



IV. FEJEZET

Mit kell tudnia annak, aki biológikus kutatásokra
szánja magát

a) Általános műveltség

Fölösleges külön hangsúlyozni azt, hogy jelöl-
tünknek alaposan kell ismernie jövőbeli kutatásainak
tárgykörét, mégpedig nemcsak könyvek és értekezések
leírásából, hanem magának a természetnek tanulmá-
nyozásából. Ugyancsak ismernie kell legalább főbb
vonásokban azokat a segédtudományokat, melyek köz-
vetlenül vagy közvetve kapcsolatban vannak a kivá-
lasztottal és amelyekből hol vezérelve, hol segédesz-
közök vehetők át. Például: a biológus nem szorítkoz-
hatik csupán anatómiára és fiziológiára, hanem ismer-
nie kell a pszichológia, fizika és kémia alapvető tani-
tásait is.

Ezen segédtanulmányok szükségessége kézen-
fekvő, hiszen legtöbbször fizikai vagy kémiai tételek
alkalmazására vezethető vissza egy új tény felfede-
zése vagy valamely biológiai tünemény megmagya-
rázása. Felfedezni annyit tesz, mondá Laplace, mint
két addig különálló eszmét egymással kapcsolatba
hozni. És megállapítható, hogy ez a termékeny kap-
csolás legtöbb esetben egy alkalmazott tudomány (bio-

logia, szociológia, kémia stb.) ténye és egy elméleti tudomány elve között folyik le. Másszóval: a Compté és Bain osztályozása szerinti általános, illetőleg elvont tudományok gyakran megvilágosítják az alkalmazott és gyakorlati tudományok tüneményeit. Amiből következik, hogy az emberi ismereteknek helyesen értelmezett hierarchikus tagozódása valóságos geneológiai származásfához hasonlít. A logika és matematika támogatja és megvilágítja a fizikát és kémiát, ezek pedig a maguk részéről megmagyarázzák, sőt bizonyos tekintetben megteremtik a biológiát, szociológiát és ezeknek különféle elágazódásait.

Felfedezni legtöbbször annyit jelent, mint a tényt törvénybe foglalni, szélesebb ideológiai keretbe illeszteni és végül osztályozni. Ezért helyesen mondták, hogy felfedezni annyit tesz, mint egy addig általános-ságban vagy ideiglenesen megjelölt dolognak az igazi pontos nevét megadni. Amiből következik, hogy a tökéletesen kimivelt tudományban minden tüneménynek meg van az őt megillető neve és meg vannak állapítva összefüggései az általános igazságokkal. Ebből a szempontból Mach ismeretes mondása: „jól megválasztott szóval megtakaríthatunk sok gondolatot”, teljesen fejen találja a szeget. Mert *elnevezni* annyit tesz, mint osztályozni: mint kevésbé ismert tünemények közötti kapcsolatokat és rokonvonatkozásokat leszögezni; megállapítani egy általános elvet és szemléletet, melyben a továbbiak úgy szunnyadnak, miként csirájában a fa.

Különösen a filozófiai tanulmányok nyújtanak a laboratoriumi ember számára igen jó előkészületet és szellemi tornát. Nem árt tudomásul venni azt, hogy számos kitűnő kutató a filozófián keresztül jutott a tudományhoz. Főlélegesen azonban hangsúlyozni, hogy

a kutatónak nem annyira a tantételekkel és a filozófiai krédóval kell törődnie — hiszen ezek sajnos minden tizenöt vagy húsz évben megváltoznak —, hanem inkább az igazság és a kritikai apparatus ismérveivel, amelyekkel kimívelheti elméjének hajlékonyságát, élességét és megtanulhatja óvatossággal fogadni a leginkább lenyűgöző tudományos rendszerek látszólagos igazságait és ezáltal hathatósan fékezni saját képzelőtehetségének röptét. Legyen mindenkor jelszava Cicerónak mondása: *Dubitando ad veritatem pervenimus*.

Ami az állatok és növények mikroszkopikus anatómiáját illeti, az ezen tudomány körébe tartozó tények többsége bizonyos kémiai reagenseknek, továbbá a sejteknek és szöveteknek egymással szemben való viselkedéséből szűrhető le. Amit a bakteorológiában és neurológiában tudunk, azt majdnem kizárólag a modern kémia adta néhány festőanyag szerencsés alkalmazásának köszönhetjük. Ugyanezt mondhatjuk az általános biológiáról. Emlékezzünk csak Loebnek a mesterséges partenogenezisre vonatkozó érdekes tanulmányaira és Harrison, Carrel, Lambert és másoknak az állati szövetek sejtjeinek mesterséges tenyésztésére célzó kísérleteire. E fölötté meglepő eredmények a sejtközeg fizikai és kémiai föltételeinek megváltoztatásából származnak.

A tudományok közötti e szoros összefüggést számosan megéreztek és különösen Letamendi, aki a tudományos szakokról beszélvén, így definiálja azokat: „az ösztudomány alkalmazása a tudás bizonyos ágára”.

Egy olyan felsőbbrendű értelem számára, amely ismerné a világegyetem tüneményeinek összes titokzatos összefüggéseit, megszűnnének a tudományok, mert összeolvadnának az *egységes Tudományba*.

Ilyen lény előtt végleg összeomolnának ismereteink látszólagos válaszfalai, osztályozásaink formaszerevége, a dolgok mesterséges szétarabolása, melyek értelmünk számára azért oly szükségesek, mert a valóságot csak egymásután, lépésről-lépésre tudja érzékelni. Szemünk az ösztudományt óriási fának látná, melynek ágai az egyes részlet-tudományok, törzse pedig az az elv vagy azok az elvek, melyből táplálkozik. A szaktudós hasonlít a levélen ülő hernyóhoz, mely abban a csalódásban él, hogy kis világa egymagában ringatózik a térben; a filozófiai érzéssel bíró egyetemes tudós pedig meglátja az ágak sokaságán túl a közös törzset. Ellenben egyedül a tudás ama előbb említettük géniuszának adatott meg a szerencse és tehetség az egész fát értelmével átfogni, azaz a megjelenésében változatos és végtelen, de elveiben egységes *Tudományt*.

b) A specializálódás szükségessége

De nem szabad túlozni a fenti szabályt és vele az enciklopedizmus zátonyára futni, ahol az ismeretek szertefolynak, nyugtalanok és fegyelmezetlenek lesznek, képtelenné téve bennünket arra, hogy figyelmünket hosszú ideig ugyanegy tárgyra irányítsuk. A *mindentmarkoló szenvedélyből*, mint ahogy egy szellemes orvosiró elnevezte, támadhatnak nagy irodalmárok, elbájoló társalgók, kiváló szónokok, de nagyon ritkán tudományos kutatók.

Az annyira ismeretes közmondás, hogy „a tudás nem foglal el helyet”, vaskos tévedés, de szerencsére nem tesz sok kárt a gyakorlatban, mert még azok is, akik hisznek benne, kénytelenek bevallani, hogy a sokattanulás ha nem is helyet, de mindenesetre időt

igényel. Csak a tehetségünk iránt táplált felette hizelgő véleményünk magyarázza meg az enciklopédikus mániát, mert nagyon hívságosnak kell mondanunk a több tudományon való uralkodás lehetőségét akkor, amikor látjuk, hogy igazán zseniális és ernyedetlen szorgalommal dolgozó férfiak, csak azért, hogy néhány igazságot learathassanak, egyetlenegy tudományág mélyebb, tüzetesebb művelésére korlátozzák magukat, sőt legtöbbször csupán csak egy körülírt tudomány egyik konkrét témájára.

Ne áltassuk tehát magunkat illuziókkal: ha az ember élete elég arra, hogy az emberi tudományok mindegyikéből valamit tudjunk, alig futja, hogy egyet vagy kettőt összes részleteiben ismerjünk.

A modern enciklopédisták, mint Herbert, Spencer, Mach, Wundt és mások, tulajdonképpen a tudomány és művészet filozófiájának specialistái, miként annak idején Leibnitz és Descartes, noha ezek a tudósok, tekintve koruknak korlátoltabb ismeretkörét, eléggé uralkodtak azon, sőt két-három tudományban is tudtak felfedezésekhez jutni.

Eltűntek — és talán örökre — a sokoldalú kutatók: tudomásul kell vennünk, hogy fizikában és matematikában, kémiában és biológiában ma csak szak-tudósok csinálhatnak felfedezéseket; azonban jól értjük meg: nem részletekbe *egyoldaluan* begubózott szimatolók, hanem azok a dolgozók, akik anélkül, hogy szemük elől tévesztenék saját kutatóterületüket, figyelemmel követik a rokontudományok legfontosabb haladásait is. Ez a fajtája a munkamegosztásnak nélkülözhetetlen és taktikának is jó. Erre kényszerít minket a naponta felfedezett módszerek megpróbálása és elsajátítása, a bibliográfia növekvő gazdagsága és a tu-

dósok sokasága, akik egyidejűleg vetik magukat a különféle stúdiók témáira.

Hogy egyszer és mindenkorra végezzünk, *aki sok után nyúl, heveset markol* közmondás útszéli bölcseségével és nemkevésbé az ellentétként hangoztatott *a tudás nem foglal el helyet*-ével, legyen szabad egy hétköznapi hasonlattal élnünk. A kutató elme olyan, mint a harci fegyver. Ha egyélű, akkor félelmetes kard; ha kétélű, még mindig jól szabdalhat, ám bár már nem oly kiadósan; de ha három- vagy négyélű, akkor az élek hatékonysága annyira leszállhat, hogy ártalmatlan husáng lesz belőle. A bajonet is, ha szigorúan vesszük, vágthat, de csak nagy erő kifejtéssel; ellenben az élesre fent tör a gyermek kezében is félelmetes fegyver.

Miként a megmunkálatlan acél, az értelmünk is potenciális kard. A tanulmány kalapácsa és reszelője csinál belőle éles és hatékony bonckést a tudomány számára. Tehát egy-, legfeljebb kétélű fegyvert használjunk, ha meg akarjuk óvni elemző képességét és ha vele szíven akarjuk találni a kérdéseket, ellenben engedjük át az enciklopedizmus sznobjainak a dicsőséget, hogy elméjükből ártalmatlan husángot faragjanak.

c) Szakolvasmányok

Talán szükségtelen hangsúlyoznunk, hogy a kutató könyvtárában meg kell hogy legyenek az előrehaladott nemzeteknek a szakmára vonatkozó összes fontos művei és folyóiratai. Különösen a német folyóiratokat kell szorgalmasan forgatni, mert ami a biológiát illeti, meg kell jegyeznünk, hogy Németország

egymaga több kutatást produkál, mint a többi nemzetek együttvéve.¹⁾

Aki célt akar érni, az keresse az eszközöket is. Manapság a német nyelv tudása nélkülözhetetlen, ha a tudomány legújabb vívmányaival lépést akarunk tartani. Tanuljuk meg tehát komolyan legalább annyira, hogy fordithassunk belőle és szabadítsuk meg magunkat attól az előítéletes szörnyűködéstől, melyet spanyol ember az északi nyelvek nehézkes műszavain és furcsa szófüzésein érez. Annyira szükséges a német nyelv ismerete, hogy talán nem akad egyetlenegy olasz, angol, francia, orosz vagy svéd kutató sem, aki nem tudná folyékonyan olvasni a német monografiákat. És mivel a német munkák abban az országban látnak napvilágot, mely a tudományos kutatás központjának tekinthető, ezek az iratok számunkra még avval a megbecsülhetetlen előnnyel járnak, hogy bő és pontos történelmi és bibliografiai utalásokat tartalmaznak.²⁾ Fontossága szerint az angol és francia

¹⁾ Jelenleg egyre növekvő versengés folytán a biológiai munkahelyek mindenfelé szaporodnak. Olasz-, Francia-, Angolország és különösen az Egyesült-Államok néhány éve vetélkednek egymással és sok tekintetben felülmulják a német egyetemek megbecsülhetetlen munkásságát.

²⁾ Noha üdvös kezdeményezés folytán a német nyelv szerepel tanulmányi rendünkben, az eredmény, melyet tanítványaink felmutatnak, majdnem nullával egyenlő, ami egyrészt a tanulásra fordított idő szükségességének tulajdonítható, másrészt pedig az alkalmazott tanmódszer hitványságának rovására írható. Ha nem fordithatunk elég időt egy nehéz nyelv tökéletes elsajátítására, észszerű volna, *nem az egész német nyelvet*, hanem csupán a *tudományosat* tanítani, vagyis azt a nem éppen sok nyelvtani szabályt és azt a nem éppen nagyon bő szókincset, amely elég a tudományos monografiák lefordítására. Ezt hat nyolc havi megfeszített munkával el lehet érni. A biológiai tanulmányokat folytatónak ajánljuk, hogy mindjárt kez-

következik a német után. Az olaszról nem kell semmit sem mondanunk, mert nincs olyan csak némileg művelt spanyol, aki ne tudná lefordítani szótár használata nélkül. Ne felejtsük el, hogy némely tudományos szakmában Italia a haladás élén jár.

Ez idő szerint több mint hat nyelven jelennek meg tudományos dolgozatok. A latinnak könnyen érthető újra alkalmazásával, valamint az *eszperantónak*, egyetemes tudományos nyelvvé való kiépítésével a tudósok még szaporították a tudományos dolgozatokra alkalmas nyelvek számát. El kell azonban ismerni, hogy a *volapük* vagy *eszperanto* tulajdonképpen egy újabb nyelv megtanulását jelenti.³⁾ Ezt meg kell előzni, mert megkívánja ezt éppenúgy a modern tudás lényegileg népszerűsítő és demokratizáló hajlama, mint a szerzők és kiadók gazdasági tekintetei, kiknek erkölcsi és anyagi érdeke fűződik ahhoz, hogy a nagy közönség hozzáférhessen azokhoz a tudományokhoz, amelyek azelőtt az akadémiák vagy bizonyos katedrai előkelőségek kiváltságai voltak.

De azért ne képzeljük, hogy a kutatónak vala-

detben fizessen elő valamelyik szakmabeli német folyóíratra, például akármilyen *Centralblattra*. A tudományos monográfiák kezdetben igen nehéz olvasása idővel egyre könnyebbé válik. Az öröm, hogy már kezdetben élvezhetjük erőlködéseink egyik-másik gyümölcsét, hova-tovább mindinkább fokozni fogja munkaszeretetünket.

³⁾ Ha a nemzetközi feltékenységek nem szólnának ellene, sokkal okosabb és praktikusabb volna élő nyelvet, pl. *franciát* tudományos nyelvnek használni. Az eszperanto rajongóitól azt kellene megkérdezni: ha Franciaországba utaztok, le tudnátok-e mondani a francia nyelv használatáról? (Érdemes megemlíteni ma — 1920-ban —, hogy a hirhedt volapük teljesen a feledés homályába merült. Ugyanazt megjósoljuk az eszperantónak.)

mennyi európai nyelvet kellene beszélnie és írnia: a spanyolnak elég a következő négy *tudományosnak* nevezett nyelv: a francia, angol, olasz és német, amelyekben úgyszólván az összes tudományos munkák íródnak. Természetesen a spanyol nem szerepel a tudományos nyelvek között, azért tudósainknak, ha azt akarják, hogy vizsgálataikat a szaktudósok megismerjék és értékeljék, meg kell tanulniok beszélni és írni egyikét-másikat ezen négy európai tudományos nyelvnek.⁴⁾

d) Hogyan kell tanulmányozni a monografiákat?

A választott szaktudományok monografiáinak olvasásánál főképpen két dologra irányítsuk figyelmünket: a kutatási módszerekre, melyeket a szerző vizsgálatainál használt és a még függőben maradt problémák megoldására. Ami a népszerűsítő munkákat

⁴⁾ Ha spanyolok tudományos kongresszuson résztvesznek, szomorú szívvel látják, hogy nyelvük a német, francia vagy angol mellett háttérbe szorul. Ezek az akadémikusok hazafiak mielőtt panaszaikkal mosolyra indítják a tudósokat, jól tennék, ha a következő három kétségbevonhatatlan tényen gondolkodnának: 1. Irodalmi termelésünk úgy mennyiségileg, mint minőségileg jóval alacsonyabb ama négy nemzeténél, mely ama kiváltsággal bír, hogy saját nyelvével élhet a kongresszusokon. 2. Ennél fogva túlnyomó része nem ismeri a spanyol nyelvet. Ha donkijótszerű hazafiasságból makacssággal kötnök magunkat használatához a nemzetközi kongresszusokon, hallgatóink száma rendkívül meggyérülne. 3. Végül: Svédország, Hollandia, Dánia, Magyarország, Oroszország és Japán, melyeknek tudományos termelése jóval felülmúlja a spanyolt, sohasem olyan szerénytelenek, hogy versengéseken saját nyelvüket erőszakolják. Ezek a tudósok nagyon jól tudják, hogy máris igen nagy teher a mondott négy nyelv ismerete, tehát elviselhetetlen nyűg volna még egyiknek-másiknak megtanulása.

illeti, azok kevesebb figyelmet és bizalmat érdemelnek, hacsak nem valamilyen terjedelmesebb összefoglalásai az anyagnak, illetőleg néhány a laboratóriumban jól kihasználható eszmét nem tartalmaznak. Általában az mondható, hogy a könyv a tudománynak már bizonyos történelmi fázisát tükrözteti vissza. A sok idő miatt, melyet megírása megkövetel, továbbá a szerzőnek az egyszerűsítésre irányuló törekvése, mely szükséges, hogy a nagy közönséggel magát könyvnyelven megértesse, okozzák, hogy az aktuális témák hiányoznak belőle, vagy csak vázlatosan vannak odavetve, hogy a módszerek finomabb részleteire nem tér ki és hogy végül nem jelzi a kutatás hézagait.

Különösen nagy figyelemmel tanulmányozzuk a leghíresebb tudósok monografiáit, azokét, akik a kérdést nagy lendülettel előbbrevitték: mert az eredeti tehetségnek, eltekintve minden mástól, igen nagy szuggeráló hatása is van. Minden jó könyvnek sajátja, hogy az olvasó nemcsak a szerző által készségesen feltárt eszméket találja meg benne, hanem egészen más ujakat is, sőt egészen egyénieket, amelyeket a sorokközötti olvasás tehetsége fedez fel. Amiből látható, hogy a jeles monográfia olvasása nemcsak bőséges ismeretforrás, hanem egyben saját értelmi képességünk jó fokmérője.

Az emberi elmék, miként a sivatag pálmái, távolról termékenyülnek. De hogy ez a kapcsolat két szellem között létesüljön és áldásos gyümölcsöket teremjen, ahhoz szükséges, hogy áhítatosan elmerüljünk a kiváló könyv olvasásába, hogy behatoljunk mély értelmébe és végül, hogy rokonszenvezzünk a szerzőjével. A tudományban, miként az életben, gyümölcs csak szerelemből fakad. Sok kezdő esik abba a hibába, hogy a maga munkássága gyümölcsének tekinti egyik-

másik korábbi és régebbi felfedezést, csak azért, mert nem részesítette kellő figyelemben az eredeti értekezéseket, hanem rábizta magát az összefoglaló munkákra.

A mi fiatal tudósunk kerülje mint a pestist az összefoglaló és kézikönyveket. A kézikönyvek ugyan nagyon jó szolgálatot tesznek a tanításnak, azonban annál alkalmatlanabbak a kutató vezetésére. Aki összefoglal, az önmagát foglalja össze, vagyis a szerzőé helyett legtöbbször a saját nézeteit és tanait tálalja föl. Amattól azt veszi át, ami neki leginkább tetszik, vagy amit megértett és erőlködés nélkül megemésztett belőle: tehát nem egyszer tartja a lényegest mellékesnek és megfordítva. Az összefoglaló azon a címen, hogy a más munkáját megvilágítja és népszerűsíti, rendesen a maga személyiségét tolja előtérbe a szerző rovására, akinek érdekes szellemi egyénisége ezen módon elsikkad az olvasó részére.

Ebből önmagától adódik a kutatónak az a kötelessége, hogy a szerzők műveit eredetiben olvassa, ha kellemetlen csalódásoktól meg akarja magát óvni. Természetesen más az, ha az összefoglalás magától a szerzőtől származik, mert így dacára a rövidítésnek, megtalálhatjuk az elemző munkákat nagyban előmozdító eredeti elgondolásokat és vezéreszméket.

Itt új kérdés vetődik fel: vajjon átböngésszük-e vagy nem a bibliográfiát, mielőtt elkezdjük laboratóriumi kutatásainkat? Vajjon nem veszítjük-e el az annyira értékes ítéleti függetlenségünket, nem leszünk-e bizonyos irányban befolyásolva, ha előbb mindazt elolvassuk és magunkba szívjuk, amit a kérdéses témáról megírtak? A pontos előzetes értesülés mindarról, amin kutatni akarunk, szokta felébreszteni a kérdés kimerítettségének félelmét és nem kell-e attól

tartanunk, hogy ez a nyomasztó érzés szárnyát szegi egészen eredeti eredményeket áhító vágyainknak?

Ez olyan kérdés, melyet kinek-kinek a maga természete szerint kell megoldania, ámátor azt hiszem, ha a kérdést a tudósok plebiszcituma alá vetnök, az derülne ki, hogy a kutatást megelőzőleg igenis át kell tanulmányozni az egész bibliografiát. Ezen a réven elkerülhető az a fájdalmas elkedvetlenítés, amit az a tudat okoz, hogy időnként már ismert dolgok újból való felfedezésével fecséreltük el, ahelyett, hogy magunkat a téma igazán függő kérdései után vetettük volna.

Véleményem szerint a legokosabb dolog az, ha elemző kutatásaink előtt túlesünk a speciális bibliografiai tanulmányokon. De ha valamilyen legyőzhetetlen akadály folytán ezt nem tehetjük meg (ami Spanyolországban sajnos gyakori, mert az egyetemek szűkölködnek modern idegen munkákban és az akadémiák anyagi eszközök híján nem fizethetnek elő még a legfontosabb tudományos folyóiratokra sem), azért eggyel több vagy kevesebb monográfia birtoklása ne riasszon el minket a laboratóriumi munkától, mert ha elsajátítottuk a ma használatos legjobb módszereket és buzgalommal meg kitartással dolgozunk, mindenkor fogunk valamire akadni, ami elkerülte az újabb kutatók figyelmét, már csak azért is, mert befolyásuktól menten, saját utakon jártunk és a témát más látószögből figyeltük. Különben is végső fokon ezerszeresen kevésbé káros esetleges utánfelfedezés veszélyének kitéve lenni, mint lemondani a kísérletező kutatás minden lehetőségéről. Ha a kezdő első kísérleti tapogatózásainál olyan eredményhez jutna is, amit kevéssel előtte már mások leszögeztek, ez távolról se kedvetlenítse el, mert ezen az úton mégis csak eljut saját értékének felismeréséhez, lelkesedést

merithet további munkához és végül eredeti tudományos kutatást fog végezni olyan arányban, amilyenben anyagi viszonyai állanak jó szándékaihoz.

e) Ihlettséget feltétlenül a természetben kell keresni

Sokat tanulhatunk könyvekből, de legtöbbit mégis csak a természet szemléléséből, mely minden könyv ősforrása és sugalmazója. A tünemények közvetlen vizsgálatában van valami, ami nyugtalanító fermentumként rázza fel szellemi tespedésünket, valamilyen élesztő és serkentő hatás, amihez fogható nem található még a leghivebb másolatokban vagy leírásokban sem.

Mindnyájan tapasztaltuk, hogy utánvizsgálván a szerző leirta valamilyen tény, ez mindig másnak mutatkozik, mint ahogy gondoltunk és az olvasásnál felmerültektől egészen eltérő eszméket és cselekvési terveket ébreszt. Véleményünk szerint ez azért van, mert az emberi szó szegényes a külső valóság hü lefestésére. Mint ismeretforrás, ez utóbbi a legkülönbözőbb és legösszefonottabb érzéklések szövedéke, melynek mindenkor csupán egy töredékét tudja visszatükröztetni az elvonásra és egyszerűsítésre törekvő szimbolikus kifejezés.

Bármilyen hü és megfelelő legyen is valamelyik leírás, mindig csak személyes értelmezést, azaz a szerzőnek sajátos szempontját fejezi ki. Nagyon jól tudjuk, hogy az ember mindenbe beleviszi a maga egyéniségét és amikor azt hiszi, hogy nagyon hiven adja vissza a külső világot, akkor is legtöbbször önmagát nézi és festi.

Másrészről a megfigyelés az ítéletünk megalkotásához szükséges tapasztalati adalékon túl, bizonyos

nem pótolható érzelmi tényezőket is kelt életre, mint például a meglepetést, a lelkesedést, a kellemes megindultságot, amelyek mind az alkotó képzeletet izgató erők. A megindultság szikrájánál emelkedik az agyműködés arra a hőfokra, melynél fellobbannak a szerencsés intuíciók, a hiteltérdemlő hipotézisek.

Annak bizonyítására, hogy a közvetlenül megfigyelt természet minő érzelmeket vált ki a buvárban, legyen szabad azt a benyomást vázolnom, melyet bennem a vérkeringésnek első ízben való szemlélete váltott ki.

Harmadéves orvostanhallgató voltam és több könyvben olvastam az említett tünetnynél észlelhető jelenségekről, anélkül azonban, hogy ez az olvasmány nagyon felizgatta volna képzelőtehetségemet, vagy akár nevezetesebb gondolatokat ébresztett volna bennem. De mi másképp történt, amikor egy alkalommal Borao barátom élettani tanársegéd szivességéből megláthattam a vérkeringést a béka mezenteriumán. A fölséges látvány megnyilatkozás gyanánt hatott rám. Lelkesülten és meghatódva szemléltem a vörös és fehér vérsejteknek az ár sodorta kavicsokhoz hasonló rohanását; láttam amint a vérsejtek rugalmasságuknál fogva megnyulnak és nagy serényen átsiklanak a legfinomabb hajszáledényeken és áthaladván az akadályokon, rugómódjára újból felveszik eredeti alakjukat; megfigyeltem, miként nyílnak meg a legkisebb keringési akadályra az endotél rostjai és támad hemorrágia és ödema; és észrevevén végül, hogy a *kurara* tulságos hatása folytán lefokozott szivverés miként görgeti tovább lassan-lassan a megrekedt vérsejteket, ... úgy éreztem, hogy elmémről lehull a fátyol és a távol ködébe vész el bizonyos titokzatos erőről való hit, mellyel addig az élet tünetényeit meg

akarták magyarázni. Lelkesedésemben megfélekedvén arról, hogy számosan, például Descartes is már századokkal ezelőtt hasonlóképpen nyilatkoztak, e szavakra fakadtam: „Az élet tisztára mechanikus folyamat. Az élő testek oly tökéletes hidraulikus gépek, hogy képesek az őket mozgó ár okozta károkat kijavítani és nemzés útján hasonló más ilyen hidraulikus gépeket létrehozni“. Biztosan állithatom, hogy ama élénk benyomás, melyet az élet e titokzatos mechanizmusának közvetlen megfigyelése bennem támasztott, egyike volt ama határozott ösztönzéseknek, melyek a biológiai tasulmányokat megkedveltették velem.¹⁾

f) A módszereken való uralkodás

A tárgykör megválasztása után a kutató a lehető legtökéletesebben informálódjék a kérdés jelenlegi állásáról, majd végig meg kell próbálnia a kérdés megvilágítására szolgáló és a legújabb folyóiratokban leírt és ajánlott összes analitikai módszereket. Ezen utánvizsgáló próbálgatások közben igen gyakran nyomára jutunk a kétséges pontoknak, a tarthatatlan hipotéziseknek, a megfigyelés hiányainak és nem egyszer rá is fogunk találni a kérdés helyes megoldásához vezető útra.

A módszereken való korlátlan uralkodás szükségessége különösen a biológiai tudományokban annyira nyilvánvaló, hogy megcáfolhatatlan igaz az,

¹⁾ Ma már csak bizonyos fentartásokkal írnam alá az életnek ezt a mechanikus, vagy ha úgy tetszik fizikokémikus fogalmazványát. Az életnek bizonyos tüneményei (kezdete, sejtek és szervek kialakulása, örökösödés, fejlődés, stb.) teljesen felfoghatatlan okokból támadnak, dacára a darwinizmus hangzatos ígéreteinek és a Loeb-féle biokémikus iskola feltevéseinek.

hogy a legnagyobb felfedezések a legtökéletesebb módszerek nyomán támadtak olyan tudósok kezén, akik nagy kitartás árán behatoltak egyik vagy másik analitikai eljárás legrejtettebb titkaiba.

Ennek bizonyítására elég arra hivatkozni, hogy noha Európában és Amerikában százzámra vannak hisztológusok, embriológusok és anatómusok, a legfontosabb felfedezések mégis csupán körülbelül egy tucat kutató nevéhez fűződnek, azokéhoz, akik némely kutatási módszer körül kiváló találékonyságról vagy jártasságról tettek tanuságot, vagy mesteri módon uralkodtak rajta.

A kutatási eljárások közül válasszuk a legújabbakat és éppen a legnehezebbeket, mert azok vannak legkevésbé kimerítve. Keveset nyom a latba a hiábavaló kísérletezésre vesztegett idő, mert ha a módszernek erősen differenciáló jellege van, az elért eredmények nagy fontosságúak lesznek és fel fogják fokozni buzgalmunkat. Evvel még azt az előnyt is élvezzük, hogy egymagunkban dolgozunk, illetőleg csak kevés iriggyel és versenytárral kell számolnunk.

g) Az új tény keresése

A tudományos felfedezések történetéből a kezdő azt a fontos és biztató tanulságot meritheti, hogy miként a feltevésből a következmények, úgy folynak az első felfedezésből a továbbiak.

Az új igazság megtalálása rendszerint türelmes és szivós megfigyelés eredménye és annak köszönhető, hogy a témára előzőinknél több időt, szigorubb gondosságot fordítottunk és jobb módszereket alkalmaztunk. Miként föntebb mondtuk már, a lelkiismeretes és gondos megfigyelés által különösen kifinomult és

érzékeny analitikai képességre teszünk szert a témákkal összefüggő kérdésekben. A gyakorlat élesítette e képességgel nem egyszer sikerült készítményekben teljesen új dolgokat meglátnunk, ahol tanítványaink semmi különöset sem vettek észre! És viszont, hány új tény kerülhette el figyelmünket, amikor még mikrografikus-technikai járatlanságunkból folyólag minden készítmény szinte szfinkszként meredt reánk!

Eltekintve attól, hogy a kísérletek és észleletek megisméltése által differenciáló képességünk megélesedik, a kérdés állhatatos tanulmányozása majdnem mindig a kutatási módszerek tökéletesítésére vezet, mert rájövünk a kísérleti hibákra és folytatólagosan a legnagyobb technikai hozadékot előmozdító tényezőkre.

Néha a felfedezés a szorgalom gyümölcse. Iparkodjunk még kevésbé kiaknázott új eljárásokat új témákra alkalmazni. Ezen a módon a bakteriológia, az összehasonlító bonctan és szövettan nagy birodalmában könnyű szerrel nagy haladást értek el.

Ráeszmélve arra, hogy a tudomány nagy előmozdítói rendszerint módszerek kitalálói is voltak, a legjobb volna az ilyenek kieszelésére alkalmazható szabályokat felállítani. Sajnos azonban a biológiai tudományokban majdnem valamennyi analitikus eljárás a véletlennek köszönhető.

Általában az mondható, hogy a módszerek nem egyebek, mint valamely tudományos tárgykör igazságainak szerencsés alkalmazása a tudomány más ágaira. Azonban ez az alkalmazás rendszerint véletlen próbálgatás műve, máskor pedig csak halvány analógiák folyománya. A bakteriológiában, hisztológiában, hisztokémiában például a módszerek, miként előbb már egyszer jeleztük, a modern kémia szolgál-

tatta reagensek vagy festőanyagok szelektív hatásán alapulnak. Semmiféle plauzibilis ok, hacsak nem a véletlen kísértése, vitte Gerlachot arra, hogy a magvakat karminnal fesse; vagy Max Schultzt az ozmiumsav alkalmazására az idegszöveteknél; Hannovert a krómsav és bikromátok bevezetésére a szövetek megkeményítésére; Kochot, Ehrlichet és másokat az anilín megpróbálására a baktériumok megfestésére stb.

Ha tökéletesen ismernők az élő sejtek vegyi szerkezetét, akkor ennek vagy annak a reagensfestéknek használata nem volna más, mint a biológiai kémia elveinek pusztá alkalmazása. Csakhogy még nagyon távol lévén ettől az ideáltól, nem marad más hátra, mint hogy az, aki új biológiai módszereket akar feltalálni, találomra vesse alá az élő szöveteket kísérleteknek úgy, mint hajdanában a kémikusok, akik a legkülönbözőbb testek összekeveréséből váratlan összetételekhez jutottak.

Nem marad más hátra, mint némileg bizni a véletlenben is, de mindenesetre iparkodnunk kell ezt úgy provokálni, hogy inkább vezéreljen bennünket a reagensek, a kémia meg ipar legújabb technikai eljárásainak lehetőleg legalaposabb ismerete, semmint pusztán csak az intuición.

Evvel eljutottunk oda, hogy egyetmást mondjunk a tudományos kutatások körüli véletlenekről. Annyi bizonyos, hogy a véletlennek gyakran van része az empirikus munkában és nem kell tagadnunk azt, hogy a tudomány fényes eredményeket köszön neki, de mi-ként Duclaux oly helyesen megjegyzi: a véletlen nem annak mosolyog, aki azt óhajtja, hanem annak, aki azt *megérdemli*. Megérdemlik pedig csupán a nagy megfigyelők, mert ők azok, akik nyomatékkal és állha-

tatossággal tudják nyomon követni és ha rátalálnak a nemvárt világosságra, ők azok, akik meg tudják itélni fontosságát és horderejét.

A tudományban, miként a lutriban, a sors rendszerint annak kedvez, aki sokat játszik vagy annak, aki a mescbeli hős módjára, folyton túrja a kerti földet. Ha Pasteur véletlenül is fedezte fel a baktériumos vakcinákat, mégis zsenialitásának is volt része benne, mert megértette a véletlen nyújtotta tény jelentőségét, vagyis azért, hogy a levegőn hagyott baktérium-kultúra virulenciája elgyengül valószínűleg az oxigén enyhítő befolyására.

A tudomány története tele van véletlen felfedezésekkel: Scheele a mangán elválasztásánál rábukkant a klórra; Cl. Bernard kísérletezván a cukrot bontó szerv körül, felfedezte a májnak glikogén funkcióját stb. Végül itt vannak Röntgennek, Becquerelnek, a Curie-párnak osodával határos szerencsés felfedezései.

Ismeretes, hogy Röntgen pusztán véletlen folytán fedezte fel az *X sugarakat*. Würzburgi laboratóriumában megismételte Lénardnak a katódsugarak furcsa tulajdonságaira vonatkozó kísérleteit. Szokás szerint a kisugárzásokat fluoreszkáló *bárium-platin-cianür* ernyőn fogta fel. A fluoreszkálás tartamának megállapítása végett egy napon eszébe jutott a laboratóriumot elsötétíteni, illetőleg kartondobozzal letakarni a Crookes-csővet, melyben a katódsugarak tudvalevőleg keletkeznek. A tekercset működésbe hozván, rápillantott az ernyőre és nagy csudálkozással látta, hogy ez élénken megvilágosodik. Közbeiktatott azután fadarabot, könyvet és megállapította, hogy a kisugárzások — az uj sugarak — könnyű szerrel áthatolnak ezen átlátszatlan testeken. Végül lázas türelmetlenségében kezét tette a Crookes-cső és az ernyő közé, amikor mé-

lyen megindulva, talán ijedten is része volt egy kísér-
teties látványban: a fluoreszkáló felületen pontos
fekete rajzolatban feltűntek a keze csontjai, mintha
nem is léteznének fedőszövetek. A csodálatos X suga-
rak fel voltak fedezve és velük az egész *radioskópia*.
Rohamosan követte ezt a *radiofotografia* és a mind-
annyiunk által ismert csodás alkalmazásai sebészetre
és iparra.

Másik nagyon ékesen szóló példa Henri Becque-
relnek, a neves francia fizikusnak véletlen rátalálása
az anyag *rádióaktivására*.

Már a korán elhunyt H. Poincaré vetette fel a
kérdést, hogy az X-sugárzás talán a fluoreszkáló tes-
tek sajátossága. Ezt a feltevést igazolandó, Becquerel,
aki igen jól fel volt készülve ilyen vizsgálatok végzé-
sére, elhatározta, hogy megpróbálkozik az uránium
szulfáttal, mint egyikével a legtipikusabb fluoreszkáló
anyagoknak. Csakhogy éppen ködös februári idő ural-
kodott és a nap sehogysem akart előbújni. Bizva ab-
ban, hogy Nap őfelsége majd csak eloszlatja Páris
sűrű ködét, a nevezett fizikus nagyon is korán beállí-
totta a kísérletet: fekete papírral bevont érzékeny le-
mezre rátett néhány uránszulfát kristályt, közbeik-
tatva egy rézkeresztet. A türelmetlenség majd föl-
vetette. Feltűzelve általa, egy napon kivette a lemezt
védőburkából, hogy találomra megnézzze. Mekkora volt
meglepődése, amikor minden várakozása ellenére (az
uránsó teljesen sötétben volt!) a lemezen erős nyomok
látszottak: az uránsó kristályai fekete rajzolatban, az
emlitett fémkereszt pedig világosnak látszott. Akara-
tán kívül felfedezte az anyag rádióaktivitását, az
ujabbkori tudomány egyik legcsodásabb vívmányát.

A mi azonban az esetnél a legfurcsább és a leg-
meglepőbb, ez az, hogy Becquerel ilyen nagy jelentő-

ségü felfedezéshez (a Nobel-díjjal jutalmazták) hamis hipotézis nyomán jutott (összefüggés X-sugarak és fluoreszcencia között), hiszen az összes ismert fluoreszkáló testek közül éppen csak maga az urán bír rádióaktivitással. Mint látható, a hatás kissé szinpadias volt, azt mondhatnók, egy gunyolódó manó sugalmazta, megtermékenyítendő a tudományt, dacára a leghamisabb kiindulásnak.

De azért meg kell állapítani azt is, ha nem egy tudós fedezett is fel olyant, amit nem keresett, valamennyi csodálatos kitartással kutatott és méltók voltak a sikerhez, mert ritka elmélyüléssel sikerült ráakadniok a véletlen félénk és töredékes megnyilvánulásaiban rejlő nagy haladási lehetőségekre. Mindent összevéve: a szerencsés véletlen majdnem mindig a kitartó erőfeszítés jutalma.

A véletlennek segítségét igénybe venni úgy fest, mintha valaki zavaros vizet felrázna azért, hogy a fenékre süllyedt anyagok felszálljanak és jobban látszódjanak. Minden kutató jól teszi, ha megkíséríti a szerencsét, de azért ne nagyon bizzék benne és inkább rendszeres munkára vesse magát, mert aki uralkodik a módszereken és tisztában van a még meg nem oldott, de megoldható kérdésekkel, az majdnem mindig el fog jutni valamilyen kisebb vagy nagyobb felfedezéshez, anélkül, hogy egyébként terméketlen próbálgatások területére kellene elkalandoznia.

Ha eljutottunk az első új tény felfedezéseig (különösen, ha ez olyan fajtáju, hogy tudományos körökben képes új eszmecserét megindítani), további dolgunk olyan kézenfekvő, mint az amilyen dicsőséges: kiaknázni az új tény lehetőségeit a tudomány különböző területein. Ezért mondták, hogy az első felfedezés az értékes, a többi mind már csak folyománya az első-