

giát” pazarolni, hogy az energia szó helyett az „erőny” szót erőszakoljuk. A Függelékben egyébként egész szótár található a hasonló ajánlásokról. A fenti álláspont a re-

cenzens véleménye, természetesen tiszteli az ettől eltérő véleményt is, ha nem is ért vele egyet.

Berényi Dénes

John Gribbin: A tudomány története 1543-tól napjainkig

Akkord Kiadó, Budapest, 2004. 593 lap

Ha a mai értelemben vett természettudomány történetét – mert hiszen arról szól valójában a könyv, nem a tudomány egészéről – évszámhoz akarjuk kötni, aligha találunk jobb dátumot, mint Kopernikusz „De revolutionibus orbium caelestium” című műve megjelenésének évszámát (1543). Ez – ha nem is igazán kezdete és foglalata a modern természettudomány elveinek és módszereinek¹ – kétségtelenül világszemléletünk átalakításának kezdetét jelenti: A Föld és az emberiség kikerülését a világ középpontjából.² Több mint érdekes egybeesés, hogy ugyanebben az évben jelent meg Vesalius híres könyve is, amely az emberi test anatómiájának megismerésében jelent mérföldkövet.

Fontos még megjegyezni, hogy a természettudomány története a 16. századtól kezdve a következő két évszázadban tulajdonképpen az európai természettudomány története, hiszen Amerika jelentősebb mértékben csak a 19. században kapcsolódik be

ebbe az erőfeszítésbe, a világ többi része pedig csak a 20. században.

Bár Gribbin maga asztrofizikus kutató, a könyvben igyekszik a természettudomány egészének a fejlődését követni, így a kémiaiét, a biológiáét, sőt a geológiáét is.

Mindjárt az „első könyv” (a mű ugyanis öt részre oszlik, az egyes részeket nevezi a szerző „könyvnek”³) nemcsak Kopernikuszról (1473–1543) szól, és nemcsak az ő művének jelentőségét tárgyalja, de többek között az anatómia fentebb említett úttörőjének, Vesaliusnak (1514–1564), és a vérkeringés felfedezőjének, Harvey-nek (1578–1657) a munkásságát is. Ez utóbbinál kiemeli, hogy nemcsak az orvostudomány szempontjából alkotott nagyot, de a természettudományos módszer úttörője is volt. „Harvey ... kísérletek és megfigyelések kombinációjára alapozva építette fel elméletét.”

A következő fejezet (számozás szerint a második) főleg Tycho Brahe (1546–1601) és Kepler (1571–1630) munkásságával foglalkozik. Különben a két tudós 1600-ban találkozott először egymással.⁴ Ettől a talál-

1 Erre vonatkozik a szerzőnek az a megjegyzése, hogy: „Maga Kopernikusz a természettudományok forradalmának átmeneti alakja volt, aki bizonyos értelemben sokkal inkább az ókori görög filozófusokra emlékeztetett, mintsem a modern természettudósokra.” (22. o.)

2 Egyébként Gribbin könyvének első mondata: „A természettudomány legfőbb vonása annak tudatosítása, hogy nincs kítüntetett helyünk a Világegyetemben.”

3 A „könyveken” belül vannak a fejezetek. Ezek folyamatosan vannak számozva, összesen 15 van belőlük, ehhez csatlakozik még a bevezetés és a zárszó. Van azután még ábrák jegyzéke, köszönetnyilvánítás, továbbá az ajánlott és a felhasznált irodalom jegyzéke, valamint név-, illetve tárgymutató.

4 Kepler később Tycho asszisztense és Prágában utóda lett, mint „császári matematikus”.

kozástól kezdve számíthatjuk a csillagászat természettudománnyá válását. Tycho igen nagy pontosságú megfigyeléseket és megfelelő táblázatokat készített a bolygók mozgásáról. Kepler felismerései számára – aki magyarázatot tudott adni a bolygók mozgására a bolygók pályáit kör helyett ellipsziseknek feltételezve – nagy szolgálatot tettek ezek a pontos megfigyelések. Kepler egyébként saját korában híresebb volt asztrológusként, mint csillagászként. Mindenesetre: „Tisztában volt azzal, hogy a csillagjósolás tökéletes ostobaság, és miközben roppant tökélyre fejlesztette a semmitmondó általánosságok megfogalmazását, és mindig azt tudta mondani, amit az emberek hallani szerettek volna, ugyanakkor magánleveleiben ügyfeleit ’tökfilkóknak’ titulálta és az egész asztrológiát ’ostoba és üres’ ügynek nevezte.”

A 3. fejezet elsősorban Galileiről (1564–1642), „az első természettudósról”, életéről, küzdelmeiről és felfedezéseiről szól, de szó van a foglalkozására nézve orvos William Gilbert (1544–1603) mágneselességgel kapcsolatos kutatásairól is. Gilbert a kísérleti módszer egyik megalapítója a fizikában, Gassendi (1592–1655) pedig – akinek a kutatását szintén ismerteti a szerző – a tehetetlenségre vonatkozó ellenőrző kísérleteket végzett egy gyorsjáratú hajó fedélzetén.

Galilei jól ismert mechanikai és csillagászati eredményein kívül foglalkozott mágneselességgel és hidrosztatikával is, és „... Galilei mindig kísérleteket végzett hipotézisei ellenőrzése céljából...” Galilei „... készen állt eredményeinek pontosan megtervezett kísérletekben a nyilvánosság előtt történő ellenőrzésére, és arra, hogy szembenézzen a kísérletek eredményeivel – ami 1611-ben is merőben újszerű felfogásnak számított. Ez a hozzáállás az, ami sok ember szemében őt teszi az első természettudóssá”.

A következő, a 4. fejezet, már a második könyvhöz („Az alapító atyák”) tartozik, lényegében a természettudomány és a természettudományos módszer térnyeréséről szól. A címe is ezt exponálja: „A természettudomány lábra kap”. Azt is mondhatjuk, hogy ekkor már a modern, pontosabban: a tulajdonképpeni értelemben vett természettudomány második nemzedéke jelentkezik. Ez sokkal népesebb, mint az első volt. Főleg fizikusokról és csillagászokról van szó: René Descartes (aki filozófus és matematikus is), Blaise Pascal, a korábban már említett Pierre Gassendi, Evangelista Torricelli, Christian Huygens, Robert Boyle (aki a kémiában is jelentőset alkotott, szinte az első kémikusnak tekinthető), Robert Hooke és még mások is, de itt kell megemlíteni Marcello Malpighit is, aki Harvey vérkeringésre vonatkozó eredményeit fejlesztette tovább.

Bár az 5. fejezet címe „A »newtoni forradalom«, az nemcsak Newtonról és munkásságáról, de másokról, főleg pedig Robert Hooke-ról is szól. Részletesen bemutatja Hooke – már csak Newtonnal folytatott vitái miatt is – indokolatlanul háttérbe szorított egyéniségét, pontosabban eredményeit. Mikroszkóp segítségével beható vizsgálatokat végzett a rovarokra, bogarakra vonatkozólag. „...ez a munka fordította először az emberek figyelmét a mikrovilág jelenségei felé, ezért jelentőségében Galilei Csillaghírnökéhez hasonlítható, amely éppen ilyen úttörő jelentőségű volt a Világegyetem egészére vonatkozóan”. Ugyancsak őt tekinthetjük a meteorológia „atyjának” is.

Newton sokoldalú munkásságának részletes ismertetését is megtaláljuk természetesen ebben a fejezetben, középpontban a Principiával („Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”), amely 1687-ben jelent meg mintegy félszázaddal a Discorsi

(Galilei egyik fő műve) után. „A Principia megjelenése jelentette a természettudomány nagykorúvá és érett szellemi irányzattá válásának pillanatát.” „...egyértelművé tette, hogy a fizika törvényei valóban egyetemesek, amelyek mindenre érvényesek”.

A 6. fejezet már a következő évszázadba vezet bennünket. A természettudományos módszer és felfogás egyre jobban elterjed. „Ezek a nézetek magából a fizikából indulnak ki, tehát a természettudomány magvából, majd fokozatosan elterjednek a rokon tudományokban, mint például a csillagászatban és a geológiában, de (lassacskán) a biológiában is polgárjogot nyernek”.

Ebben az időszakban különösen jelentős a haladás a biológiában. Itt elsősorban Carl Linné, aki kidolgozta a növények és állatok rendszertanát (1735), Buffon grófja (Georges Louis Leclerc) – aki az evolúció gondolatának az előfutára – és Georges Cuvier – aki az összehasonlító anatómiát teremtette meg – munkásságát kell kiemelni.

Meg kell még említenünk, hogy ebben az évszázadban komoly vita folyt a Föld koráról a biológusok és fizikusok között. Az utóbbiak sokkal rövidebb kort számítottak ki, mint amit a biológiai leletek megkívántak. A vita csak a 20. században zárult le, akkor tisztázódott a kérdés és a biológusoknak-geológusoknak lett igazuk.

A 7. fejezet már a harmadik könyv része („A felvilágosodás”), és kétségtelenül egy új korszakba vezet bennünket, amelyben megszületik a gőzgép a termodinamika elemeivel, és valódi természettudománnyá válik a kémia. Mivel mindez a 18. században játszódik le, kétségtelenül bizonyos átfedés van ezen események és az előző fejezetben ismertettek között, hiszen Buffon és Cuvier munkássága is a 18. század második felére esik, sőt még átnyúlik a 19. század elejére is.

Ami a gőzgépet illeti, ennek megjelenését Thomas Newcomen és James Watt neve fémjelzi, Watt 1769-ben szabadalmaztatta a gőzgépet. Minden bizonnyal idetartozik még a Fahrenheit és a Celsius hőmérsékleti skála bevezetése és a fajhő fogalmának definiálása is (Joseph Black).

Az előbb említett „Black, Priestley, Scheele és Cavendish megtették azokat a felfedezéseket, amelyeknek köszönhetően a kémia természettudománnyá vált.” „... a minden idők legnagyobb kémikusának tartott Antoine Lavoisier a kémiát valódi, tudományos diszciplínává tevő szintézisben foglalta össze”. A „kémia Newtonjának” főműve, a „Traité Elementaire de Chemie” 1789-ben, majdnem pontosan Newton Principiá-ja után egy évszázaddal jelent meg.

A negyedik könyv („Nagyszabású eszmék”) tartalmazza a legtöbb fejezetet, szám szerint négyet. Ezek közül az első „A »darwin forradalom«” című (9. fejezet). Ez Charles Lyell munkásságának ismertetésével kezdődik, akit a geológia megalapítójának tekintenek (fő műve „Principles of Geology”, 1830), annyiban azonban Darwin „előfutárának” is tekinthető, hogy megállapította a fajok keletkezését és kihalását. Tévedéseivel (nevezetesen a szerzett tulajdonságok öröklődése) együtt Jean-Baptista Lamarck már sokkal inkább annak mondható, Alfred Russel Wallace viszont lényegében már ugyanazokra az eredményekre jutott, mint Charles Darwin, a „biológia Newtonja”. „... a természetes kiválasztódás elve alapján működő evolúció elmélete” mégis Darwin nevéhez kötődik: „On the Origin of Species” (1859) a nevezetes mű rövidített címe. Azt azonban „... sem Darwin, sem Wallace nem tudta, és ami csak a 20. században vált ismertté, az öröklődés folyamatának mikéntje, és az, hogy honnan erednek a különböző változások.”

A biológiával párhuzamosan a 19. században nagyot fejlődött a kémia és a fizika is (sőt ezek az eredmények visszanyúlnak részben a 18. századba). Ezekről szól a 10. fejezet. A szóban forgó fejlődés számos neves kémikus – itt csak Davy, Dalton, Berzelius, Avagadro, Prout, Wöhler, Lothar Meyer nevét említjük – munkásságán keresztül elvezetett az elemek periodikus rendszerének felfedezéséhez. A nevezetes cikket Dimitrij Ivanovics Mengyelejev 1869-ben jelentette meg.

Közben a fizikában kialakult a termodinamika tudományága, vele együtt az energia fogalma, sőt megmaradásának törvénye is (James Joule, 1847). Felismerték a termodinamika két fő tételét (a harmadikat már csak a 20. században), és végül is a század második felére főleg Maxwell és Boltzmann tisztázta a hő valódi természetét, mint a molekulák statisztikus jellegű mozgását („kinetikus gázelmélet”). A fejlődéshez a század során jelentősen hozzájárult Carnot, Robert von Meyer, lord Kelvin (eredetileg William Thomson), Clausius és mások is.

Hogy a tudomány fejlődése – különösen a 18. századtól kezdve – mennyire ugyanazon időkből különböző vonalakon fut, azt nagyon jól mutatják az előző és a most ismertető fejezetek. A 9. fejezet a geológia és a biológia haladásáról szól a 19. században, amelynek gyökerei a 18. századba nyúlnak vissza, míg a 10. fejezet „főszereplői” a kémia és a termodinamika. Ezek alapján a 19. századot akár a kémia vagy a termodinamika – amelyeknek az előzményei ugyancsak megtalálhatók a 17. században – századának is nevezhetnénk.

A 11. fejezetből viszont megtudhatjuk, hogy a termodinamikán kívül a fizika más ágai is viharosan fejlődtek a 19. században, így a fénytán és az elektromosságban. A fénytán fejlődéséhez számos kutató járult hozzá, így Young, Fresnel, Arago, Fraun-

hofer, Fizeau és mások, és munkásságuk nyomán a fény hullámtermészete került előtérbe. A másik terület az elektromosságban, pontosabban az elektrodinamika. Itt is számos nevet lehet említeni, de a két legkiemelkedőbb Michael Faraday az elektromágneses indukció felfedezésével (1831) és James Clerk Maxwell az elektromágnesesség elméletének kidolgozásával (1864). „Maxwell alkotását az új fizika olyan alapvető eredményének tartják, amilyen Newton kora óta nem született” – írja a szerző. A fejezet különben végül elvezet Einstein relativitáselméletének felfedezéséig, azaz a 20. század elejéig (1905).

A 12. fejezet már teljesen a 20. század tudományos fejlődését mutatja be, először is a kontinensek vándorlásának elméletét (Wiegner, 1912; Holmes, 1944; Wilson, McKenzie, Bullard), valamint a Föld mágneses terének átfordulására (Elsasser, 1946; később Bullard), és a jégkorszakokra vonatkozó eredményeket (az utóbbiak már a 18. században felmerültek) Itt a következő neveket kell megemlítenünk: Esmark, Hutton, de Charpentier, Adhémar, Croll, majd Agassiz, Milanković.

Az ötödik könyv három fejezete valóban a legmodernebb tudományról, a 20. század fizikájáról (beleértve a csillagászatot is) és biológiájáról, elsősorban a genetikáról szól. Ez a röntgensugárzás (Wilhelm Röntgen) és a radioaktivitás (Henri Becquerel, a Curie házaspár) felfedezésével indul, majd tisztázzák az atom és az atommag szerkezetét (Rutherford, Bohr), és megszületik a kvantummechanika, amely az atomi és a szubatomi világ jelenségeinek az elméleti leírását adja (Schrödinger, Heisenberg, Dirac, de az alapvetést Planck energiakvantum hipotézisétől és Einstein fényelektromos egyenletétől kell számítani). Végül eljutunk az alapvető kölcsönhatások felismeréséig és az elemi részecskék gaz-

dag világának kutatásáig. Mindebben annyi kutató, kiemelkedő Nobel-díjas vett részt, hogy nemcsak a recenzens van zavarban felsorolásukat illetően, de szemmel láthatólag a szerző is.

A csillagászat a 20. században lényegében asztrofizika lett, a világmindenség óriási laboratórium, amelynek a jelenségére vonatkozólag egyre bámulatosabb pontosságú méréseket végeznek részben már a légkörön kívül elhelyezkedő műszerekkel. A mérések értelmezésében Einstein általános relativitáselméletének is fontos szerep jut.

Polgárjogot nyer a táguló világegyetem és az ősrobbanás elmélete (Hubble, Lemaitre, Gamow), amely mellett erős érvek szólnak (kozmosz háttérsugárzás: Penzias és Wilson – 1965; a COBE műhold észlelései – 1992). Nem utolsósorban megfejtik a magfúzió segítségével a csillagok energia-termelésének titkát (Weizsäcker, Gamow, Bethe).

A biológiát illetően mindenekelőtt a sejt-tanban történik nagy fejlődés (Hertwig, Weismann), de főleg az örökléstanban, amelynek atyja Georg Mendel (1865) még a 19. században alkotott. A 20. században a döntő lépést Crick és Watson tették meg a DNS (az öröklődés „anyaga”) kettős spirál természetének felfedezésével kristálydiffrakciós módszerrel (1953). A század végére azután gyakorlatilag befejeződött az élőlények és az ember genetikai állományának feltérképezése, az ún. genetikai kód megfejtése.

Időközben a kémia is nagyot fejlődött a kémiai kötések természetének tisztázásával, a biokémiai folyamatok megismerésével, nem beszélve arról, hogy a kémia tulajdonképpen a fizika részévé vált.

A „Zárszó: a felfedezés öröme” összefoglalja a szerző „ars poetikáját”: „Remélem, írásom világosan közvetíti az általam legfontosabbnak tartott üzenetet, nevezete-

sen a természettudományban bekövetkezett ’forradalmak’ Kuhn-féle elképzelésének elutasítását, mert véleményem szerint a tudományban a fejlődés lépésről lépésre, fokozatosan történik”. Erre a könyvben számos helyen rámutatott már különben a szerző, még a legnagyobbak esetében is. Egy Newton vagy Darwin vagy Einstein se „magányosan” állnak, nem a „semmitől” léptek elő, hanem számos lényeges előzményük van, ők tulajdonképpen összefoglalnak és egyben továbblépnek a tudomány fejlődését illetően. Jellemző például, amit a csillagok energiatermelésének felfedezésével kapcsolatban ír a szerző: „Amint az oly gyakran megesik azokkal a tudományos felismerésekkel, amelyek megszületésének elérkezett az ideje, a csillagok működését biztosító magfúziós folyamatok kulcsfontosságú kölcsönhatásait különböző kutatók, egymástól függetlenül, nagyjából ugyanakkor fedezték fel.”

A könyv tárgyalási módjára vonatkozólag viszont azt írja, hogy „...számomra természetesen tűnt, hogy a természettudomány történetét lényegében életrajzi megközelítésben mutatom be...” „...az volt a célom, hogy bemutassam olvasóimnak azokat az embereket, akik a tudományt alakítják, és azt, ahogyan ezt teszik”.

A recenzens véleménye szerint ezen a vonalon, azaz a tudósok életrajzi vonatkozásait illetően sokszor a szerző túl messze megy – különösen a régebbi idők tudósainak bemutatásában (az újabb időkben bizonyára a tudósok egyre nagyobb száma miatt nem tudja már ezt megtenni) – olyannyira, hogy ez már a tudomány haladásának a követését inkább zavarja, mint elősegíti. Íme egy példa erre vonatkozólag. Cavendish örökségének a sorsáról, illetve a Cambridge-i Cavendish Laboratórium megalapításáról így ír: „Amikor Henry 1810-ben meghalt, a családi hagyományokat követve

közeli rokonaira hagyta hatalmas vagyonát, az örökség legfőbb kedvezményezettje George Cavendish volt, Devonshire negyedik hercegének egyik fia (maga a herceg Henry Cavendish első unokatestvére volt) és az ötödik herceg öccse (George anyja Charlotte Boyle volt, Berlington harmadik grófjának a lánya). George egyik leszármazottja, William nevű unokája lett Devonshire hetedik hercege, miután a hatodik herceg, aki sohasem nősült meg, 1858-ban meghalt. Ez volt az a William Cavendish, aki miután vas- és acélrészvények okos forgatásával tovább gyarapította a család vagyonát és aki (számos egyéb tevékenysége

mellett) kilenc éven keresztül a Cambridge-i Egyetem rektoraként működött, az 1870-es években saját vagyonából felajánlotta a cambridge-i Cavendish Laboratórium létrehozásához szükséges összeget”.

Mindezzel együtt a mű jelentős és fontos vállalkozás a tulajdonképpeni természettudomány történetének a bemutatására Kopernikusz művének megjelenésétől egészen napjainkig. A könyv végén az ajánlott irodalom felsorolása, továbbá a felhasznált irodalom jegyzéke, végül a név- és tárgymutató hasznosan egészíti ki a könyv szövegét.

Berényi Dénes

Bödök Zsigmond: Nobel-díjas magyarok

Helikon Kiadó – Nap Kiadó, Dunaszerdahely, közös kiadás, 2004. 188 lap

A címe szerint a magyar Nobel-díjasokról szóló alig 200 oldalas szép kiviteli könyv valójában nem csak a Nobel-díjasokról szól, hanem valóságos „tárháza” a magyar és magyar származású nemzetközileg elismert és kiemelkedő tudósokra vonatkozó információknak. Ennek megfelelően a könyv három részből áll. Az első valóban a Nobel-díjasokkal foglalkozik, a második címe „Akik megérdemelték volna...” és a harmadik, az Appendix című, a legkülönbözőbb nemzetközi kitüntetések ismerteti, illetve azokat a magyar tudósokat sorolja fel és mutatja be, akik ezekben részesültek. A rövid előszó után Nobel Alfréd életrajzát és a Nobel-díj történetét olvashatjuk, a könyv végén pedig a felhasznált és az ajánlott irodalmat.

Az első résszel kapcsolatban rögtön felmerül a kérdés, hogy ki is tekinthető *magyar* Nobel-díjasnak. Az, aki Magyarországon elért eredményeiért kapta a kitüntetést,

vagy aki bárhol is érte el az eredményeket, de magát magyarnak (esetleg magyarnak is) vallotta, vagy aki Magyarországon született (itt újabb probléma lehet, hogy a mai vagy a történelmi Magyarország területén)? Esetleg már nem is Magyarországon született, nem is vallotta magát magyarnak, de „magyar származású”!

Lehetséges az is, hogy a magyar állampolgárságukat tekintjük magyaroknak, ti. voltak olyanok, akik mikor már külföldön dolgoztak, sőt akár a díjjal történt kitüntetés idején is magyar állampolgárok voltak. A szerző *mindezen* szempontokat együttesen alkalmazza a magyar Nobel-díjasok számbavételénél. Így pl. a Gajdusekről szóló rész – szerényen – azzal a címmel szerepel, hogy „Daniel Carleton Gajdusek magyar gyökerei”. De így kerül bele pl. Polányi János, aki nem Magyarországon született, nem is beszél magyarul, és a – hírek szerint – nem is tartja magát magyarnak, Vagy Wie-