ultima perioadă a vieții sale Huygens și-a consacrat-o construcției de instrumente optice, în colaborare cu fratele său.

Cercetarea sistemului solar în a doua jumătate a secolului al XVII-lea, a fost o preocupare și a lui **Jean-Dominique Cassini** (1625-1712), matematician și astronom italian, din 1650 profesor de matematică la Universitatea din Bologna. În 1669, la invitația lui Ludovic al XIV-lea, vine la Academie de Științe din Paris (s-a naturalizat în Franța în 1673).

În 1666, Cassini va obține o valoare mai bună a duratei rotației lui Marte (24 h 40 min. în loc de 24 h 37 min.), va descoperi satelitul Japet a lui Saturn în 1671, apoi Rhea a lui Jupiter în 1672. Fără a dispune de un instrument superior celui al lui Huygens, Cassini, în martie 1684, va mai descoperi și alți doi sateliți ai lui Saturn: Tetis și Dionne. Astfel, către sfârșitul sec. al XVII-lea, savanții decoperise deja zece sateliți ai planetelor Pământ, Jupiter și Saturn din sistemul solar. În 1666 Cassini a descoperit pe polii planetei Marte căciule de gheață. În 1675, aflându-se la Paris, Cassini descoperă separarea inelului lui Saturn în două părți. S-a păstrat până astăzi denumirea de *diviziunea lui Cassini* pentru acest interval *dintre* inele.

Un rol deosebit în cercetarea Universului l-au avut Marile Observatoare. Astfel, în 1632 a fost întemeiat Observatorul de la Leiden. În 1667, prin hotărârea lui Ludovic al XIV-lea a fost creat Observatorul din Paris. Astfel ia naștere școala astronomică de la Paris, din care vor face parte Picard, Huygens, Auzout și Romer. În 1699 este invitat de Ludovic de a se încadra în cercul de savanți din noua Academie de Științe și Cassini, care va deveni conducătorul ei.

În Anglia, în 1675, a fost creat Observatorul din Greenwich. La propunerea lui **John Flamsteed** (1646-1719), consultant asupra unui proiect cu privire la măsurarea longitudinilor în largul mării, regele Carol al II-lea hotărăște înființarea unui observator și îl numește pe Flamsteed „astronom regal” (cu un



salariu de 100 de lire anual), în scopul de a face toate observațiile folositoare pentru navigație și pentru astronomie. Navigația prezenta o importanță mai mare decât astronomia, ceea ce explică alegerea amplasării Observatorului în parcul de la Greenwich, într-un loc care domină gura Tamisei. Succesorul lui Flamsteed a fost **Edmund Halley** (1656-1742), care era profesor de geometrie la Oxford, prieten al lui Newton. Numele său îl poartă cometa care a fost vizibilă în 1681-1682. El a calculat orbita cometei și a putut să prezică înapoierea ei în 1758.

Desăvârșirea și încununarea operei astronomice din secolul al XVII-lea, constituie lucrările lui **Isaac Newton** (1642-1727), lucrări care depășesc cadrul astronomiei, ca și al mecanicii. Omul care a spus: „Dacă am văzut mai departe decât alții, este pentru că m-am urcat pe umerii unor giganți”. Newton este unul dintre acele faruri ale gândirii umane care jalonează istoria acesteia.

Născut în Woolthorpe, Lincolnshire, în Anglia, la 25 decembrie 1642, Newton manifestă la început interes pentru matematică, studiind-o la Universitatea din Cambridge, unde intră în 1661. Anii marei ciume (1665-1666) l-au obligat să se retragă în ținutul său natal, în absolută singurătate, ceea ce îi va permite să conceapă marea operă a vieții sale.

Newton a fost preocupat de problema atracției și a gravitației. Predecesorii săi, în special Kepler, nu vedeau în atracție și gravitație o legătură naturală. Greutatea este percepută în mod direct, în timp ce atracția este o acțiune la distanță, care nu poate să existe decât între corpuri calificate ca asemănătoare. Borelli (1608-1679), la rândul său, într-o lucrare din 1666, în această

problemă ține cont de legea inerției. Mișcarea circulară a planetelor atrage după sine existența forțelor centrifuge, care trebuie să compenseze forțele centripete.

Newton, în problema mecanicii cerești, valorifică în întregime calculul forțelor centrifuge. El deduce din mișcarea planetelor intensitatea forțelor centripete care compensează forțele centrifuge pentru a menține în permanență aștrii pe orbitele lor. Găsește astfel că Soarele atrage planetele în raport invers cu pătratul distanței lor de la Soare. Afară de aceasta, comparând atracția exercitată de Pământ asupra Lunii și forța gravitației care face să cadă corpurile pe suprafața Pământului, el stabilește, în linii mari, identitatea acestor două forțe.

În 1680 Newton explică mișcarea planetelor, considerând că mișcarea este *eliptică* și că ea este provocată de acțiunea unei forțe centrale, atracția exercitată de Soare. Rezultatele sunt următoarele: 1) orice mișcare supusă unei forțe unice și centrale ascultă de legea ariilor; 2) dacă acțiunea centrală este invers proporțională cu pătratul distanței, traiectoria este o conică, având unul dintre focarele sale în centrul de atracție. În 1684 Newton enunță aceste rezultate în micul său tratat, *De motu*, prezentat la Royal Society. Peste un an, Newton enunță a treia lege: pentru o atracție invers proporțională cu pătratul distanței și

numai pentru această lege a atracției, atracția unui corp de către o sferă plină este egală cu cea exercitată de întreaga masă a sferei redusă la centru.

În 1685, Newton încheie redactarea operei sale capitale *Principiile matematice ale filosofiei naturale* (în trei cărți), care apare, în sfârșit, la Londra în anul 1687 și care marchează una dintre culmile istoriei spiritului uman. Importanța ei va fi atestată de majoritatea lucrărilor succesivilor lui Newton. În această lucrare autorul formulează cele trei legi ale mișcării: legea inerției, legea proporționalității forței și accelerării, legea egalității acțiunii și reacțiunii. Bazându-se pe atracția reciprocă a corpurilor proporțională cu masele lor și invers proporțională cu patratul distanței dintre ele, Newton a dedus legile mișcării planetelor, descoperite de Kepler.

Astfel, în cartea a III-a Newton tratează sistemul lumii, analizând mișcarea Lunii, planetelor și cometelor. Pe baza acestei lucrări fundamentale se va constitui o nouă ramură a astronomiei – mecanica cerească. Autorul studiază mișcarea sateliților în jurul unei planete și a planetelor în jurul Soarelui pe baza atracției universale. El arată cum se poate deduce de aici rapoartele dintre masele planetelor și masa Pământului; evaluează densitatea Pământului, cât și masa Soarelui și cea a planetelor care au sateliți; dă primul calcul care explică precesia echinoctiilor, studiază variația accelerației gravitației o dată cu latitudinea, atrage atenția asupra principalelor neregularități ale mișcării Lunii, datorate atracției Soarelui și schițează bazele teoriei mareelor. În sfârșit, arată că traiectoria cometelor se explică prin atracția Soarelui și precizează cum se pot calcula circumstanțele reapariției acestora. În ansamblul lor, aceste descoperiri trasează dezvoltarea ulterioară a întregii mecanici cerești.

Legea gravitației universale nu numai că a întregit ideea privitor la heliocentrismul sistemului solar, dar a și constituit o bază științifică pentru explicarea unui mare număr de procese, ce au loc în univers, inclusiv a proceselor fizice și chimice, devenind temelia unui unitar *tablou fizic al lumii*.

Astfel, în astronomie, aproape întreaga operă efectuată în secolul al XVIII-lea va fi centrată pe consecințele legii atracției universale.

Menționăm, totodată, contribuția lui Newton în domeniul opticii, care oferă, de asemenea, astronomiei un nou mijloc de observație – construcția primului telescop cu oglindă. Acest instrument a fost prezentat de Newton la Royal Society în februarie 1672.

Anume acestui mare savant al epocii îi revine norocul și onoarea de a face o sinteză a concepțiilor lui Copernic și Tycho Brahe, a lui Huygens și Cassini, a lui Galilei și Kepler pentru a găsi formula unică. Newton pune la punct admirabile procedee de calcul, care pot fi folosite într-un domeniu mult mai larg decât cel al astronomiei. Importanța lui Newton depășește cu mult rolul decisiv al descoperirilor sale astronomice și matematice.

## **Concluzii:**

1. secolul al XVII-lea a fost o epocă de progrese extraordinare, datorate activităților de cercetare ale lui Kepler, Galilei, Huygens, Cassini, Newton, precum și al altor savanți. Aceasta a fost vârsta de aur a observatorilor, este tinerețea astronomiei moderne.

2. Kepler a descoperit că planele orbitelor planetare trec prin Soare, al cărui rol în mișcările planetare este hotărâtor. Enunță trei legi, cunoscute sub numele de „legile lui Kepler”: legea I spune că „planetele se mișcă pe orbite eliptice, având Soarele în unul din focare”; legea a II-a (legea ariilor) spune că „raza vectoare mătură arii egale în timpuri egale”; legea a III-a, afirmă proporționalitatea pătratelor perioadelor planetelor cu cuburile distanțelor lor medii de la Soare. Desenează „luneta lui Kepler”, prima lunetă astronomică.

3. În 1609 Galileo Galilei construiește o lunetă cu ocular divergent, care apropia imaginile de o mie de ori; observă și descrie relieful Lunii; în constelația Orion și în constelația Pleadelor observă nenumărate stele noi, necunoscute; descoperă patru sateliți a lui Jupiter și perioada de mișcare a fiecărui satelit și elementele orbitelor sateliților; a observat bine fazele planetelor Mercur și Venus; observă petele de pe Soare și le interpretează corect, concluzionând că Soarele se rotește în jurul axei sale. A determinat perioada de rotație a Soarelui.

4. Afirmația lui Galilei că sistemul nostru este heliocentric și că Pământul este în mișcare.

5. Întocmirea primelor harți lunare (1636-1679).

6. Christiaan Huygens descoperă astrul Titan, cel mai mare și cel mai strălucitor dintre sateliții lui Saturn; vede și descrie corect *inelul* lui Saturn.

7. Jean-Dominique Cassini obține o valoare mai bună a duratei rotației lui Marte; descoperă 4 sateliți ai lui Saturn: Japet în 1671, apoi Rhea în 1672, Tetis și Dionne în martie 1684; observă separarea inelului lui Saturn în două părți (*diviziunea lui Cassini*).

8. În Franța (1667) și Anglia (1675) apar două mari Observatoare, cel din Paris și din Greenwich, cu școli astronomice

9. Isaac Newton, în problema mecanicii cerești, valorifică în întregime calculul forțelor centrifuge. Explică mișcarea planetelor, considerând că mișcarea este *eliptică* și că ea este provocată de acțiunea unei forțe centrale, atracția exercitată de Soare. Găsește astfel că Soarele atrage planetele în raport invers cu pătratul distanței lor de la Soare. Formulează cele trei legi ale mișcării: legea inerției, legea proporționalității forței și accelerării, legea egalității acțiunii și reacțiunii.

10. Newton construiește primul telescop cu oglindă (1672).

11. Cu lucrarea fundamentală a lui Newton *Principiile matematice ale filosofiei naturale* (cartea a III-a) se constituie o nouă ramură a astronomiei – mecanica cerească. Newton evaluează densitatea Pământului, cât și masa Soarelui și cea a planetelor care au sateliți; dă primul calcul care explică

precesia echinocțiilor, studiază variația accelerației gravitației o dată cu latitudinea, atrage atenția asupra principalelor neregularități ale mișcării Lunii, datorate atracției Soarelui și schițează bazele teoriei mareelor; determină traiectoria cometelor.

Astfel, evoluția astronomiei în secolul al XVII-lea poate fi schițată în felul următor: de la lunetă la observatoare... și de la Galilei la Newton: aceasta este tinerețea astronomiei moderne, care s-a desfășurat cu elan, entuziasm și ardoare, dar, fără îndoială, și cu unele erori. A adus un profit care face ca ea să fie considerată o mare epocă în istoria descoperirii universului.

De la Kepler la Newton, trecând prin Galilei, Huygens, Cassini și Picard a avut loc maturizarea științei astronomice moderne. În secolul al XVII-lea, munca colectivă a unui frumos ansamblu de observatori a făcut ca cea mai veche dintre științe, astronomia, să dea dovadă de o nouă vitalitate.

### **Bibliografie**

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

Л. Д. Белькинд, И.Я. Конфедератов, Я. А. Шнейберг, История техники, Москва-Ленинград, 1956, 491 с.

В. В. Данилевский, Русская техника. Ленинград, 1949, 547 с.

История средних веков, Том II, Москва, 1954, 520 с.

В.П. Цесевич, Что и как наблюдать на небе, Москва, „Наука”, 1979, 302с.

Я. И. Перельман, Занимательная астрономия, Москва, 1961, 212 с.

М. Ивановский, Законы движения, Москва, 1957, 127 с.

И. А. Климишин, Астрономия наших дней, Москва, „Наука”, 1980, 455 с.

Știința modernă, De la 1450 la 1800, Volum. II, București, Editura științifică, 1971, 887 p.

Istoria modernă a Europei și Americii, Vol. I, Chișinău, Editura „Lumina”, 1995, 382 p.

E. A. Sarkisian. Orientarea după corpurile cerești, Chișinău, Editura „Lumina”, 1983, 64 p.

B. A. Voronțov-Veliaminov, Astronomia, Chișinău, Editura „Lumina”, 1982, 155 p.

F. Braunstein, J. F. Pepin, Ghid de cultură generală, București, Editura „Orizonturi”, Editura „Lider”, 1991, 364 p.