

CSICSAY ALAJOS

A MIKROSKÓPTÓL A KOMPUTERTOMOGRÁFIG



A kíváncsi emberek sosem elégedtek meg azzal, amit az érzékszerveik felfogtak és azonosítani tudtak. Már ezer évekkel ezelőtt azon törték a fejüket, hátha léteznek olyan dolgok, amelyek nem láthatók, nem észlelhetők, és ha vannak, hogyan lehetne azokhoz valami módon közelebb férkőzni. Elkezdtek hát fantáziálni, kitalálgatni ezt-azt, s végül ami az elméjükben összeállt, azt hitték, az a való és igaz. Valószínűleg így alakult ki a hit, a mese és a filozófia. Az utóbbi viszont már odáig eljutott, hogy olyan kérdéseket tett fel, amelyek megválaszolása

bizonyítékokat igényelt. Csakhogy bizonyítani valamit nem olyan könnyű dolog. A legegyszerűbb módja ennek a dolgok közötti összefüggések megtalálása. Ilyen volt például a mérés, pontosabban a különféle mérések és azoknak az alkalmazása. Hogy ezeket aztán milyen tökélyre tudták fejleszteni, annak legkézenfekvőbb argumentumai a monumentális építkezések. A lenyűgöző ókori építmények tetemes hányada viszont arra enged következtetni bennünket, hogy a praktikus dolgokon kívül valami más is izgathatta az építőket. Elsősorban a csillagos

égbolt, s az azon végbemenő folytonos változások. A Nap és a Hold járását nem kellett felfedeznie senkinek, eleve tőlük függött nemcsak az emberek, hanem az egész élővilág egyedeinek az életritmusa, ami mindenki számára természetes volt. De milyen szerep jutott a csillagoknak, illetve a csillagképeknek? Itt két dologra szeretném felhívni a figyelmet. Az egyik a még ma is divatos *asztrológia* (csillagjósolás), a másik az *asztrológia* (ha úgy tetszik, *asztrofizika*), ami a természettudományok egyike.

Az emberek korán felfigyeltek arra, hogy a csillagok között vannak olyanok is, éppen a legfényesebbek, amelyek folyvást változtatják állásukat az égen, azaz ők is bizonyos pályákon mozognak. Ezek a Nap körül keringő bolygók, melyekről meséket találtak ki. Sőt az egyik égi jelenség – ma sem tudjuk pontosan, mi volt – a legcsodálatosabb keresztény vallási legenda főszereplőjévé vált. A romantikus költészet, így a magyar is, telis-tele van tündöklő csillagokkal. Eléggye gyakori, hogy az ifjú költők a szerelmüket vezérlő csillagukként örökítették meg. Ám a már nagybeteg Tóth Árpád a Vénuszt, a legfényesebb „csillagot” éteri hetérának nevezi. Mindazonáltal a fizikai valóság ennél jóval prózaibb.

A 17. századot a klasszikus mechanika századának szokás számon tartani. Hogy miért, annak részletezésébe most ne menjünk bele. Annyit viszont mindenképpen fontos megjegyezni, hogy a 16–17. század fordulóján élt Galileo Galilei (1564–1642) és Johannes Kepler (1571–1630), akik elsőként készítettek és használtak csillagászati távcsövet, azaz teleszkópot. Ehhez viszont az kellett, hogy valaki vagy valakik feltalálják a tágabb világ megismerésének mindmáig nélkülözhetetlen eszközét, a nagyító üveget. Kezdetben szóba sem került a tudományos kutatás. A látáshibáktól szenvedő emberek próbáltak vele segíteni. Viszont szemüvegek készítésével a lencsecsiszolás csakhamar jól jövedelmező iparágá alakult ki. Művelői arra is rájöttek, ha egy tubusba egymástól pár ujjnyi távolságra két, esetleg három megfelelően csiszolt lencsét illesztnek bele, azzal a távoli dolgokat közelre lehet hozni, mi több, ily módon láthatóvá lehet varázsolni a láthatatlant is. Ez legyen most a mi fő témánk.

Az előző fejezetek egyikében említettem, ha *Harveyn* lett volna mikroszkópja, biztosan ő fedezi fel az emberi testet behálózó hajszálereket. Bár szert tehetett volna rá, mert létezett már mikroszkóp, csak pechjére ő nem vette észre. Illetve nem vette komolyan, mert a piaci mutatóványosok mint „bolhaüveggel”, óriásivá nagyított bolhákkal szórakoztatták a köréjük gyülekező szájtáti népet. Úgy tudjuk, tudományos megfigyelésre először *Francesco Stelluti* (1577–1652), az olasz Hiúz Akadémia egyik tagja használt mikroszkópot. Erről viszont csak annyit, hogy ez az „akadémia” amolyan titkos társaságféle volt. Ám

*Stelluti*től sokkal komolyabb munkát fejtett ki a 180-szoros nagyítású mikroszkópjával a szintén olasz *Marcello Malpighi* (1638–1696), aki Bolognában végezte a tanulmányait, majd az ottani egyetem bonctanprofesszora lett. Mint a legtöbb korabeli tudós, ő is polihisztor volt. Az anatómián kívül botanikai és zoológiai kutatásokat is végzett. Békák tüdejének vizsgálata közben felfedezte a kapillárisokat, magyarul a hajszálereket, amelyek az emberi szerveket, sőt az egész szervezetet is keresztül-kasul szövik. Ezzel kiegészült *Harvey* munkássága az érrendszerről, ám *Malpighi* ennél is tovább ment. Ő írta le a vörös véresejteket, amelyeket – mivel nincs sejtmagjuk, amit ő még nem tudhatott – ma vörös vértestekként illik számon tartani. Sok lenne *Malpighi* munkásságát itt mind felsorolni, csupán annyit jegyezni meg, hogy *Növényanatómiáját* a hozzá tartozó, szinte művészi rajzokkal a londoni *Királyi Társaság* adta ki 1675-ben.

A brit *Királyi Természettudományos Társaság*, röviden *Royal Society* 1660-an alakult meg, és mindmáig kulcsszerepet tölt be a világ tudományos életének koordinálásában. Tagjai bármilyen témával foglalkozhatnak, csak vallási és politikai kérdésekkel nem. A társaság, megalakulása óta, a világ azon legkiemelkedőbb kutatóit fogadja tagjai közé, akik bizonyos kritériumok alapján tudósnek minősülnek. Kezdetől fogva az egyik alapelvárásuk volt az egyetemi végzettség. Egy kivételt azonban tettek, mégpedig *Anton van Leeuwenhoek* (1632–1723) esetében, aki nem végzett egyetemet, mégis máig a legnagyobbak között tartjuk számon. Róla az én korosztályomat az 1950-es években még úgy tanították az alap- és középiskolában, hogy ő találta fel a mikroszkópot. Pedig nem. Hogy kinek az érdeme e világlátást teljesen átalakító találmány, talán senki sem tudja. Többen is a házaló holland lencsecsiszolóra, *Jansen Zachariás*ra gyanakszanak, de akár más is lehetett. Viszont *Leeuwenhoek* semmi esetre sem. Ő csupán „tökéletesítette” ezt a csodálatos eszközt, ám helyesebb lenne, ha azt mondanánk, összeeskábált magának egy különleges példányt. Merthogy az eredeti darab „tubusa” helyett átfúrt falemezek közé üveglencsét és maga csiszolta kristálygömböt és/ vagy gyémántdarabkát helyezett el, s rajtuk keresztül tanulmányozott egy-egy türe feltűzött élő vagy élettelen

„valamit”. Ami meglepő, e „tákolmányával” 270-szeres nagyításban, tisztá képet tudott létrehozni. Az általa készített mikroszkópok titkát senkinek sem árulta el. Meg volt győződve róla, hogy minden vizsgálendő anyaghoz más-más lencsére, azaz szerkezetre van szükség, ezért szinte gyártotta és árulta a maga alkotta műszereket. Általában mintegy 500-at készített belőlük, amelyek 150 évig voltak a kutatás legfontosabb eszközei. Találmányának híre bejárta az akkori világot. Nemcsak azon világhírű tudósok, mint például az ugyancsak a polihisztor és diplomata *Gottfried W. Leibniz* (1646–1716), a *Royal Society* tagja, hanem Nagy Frigyes porosz király és Nagy Sándor orosz cár is meglátogatta őt. Kit is? A volt posztókereskedőt, majd Delft városházának teremőret, aki valójában dilettánsként, unaloműzésből ókumlálta ki a találmányát. Vagy talán mégsem? Igaz, mint említettem, *Leeuwenhoek* nem végzett egyetemet, de a tudásvágy benne kellett égjen, s hogy álmaik megvalósítható, épp azért választott magának olyan megélhetési lehetőséget, ami mellett lehetővé vált, hogy a hobbijának éljen. Látni akarta a szemmel alig láthatókat, de alighanem maga is meglepődött, amikor a láthatatlanokat is megpillantotta. Mikroszkópja alatt felismerte a harántcsíkkolt, azaz a vázizmokat, a vörös vértesteket, többféle egyszéjtű lényt is ő talált meg elsőként. Alaposan szemügyre vette, illetve azonosította a hím ivarsejteket, amelyeket egy *Hamm* nevű diák mint „magállatkákat” fedezett fel. *Leeuwenhoek* a mikroszkópja alatt a baktériumokat is megpillantotta, csak éppen azt nem tudta megállapítani, hogy azok micsodák valójában. Joggal tekinthetjük őt a *mikrobiológia* megeremtőjének. Ami még meglepőbb, senkinek az elmélete, filozófiája, felfedezései nem befolyásolták őt. Már csak azért sem, mert nem tudott latinul, a tudomány nyelve pedig a latin volt. Végül a londoni *Királyi Társaság*-nak egy külön csoportja, pontosabban egy küldöttsége kereste fel őt otthonában, *Robert Hooke* vezetésével. Alapos körültekintés folytán megállapították, hogy *Leeuwenhoek* igazi tudós és köztünk van a helye.

Tán mondani sem kell, *Hooke*, mint a legtöbb korabeli tudós, szintén polihisztor volt. A későbbiekben még majd vele is foglalkozunk, de előbb ejtsünk néhány szót arról, hogy mit indított el a képzetlen amatőr a kitartó munkás-

ságával. Mondhatnánk, hosszú időn át majdnem semmit. Legfeljebb a lencsecsiszolókat ösztönözte arra, hogy tökéletesítsék a munkájukat, illetve az ő találmányát, a mikroszkópot. Ma már kitűnő fénymikroszkópokat tudnak készíteni, melyek nélkül az orvosi laboránsok nem tudnák elvégezni a feladataikat, meg persze a biológia szakos tanárok sem. Csak az a baj, hogy fénymikroszkóppal jó, ha 1500-szoros nagyítást tudunk elérni. Ám így is lehetőségünk nyílik betekinteni a sejtek belsejébe, viszont a sejtmagba már nem. Ehhez már modernebb eszközre van szükség.

A kívánt eredményt a 19. század fizikusainak a kísérletei hozták meg. Bármily meglepő, a modern fizikában is egy furcsa szerzet felfedezése hozta meg a szédületes gyorsasággal lezajló fejlődést. Az illetőt *Wilhelm Conrad Röntgen*nek (1845–1923) hívták. Sokan feltételezhetik, ő találta fel azt a készüléket, mellyel mostanság naponta tízmilliók szervezetét világítják át, hogy megtalálják benne azokat a göcöket, amelyek, ha az orvosok nem lépnek közbe időben, óhatatlanul elpusztulnak. Pedig ő „csak” egy olyan „újfajta sugárzásról adott hírt, amely áthatol a szilárd testeken, és alkalmas

arra, hogy láthatóvá tegye az addig láthatatlan belső szerkezetet. Szerényen X-sugárnak nevezte el” (Benedek István, *A tudás útja*). Csak mellékesen jegyzem meg, Röntgen a fölöttébb renitens diákok közé tartozott, miáltal annyira begyűbe került a tanárainak, hogy az érettségét is csak magánúton engedték volna letenni neki, azonban a két kötelező klasszikus nyelvből megbukott. (Így hát érettségi vizsga nélkül lett belőle tudós.) No de ez ma már senkit sem érdekel. 50 éves volt már, amikor az X-sugarakat felfedezte, ám nem valószínű, hogy létezik olyan középiskolás ifjú, aki ne hallott volna róluk legalább pár szót vagy mondatot, még a biológiaórákon is, hiszen tele van velük az egész világegyetem. Csak éppen nem így hívják őket, hanem *Röntgen-sugarak*nak (helyesebben már *sugárzás*nak), melye(ke)t *Rudolf Albert von Kölliker* (1817–1905), svájci származású neves anatómus javaslatára a felfedezőjükéről neveztek el, miután az orvos kézfejét is átvilágították velük. Mindazonáltal nem ez a lényeges, hanem az, hogy a *röntgensugarak* meglelése majdnem minden természettudóst – *Bequereltől* kezdve a *Curie* családon és *Rutherford*on át a maiakig (közéjük számítva

a világhírű magyar atomfizikusokat, sőt már tán a genetikusokat is) – lázas kutatásra ösztönözt, illetve ösztönöz ma is. Valószínűleg nem túlzás, ha azt mondjuk, a több százezerszeres nagyításra képes *elektronmikroszkóp* is részben ezeknek köszönheti a létezését. Ide tartozik a *számítógépes rétegröntgenezés*, szaknyelven *komputertomográfia* (közismertebben *CT*), a *mágneses magrezonanciás leképezés* (*NMR*), az *ultrahangos letapogató* vizsgálatok (másképpen *ultraszonográfia*, rövidítve *szono*) számtalan formája; a magzati fejlődés nyomon követésétől az időskori szövetburjánzásokig és megannyi rendellenes elváltozásnak a felderítéséig. Egy szó, mint száz, az orvostudományon (gyógyászat) kívül nehezen találunk olyan tudományterületet, amelyen ne jutna nélkülözhetetlen szerep a természetes és a mesterségesen gerjesztett röntgensugárzásnak. Ám ha kimondjuk e szót, „rön(t)gen”, aligha jut eszünkbe az az idős korára elcsendesedett, a tanári pályáján dőcögve haladó és sokat nélkülöző mérnök (valójában gépészmérnök volt), aki 1901-ben elsőként kapta meg a fizikai Nobel-díjat.

