127449

KULTURA ÉS TUDOMÁNY

# A természettudomány fejlődésének története

II.

A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA

Encycl. O.
79.
4.

# KULTURA ÉS TUDOMÁNY

## A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA.

A «Kultura és Tudomány» vállalat a nagy magyar olvasó közönséget akarja szolgálni. Tetszetős köteteit felajánlja mindazoknak, kik a mindennapi élet zsibbasztó fáradalmai után a nagy eszmék és eszmények világában keresnek üdülést és új erőt.

Kötetei mindenkor igaz mesterek művei. Irodalmi alakjukban kifogástalanok. Tanításukban érdekesek és értékesek. Nem fölületesek, de mégis népszerüek. Aktuálisok, de mégis állandó becsűek. A haladás zászlaját lobogtatják, de tisztelnek minden igaz meggyőződést.

Hogy mikép és minő eszközökkel kíván a «Kultura és Tudomány» dolgozni, arra a legrészletesebb programmnál is jobban tájékoztat az eddig megjelent könyvek fölsorolása.

## SZÉCHENYI ESZMEVILÁGA.

*Első kötet. Gaal Jenő, Beöthy Zsolt, Prohászka Ottokár, Kenessey Béla, gróf Vay Gáborné, gróf Andrássy Gyula tanulmányai.* **Ára kötve 1 K 60 f.**

A legkiválóbb magyar Széchenyi-ismerők tanulmányai, melyek együttvéve teljes képét adják majd szellemi és erkölcsi világának s valósággal megelevenítik izgatóan érdekes alakját. Három kötetre van tervezve.

## A SZIKRATÁVIRÓ.

*A. Slaby tanárnak a német császár előtt tartott felolvasásai után átdolgozta Kreuzer Géza mérnök.*

**Ára kötve 1 K 20 f.**

A jelenkor egyik legnevezetesebb találmányának szemléletes ismertetése, a szakember biztos tudásával és a népszerű író világosságával, úgy hogy minden laikus élvezettel és tanulsággal olvashatja.

## A TERMÉSZETTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE.

*Két kötet. Irta Wilhelm Bölsche, fordította Schöpflin Aladár.* **Ára kötve két kötetben 2 K 40 f.**

Mozgalmas rajza annak a küzdelemnek, melyet az ember a természet megismeréséért vív évezredek óta. Nem száraz tudománytörténet, hanem eleven képe annak a folytonos erőfeszítésnek, mellyel az ember világfelfogását mélyíteni igyekszik.

## KANT-BREVIARIUM.

*Kant világnézete és életfelfogása. A művelt ember számára Kant irataiból összeállította dr. Gross Félix, fordította dr. Polgár Gyula.* **Ára kötve 1 K 60 f.**

Kant világnézetét saját szavaival jellemzi e könyv, műveiből készült gyűjtemény, mely minden ismertetésnél jobban érteti meg a nagy filozófust.

## AZ EMBERISÉG JÖVŐJE.

*Irta Heinrich Lhotzky, fordította Schöpflin Aladár.* **Ára kötve 1 K 20 f.**

Pillantás a jövőbe, a mai szellemi élet mozgató erőiből való filozófiai következtetés útján. Hittel és lendülettel teli megrajzolása a megértés, a gondolatszabadság és a magasabb erkölcs állapotának, mely az emberiségre vár.

## A VAGYON TUDOMÁNYA.

*Irta I. A. Hobson, fordította dr. Sidó Zoltán.*

**Ára kötve 2 K.**

A közgazdasági élet tényezőinek fejlődésükben és összefüggésükben való ismertetése, nemcsak népszerű közgazdaságtan, hanem egyúttal bevezetés a közgazdasági gondolkodásba.

## A SZOCZIOLÓGIA VÁZLATA.

*Irta G. Palante, fordította dr. Mikes Lajos.*

**Ára kötve 1 K 60 f.**

Rövid, szabatos és világos összefoglalása a szocziológia mai módszereinek és eredményeinek, megbízható és kellemes tájékoztató abban a tudományban, mely ma leginkább foglalkoztatja a gondolkodó emberek elméjét.

MAGY. AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

# KULTURA ÉS TUDOMÁNY

## A TERMÉSZETTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE

IRTA WILHELM BÖLSCHE

FORDITOTTA SCHÖPFLIN ALADÁR

MÁSODIK KÖTET

BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1912

# A TERMÉSZETTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE

IRTA

WILHELM BÖLSCHE

FORDITOTTA

SCHÖPFLIN ALADÁR

MÁSODIK KÖTET

BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1912

127449

MAGY. AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

R
1977

# A MODERN VILÁGKÉP ALAPVETÉSE.

## II.

## KEPLERTŐL NEWTONIG.

# A modern világkép alapvetése.

## II.

### Keplertől Newtonig.

Galilei sorsában éppen útban volt a döntő fordulat, mikor Regensburgban 1630 novemberében bezárult az egyetlen embernek élete, aki teljes nagyságában állott mellette: *Kepler* Jánosé (szül. 1571-ben, a svábföldi Weil-der Stadt-ban). Kepler pályája valóságos regény, érdekfeszítőbb, mint amilyet költő fantáziája valaha teremtett. E helyütt csak azokat a vonásait emelhetjük ki, melyekben az ő egyéni sorsa szükségszerüen összekapcsolódik a világkép kitágulásával. De igy is egy rendkivül vonzó egyéniség körvonalai mutatkoznak benne. Mig Galilei tevékenységében kezdettől fogva a merően ténylegesben, a dolgok zavartalan valóságában való gyönyörködés nyilvánul, Kepler teljességgel misztikus spekulációkból indul ki. Annál tartalmasabbnak tünik fel az energia, amelylyel végül mégis csak átküzdötte magát rajtuk, a csaknem tökéletesen szabad magasságig. Műve tetőpontján ő is teljesen Galilei nézetének hatalma alatt áll: hogy az egyedüli eredményes út a természetbe való behatolásra a természetnek magának közvetlen megkérdezése a szigorúan szakszerü megfigyelés útján.

Veleszületett fantáziája ugyanekkor igazi tudományos géniuszszá válik, vagyis azzá az adománynyá, mely a megfigyelések nagy sorozatain egyidejüleg úgy tud uralkodni és úgy tudja őket áttekinteni, hogy a közös, a mindig visszatérő mint törvény hámozódik ki. Ha átvizsgáljuk Kepler életének egyes fázisait, akkor az a biztos érzésünk támad, hogy ez az egyetlen ember egyénileg végig csinálta és végig küzdötte a fejlődés egész útját a görögök idő előtti kombinációjától, a középkor misztikus eltévelyedésén s a kettőnek az araboknál látott egyesítésén kezdve egész Kopernikus és Galilei magaslatáig, sőt még éppenséggel a mi modern gondolkodásunk legjavának magaslatáig is.

Anyagi kényszerüségből, de bizonyára valami szkepszisből és a misztikus természeti kapcsolatok iránti érzékből is meglehetős egyforma részekben összeszövődött érdeklődés révén azon kezdte, hogy Grazban és Prágában mint asztrologus szerzett hírnevet. A mesterségszerü csillagjóslás durvaságait azonban már korán megtanulta iróniával nézni. A finomabb varázson azonban, mely benne rejlett és amely visszacsalogatta a régi pythagorászi szám-misztika felé, nem tudott olyan egykönnyen urrá válni. Kopernikus rendszerét szivvel-lélekkel felkarolta. Első könyve azonban, a *Mysterium cosmographicum* inkább még csak játszott vele, semmint előbbre vitte. A planéták új rendjének egységessége, a (különben még nagyon kevéssé pontos számításokra alapított) szabályosságok a planétáknak a naptól való távolságában, elegyedve azzal a homályos hajlammal, hogy Plató értelmében mindenütt ritmikusan el-

rendezett világra vágyott találni, messzemenő mathematikai spekulácziórа hajtották, melynek eredményeiben pillanatnyilag valami mondhatatlanúl mámorító rejlett, közvetlenül azonban sohasem vezettek volna a haladás útjára. Mert előbb valami másra volt szükség, mielőtt a mathematikus bezárkózhatott volna szobájába és összehasonlíthatta volna a számokat: a valódi exakt *biztosság* ezekben a számokban, az égről magáról való leolvasás, minden előre megfogalmazott vélemény nélkül. Semmiféle pythagorászi és plátói számmisztika — és ha még oly éleselméjüleg alkalmaztatott volna is — nem vezethetett volna arra a gondolatra, amelyre elsősorban volt szükség: arra a gondolatra, hogy a planéták nem kör-pályán keringenek, mint ahogy még Kopernikus hitte, hanem *elliptikus* pályán. A tökéletes körről való felfogás éppen a pythagoreusoknak és platonikusoknak volt köszönhető és minden, ami hozzájuk csatlakozott, örökké csak a régi körforgásba jutott bele.

Kepler életének szegény a szerencséje. Egyszer azonban mégis kedvezett neki a szerencse. A fiatal misztikust a nagy számoló, Tycho iskolájába küldte. Ez volt az elhatározó lökés, ami azzá tette, aminek ma tiszteljük. Az asztronómia nyugtalan Fausztja, Tycho Brahe kevéssel a tizenhatodik és tizenhetedik század fordulója előtt elégedetlenül elköltözött a Sundban lévő mesés szigetéről, hogy II. Rudolf császár (I. Rudolf magyar király) szolgálatában új szinhelyét alapítsa tevékenységének. Itt türelmes tanítványt keresett, aki évtizedek óta folytatott megfigyeléseit a Mars bolygóra vonatkozólag folytatja és fel-

dolgozza. A szerencsés véletlen hozta magával, hogy Keplerre bukkant. Kettejük személyes együtt dolgozásának Tycho hirtelen halála korán (már 1601-ben) véget vetett ugyan, de a már összegyüjtött anyag Kepler kezében maradt egyesítve és az általános direktiva, melyet Tycho megfigyelésének módjával adott neki, nagy erővel rá nézve új, de összehasonlíthatatlanúl szerencsésebb útra térítette Keplert. A Mars pályája a Merkuréval együtt az összes planéták közül a leginkább excentrikus. Hol 27 millió mérföld közelségre jut a naphoz, hol meg 33 millió mérföldnyire távolodik el tőle. Ha valahol, akkor éppen itt a pontos megfigyelés szükségképpen rá kellett, hogy vezessen a *bolygók pályájának nem köralakú*, hanem *elliptikus alakjára*. Kepler, a pythagoreus, egy darabig még küzdött az előtte levő megfigyelések ellen. Aztán végbement benne az elhatározó lépés. Az ókor utolsó téves traditiója, amelynek még Kopernikus rabja volt és a melybe minden szám-misztika beleszövődött, eltünt a jobban kikutatott, a megfigyelt tény súlya alatt: a szó legjobb értelmében legyürt harczos előtt megnyilatkozott az ugynevezett *Kepler-féle* törvények közül az első: a bolygók pályái ellipszisek, melyek egyik gyujtópontjában áll a nap. 1609-ben, abban az évben, melyben Galilei megkezdte hadjáratát a távcsővel, megjelent ez a törvény a Marsra vonatkozó megfigyeléseket összefoglaló nagy könyvben *(Astronomia nova de motibus stellae Martis)*, a második törvénynyel együtt, mely a planéták napközelben gyorsabbodó, naptávolban pedig lassabbodó sebességének sajátszerü jelenségével foglalkozik. (Kep-

lernek ez a második törvénye azt a tényt mondja ki, hogy a valamelyik planétától a napig húzott vonal e planéta nap-körüli mozgása közben egyenlő idők alatt egyenlő felületeket súrol.)

Kilencz nehéz terhü év múlt el ezután az eredmény után a sok megpróbáltatáson keresztülment, a mindennapi kenyérért való harczban helyről helyre hajszolt férfiú fölött; ekkor geniális szelleme a megszerzett tudománykincsnek a merész spekuláczió régi adományával való győzedelmes egyesítésével megragadta a róla elnevezett bolygó-törvények harmadikát is, 1618 május 15-én. Ez a törvény azt tanította, hogy a bolygók keringési idejének négyzetei úgy viszonylanak egymáshoz, mint a naptól való középtávolságaiknak harmadik hatványai. Ellentétben az első két törvénynyel itt a különböző bolygóknak egymás között való kölcsönös vonatkozásait fedezte fel Kepler, melyeknek szükségszerüen a legnagyobb gyakorlati fontosságra kellett jutniok.*

*A Harmonices mundi libri V.* czímű könyv, mely 1619-ben Linzben nyomatott, tette közhirré ezt a fölfedezést, mely Kepler minden korábbi felfedezésére feltette a koronát. A könyv ezzel a büszke előszóval jelent meg: «Hosszú hasztalan erőfeszítések után végre megvilágosí-

* Miután a planéták keringési idejét (tehát ezeknek négyzeteit is) már akkor ismerték, tehát e törvény felfedeztetése pillanatában közvetlen kulcsot kellett hogy szolgáltasson az összes planéták naptól való távolságának valódi nagyságára, amivel exakt módon meg lehetett állapítani akár egy egyetlen planétának távolságát, akár az abszolut számot egy planétának egy másiktól való távolságára. A Kepler által oly szerencsésen felfedezett viszonynak praktikus értékesítésére vezető

tott engem a legcsodálatosabb megismerés világossága. Ime itt van tanulmányaim eredménye. Hogy a kortársak vagy a későbbi nemzedékek fogják-e olvasni könyvemet, az nekem egyre megy. Száz év mulva biztosan meg fogja találni a maga olvasóit». A fele sem múlt még el ennek a száz évnek, mikor feltünt az az olvasó, aki nemcsak olvasni tudta Kepler könyvét, hanem aki a Kepler-féle törvények sorai közül ki tudta olvasni annak alapvető összefoglalását, amit azok kimondtak. *Newton Izsák* volt ez az olvasó.

Magának a kornak hálája azonban a nagy gondolkodó iránt elszomorítóan szól abból a tényből, hogy Kepler éppen akkor kényszerült egy egész évet anyja védelmére fordítani, akit sváb szülőföldjén, mint boszorkányt vádoltak be s akit csak fiának önfeláldozó védelme tudott nagynehezen a kinpadtól és máglyától megmenteni. Ily komoran libegtek még a középkor árnyai azon a korszakon át, amelynek már megvolt az ereje, hogy egy Keplert és egy Galileit tudjon nemzeni. Egy évtizeddel később a nagy kutató áldozatául esett a létért való küzdelem

úton az első lépést *Cassini* és *Richter* tették a tizenhetedik század utolsó harmadában a Föld és a Mars közötti távolság mesteri megmérésével. Csaknem pontosan ugyanazon időtájban ötlött fel Halleyben is annak a nagy fontosságnak a gondolata, amelylyel a Vénus a nap korongja előtti elvonulásának tervszerű megfigyelése bizonyos okoknál fogva a nap és föld közvetlen távolságának még sokkal exaktabb kiszámítására kell hogy bírjon. Azóta ezt a távolságot csakugyan olyan nagy pontossággal számították ki, hogy most tényleg rendelkezésére áll az asztronómusnak az a szám, mely a harmadik Kepler-féle törvényt közvetlenül gyümölcsözővé teszi.

megerőltetéseinek, éppen mikor Regensburgban (1630) bepörölni készült utolsó urát, a fizetésképtelenné vált Wallensteint. Ez az utolsó keserü irónia, mely a tudomány önzetlen szolgáját, a csaknem páratlanul álló legtisztább jellemet önhibája nélkül belekeverte kora legvakmerőbb kalandorának véletlen balszerencséi egyikébe.

*

Nem feladata e lapoknak, hogy megírjuk rajtuk az asztronómia történetét. Ha a kozmosz-kép megerősödésének története Kopernikus, Galilei és Kepler idejében kénytelen beleszőni egyes fragmentumokat a csillagászat fejlődéséből, ennek oka a dologban magában rejlik. Itt mint semmiféle más területen egy oly hatalmas gyűrű záródott be ebben az időben, hogy valósággal első izben volt meghódítottnak tekinthető a továbbmunkálkodás bázisa. Nem maradt most már más hátra, mint hogy egy kis ugrással és bizonyos közbeeső tagok mellőzésével most mindjárt megemlékezzünk az utolsó és leginkább elhatározó kalapácsütésről, melylyel *Newton Izsák* hatalmas keze véglegesen lerombolhatatlanná tette a két évszázad vívmányait.

Newton vívmánya egyforma részben nő ki a Kepleréből, a három bolygó-törvény felfedezőjéből és Galileiéből, a szabad esés törvényének felfedezőjéből. Igy organikusan csatlakozik a tizenhatodik és tizenhetedik század fordulójának két legnagyobb tettéhez és egy magasabb egységbe kapcsolja őket össze, melylyel a gondolatokban mély tizennyolczadik század aztán mint bölcsőbeli ajándékkal indulhatott útjának.

Newton élete külsőleg épp oly boldog, mint Kopernikusé. Csöndes, igénytelen tudós ő is, mint ez s még abban a tulajdonságban is egyezik vele, hogy mélyértelmü művét az évek során át kiadatlanúl heverteti. Ez az eset később még egy harmadik esetben is ismétlődik, Darwinnál, a kozmosz-kép történetében, úgy hogy azt lehetne mondani, az újabb kor három legjelentékenyebb könyve, egyuttal a három legjobban megérett és csiszolt könyv is volt és egyuttal mind a három példája a képzelhető legönzetlenebb érzületnek. A tulajdonképpeni támadások, melyek Newtont érték, a saját fejéből állottak elő. Bizonyos tekintetben a pályája egyenest fordítottja volt a Keplerének. Kepler vas energiával küzdötte fel magát a misztikus spekulációból *az induktiv módszernek* való abszolut odaadásig, a tényről tényre való megfontolt haladásig és a spekulácziónak éppen a megfigyelt tények geniális áttekintésére és értékesítésére való korlátozásáig. Mikor Newton (szül. 1643 január 5-én Whoolstorpeban, Lincolnshireben) megkezdte tanulmányait, már előre szilárdan állott benne a meggyőződés ennek az induktiv módszernek értékéről. Az utolsó száz év olyan meglepő eredményeket látott ezen az úton, hogy praktikus értékéről egyáltalán nem lehetett kétség. Az idők nagy fordulatával hatalmasan felvirágzó filozófia ugyan másküléonben sok zavarosat és elsietettet szült, de hathatós helyen (Verulami Baco 1561—1626, tehát Keplerrel párhuzamosan) éppen a természettudományi módszert fogalmilag nagyon világosan kidolgozta és mint a tudomány haladásának egyedüli üdvét dicsőítette. Newtont

aztán későbbi éveiben és sokkal főművének befejezése után misztikus hajlamok szállották meg és fantasztikus, tudományosan értéktelen utakra csábították. Éppen mert ilyenek, a mi szempontunkból nem jutnak számításba.

A merőben empirikus út Newton élete munkájának fölfelé emelkedő részében érvényesül azokban a tanulságos részletekben, melyek a gravitácziós törvény úttörő felfedezését megelőzik. Foglalkozzunk kissé velük, mert ennek az egész történeti képnek czéljában rejlik, hogy nem annyira az egyes nagy természeti törvényeket akarja felfedezésük sorrendjében előmutatni (ehhez a vállalkozáshoz vaskos kötetekre volna szükség), mint inkább általánosságban jelezni, mikor kezdtek először azzal foglalkozni, hogy egy «természeti törvény» lényegét világossá tegyék maguk előtt és mikor léptek methodologiai útra a czélból, hogy magából a természetből olvassák ki törvényeit. Ha egyszer felismerték, attól fogva a keresés módja mindig ugyanaz maradt és az így igazán megtalált törvények változatossága már nem tartozik a kozmosz-kép történetének vázlatába, hanem a megfelelő specziális tudományok kompendiumaiba.

Egy elterjedt családi anekdota beszéli, hogy Newtont, mikor 1665-ben Cambridgeből, ahol mathematikai tanulmányait végezte, a pestis elüzte, szülőhelyén egy érett alma leesése vezette arra a gondolatra, hogy vajjon nem ugyanazok a törvények, ugyanazok az erőviszonyok, melyek ezt az almát a föld felé ejtették, tartják-e meg a holdat földkörüli pályáján. Akár így helyes az anekdota, akár nem, hogy erre az elmés ötletre

rá lehessen jönni, ahhoz mindenesetre szükség volt mások által végzett óriási előzetes munkálatokra. Mindazáltal mégis szellemi tett volt, első villanása egy oly kombinácziónak, mely sok részlet-megfigyelést volt képes összekapcsolni. De ha a természetkutató megfontolt útját meg akarták tartani, szükség volt a meglevő előbbi megfigyelések lehető legpontosabb reviziójára is. Newton semmi szin alatt sem engedte magát elkápráztatni egy szép ötlet által és belefogott ebbe a munkába. Ha föltételezte, hogy a hold egy általános nehézkedési-erő törvénye által, mely állandóan megfelelő arány szerint vonzza a tömegre nálánál sokkal nagyobb föld felé, mint ahogy az az almánál tapasztalható volt, a földhöz van kötve, de egyuttal egy másik, eredetileg egyenes vonalú (tangentiális) saját-mozgása következtében (egy parittyában forgatott kőnek megfelelően) nem jutott el a valóságos leesésig, akkor valóságos mozgási viszonyainak egy oly formulába hozhatóknak kell lenniök, mely megfelel Galilei eredményeinek a testek földre esése dolgában. Az eredmény Newtonra nézve egyelőre az volt, hogy fel kellett a gondolatot adnia. A számítás nem egyezett. Hogy a hold pályáját és az alma leesését mathematikai exaktsággal visszavihesse egy egyforma «nehézkedési törvényre», ahhoz szükség volt több a legélesebb megfigyeléssel megállapított nagyságra. Ismerni kellett a hold távolságát a földtől, a hold úgynevezett sziderikus keringési idejét (vagyis azt az időt, melyre a holdnak szüksége van, hogy az égboltozat ugyanazon állócsillagához visszatérjen) és ismerni kellett magának a föld egyenlítőjének egy

fokát is. Newton azokat a számadatokat használta, amelyeket kora megadott neki. Ezek közül az utóbb említett téves volt, mert a föld nagyságát még nem ismerték kellően. A számításra nézve ennek az volt az eredménye, hogy a föld nehézkedésének a föld felszinén való, a holdról kiszámított gyorsulása jelentékenyen eltért attól a számtól, melyet Galilei az olyan testekre vonatkozólag kapott, mint az alma. Newton most már egyelőre ad acta tette gondolatát és más tanulmányok felé fordult. Ez 1666-ban volt. Nem mult el azonban öt év és a franczia Jean Picard az első igazán megbizható földmérés alkalmával egy a valóságos földnagyságnak jobban megfelelő számot állapított meg. Newton 1682-ben, a londoni Royal Society egy ülésén, véletlenül értesült erről. Roppant izgalom vett rajta erőt. Nem bizva önmagában izgatottsága első pillanatában, megkérte egy barátját, hogy régi számítását az új számjegy alapul vevésével még egyszer revidiálja. A Galilei eredményével való megegyezés ezáltal már csaknem tökéletes volt. A holdra ugyanaz a törvény volt érvényes, mint a lehulló almára! És erre Newton megformulázta általános gravitácziós törvényét: minden test minden más testre olyan vonzóerőt gyakorol, amelynek nagysága egyenes arányban áll a vonzó test tömegével és fordított arányban a távolság négyzetével. Bolygórendszerünk összes ismert mozgási jelenségei és viszonyai, ahogy Kepler már szilárd formulába hozta őket, alapjában véve ez alapvető törvény szükségszerü specziális következéseinek bizonyultak. A nagy nap a sokkal kisebb planétákat pályájukon pontosan roppant tömegének

erejével köti meg, a vonzóerő azonban a távolság négyzetével fordított arányban csökken, azaz: ha megkétszerezzük a távolságot, négyszeresen csökken, ha megháromszorozzuk, akkor kilenczedrészére csökken és így tovább. A nagy felfedezést Newton csak 1687-ben tette közzé a «principiumok» emlékezetes könyvében, (Teljes czíme: «Philosophiae naturalis principia mathematica). Maga Newton pályájának ezt a legfontosabb dátumát teljes negyven évvel élte túl.

A gravitácziós törvény tulajdonképpeni fontossága abban az eminensül kozmikus kapcsolatban áll, melyet magában foglal és amely már az első képekből is kivilágosodik, melyekhez kapcsolódik: az ökölnyi alma, mely néhány lábnyi magasságról, az ágról a földre esik és a hold gömbje, mely 468 mérföld átmérő és 51,800 mérföldnyi a föld középpontjától való középtávolság mellett a fejünk fölött mozog. Az ehhez csatlakozó legközelebbi kép már az összes roppant nagy földgömb maga, mely a holdtól kísérve ismét a nehézkedési erő ugyanazon törvényei szerint keringi körül a napot. A nap még távolabb eső erőczentrumokat követ, magával ragadva az egész bolygórendszert. A nap világába mint vendégek rohannak bele messze távolságokból rengeteg parabola és hyperbola-pályákon a hosszúfarkú üstökösök. Kettős csillagok magasabbrendű óriási naprendszerekké összekötve keringenek egymás körül. És mindenütt ugyanaz a newtoni törvény.

Most először símúlt egységbe — legalább egy szilárd szempont alatt — a mindenség és semmiféle ezután következő megfigyelési tény nem tette sehol lazábbá a minden pántok ez egyelőre leg-

erősebbikét. Hogy Kepler második és mindenek előtt geniális harmadik planéta-törvénye megmutatta az utat, hogy lehet ismert nagyságokból (pl. egy planéta keringési idejéből és a földnek a naptól való távolságából) ismeretlen nagyságokat (pl. ennek a második planétának a naptól való távolságát) a távcsőbe való minden további beletekintés nélkül és minden további spekulativ gondolkodó munka nélkül, egyszerűen a törvénynek megfelelő formulából leolvasni, akkor a gravitatiós törvény következéseiben éppen lehetővé tette egy *új* planéta (a Neptun) fölfedezését merőben egy más égitesten (Uranus) megállapított zavarások alapján; oly összekapcsolása ez a dolgoknak, mely túlhaladta a spekuláló misztika legmerészebb reményeit, merőben empirikus úton. 1784 márcziusában Herschel Vilmos felfedezte az ég átmustrálásakor az Uranus bolygót. Az Uranus mozgásáról a következő évtizedekben végzett számítások egy idegen, zavaró elem gyanítására vezettek az Uranus pályáján túl. 1840-ben Bessel félreérthetetlen világossággal kimondta a problémát: a zavaró testet, azaz egy még az Uranuson túl keringő, eddigelé azonban a távcsővel még meg nem figyelt bolygót pályája és súlya szerint kiszámítani az Uranus pályájának eltérései alapján. Leverrier megoldotta a mathematikai problemát. Eredményei 1846 augusztus 31-én kerültek nyilvánosságra Párisban; ugyanez év szeptember 23-án Galle Berlinben megtalálta távcsövével a bolygót (Neptunt), csaknem pontosan azon a helyen, ahol a számítás megjelölte.

Ez az egy példa elég lehet arra, hogy megmutassa, mit jelent Newton műve az egységes

természetfelfogás értelmében és milyen hatást tehetett egy ily lépés a *világmechanizmus szívébe* az egész ez után való időre. *

A legfenségesebb látványosságok közé tartozik, melyek szemléletéhez egyáltalán hozzájuthat az ember, megfigyelni a természettudományok csaknem összes ágainak egyidejű csírázását 1500 és 1700 között. Ha az egyik oldalon a távcsővel végzett felfedezések igazán új, soha nem várt világot tártak fel, ugyanakkor másfelől nem kevésbbé termékennyé, sőt belsőleg igazában elhatározóvá vált a közönséges, a mindennapi felé irányúló tekintet élessége. A rég megszokottat, látszólag magától értetődőt csodálatosnak és magyarázatra szorulónak találni: ebben a követelményben és

* A newtoni felfedezés e fentartás nélküli méltatásához, melyre nem könnyű elég élénk szót találni, tudásunk meglevő korlátainak elfogulatlan megvallásával mindenesetre hozzá kell tenni, hogy a *nehézkedési erő* fogalmának, *óriási téren keresztül ható tömegvonzás* értelmében való helyes fizikai felfogása Newton napjai óta még semmiképen sem sikerült. Newton maga sem leplezte önmaga előtt, hogy ilyen vonzó erőt semmiképen sem lehet mint az üres téren keresztül távolba ható erőt elképzelni. «Az a föltevés» — mondja — «hogy a nehézség már lényegénél fogva megilleti a matériát, úgy hogy az egyik test a másik távollevő testre az üres téren át is és bármi másnak közvetítése nélkül hathat, aminek segítségével és amin át hatása és ereje átvezettetnék, előttem akkora képtelenségnek tünik fel, hogy nem hiszem, hogy bárki is, akinek természettudományi dolgokban elegendő gondolkodó képessége van, ráadhassa magát.» Newton követőinek nagy száma, sajnos, nem tartott «képtelenségnek» egy ehhez hasonló meglehetős misztikus nézetet, amivel ugyancsak nagy mértékű zavart okoztak. Szerencsére a Newton által megállapított mathematikai arányok,

ennek teljesülésében rejlett az elhatározó lépés felfelé. Kopernikus mutatta meg először diadalmasan, hogy a látszólag legegyszerűbb dologban, a napnak az égen való fel s alá szállásában, melyet minden gyermek ismer, olyan titok rejlik, mely ha egyszer meg van fejtve, egészen új világfelfogást nyit. Ezzel az irány egy nagy siker által azonnal szentesítve volt és a legjobb elmék buzgón rávetették magukat az új harcztérre.

Képzeljük magunkat a pisai dóm félhomályába. Nagy egyházi ünnep van. A kórusról melodikus hullámok hangzanak fel a hűvös téren át, a gyertyák ezrei libegnek át a tömjénfüst felhőin, melyeket némán mozgó ministránsok terjesztenek a főoltár körül; a templom hajóját embertömeg tölti be, jöve-menve, térdet hajtva ős-

mint ilyenek, érintetlenek maradnak attól, hogy mikép gondoljuk az «átvitelt» a «nehézkedési erőnél» és a megismerés hézaga, mely itt elég szélesen tátong, semmi módon sem zavarja a törvény egyetemességének elismerését a mindenség minden eddig lett részében. A hézaggal magával szemben vigaszt kell találnunk abban a körülményben, hogy ahol az ilyen minden közvetítő közeg nélküli «távolba-hatások» az újabb fizikában kísértettek is, mind jobban felhagytak velök. Így tehát egy nap ütni fog az órájuk a gravitácziónál is — akár ha ennek a fogalomnak erős átalakítása árán is. A mindennapi életben különben gyakran halljuk ezt a mondást: Kepler megmutatta, *hogyan* mozognak a bolygók a nap körül, Newton pedig megmutatta, *miért* mozognak. Az ilyen dolgokban óvatosaknak kell lennünk és nem szabad egy miért-fogalmat belevinni a természetkutatásba, amelyet az nem ismer. A «miért» Newton értelmében az ő felfedezésekor éppen ennek maradandó mathematikai részében megint csak «hogyan» volt, ha mindjárt még sokkal egyszerűbb és ezért sokkal tovább érvényes formula is a Kepler «hogyan»-ja helyett.

régi idők óta megszokott, soha meg nem értett módon. Magas ablakokon áttörni igyekszik az ég átlátszó fénye, de egyetlen sugár sem bocsátkozhatik be szabadon egyetlen homlokra sem. Ebben a térben a napnak csak azért szabad világítani, hogy bájos szinességgel összeállított üvegdarabokat tegyen élénk fényűvé. *Egy* szellemben azonban más világosság derül fel. Egy fiatal diák, a tizenkilenczéves Galilei támaszkodik az egyik oszlophoz. Az érzékeket mámorító áramlás rajta hatástalanul vonul át, szeme mindig ugyanabba az irányba van függesztve: egy a magas boltozatról lecsüngő csillár lassú mozdulataira, melynek lengéseiben ő törvényszerű szabályt sejt. Mindig egyenlő időközökben írja le a csillár a maga ívét, egyforma messzire mindkét oldalon; mikor a lendület elvesztette erejét, megfordul, előbb lassan, aztán fokozódó gyorsasággal az ív közepéig, majd ismét mindjobban meglassubbodva, míg végül a másik oldalon is újra visszafordul és ugyanazt az utat ugyanazon a módon teszi meg újra meg újra. Mögötte pedig egy másik csillár ing, magában ép oly szabályszerűen, de sebesebben, ahogy a fiatal ember a lüktetésén megszámlálja, pedig mind a kettőnek egyforma az alakja és egyforma a nagysága és máskülönben is egyforma körülmények között vannak, csak az egyik csillár a boltozatnak magasabb pontján van felfüggesztve, mint a másik, a sebesebben lengő. Vajjon a különben mathematikailag szigorú mozgásokra a kötél hossza volna befolyással? Ezekhez a megfigyelésekhez és ezeknek a kérdéseknek a föltevéséhez fűződik a monda szerint Galilei első felfedezése, az inga-

törvény, mely lényegileg a közvetlen megfigyelésre támaszkodó keletkezésével és átlátszóan geometriai jellemével megalapította Galilei kutatásainak korszakalkotó irányát. *

Ennek az anekdotának párja (melynek biografiai hitelessége itt egyáltalán nem jön számba) az a már említett anekdota Newton almájáról. Mind a kettőben éppen a mindennapi dolgon való elcsodálkozás az, ami úttörő felfedezésekre vezet. A tizenhetedik században ez általános elvvé válik. A scholasztikus középkori bőrt levedlették az emberek, szemükbe néztek a dolgoknak és *mertek* csodálkozni, kérdezni. És ez a szerencsés idő a legegyszerűbbet még olyan szűziesen nézi, a jó oly nyiltan áll végre megszabadult és merésszé vált kezében, hogy jóformán minden helyen, a ahova nyúl, megvettetik az alapja modern tudományunk valamely nagy szakaszának. Mint Galileinél és Newtonnál, legtöbbször egyetlen tény

* Az *inga*, talán a legegyszerűbb és legkevésbbé mutatós minden elképzelhető eszközök között — egy tetszés szerinti súlyos test, mely egy pontján szabadon mozoghatóan van felfüggesztve — a gondolkodó emberiségnek többet nyilatkoztatott ki, mint a misztikus bölcseség és fantasztikus ábrándozás egész könyvtárai. Nem számítva gyakorlati használatát az idő mérésére az ingaórában (Galilei adta rá az indítást és Huygens valósította meg 1657-ben), eltéréseivel hatalmas hegytömegek közelében és bányákban egyre-másra támaszpontokra vezetett a föld sűrűségét és súlyát illetőleg, az egyenlítőnél meglassabodó, a pólusoknál gyorsabbuló lengéseivel a földnek a sarkaknál való összelapulására figyelmeztetett, ugyanabban a lengési síkban való megmaradásával még akkor is, ha a földgömbnek alatta fekvő pontja megváltozott, szemlélhető bizonyítékul szolgált a földnek tengelye körüli valóságos megfordulására.

nyitja meg a zárat és utat csinál egy feltartóztathatatlan áradatnak, amely ettől fogva szüntelenül áradva árad egész a mi időnkig, mindjobban megdagadva, mindig új anyagot súrolva le az ismeretlennek sziklatömbjéről a kozmoszképben és ragadja magával, tisztázza és a maga megfelelő helyén ismét lerakja rendezett tudási réteggé.

Ugyanaz a tizenhetedik század, mely az 1609. év emlékezetes éjszakái óta, melyeken Galilei ráirányította távcsövét a holdra és a planétákra és szellemileg belépett a legtávolabbi, számunkra a fény által közvetített, Columbus «új világánál» milliószor és milliószor nagyobb világalakulatok csodabirodalmába, itt diadalról-diadalra haladt át mindenen, ami a mindenségben fényt sugároz: ugyanaz a század megragadta *Huygens* Keresztély (1629–1695) *hullámzási teoriájával* az alapvető tényt magának ennek a fénynek a természetrajzához is, olyan tényt, amely a fényt nem mint valóságos «fényanyagok» kiáramlását mutatta fel, hanem mint parányi részecskéknek egy a fény előidézőjéből kiinduló hullámmozgását a közbeneső térben, tehát mint merőben mozgási tüneményt. Ugyanannak a férfiúnak, aki a nehézkedési törvényt kiszámította, gondolkodó szeme már mintegy sejtőn nyugodott a sajátszerű színképen (spektrum), amelybe a háromoldalúan csiszolt üvegtől vagyis prizmától megtört egyes fénysugár feloszlik, — először ő tanította, hogy kell ezt a jelenséget, amely azután szócsöve lett a mennynek, a legtávolabbi napok és ködfoltok fizikai összetételéről való értesítésre a mérföldek billióin át, egy sötét kamrában egy köralakú

nyíláson át előidézni. Ugyanez időtájban (1675) Cassini Párisban azt a meggyőződést nyerte az akkor újonnan felfedezett első Jupiter-hold elsötétülése bekövetkezésének periodikusan változó időtartamára vonatkozó megfigyeléseiből, hogy a *fény terjedési sebessége a térben megmérhető kell, hogy legyen* és a dán *Olaf Römer* már igen közel jutott a helyes számhoz: másodperczenkint 70,000 mérföldhöz.* Magdeburgban a geniális polgármester, *Guericke* Ottó, aki sikerekben gazdag kitartással átélte csaknem az egész hatalmas tizenhetedik századot, feltalálta az *elektrizáló gép* első, legegyszerűbb formáját és ezzel legelőször mutatta meg azt az utat, hogy miképp kell egy titokzatos természeti erőt, melyet ősidők óta mind

* A Jupiternek első, hozzá legközelebb eső holdja 42 óra és 28 perc alatt végzi keringését. Eközben mindig belelép egyszer az óriási Jupiter árnyékába s elsötétül. Ennek az elsötétülésnek másodperczre szabályos bekövetkezése földi megfigyelésünk számára mindannyiszor 14—15 másodperczczel megkésik, mikor a föld pályáján derékszögüen eltávolodik a Jupitertől. Ilyen esetben ugyanis a föld mindannyiszor csaknem négy és fél millió kilométernyire távolodott el a 42 óra és 28 percz alatt és a fénynek ezen a négy és fél millió kilométeren utána kell szaladnia, ami másodperczenkinti 40,000 mérföldnél kevéssel több fénysebesség mellett (Römer 45,100 mérföldet számított ki) megmagyarázza azt a 14—15 másodpercnyi késedelmet. A francia *Fizeau* a XIX. század közepe táján egy másik, még pontosabb módszer segítségével hasonló mértékűnek találta a fény sebességét, mint Römer. *Foucault* és *Michelson* újabb kutatásai után valamivel lejebb szállították, (Foucault 40,159, Michelson 40,417 geografiai mérföld) — egészben véve azonban a Cassini—Römer-féle eszmével a *döntő* tény: a fény terjedési sebességének mérhetősége diadalmasan meg volt nyerve.

újra meg újra megbámultak a véletlenül talált borostyánkövön, egy az embertől magától konstruált apparátusból tetszés szerint és tömegesen kicsalni. Oly kulturális szikra, melyhez hasonlóan kevés más világít, szökken át az elmés magdeburginak e kezdetleges forgó kéngolyójától a mai technika legnagyobb alkotásaira és kétségkívül az eljövendő idő még nagyobb alkotásaira is. Egy másik helyen, de csaknem egyidejűleg egy látszólag még egyszerűbb megfigyelés egyenesen megváltoztatja egyetlen lökéssel az egész fizikai földképet: a firenzei *Evangelista Torricelli* higannyal megtöltött és aztán nyitott végével a higanyfelületbe mártott üvegcsövében a higanyoszlop 76 cm. magasságnál állandónak mutatkozik és Galilei genialis tanítványa bámulva vallja meg magának, hogy a *föld atmoszférája* az, ami a higanyfelületre gyakorolt nyomásával nem engedi a higanyoszlopot alábbszállni. A mérhető fényhez járult tehát a mérhető súlylyal bíró, a mérhető levegő. Minden arány eltolódott, a világ megújhodott! Ez utóbbi kísérletnél azonban megvilágosodtak a következmények is: 1644 körül tette *Torricelli*, Galilei tanítványa azt a sajátságos felfedezést és 1648 szeptemberében már a geniális *Pascal* buzdítására a franczia *Périer* felmegy az 1400 méter magas Puy de Dôme hegyre az Auvergneben, összehasonlítja az ott megállapított higanyoszlopot Torricelli csövében a hegy lábánál nyert oszloppal és meggyőzőn bebizonyítja, hogy a ránehezedő atmoszféra nyomása minden méterrel felfelé mérhetően csökken, ami olyan tény, hogy szükségszerűen a *hegymérések* új korszakát kellett, hogy bevezesse, mert

ettől fogva pontos barométer-formulák segítségével egyszerűen le lehetett olvasni a higany magasságáról, mily magasan emelkedik ki a hegy a tenger szine fölé és közelebbi sík környéke fölé. A tizenhetedik század első felében használatba jön a *hőmérő* is. Az elektrizáló gép feltalálója, Guericke előállítja az első légszivattyút (1654). E készülékek mindegyike egy-egy nagy, elhatározó győzelem. A tudomány, mely még e korszak kezdetén — például olyan alakban, mint Galilei — egy-egy széles kört átfoglaló elmében egészen tükröződni látszott, amint mind nagyobb terjedelmű lett az anyag, egyes *egymástól élesen különválasztott disciplinákra* oszlik. A hagyomány által megszentelt összekapcsolások, mint a kémia és az orvosi tudomány kapcsolata egyelőre mindkettejük hasznára elkülönülnek; a mi napjainkban kellett kár nélkül és új alapon újra egyesülniök. Éppen a kémiára egész mélyen be a tizennyolczadik századig még mindig egy súlyos lidércznyomás nehezedik: a *flogisztonról* szóló tanítás. Annyiban legalább nemes tévedésen alapult, amennyiben ez is, éles elméktől, mint Bayle, Kunkel, Becher, Stahl alapíttatva szintén abból a végre feltámadt szükségérzetből eredt, hogy valami nagyon mindennapi dolgot megmagyarázzon, tudniillik a láng és az elégés természetét. Még nem tudtak semmit a kémiai kapcsolatoknál és elválasztódásoknál levő valódi arányokról. Még nem ismerték fel, hogy a levegő gáz-alakú elemek keveréke. Egy nekünk olyan megszokott elem, mint az oxigén még nem volt felfedezve. A hőt, amely számunkra ma csak az anyagrészecskék bizonyos meghatározott mozgási formája, an-

nak a régi balhitnek következtében, hogy a «tűz» «elem», egy külön «hő-anyag»-ból tudták csak magyarázni. És szerintük a tűznél is minden égő testben valami anyagszerű válik ki, amit flogisztonnak neveztek és minden éghető testben mint egységes alkatrészt képzeltek el. Hosszú ideig minden megfigyelés eredménye úgy látszott, mintha igazán beleilleszkedett volna az éleselméjű teoriába, ámbár ez pozitive téves volt és túl kellett rajta lépni. Ami azonban úttörő volt a korban, azt nem akadályozták az ilyen tévedések és kétségkívül mégis csak akkor vetették meg a modern kémiának alapját, daczára a félrevezető flogisztonnak.

Ha a két évszázadot, a tizenhatodikat és tizenhetediket kereken összefoglaljuk, 1500-tól 1700-ig, akkor meg kell vallanunk, hogy ebben a rövid időközben, amely három-négy ember életét hidalja át, *a kozmoszkép tekintetében több történt, mint az összes előző évezredekben a babiloniai-egyiptomi ősidőktől odáig*, nemcsak ténybeli nyereség dolgában, hanem mindenekelőtt abban, hogy csaknem minden *ekkor* megtalált tény úgy hatott, mint egy ütés egy nagy harangra, mely a hatások összegezése által végül zúgó lengésekbe jut. Nem csoda, hogy ebben az időben élénkebben kezdtek, mint valaha, tudatosan egy ilyen kozmoszképpel foglalkozni. A nap körüli mozgás első mártirja, *Giordano Bruno* tűzhalálát Rómában ép annyira köszönhette Lucretius régi kozmikus eszméi merész filozófiai fölelevenítésének: nála a természet megint mint a legfelsőbb, *mint valami egységes* tünik fel, amelytől az egyház az emberiséget szerencsétlenségére idegení-

tette el és költőileg lelkesült szavakkal dicsőitette a pantheisztikus eszmét, amely az «Isten» fogalmát átvitte minden létezőre és a *természetkutatóban* látta az igazi, az egyetlen *theologust*. A két század legjobb filozófiai elméi valamennyien többé-kevésbbé közel állanak a természettudományi mozgalomhoz, hol mint önálló kutatók, mint *Pascal*, hol mint finom szellemű megértők, mint *Gassendi* és *Hobbes*. A tizenhetedik század első harmadának közepén támad Hollandiában az a békés, szép alak, melyről az emberi szellem történetének egy még oly rövidre fogott vázlata is meg kell hogy emlékezzék: *Spinoza* Benedek (1632—1677), az a férfiú, aki magasrendű és boldogító ethikát tudott felépíteni olyan világképre, mely sehol sem állott ellenmondásban az izmosodó természettudomány látszólag leginkább nyugtalanító követelményeivel sem, és aki logikájának minden erejével szállott síkra a természet egészének egységeért a kauzalitás törvényének általános érvényében, egész az emberi akarat legmélyebb rezzenéseiig. Igénytelenségében és szelidségében mégis fenkölt harczosa a szellemnek, aki semmiféle átokkal, semmiféle csábítással sem engedte elrabolni magától függetlensége egyetlen részecskéjét sem. Spinoza Hágában optikai üvegek köszörülésével tartotta fenn magát, éppen abban az időben, mikor Galilei és Kepler tanítványai ilyen üvegekkel tárták fel a világnak beláthatatlan gazdagsággal távoli égi zónák csodáit. A magános filozófus, távol attól, hogy ennek az exakt megfigyelésnek a jogát elvitassa, mégis tudni vélte, hogy jogosult munkamegosztással joguk van lenni egy sza-

bad világkép előmozdítóinak is, kiknek legjobb megfigyelő üvegjük másvalamiben rejlik: *az előítélettől mentes, önálló gondolkodásban.*

*

Ha azt kérdjük magunktól, hogy mi minden hat elhatározólag közre egy a mai értelemben vett fizikai világképben, akkor mindenekelőtt a szó legtágabb értelmében vett asztronómiai tények tartoznak hozzá, nemcsak leírása a látható tárgyaknak, hanem a látottaknak összekapcsolása is, fizikai és mathematikai értelemben a mozgás és elrendezkedés törvényei, a kapcsolatoknak az egymástól elkülönült dolgokban való kimutatása, az egésznek, mint egy kozmosznak szemlélete. Az elhatározó lépés e felé az irány felé a Kopernikus és Newton közti időben meg volt téve. Ez egyúttal szilárd megállást is adott az egésznek alapján.

Továbbá elkerülhetetlenül szükségeseknek látszanak a szűkebb földkép éles körvonalai: a föld alakjának nagyjában való ismerete, az atmosférának és a földkéreg folyékony burkolatának fizikai törvényei, az elektromos és mágneses folyamatok felfogásának kezdetei, a kémiai viszonyok kutatása, mindenekelőtt a földrészeknek, a szárazföld és víz megosztásának, a szélességek és hosszúságok szerinti klimatikus változásoknak pontos képei. Itt is most mindenfelé meg volt törve az út. A kémia és fizika fegyverkezett. A fok-mérés nagy arányokat kezdett ölteni. Columbus útja óta az egyáltalán hozzáférhető tartományok további kikutatása folytonos lánczolattá lett: úgy tünt fel, mintha a bizonyos ré-

szein erősen összehajtogatott föld-térkép minden évvel szabadabban göngyölődött volna ki.

De van még egy harmadik beláthatatlan terület is, amely a világképnél számba jön.

Annak a területe, amit jogosulatlan fogalomkorlátozással jobb szó hijján «természetrajz»-nak neveznek: a mineralógiai-geológiai és a biológiai (botanika-zoológiai) tények tömege. Itt azonban az 1600-as évek végén kétségbeejtően kevés volt elvégezve. Pedig éppen itt kapcsolódik össze a mult és a jövő a kozmosz-képben. A föld kőzetkérgeinek fekvésében és mineműségében, *kihalt* állat- és növény-formák maradványaiban kézzelfoghatólag előttünk fekszik a világ történetének egy darabja. Más oldalt pedig az életjelenségekben híd nyilik felénk, mint megfigyelő lények felé, úgy hogy a látszólag legtávolabbihoz éppen itt hozzátársul a hozzánk legközelebbi is.

Ez az egész második rész, amennyire sejtelmünk terjed, logikusan az elsőn épül fel: a geologiai tények beleilleszkednek a fizikába, kémiába és asztronómiába és az organikus fejlődés jelenségei az anyag általános tulajdonságaihoz vezetnek vissza, melyek végeredményben a természeti erőkről szóló általános tanításba torkollanak. Mindazonáltal az embernek e dolgokról való ismerete annyira a maga saját, látszólag önálló és időben annyira megkésett útjain haladt, hogy különvett szemlélése jogosultnak tűnik fel. A fontos dolog itt is a nekiindulás pillanatát fixirozni. Ezzel azonban önmagunktól közeledünk a jelenhez.

---

# A VILÁGKÉP KITÁGULÁSA
# A KOZMOSZ-KÉP FEJLŐDÉSTÖRTÉNETÉVÉ
# A TUDOMÁNYOS GEOLOGIA KEZDETÉTŐL
# DARWINIG.

## A világkép kitágulása a kozmosz-kép fejlődéstörténetévé a tudományos geologia kezdetétől Darwinig.

A kozmosz-kép új fordulata előtt állunk. Az utolsó ez számunkra, akiknek a jelen, mint egyelőre kényszerű határ adva van. Az eddig szemléltek közül azonban ez a legnagyszerűbb. Jelszava: a kialakulás, lassú, fokozatos *fejlődés*. Nem elégszik meg a meglévőnek megállapításával a természetben, hanem behatolni igyekszik a természet történetének titkába.

Egy darab rendkívül tanulságos és vonzó kulturtörténet, melyet a kialakulás e fogalmának megállapítása végett be kell járnunk, tanulságos mindenek előtt azért, mert elhatározó korszaka csak a modern kutatási módszernek Galilei, Kepler és Newton által való alapvetése utáni időbe esik és bizonyos értelemben e módszer életerejének pompás próbája számba is mehet. Hogy a dolgok menetét a kényelmes áttekintés végett pár szóba összefoglaljuk, e lefolyás nagyvonalú vázlata körülbelül a következő:

A klasszikai ókor nagyon kedvezően áll szem-

ben a világ lassankénti természetes kialakulásának gondolatával. De inkább csak játszik a fogalommal, semmint világosan keresztülvezetné. Mint ahogy Pythagoras számára a földnek nem azért kellett gömbnek lennie, mert tengeri utazások és asztronómiai megfigyelések olyannak tárták fel, hanem eszthetikai-filozófiai okokból, mivel a gömb a legtökéletesebb, legszebb forma, — így a fejlődés gondolata is mindig inkább a filozófiai spekuláczió követelménye maradt, mint egy kikutatott vagy bármiképpen kikutatható és kikutatásra érdemes tény.

A keresztény gondolkozás világa aztán a mózesi mithosz alapján ezeket a homályos sejtéseket egy a világ létrejöveteléről szóló határozott történettel helyettesítette. A kozmikus törvények uralma alatt álló természetes fejlődés itt átalakult a «teremtés» fogalmává, amelyben a teremtő az egyes részeket darabról-darabra a semmiből vette ki és egymás mellé helyezte. Az egyszerű, egészséges emberi ész számára azonban, amely ezeket a misztikus hozzátételeket sohasem tudta megemészteni, megmaradt a *lett* világ képének legalább a magva: a világ valamikor *nem volt meg;* aztán mindenesetre néhány napi megfoghatatlanul rövid idő alatt darabonkint és bizonyos meghatározott sorrendben előtünt, utóbb mégegyszer tökéletes elpusztulást élt át az özönvíz által; egyetlen emberpártól, elég sajátságosan, barna, fekete, sárga és fehér emberek származtak és a biblia összes szentirataiban csak úgy hemzsegtek a dolgok fennálló lefolyásának átlyukasztásai erőszakos új behatások által, melyek az egészen korláttalan, önkényes kialakulási elvre czéloztak: hol

a nap állott meg egy régi csata alkalmával, hol egy ember támadt fel a halálból, hol borrá változott a víz, hol a nap sötétedett el, hogy megjelölje a Messiás kereszthalálát és így tovább. A világ valóságos stabilitásáról itt mindenesetre nem lehetett szó, hanem a körülmények szerint mindenből minden lehetett és pedig minden pillanatban.

Mikor most már a tizenhatodik és tizenhetedik században a tulajdonképpeni természettudomány megalapíttatott, első dolga volt, hogy meglehetős éles ellentétbe állott ezzel az önkényes kialakulással és egyúttal egyáltalán a kialakulás gondolatával is. A tekintet a meglévő felé fordult és igyekezett ennek törvényeit felismerni. Hogy az új kutatási módszer első következményeül éppen az asztronómia felvirágzása következett be, ez a világ legstabilisabb részére vezetett, megingathatlanúl szabályozott csillagpályákra, olyan mechanizmusra, mely egyáltalán csak azért bizonyult a számítás számára megközelíthetőnek, mert benne minden a legkisebb megfogható másodpercz-részecskéig teljes exaktsággal funkczionált. Galilei ugyan, mikor a fentebb említett «új» csillagok egyike felragyogott, egymagában képviselte buzgón azt a véleményt, hogy itt egy újonnan alakult valami nyilatkoztatta ki magát. Egészben véve azonban a kor szellemi mozgalmának princzipiuma sokkal inkább hajtott az egész kozmosz vaskonstrukcziójának fölvétele felé, amely kizárni látszott minden változást. És csak ott, ahol a tudomány, ellentétben más oldalon való föllendülésével, még egészen parlagon hevert, az *organikus* területén, még most is vigan tovább

élt a kialakulás korlátok nélküli fogalma. Arisztotelesz nem talált abban semmi csodálatosat, hogy a porból egerek keletkezhetnek; olyan gondolkodó, mint Kepler, nem ütközött meg azon, hogy utána mondja korának azt az általános nézetét, hogy mag nélkül is kizsendülhetnek a földből a növények és hogy a sós víz «ősnemzés» útján kelt ki magából halakat. De a következő időkben ütött ennek a területnek az órája is. Még Torricelli és Guericke Ottó idejében, a tizenhetedik század közepe táján Harvey elhatározottan kimondotta azt a tételt, hogy minden élő egy petéből származik, amely ismét egy másik élő lényből ered, úgy hogy tehát itt is csak egy abszolút zárt körforgás van előttünk, akár a firmamentum planéta-pályáinál, élő lénynek holt anyagból való keletkezéséről azonban nem lehet szó. Mintegy száz évvel később *Linné* Károly ráadta magát az alapvető munkára, melylyel tudományos zoologiánk és botanikánk, legalább ami a forma-tant illeti, tulajdonkép megalapíttatott: az egyes világosan leírt fajoknak meghatározott neveket adott és a rokon csapatokat szorosan tagolt rendszerbe hozta és mint alaptételt, melyen egész művét felépítette, azt állította fel, hogy az organikuson belül is az egyik faj nem keveredhetik önkényesen a másikkal, nem hozhozhat létre egyik faj egy másik új fajt, hanem hogy itt is abszolut állandóság uralkodik és minden látszat szerint a világ teremtése óta (ehhez az első létrejövetelhez Linné, mint a bibliában hívő ember nem mert hozzányúlni) uralkodott is és örökkön-örökké uralkodni fog. Az állandóság gondolata itt, az organikus téren jött utoljára,

de egyúttal a legnagyobb energiával is jött, alkalmasan arra, hogy ugyanabban a pillanatban, mikor a bibliai teremtési történet más okokból is leomlott, egy utolsó konzekvenciát nemzzen, mely szerint a föld és az egész világ örök időktől fogva olyan, amilyen most és változhatatlan természeti törvényeiben védelmet hord magában minden átváltozással szemben.

Szerencsére ennek a túlságosan következetes állandósági teóriának is megvolt a maga rése. A biologiai ismeret-ágak mellett ugyanabban az időben és ugyanabban a szokatlanúl lassú haladásban felnőtt egy másik tudomány is: a *geologia*. Attól a pillanattól fogva, hogy az új tudomány öntudatára jutott a maga természetének, azzá a tudománynyá vált, amely alkalmas volt a *fejlődés fogalmának rehabilitására*. Anyagából egy roppant, évek millióira terjedő alakulás történetét olvasta ki. Felforgatta a mózesi mithoszt, de csak azért, hogy a világ rövid hat nap alatti keletkezése helyébe összehasonlíthatatlanul hosszabbat és többoldalút tegyen. Ezenkívül hamar szövetkezett az asztronomiával és nagyon szerencsésen visszavitte bele az alakulás eszméjét, amenynyiben az égitestek oly sokféleképpen különböző alakjait, mint a fejlődés különböző stádiumait magyarázta a gázalakútól és az izzótól a kihültig és szilárdig. Ez a kialakulás semmiesetre sem volt korlátlan, meghatározott vagy felismerhető törvények hatalma alatt állott. De megmaradt alakulásnak, fejlődésnek. És ez a geologia lassanlassan áskálódva, végül visszahódította a botanikát és zoológiát is a régi, most szerencsésen újra megalapozott fogalomnak — *Darwin* tettében.

Legtágabb körvonalaiban ez a nagy kép. Egy elválást figyelhetünk meg benne, amely áldásossá válik, mert egy későbbi, sokkal jobban *biztosított* egyesülésre vezetett. A geologia fejlődési fogalma és a hozzá csatlakozó darwini biologia ép oly toronymagasságban áll az ókor spekulációja fölött, mint a keresztény világ korláttalan teremtési elve fölött. Nem zárja ki a természeti törvényt, mint ez és nincs, mint amaz, deduktiv módon levonva egy filozófiai rendszerből, hanem a megfigyelés közvetlen gyümölcse. Vessünk most egy tekintetet arra, hogy lett a *geologia*.

Eljövendő nemzedékeknek, melyek még élesebben vannak a természettudományi megfigyelésre iskolázva, mindinkább valósággal érthetetlen rejtély lesz, hogy lehettek évezredek oly vakok a természet legegyszerűbb jelenségeivel szemben. Bizonyos tények a *föld felszínének történetéből* (tehát geologiai tények) különböző helyeken annyira szembeszökően halmozódnak fel, hogy rejtély számba mehetne, hogy lehetett legalább ennek a tudománynak csupasz alapvonásait még Kopernikus, sőt Newton idejében is fel nem ismerni, ha nem lett volna a középkorból örökölt háló éppen itt különös szívósan összebogozódva.

Nem egyhamar tünik fel az ember előtt valószinünek, hogy a laikus, ha néha nézegeti is a csillagos eget, csak úgy rövidesen rájöhetne Kepler törvényeire. Ebben az esetben jól megért, mindenki, hogy ehhez hosszú évszázadok folyamán a legjobb elmék közös munkájára van szükség és hogy az a boldog, aki a végén leszedi az érett gyümölcsöt, csak a jóljáró örökös, akinek

alkalma nyílik besöpörni egy ősrégi tőke kamatait. Aki azonban egyszer (mondjuk az Északitenger partján) a dagály visszavonulásakor látta a megszámlálhatatlan kagylóhéjakkal belepett fövenyt, melyeket a leghalkabb lökés beleásott a laza homokos felületbe; aki egy nagyobb édesvízmedencze partján látta a hosszabb idő alatt felhalmozódott összetöredezett kagylókat, amint a továbbfutó gát bizonyos nemét alkotják, amelynek felülete fűvel van benőve; aki egyszer a rohamos tavaszi vizek visszahúzódása után megnézett egy mezőt, melyet a medréből kilépett patak elárasztott volt és amely most magasan be van lepve iszaptömegekkel; és aki aztán egyetlen egyszer nyílt szemmel tekintett át egy kövületekben gazdag vidéket, látta a kagylókat, melyek messze a víztől törnek ki a kemény kőből, látta magát a követ, amint megkeménykedett iszaphoz hasonlóan szabályos rétegekben van egymásra halmozódva, nem igazi csoda-e, hogy ha nem fogja fel legalább az alapvető tényt, hogy a föld felszine az idők folyamán sokféleképpen megváltozott, hogy egykor kagylókat hordó víztől mosott vidékek ma tökéletesen szárazakká váltak és hogy az a szabályszerű rétegeződése a kagylókkal átszőtt kőzetnek arra vall, hogy egykor mint iszapos víz-lecsapódás üllepedett meg!

És mégis 1500 táján olyan ember, mint Leonardo da Vinci, egy olyan kultura részese, amely a messzeható művészi intuitio megérzésének finomságát és mindenesetre az absztrakt logikai gondolkodás erejét illetőleg a mi *kulturánkkal legalább is egyenrangú*, elsőül kellett, hogy a világ elé állítsa ezt az egyszerű következ-

tetést (miután az ókor hasonló sejtelmei el voltak felejtve) és még ezt sem tehette döntő sikerrel.

A középkor itt is sok mindenféle anyagot halmozott ugyan fel: a zarándokló barát, a keresztes vitéz kiváncsian törte le a megkövült kagylót a sziklanyeregről, melyen átkapaszkodott. Mikor azonban *Rogerius Bacon* és a hallstädti *Albertus Magnus* korában beállott a nagy magábaszállás és kezdtek eloszlani a csaknem ezeréves éjszaka első fátyolai, akkor úgy tünt fel, mintha éppen itt egy rossz szellem volna a játékban, mely a megismerést erőszakkal meg akarja zavarni. Az arabs misztika és keresztény-scholasztikus fantasztikum egyesültek egy olyan magyarázó hypothesis esztelen idétlenségében, amely a megkövesedett állati- és növényi maradványokban *nem élő lények igazi maradványait* látta, hanem a «*természet játékait*», melyek magukban a sziklákban képződtek, Hol arról volt szó, hogy az isten egykori teremtési munkájakor előbb mintákat csinált magának a teremtendő állatokhoz és növényekhez mészből és agyagból, hol meg arról, hogy magában a kőzetben rejlik plasztikai erő az ilyen alakulatokra, vagy hogy egy különös «mag-levegő» (Aura seminalis) hatja át a vízzel a föld kérgét és «kő-hús»-t (caro fossilis) nemz kőmasszák megtermékenyítésével. Megeshetett nem egy kezdővel a gyűjtés terén, hogy valódi ásványi alakulatokat, mint pl. az u. n. dendriteket a mészkőben, a gyönge mohákkal való megtévesztő hasonlóságuk miatt igazi organikus kövületeknek nézhetett. De a fordítottját hinni a nagy hal-gyíkok (Ichtyosaurus) több méter

hosszú csontvázairól, melyek a Jura-palában találhatók, nagy hatalmas Ammon-szarvakról (kihalt fejlábuak spirálisan csavart héjairól), melyek közt akkorák vannak, mint a kocsikerék, mégis csak sok volt. És legalább az ilyen megtévedésekkel szemben haladás volt, mikor Kepler kortársai végre eljutottak az úgynevezett «diluviánusok» iskolájáig, amely nem vitatkozott tovább a megkövesedett lények valóságos előbbi létezésén és a nagy szárazföld-területek egykori vízzel elárasztott voltán, hanem mindent a *bibliai vízözönre* (diluvium) vezetett vissza, éppen abban a pillanatban, mikor másképen a biblia szerzőinek természettudományi ismeretei, Columbus a bibliában ismeretlen új világának felfedezésével és még inkább Kopernikus művével nem éppen nyertek tekintély dolgában. Ez volt az az idő, mikor a svájczi *Scheuchzer* (mint már előbb egyszer említettük), fosszilis óriás szalamanderét mint Noe idejéből való szegény vízbefúlt bűnöst rajzoltatta le. Mindazonáltal a legrosszabbon túlestek és maga Scheuchzer sem késlekedett a tények szorgalmas megfigyelésével, melyek idecsatlakoztak és már maguktól is tovább kellett hogy vezessenek.

Mintegy száz évvel Kepler halála után is még ily módon paktáltak és alkudoztak a bibliával, ahogy éppen lehetett. Az egyik sarokban mégis találtak időközben új kilátást. A föld mélyeiből kitört a vulkanikus láva vörös tüze; a mélyből forró források gőzölögtek fel, földrengéskor megmozdult a szilárd talaj, mintha oda alant hullámzanék és ingana; a bányában az akna minden kimélyítésekor nőtt a hőség. *Athanasius Kircher*

jezsuita (Galilei ideje táján) és *Kunkel*, a Potsdam melletti pávák-szigetén lakó szellemes kémikus, mindketten arra az eszmére jutottak, hogy a föld belsejében izzó masszáknak kell lenniök. Kunkel meglehetős plauzibilisen formulázta a központi tűzről szóló hypothesist, mely több-kevesebb valószinüséggel még most is tartja magát a geologiában. És ahol kissé merészebb filozófiai szellem már kétségbe merészkedett vonni vagy legalább dúsabb képzelettel magyarázni a biblia konvenczionális teremtési legendáját, ott Newton napjaiban beleszőtték az új sejtéseket a föld keletkezésébe: Leibnitz az ő csodálatos «Protogaeá»-jában (Ős-föld) már az egész földgömb ősállapotáról álmodott, a legfelsőbb kéreg lassankénti kihüléséről és egy későbbi besüppedésről, melytől a kőzetrétegek azt a sokféleképpen megfigyelhető rézsútos és hajlott fekvésüket kapták. A mi azonban az ilyen termékeny fantázia-játékok közben még teljesen hiányzott; a jelenségek világos elrendezése, mindenekelőtt maguknak a szóba kerülő kőzet-fajoknak rendszerbe foglalása. A *tizennyolczadik* század igazított itt el.

Az emberi kultura történetében a tizennyolczadik század a legnehezebben definiálhatók egyike. Ha nagy filozófusaira és a franczia forradalom morális viharában való zivataros befejezésére gondolunk, akkor lényegileg filozófiai és ethikai századnak nevezhetnők. Ismét más, nagyon szembetűnő mértéket állapít meg a költészet fényes felvirágzása e század második felében; hiszen ez Goethe szülő százada is. Szigorú természettudományi felfogással azonban első sorban mégis a *szisztematika száza*da.

Csak *Linné* tette a botanikát és a zoológiát a szó tulajdonképpeni értelmében tudománnyá, mikor megteremtette rendszerét. Ugyanez sikerült *Gottlob Ábrahám Wernernek* (1750—1817) a *mineorologiára,* a kőzetek tanára nézve. Nyilvánvaló, hogy mineralogiai rendszere már magában véve is döntő fontosságú kellett, hogy legyen a geologiára nézve, mely e kőzetek lassanként való alakulását volt hivatva megállapítani. Werner azonban összefoglaló elméletekkel belenyúlt magába a geologiába is. Látköre még mindenesetre nagyon szük volt, nemcsak azért, mert egész életén át ugyanahhoz a helyhez gyökerezett, kedves Freibergjéhez, ahol a bányászakadémián tanárkodott, hanem mert nem is volt geniális átfogó elme, amely merészen le tud győzni minden és mindennemű hagyományt. Mint az özönvíz-elmélet öröksége szívósan tartotta magát nála a *víz szerepének túlbecsülése a föld történetében* (Neptunizmus). A vulkanikus jelenségek az ő számára mellékes, alapjában véve modern dolgok voltak. A földkéreg emelkedéséről és sülyedéséről sem akart semmit sem tudni, szerinte minden változás a földnek volt köszönhető. Periodikusan megújuló özönvízekben (mint a peruiak mithoszában!) mind újra belepte a szárazföldeket és bevonta sedimentum-tömegekkel. A hegyek és sikföld váltakozása alapjában a vizek által való kimosás eredménye volt. Az ilyen egyoldalú víz-elméletnek következményeiben természetesen a legcsodálatosabb tévhitekre kellett vezetnie. Hatalmas kőzet-tömegek, melyek a föld történetének aránylag késői korszakában még izzó folyékonyan nyomultak fel és sajátszerű mereve-

dési viszonyok közt szilárdultak meg, kihülés közben gyakran hatalmas hatszögletű oszlopokra repedeztek — ez az úgynevezett *bazalt* — Werner hypothesisében egy nagyon késői időben beállott vízzel való általános elárasztás eredményeiül, tehát mint legfiatalabb igazi sedimentumkőzet kellett, hogy fellépjenek. Ez a föltevés a lehető legegyenesebben ellentmond a valóságnak. Hiszen éppen a bazalt volt az, ami eruptiv természetét még a theoriában megőrizte és Werner egyoldalú «neptunisztikus» geologiáján a döntő rést ütötte.

Mint ahogy rendesen lenni szokott, az első haladás Wernerrel szemben túlzás volt az ellenkező irányban. Az 1700-as évek végén az angol *Hutton* köré sereglettek az energikus «*vulkanisták*.» Hutton a nyomatékot a föld belső melegére és a vulkanikus jelenségekre tette. Sok mindenféle világossá vált ezzel, ami azelőtt homályban volt. A sedimentum-kőzetek, a víz-lecsapodások eredményei mellé sorakoztak az izzó masszából megmerevedett kőzet-fajok, amelyek közt most már a bazalt is megtalálta a maga helyét. Hutton afelől sem volt kétségben, hogy a föld óriási hegylánczai nem magyarázhatók meg a víz működéséből, mely köröskörül kiette a síkságot, tisztában volt azzal, hogy itt emelkedési folyamatról van szó, melyet mint vulkanikus jelenséget képzelt el. A föld melegének túlbecsülése azonban félrevezette, úgy hogy az összes sedimentum-rétegek keletkezésekor a melegnek szükségszerű segítségét tételezte fel, és ezen a vonalon ő, a vulkanikus, tovább spekulálva éppen úgy a fantasztikusba tévedt, mint Werner, a neptunista.

A fontos dolog azonban az volt, hogy most mind a *két tényező, a víz és a tűz, legalább világosan egymás mellett voltak.* A vulkanikus jelenségek kutatása éppen a két század fordulóján annyi váratlan csudát nyujtott, hogy a Huttonhoz csatlakozásnak okvetlenül túlnyomóvá kellett válnia. Megkezdődött az *utazó geologusok kora.* A fiatal *Humboldt Sándor* és *Buch Leopold,* mindketten Wernernek Huttonhoz áttért tanítványai, bebarangolták a föld legsajátszerűbb vulkanikus területeit, Humboldt különösen Közép és Délamerika páratlanul álló kráter-világát. Az asztronomia eközben a földgolyónak, mint tüzes masszának a nap testéből való kiválását próbálta a föld történetének kiinduló pontjává tenni.

Tekintve az óriási vulkáni tevékenységét a föld legkülönbözőbb helyein, úgy látszott, hogy most már magától nyomul előtérbe az a gondolat, hogy a geologiai korszakok folyamán keletkezett, lehült földkéreg még mindig nem túlságosan vastag, hogy minden működő vulkán egy-egy ablak, egy-egy szellőztető nyílás benne, amelyből belső forróság hömpölyög. Ezt a vulkáni erőt, a régebbi időkre vonatkozólag, roppant arányúvá nagyították; nem csoda tehát, hogy a föld története teljesen vulkanisztikus szinezetet nyert. E kor vezető férfiai már teljesen szabadok voltak bármiféle vallási özönvíz hagyomány befolyásától. Az enyhébb sedimentum-képződményeknek tanulmányozása egyáltalán sokkal kevésbbé volt vonzó, mert egyelőre nem volt igazi megkülönböztető jel az egyidejűleg fölhalmozódott rétegek meghatározására. Ez oly rendkívül gyorsan kifejlődött tudomány vonzó szövevényében sze-

rencsére nem soká váratott magára az utóbbi pontról jövő indítás, sőt csaknem mathematikai pontossággal éppen akkor állott be, mikor a vulkanisztikus elmélet normális egyensúlya komolyan ingadozni kezdett a számára fölhalmozódott, bár magukban véve csodálatraméltó és lelkesítő megfigyelések túlnyomó súlya alatt.

A mentés egy új pontról jött; a geologiának a zoologiával és botanikával való összekapcsolásából. Zoologiai-geologiai tényekből, megkövesedett kagylóknak a hegyekben való létezéséből indult ki egykor egyáltalán a geologia föllendülése. Werner óta azonban a geologia mindinkább mineralogiai vizsgálatokba és ezekhez csatlakozó magyarázó hypothesisekbe mélyedt el és a fentebb említett kapcsolatot egyelőre elhalasztotta a jövőre. Most azonban a *biologiai* (az élő lényről szóló) tudomány időközben magában véve is nagyszerű fejlődésen ment keresztül. Ebben a pillanatban, mikor ezek a mostanáig párhuzamosan haladó vonalak kereszteződni kezdenek, szükségesnek látszik, hogy ama fölfelé törekvő pályát röviden megtekintsük eddigi vezető fázisaiban is: az eseményeknek valósággal csodálatosan drámai összecsattanása ebben a mi korunk felé törekvő legutóbbi másfélszáz évben magában is oly páratlan próbáját nyujtja a valahára mozgásba jutott természetmegismerés folytán fokozódó sebességének és következetességének, hogy ennek az egy, talán legszebb láncznak tökéletes visszaadása kétszeresen jogosultnak tűnik fel.

Tiz évvel Columbus halála után 1516-ban, abban az időben, amikor Kopernikus javában dolgozott, született Zürichben *Gesner Konrád. Övele*

*kezdődik az újabb biologia.* E tudomány oly késői fölvirágozásának megfelelőleg kezdete sem járt olyan ragyogó hatásokkal, olyan világokat ostromló tettekkel, mint a Kopernikusé, vagy Kepleré, nagyon kicsinyen, nagyon józanúl, nagyon középkoriasan kezdődött. Mindazonáltal a fő dolog, hogy megkezdődött. Személye szerint Gesner olyan alak, amely szégyenkezés nélkül állhat meg a kimeríthetetlen gazdagságú tizenhatodik század szellemóriásai mellett. Benne is megvolt óriási szellemi ereje annak a kornak, amely mintha évezredes álomból megtízszereződött munkaképességre ébredt volna. Huszonegy éves korában már a görög nyelv tanára volt Lausanneban; összeállította az összes klasszikai és héber iratok egyetemes katalogusát és az irodalomtörténetnek megbecsülhetetlen szolgálatokat tett. Néhány évvel később 1541-ben (tehát kevéssel Kopernikus halála előtt és öt évvel Tycho születése előtt) teljesen megváltoztatta tanulmányainak egész területét, orvos lett Zürichben és korának legnagyobb zoologusa. Akkor halt meg, amikor Galilei született. Állatleírásai, bármennyi mende-monda keveredett beléjük az egyes részletekben, mégis csak első éles képeit adták az organikus világ formagazdagságának, csak a szilárd rend Ariadne-fonala hiányzott belőlük. Ennek a rendnek a kivánsága, az egész iránti érdeklődés azonban Gesner által föl volt ébresztve. Az állatvilágot oly sokáig tekintették csak egy meglehetősen fölösleges függeléknek egy oly világban, melynek középpontjába Isten az embert teremtette és amelynek boldogsága és boldogtalansága az ítélet napjáig az ember fiainak bűneitől és erényeitől volt

függővé téve. Gesnerrel azonban visszatért az állatban magában való gyönyörködés, kitárult a terület nagysága és ennek az első lépésnek csak egy következése volt, hogy azután elkezdtek itt is természetes kinyilatkoztatásokat sejteni és keresni, melyek egészen más megismerést foglaltak magukban, mint amilyet a biblia nyújt.

A tizenhetedik század kezdetén az életről szóló, Gesner által megalapított tudományt épp oly váratlan szerencse érte, mint Galilei és Kepler távcsövével az astronomiát: *Jonson Zakariás* (vagy legalább valaki az ő környezetében és idejében) 1590 táján feltalálja a mikroszkópot. Uj világot jelentett ez a legváratlanabb téren. A keresztes hadjáratok kora óta a groteszk, szörnyeteg állatalakok beláthatatlan gazdagsága gyarapodott fel: a kezdődő zoologia azt hitte, hogy minden csodák-csodája ki van merítve az orrszarvúval, a krokodilussal, a czethallal. Most azonban, mikor a hollandus *Svammerdam és Leeuwenhoek* belefüggesztették tekintetüket a mikroszkop varázscsövébe, egyszerre csak a leginkább mindennapi és a legkisebb tünt fel tökéletes csodának.

Az élő béka-álcza átlátszó farkában Leeuwenhoek, mikor ráfordította nagyító lencséjét, felfedezte az úszó vértestecskéket, melyek e drága nedünek piros szinét adják. A mag folyadékában az új eszköz élénken rángatozó, látszólag fejjel és farkkal ellátott testecskéket mutatott ki: ezeket magállatkáknak nevezték. Ma már tudjuk, hála a még jobban tökéletesített mikroszkópnak, hogy a magállatkák épúgy, mint a vértestecskék nem egyebek, mint meghatározott formái az organikus sejtnek, annak az alapelemnek, amely-

ből minden magasabb organizmus, állat és növény egyaránt, különbség nélkül, fel van építve és amelynek bölcs munkamegosztása teszi egyedül lehetségessé a mi emberi testünk komplikált készülékének továbbműködését is. Ha tehát itt megjelennek az élő lények épületköveinek első nyomai, akkor a piszkos tóvíz állatoktól hemzsegő cseppjében a mikroszkóp ilyen lényeknek millióit hozta először napvilágra, a rövidlátó ember szemevilága elé, aki az infuzóriumoknak, a láthatatlan legkisebb lényeknek körülötte lefolyó buja életéről épp oly kevéssé tudott valamit, mint a Galilei előtti csillagvizsgáló a Jupiter planétának a földtől sok millió mérföldnyi távolságra levő holdjairól. Egy csapásra meg voltak nyitva a biologiának összes ágai. A rovarok testének belső szerkezete a bámuló szem elé tárult. *Malpighi* szétbonczolta a selyemhernyó pillangóját. Svammerdam kigöngyölte a pillangót bábjából és végre elkezdte földeríteni a metamorphosis titkát. A békának megtermékenyített tojásában, mely a mikroszkóppal megélesített szem előtt láthatólag alakul át, elsőnek látta meg az oszlási folyamatot, a tojásnak két, majd négy és azután számos sejtre való szétesését, melyből később az egész bonyolult organizmus alakul. A hirtelen előtérbe nyomuló megfigyelések tömegében félénk sejtelemmel kezdték maguknak megvallani, hogy innen kiinduiólag bele kell, hogy hatolni tudjanak a nemzés titkába és ezzel a természet legbensőbb műhelyébe. Svammerdam (Guericke Ottó kortársa), a legszellemesebb és emberileg legszeretetreméltóbb a mikroszkóp amaz első apostolai között, pályája vége felé elmeháborodott lett

annak az ő gyengéd kedélye számára nagyon is pusztító hatású eretneki gondolatnak a nyomása alatt, hogy itt a hagományyos biblia helyébe a *természet bibliája* akar lépni (ő maga nevezte így művét, első fölhevülésében) és hogy egy oly ártatlannak látszó tény is, mint a lepke metamorphosisa, valóság szerint fejszecsapás az egész mult ellen és halálos ítélete a középkori világfelfogásnak. *

Már ezeknek az első kutatóknak lelkébe is ily élesen vésődött be munkájuk következményeinek tudata. Intelem ez a mi mai nemzedékünknek, amely néha még a meddő féltudomány köreiben a középkori merev hit és a most már több század éves természettudományi kutatás eredményei közti kibékülés lehetőségéről ábrándozik.

Már egy negyedszázaddal Svammerdam korai és szomorú vége után Svédországban, a Smaland tartomány Rashult nevű falujának paplakában meglátta a napvilágot *Linné Károly*. Linné az olyan átlátszó, egészséges természeteknek egyike, amilyenekre éppen ama kor természetkutatásának legnagyobb szüksége volt. Már kis fiú korában feltűnik benne a növényformák gyűjtése és szem-

* A hogy Luther Márton a Józsua bibliai legendájával akarta megcáfolni Kopernikust, épp úgy vádolták eretnekséggel 1674-ben a merevhitűek a firenzei Franciskus Redit, a ki mikroszkopikus kutatással foglalkozott, midőn kimutatta, hogy a légyálczák a rodhadt húsban, nem maguktól keletkeznek, hanem petékből fejlődnek ki, melyeket előzetesen legyek raktak a húsba. A bibliában ugyanis a Birák könyvében kifejezetten arról van szó, — a hogy ezt a természetkutatónak szemére lobbantották — hogy egy méhraj közvetlenül keletkezett egy oroszlán hullájából.

lélete, mint valami elemi, az egész szellemi képességet kizárólag abszorbeáló hajlam. Kétségbeesett apja a látszólag semmi okosra nem használható ifjút beadja egy czipész-műhelybe inasnak. Épp úgy, mint később a sok tekintetben vele szellemileg rokon reálista fizikus, Faraday, az ifjú czipészinas megtalálja a módját, hogy tovább képezze magát, ledönt minden korlátot és végül mint az upsalai egyetem tanára megtalálja a maga helyét, melyet sajátságosan egyoldalú ereje megkivánt. Egyidejűleg zoologus és botanikus s mindkét területen roppant takarító munkával kezdi. *John Ray* Angolországban már Svammerdam korában megállapította a faj, a species fogalmát és ezzel fogantyút adott a kutatás kezébe, melynek segítségével végre-valahára keresztül küzdhette magát az anyagnak azon a rengeteg mennyiségén, mely különösen az utolsó két században felhalmozódott. Megkezdte egyúttal e fajok mindegyikének állandó, mindig újra megtalálható megjelöléssel való fixirozását is. Ray óta az anyag jóformán kétszeresére növekedett és most már égető szükség volt egy döntő organizátor kezére. Linné egy óriás kezével ácsolta össze *rendszerét*. Osztályokba, rendekbe, nemekbe és fajokba osztott mindent. Minden faj megkapta a maga kettős latin nevét. És bármily nyers, bármily önkényes volt gyakran az elrendezés, mindenek ellenére világosságot teremtett. A sivár ritkaságok kabinetjéből jól elrendezett muzeum lett. Mindenesetre sok tekintetben csak — muzeum. Hogy mik tulajdonképpen ezek a fajok, ezek a nemek és még nagyobb csoportok az életben, a természetben magában, miféle rejtély rej-

lik létükben, azt Linné egyelőre egyáltalán nem kérdezi. A muzeumi czimke segítségével minden állatot, minden növényt odakinn is meg lehet találni — s ez a fődolog.

Az utókornak néha nehéz az ilyen rendező talentumokat kellően méltányolni. Szinte elidegenítő dolog ma, hogy ennek a nagy Linnének milyen szűk volt a horizontja, ha világnézete szempontjából nézzük. Száz évvel Galilei martiriuma után még mindig a mózesi teremtési legenda szűk alapján állott. Isten teremtett minden fajt olyannak, a milyen. A fajok eredendő rokonságára, amely egyedül teszi lehetővé a nagy csoportokba való összefoglalást, kivált nemekbe és rendekbe, a rendező nem mutatott rá, ezekben a teremtő misztériumát látta, melynek nem is igyekezett utána nyomozni. Ha azonban ezt feljegyzik, el szokták feledni, hogy Linné nagysága éppen egyoldalúságában rejlett. Ha egy játszma kártyát csak úgy összevissza elémbe dobnak, anélkül, hogy tudnám, miféle játékra való, mindenesetre az a kérdés a mélyebbről való, hogy miféle törvény szerint vannak ezek a kártyák így megjelölve. Mielőtt azonban ebben a tekintetben csak a sejtésig is eljuthatnék, mindenesetre az első és legszükségesebb lépés az, hogy a kártyákat valami nagyon feltünő hasonlóság alapján nagyjából osztályozzam: talán szinük szerint, talán úgy, hogy: alsó, felső, király stb. Mindenesetre azonban olyan módon, amely valamiféle áttekintést igér. Éppen az első és legszükségesebb dologra való szorítkozás az ilyen esetben annyi elmésséget kiván, hogy nem lehet hiányra következtetni, ha az úton nem halad valaki még tovább. Már most,

hogy a képet a helyes párhuzamba hozzuk, el kell képzelnünk, milyen óriási hézagokat mutatott a tudás, mely fölött Linné mint rendező genie állott. Ha nézzük nagy osztályait például az állatvilág terén, akkor ezt az első pillanatra meglát-hatjuk. Az emlős állatok, a madarak osztálya ma is megáll, amiben persze tekintetbe kell venni, hogy a legsajátságosabb, a minden sablontól leginkább eltérő emlősök, a tojást tojó csőrös állatok, előtte még teljesen ismeretlenek voltak. Mint harmadik osztály azonban már egy gyűjtő-fogalom szerepel nála: az amphibiák osztálya, mely a valóság szerint két szigorú csoportot (reptiliák, gyíkok, kigyók, teknős békák és valódi amphibiák) zár magába és esetleg (ha számba vesszük a farkatlan halakat és külön vesszük az újzélandi Hatteriát és több ma már teljesen kihalt formaterületet), még több csoportra is oszolhatik. A negyedik osztály, a halaké ma már alig tekinthető zárt osztálynak, az amphioxus mint békeháborító persze még nem volt felfedezve, amikor Linné dolgozott. Az ötödik osztály, a rovaroké haladást jelentett és a mi arthropodáinkkal bizonyos bővülést nyert. Erre azonban mint utolsó főcsoport a «férgek» esztelen kollektiv-fogalma következik, mely még a tökéletes kaoszt foglalta magában és annak rendje szerint megmutatta, hol kell tulajdonkép a részlet-kutatásnak kezdenie, tudniillik alul a kicsinyeknél és különösen az elhanyagolt tengeri faunánál. A növények rendszere még sokkal önkényesebb volt az ismeretek hiányossága miatt. Linné még csak nem egészen 8000 növényfajtát ismert, Humboldt Sándor 1817-ben már 44,000-ret számlált, 1849-ben már 100

ezerre rúgott a számuk, 1855-ben De Candolle már azt hitte, hogy 200,000-en alúl nem lehet adni. A megközelítően biztos szám ma 150,000 körül jár. A növények geografiai elterjedéséről, a növényi zónákról Linné csak első részletet adott, a tulajdonképpeni haladás azonban csak Humboldttal kezdődött. A magasabbrendü növényi életnek olyan összehasonlíthatatlan viszonyai azonban, mint hogy csak egy példát emeljünk ki, a kölcsönhatás rovarok és virágok közt, csak a legeslegújabb időben váltak világosakká. Itt tehát az első megszabott rendszernek teljesen ideiglenes segédeszköznek kellett lenni, mesterséges rendszernek kellett lennie merőben a kezdetbeli használatra és Linné, amit szintén hangsúlyozni kell, rendszerének mesterséges voltát nem is tartotta titokban és egy «természetes rendszert» állított oda nagy határozottsággal, mint a jövő feladatát.

Linné hatásának körét korára és az utána következő korra lényegesen kitágította az az óriási befolyás,melyet könnyen kezelhető rendszere mint a zoologiai-botanikai tanulmányra való általános buzdító szer tett. A rendszer egyfelől és mindenek felett a szilárd nem és species-meghatározás latin nevek által, valami egységességet adott a tudománynak, ami eddigelé nem volt meg, más tekintetben csak most vált lehetségessé a termékeny részletkutatás, amely az egyetemes tudásnak oly hallatlan nagy eredményeket hozott. Ezekkel a kompendiumokkal kezében minden utazó legalább nagyjában tájékozódhatott a legidegenebb területeken is. A különlegességekben kedvtelőnek pedig most megvolt a szilárd alapja,

volt mibe belekapaszkodnia, amit a tudomány adott neki alapul. Éppen Linné után és Linné mellett ezek érték el a legbámulatosabb, minden előbbit messze felülhaladó eredményeket. Csak attól fogva, hogy tudták a meglevőnek rendszerét, tudták először világosan megbecsülni, hogy mi minden tennivaló van még.

Egyes messzebbrelátó szellemek mindenesetre érezték az új rendszerező irányban benn levő muzeumszerű, mesterségesen sablonizáló elemnek kényszer-jellegét, anélkül azonban, hogy tisztába jöttek volna vele, mikép lehetne rajta segíteni. A franczia *Buffon*, egy a lehető legfényesebb helyzetben élő előkelő, szellem inkább eleven egészében akarta az állatvilágot felfogni és a kötetek hosszú sorozatában szinekben gazdag óriás-képet rajzolt, amely nyelvének plasztikai erejével és a kedvező helyzetben levő férfiúnak nagyon gazdag segédeszközeivel, akinek szabad rendelkezésére állott a világ legjobb gyüjteménye és az önfeláldozó munkatársak sora, hosszú időkre kincses kamrája lett a minden rendszertől független, az «állatvilágot» illető zoologiai ismereteknek. Jellemző azonban, hogy éppen a klasszikus stilisztának ez az egyetemes óriás-műve későbbi kiadásaiban csak az által volt hasznossá tehető, hogy folytatói és kiegészítői utólag mégis csak hozzáfűzték a Linné-féle névjegyzékeket, ami nem mindig járt baj és zavar nélkül.

Buffon 1788-ban, a franczia forradalom előestéjén halt meg, amely feltétlenül elsodorta volna őt, a kényúri régi királyság igazi udvari tudósát is. Ugyanebben az évben az agg mesternek egy fiatal, épp akkor tizennyolcz évessé lett hon-

fitársa tartotta első előadásait a természetrajzról: *Cuvier* György.Ővele megint a fejlődés tana történetének kapcsoló pontjához jutunk, melyet az imént hagytunk el. Emlékszünk még, hogy Werner megalapította a neptunizmust Linné kezdőkora táján (1778), valamivel később Hutton szembeállította vele a vulkanizmust és hogy az új század kezdetén ez a vulkanizmus mindinkább uralkodni kezdett a geologiában. Cuvierrel most a zoologus jelenik meg, aki mindennek, amit a geologia valóban és látszólag elért, új alapot volt adandó.

George Cuvierben észrevehető a napoleoni korszak félreismerhetetlen vonása. Megint másféle szervező tehetség, mint Linné volt, ennek egyszerű, bizonyos korlátozás mellett magában harmonikus és békés nagysága nélkül, zsarnokibb és erőszakosabb, de egyúttal messzebbre tekintő, szabadabb és inkább kombináló, olyan természet, amelynek összehasonlíthatatlanul hatalmas dolgot kellett csinálni, amint a helyes útra jutott, amely azonban egyúttal zsarnokká is lett tévedéseiben, és amely tudatában annak, hogy sehol sem szabad a rothadt konvencziót követnie, hanem mindenütt az individuális önálló gondolkodást, — az ilyen tévedéseit az eltévedt géniusz egész vakságával tudta védeni. Linné naiv bibliai hitének Cuvierben nyoma sem volt; azonban mint ahogy a forradalom szabad szellemű gyermeke, Napoleon mint Caesar ismét a maga körébe vonta az egyházi kultuszt, mert hasznossági okok és diplomácziai raison vezették ebben is, épp úgy Cuvier is ragaszkodott legalább a teremtés fogalmához, mert egyelőre ez tünt fel neki legkényelme-

sebbnek, bár nagyon hamar kényszerült a biblia betűjének olyan magyarázatokat adni, melyek bonyodalmasabbak voltak, mint egykor Kopernikus planéta-epicyclusai.

A zoologia terén Cuvier mindenek előtt egy olyan gyümölcsöt szakasztott le, amely a Linné fellépése óta lefolyt években lassankint érett meg. Linné hat lefelé emelkedő osztálya helyébe ő szabadító tényül a párhuzamos főtipusok bizonyos számát tette, melyeknek alapvető tulajdonságai az ő felfogása szerint lényegileg különbözők voltak: egymástól független «teremtési terveket» testesítettek meg. Ő egyelőre négy ilyet különböztetett meg: a gerinczes állatokat (az embertől kezdve a halakig), a molluszkákat, a tagolt állatokat (rovarokat, pók és rák-féle állatokat és a férgek egy részét) s végül a radiaer-állatokat. Az utolsó rubrika itt is még valóságos potpourri a legkülönbözőbb formákból, amely utóbb az élesen különválasztott külön-tipusok egy seregét szolgáltatta, mint pl. a tüskés-bőrűek, a coelenterateák (korallok, polypok, meduzák stb.) Cuvier új rendszere óriási haladás volt a természetes rendszer irányában. A leszármazási elmélet csak sokkal később mutatta meg világosan, hogy ez a «természetes» szó tulajdonképpen mit jelent: ennek számára Cuvier «teremtési tipusai» «az állatvilág megannyi törzsévé» lettek, fejlődési vonalak, melyek egy valószinűleg közös alapból a föld történetének folyamán párhuzamosan és egymástól függetlenül alakultak ki. Cuviernek nem volt sejtelme leleményének erről a legfőbb fontosságáról: igazi lázas szervező volt, aki átható éles tekintettel tudja hadoszlopait a gyakorlatban el-

rendezni, de fogalma sincs arról, hogy milyen következmények fognak ebből a nagy *intellektuális* haladás számára származni. Cuvier érdeklődése azonban — és itt közeledünk a döntő ponthoz, ahol a világmegismerés fejlődéstörténetét közvetlenül érintette és a maga módja szerint s javarészben csaknem akarata ellenére is előmozdította — nemcsak az élő állat-formák felé fordult, hanem a ma már kimúlt, ősidőkben a földön létezett és csak csontok és a sedimentum-kőzetekben talált lenyomatok alakjában ránk maradt állatvilágra vonatkozó tények gigantikusan felhalmozódó tömege felé is.

A közvetlenül Cuvier előtti időben egy ilyen állatvilág létezésének mind nyilvánvalóbb bizonyságaihoz jutottak. A kihalt vastagbőrüek kimeríthetetlen hullaraktárából, Szibériából való mammuth-elefántcsont már rég kereskedelmi czikk volt. Ügyes rajzolók fáradoztak, hogy a fosszilis kagylók és fejlábúak csodaszerű alakjait művészies rézmetszetekben adják vissza. Buffon élénk képzelete viharos képekben szemlélte amaz eltünt organikus világ elpusztulását és megujulását, a szerencsés, a darwinizmust előresejtető következtetések és a vad, teljesen alaptalan spekuláczió sajátságos keverékével. Egészen a század vége felé aztán egy a kor minden geologiai iskolai tudásától meglehetősen érintetlen, de a szabad és önálló gondolkodásban annál erőteljesebben iskolázott angol mérnök, *William Smith* (szül. 1769-ben, I. Napoleon és Humboldt Sándor születése évében) gazdag lokális ismereteit egy szerencsés tételbe foglalta össze, mely ennek a «palaeontologiának», a kihalt állati- és növényi formákról

szóló tudománynak összehasonlíthatatlanul meszszemenő jelentőséget adott a geologiára nézve. Mint laikus, kinek semmiféle pártállása nem volt sem Huttonhoz, sem Wernerhez, Smith sok évi út és csatorna-építő munkássága közben azt a fölfedezést tette, hogy nemcsak minden sedimentumréteg bizonyos időből való valóságos vízlecsapódásoknak köszöni eredetét, hanem hogy minden időszaknak, melyben e rétegek valamelyike lerakódott, megvan a maga különös állatvilága, kivált pedig a maga különös kagylóformái. Ebből aztán azt a következtetést vonta le, hogyha egyszer megengedjük ezt az alapvető tényt, akkor a bizonyos, valamely korszakra jellemző állati maradványok előfordulásából valamely tetszés szerinti réteges kőzetben sorrendben megállapítható ennek valamely meghatározott korszakhoz való tartozandósága, még ha ez a kőzet valamely másutt talált s ugyanolyan fossziliák által jellemzett más kőzethez még oly kevéssé hasonló is. Ezzel meg volt adva az eszköz, amelynek segítségével a minden geologiai epochában különváló földkéregnek mindenféle körülmények által megváltozott és más helyzetekbe vetődött foszlányait mindig újra megtaláljuk és világos áttekintésben egymáshoz illesszük. Smith állította fel először az élesen különválasztandó rétegek tabelláját «vezér-kagylóik» alapján és élete kemény munkáját Angolország példaszerű geologiai térképével koronázta meg, valódi pionirjaképpen a haladásnak, akinek «laikus» létére megadatott, hogy megalapítson egy «tudományt» a szó legnemesebb értelmében.

Smith művével meg volt adva az indítás, mely

a palaeontologia (tehát a kihalt organizmusok) tanulmányozását a legaktuálisabbá kellett, hogy tegye a föld egész történetére vonatkozólag. Cuvier felkapta a készen álló baltát és pompás munkatársaktól támogatva nekiállott a nagy feladatnak. Munkája a fosszilis csontokról tagadhatatlanul a legszebb emlékek egyike, melyeket az emberi szellem a leíró természettudományokban állított magának és hatása nemcsak a palaeontologiára, hanem az élő állatok leíró anatomiájára ma is kiszámíthatatlan. Cuvier azoknak a fosszilis emlős állatmaradványoknak a vizsgálatával kezdte, melyek a párisi medencze harmadkori rétegeiben találhatók és ebben a vizsgálatban oly módon járt el, hogy a csontok szerkezete minden részletének a rokon élő állatok csontjaival való összehasonlítását tette feladatává. Míg így megismerte a karaktereket, melyek a különböző nemeket és fajokat jellemzik, biztonsággal szólhatott arról, vajjon a fosszilis csontok valamely élő vagy kihalt fajéi, valamely élő- vagy kihalt neméi-e. Igy ennek a csodálatraméltó munkának általános eredményeképpen az az elv állott elő, hogy a fosszilis emlős állati csontok mind kihalt fajokéi voltak és hogy a kihalt nemek száma annál nagyobb lesz, mennél messzebb nyúlunk vissza a formácziókba. Egy másik általános elv, melyet Cuvier felállított, a mai korban sokféle és jogosult vita tárgya volt, mert csak szorosan korlátozott körökben van érvénye. Ezt az elvet a karakterek korrelácziójának lehet nevezni. Cuvier ugyanis azt állította, hogy az állatok egyes karakterei kölcsönösen föltételezik egymást oly módon, hogy az egyiknek jelenlétéből a

többiekre lehet következtetni. A fogak bizonyos formája például Cuvier szerint föltételezi a törzs, a koponya tagjainak bizonyos elrendezkedését. Erre az elvre támaszkodva Cuvier konjekturákra merészkedett olyan állatokról, amelyekből csak bizonyos töredékek voltak ismeretesek. Az elv magában véve tagadhatatlanul teljesen helyes. A ragadozó állatnak például, amely zsákmányát a karmaival kell, hogy megragadja, sohasem lehet egész vagy egyszerűen hasított patája. Specziális alkalmazásában azonban ez az elv nagyon sok kivételt enged meg, mivel a specziális csoportok, melyeket mostanáig felállítottak, gyakran egyáltalán nem egyeznek meg a tipusok természetével és még kevésbbé történeti fejlődésével s ezért lehetnek a karaktereknek olyan kapcsolatai, melyek a most ismeretes kapcsolatok területén kívül esnek. Cuvier egyébiránt ezt nagyon jól felismerte s elvét csak nagyon takarékosan és kevés esetben alkalmazta, úgy hogy a túlzással, melybe követői közül néhányan estek, őt bizonyára nem lehet vádolni.

A kortársakra nézve Cuvier módszere a tárgy fölötti csodálatraméltó uralmával és a tudós uralkodói természetének kiméletlen határozottságával mondhatni mámorító hatású volt. Ő adta a sajátságos, évek milliói előtt eltünt állatformák első tudományosan használható rekonstrukczióit. Néhány csontból megkonstruálta a korai harmadkor láperdői egy tapir-forma patás állatának, a Palaeotherium magnumnak egész képét: a mester rajza ma a párisi *Jardin des Plantes* nagyszerű palaeontologiai gyüjteményében áll egy később talált óriási lemez mellett, melyen rajta van

a csaknem teljes és a rajznak csakugyan megfelelő csontváz. És mint ahogy Galilei napjaiban az ég maga is mintha üstökösökkel és új csillagokkal akarta volna ünnepelni a maga csodáit, épp úgy most is Cuvier fényének emelésére az egyik véletlen lelet a másikra következett, amelyek segítettek hirtelen megvilágítani az előidők állatainak történetét. Szibéria jegéből fölmerült az a még hússal és bőrrel borított mammuth-elefánt, amely ma a szentpétervári múzeum dísze. Délamerika pampaszainak agyaga megnyílt és kivetette magából az összes ősidőkbeli állatalakok legszörnyetegebbjének, a több mint négy méter hosszú óriási lajhárnak, a megatheriumnak sértetlen csontvázát. Nem csoda, hogy ilyen meggyőző és lelkesítő eredményektől Cuvier annyira felbátorodott, hogy palaeontologiai tanulmányait a föld történetének teljes rendszerévé dolgozza fel. Ennek eredménye lett az úgynevezett *katasztrófa-elmélet*. A föld történetének minden korszakában, így tanította Cuvier tökéletesítve Smith eszméit, megvolt a külön, sajátságos, többé soha elő nem forduló állatvilág. Honnan eredt ez a váltakozás? És nem volt-e mégis valami titkos kapcsolat a látszólag elkülönült korszakok közt? Cuvier a leghatározottabban tagadott minden kapcsolatot. Minden korszakon belül szerinte lassan és békésen rakódtak le a sedimentumok, tele a megfelelő korszakra jellemző organizmusok maradványaival. Minden két korszak közé azonban egy «viharos időszak» ékelődött. Rengeteg katasztrófák pusztították el a föld felszinét és minden élőt gyökerestül elsöpörtek. Az elkopárodott kérgen aztán új teremtés ment végbe,

amely alapterv dolgában ugyan hasonló, de minden részletében mégis lényegesen átformált fajú állatok és növények mérhetetlen számát hozta létre ősnemzés útján. «Discours sur les revolutions de la surface du Globe» (Értekezés a föld felületének erőszakos változásairól) így nevezte el Cuvier azt a tanulmányát, melyben behatóan előadta elméletét, s e mű még ma is szellemes és elolvasásra méltó könyv, daczára a ferde következményeknek, melyekre jut. «Az asztronomusok — így mondja a bevezetés — gyorsabban haladtak, mint a természetvizsgálók (t. i. az ásványtan, növénytan és állattan kutatói). A megismerésnek az a korszaka, melyben ma a geologia áll, sok tekintetben még ma is hasonlít ahhoz a korhoz, amikor némely filozofusok az eget kőből való boltozatnak képzelték és a holdat úgy nézték, hogy lehet akkora, mint a Peloponnézosz.» «Azonban — folytatja Cuvier nagy öntudattal — Anaxagoraszra Kopernikus és Kepler következett, akik utat törtek Newtonhoz: miért ne találhatná meg a természetrajz is egykor a maga Newtonját?» Cuvier katasztrófa-elmélete — ma már bizvást mondhatjuk — a lehető legmesszebbre vezető haladás volt, csakhogy egyúttal minden ízében a geologia «erőszakos» korának gyermeke is volt. Azokat a hosszú korszakokat, melyekben a sedimentumok képződése bekövetkezett, rendhez és jogukhoz juttatta. Csak éppen, hogy az akkori tomboló, rengeteg földi erőkkel dolgozó vulkanizmusnak megadta azt az engedményt, hogy a legszabadabb teret engedte neki két-két korszak között és ezenkívül rászorult egy teremtő tevékenységre, amely mindig

pontosan beállott, mikor a nagy katasztrófák tabula rasát csináltak. Az irtóztató felfordulások kifejtésére két-két periodus közt a fantáziának bőséges, semmiféle korlátozó megfigyeléshez nem kötött tere maradt. Bernhard von Cotta vonzón írja ezt le egy félszázaddal később irott munkájában, egy visszapillantásban: «E század kezdetén a geologusoknak megvoltak a maguk külön előidői, melyekben szabadon nekiereszthették fantáziájukat, csaknem a természet törvényeinek minden kötöttsége nélkül s a legkevésbbé kötve a mindennapi tapasztalattól. Semmi sem akadályozta őket abban, hogy ezekben az előidőkben fel ne tételezzék a földnek egy különös ifjúi erejét és a hatalmas általános katasztrófákat, melyek csaknem minden meglevőt hirtelen elpusztítottak és helyette mindenütt újat teremtettek; ez volt az úgynevezett teremtési periodusok eredete, melyeknek mindegyike magában egy-egy világot jelentett. Tetszésük szerint benépesítették a földet óriási nagyságú állatok és a legbujább trópusi vegetáczió világával; hirtelen mérhetetlen özönvizeket árasztottak ki, melyek hatalmas sziklatömegeket vittek magukkal és egész országokat elárasztottak; látnoki szemeik előtt egyik napról másikra vulkánok keletkeztek; magas hegyláncok csaknem egyetlen lökésre duzzadtak ki; vulkanikus erőkkel nagy sziklatömböket száz mérföldekre hajíttattak el; a föld belsejében hatalmas központi tűz izzott, mindig készen arra, hogy a merev kérget áttörje; vagy pedig az egész földet vízben oldották fel, melyből aztán rétegenkint csapódott le. Minden geologiai periodusnak különös hatásokat tulajdonítottak, épp

úgy, mint különös állat- és növény-világot; az egyikben képződtek ezek vagy azok a kőzetek, a másikban ezek vagy azok a fémek; az egyik hegyeket és hegységeket, völgyeket és tenger-medenczéket teremtett, a másik lerombolta. Kényelmes kor volt ez a geologus számára; a karosszékben lehetett a képzelt eseményeken elmélkedni, egy kis fantáziával mindent könnyű szerrel meg lehetett magyarázni. Hova lett ez a szép idő, melyben oly könnyű volt geologusnak lenni?»

Ilyesforma volt a geologia és biologia közötti első kapcsolat végeredménye. A biologia megformulázta az élesen elkülönített föld-korszakok egy sorozatát. Az egyiktől a másikig azonban nem vezetett semmiféle út. Linné szerint a fajok *egyszer* teremttettek. Cuviernek a megújuló teremtések egy sorára volt szüksége. Két ponton indulhatott meg most a fejlődés. A geologiának szóhoz kellett jutnia, vajjon ilyen pusztító katasztrófák csakugyan kimutathatók-e merőben az ő saját kutatási területéből olyanokul, amilyeneknek Cuvier palaeontologiája kivánta őket. A biologiának ellenben ahhoz a kérdéshez kellett ragaszkodnia, hogy az élők újon teremtett világainak mindegyike miért mutat mégis olyan félreismerhetetlenül közös vonásokat az előtte valóval és az utána következővel. Miért léptek fel például a régi időben az összes gerinczes állatok közül legelőször a legalacsonyabb rendűek, a *halak*, később az amphibiák és reptiliák, csak nagyon későn a madarak és az emlős állatok? Miért jelentek meg ezek közül az emlős állatok közül legelőször a legalsóbbak, az erszényesek és legutoljára a majmok és az ember?

A fejlődés most oly gyorsan haladt, hogy mind a két felelet, bár eleinte habozó formában, összecsik Cuvier virágkorával. Az igazi indokolás azonban mégis csak valamivel később következett. Cuvier 1842-ben meghalt. Két évvel ezelőtt jelenik meg Angolországban *Charles Lyell* könyve a geologia alapelveiről. Egy évvel előbb száll Charles Darwin a *Beagle* hajóra, hogy elinduljon világkörüli útjára, melynek intellektuális eredménye a modern biologia leszármazási elmélete lett. Mindkettővel az utolsó keretünkbe eső nagy határponton állunk a föld alakulásáról való emberi ismeret dolgában.

*

Az ember lehet akármi dicséretre kész bámulója a tizenkilenczedik századnak, mégis csak meg kell vallania, hogy az eszmék magva, amelyeken élősködött és amelyektől — legalább részben — nagygyá és csodálatraméltóvá lett, a tizennyolczadik század utolsó harmadára esik. Az 1700-as évek gondolatainak empirikus indokolása, valódi hússá válása teszi az 1800-as évek lényegét. Az emberi jogok eszméje, mely széjjelhintődött a franczia forradalomhoz vezető fordulón, mely nem fulladt bele a guillotine vérfolyamaiba s Schiller jambusainak pathoszában művészileg megörökítődött: megtestesül az egyéniség fokozódó szabadságharczában a világi és egyházi tekintély ellen az amerikai rabszolgaság megszüntetésére irányuló mozgalomban, a roppant szocziális áramlatban, ezerféle megmozdulásokban és experimentumokban. Mindezekben a

testekben erősen benne él egy szellem: a tizennyolczadik század végének szelleme. A költészet valóságos kört ír le a megöregedett Goethe epigon-kultuszától visszafelé — jó értelemben — a fiatal Goethe megértéséhez, kinek virágkora még a tizennyolczadik századba esik és akinek törekvése mintha föléledni törekednék a legjobb dolgokban, melyekre a mai ébredező költő-nemzedék merészkedik. És a természettudomány, mely látszólag a leginkább függőlegesen tört fel s hasonlíthatatlanul nagy messzeségekre jutott, szintén nem tagadja meg eszmei hatalmában az általános törvényt. Több a merő véletlennél, hogy leginkább világító, a világot legjobban felrázó eszmei művének a tizenkilenczedik század második felében, *Darwin* művének elősejtelmei visszavezetnek a tizennyolczadik század utolsó évtizedébe.

Láttuk, hogy a szigorú természetkutatás éppen akkor inkább idegenkedve, mint kedvetlenül állott szemben az átalakulás, a fejlődés gondolatával az organikus területen. Linné a faj változatlanságára építette kemény rendszerét. És az évek millióira kiterjedő földtörténet sajátszerű látványából, mely néhány évtized alatt meglepő gyorsan kibontakozott, támadt éppen Cuvierrel az az ember, aki azt tanította, hogy ennek a földtörténetnek egyik korszaka sem közvetlen folytatása az előttevalónak, sőt egy megsemmisítő katasztrófával és egy megfejthetetlen «új teremtéssel» van tőle elválasztva. A tagadáshoz, mely a múzeumból minden csodálatraméltó gazdagodása daczára felhangzott, elég sajátságosan, csatlakozott az absztrakt kamrácskában élő merőben

logikai filozofusnak hűvös hangja is: *Immanuel Kant,* aki legszigorúbban intett a lehetségesre, az emberi intellektussal még megfoghatóra, a fejlődés gondolatával való különféle játék után végül mégis csak azt vallotta, hogy egy állati formának a másikból való merőben mechanikai levezetéséről olyasformán, mint ahogy a planéták a nap ellökött gyűrűiből magyarázhatók, egyáltalában nem lehet szó és hogy gondolni sem szabad arra, hogy valaha remélhessük, hogy «egy új Newton támadhasson, aki csak egy fűszálnak természeti törvények szerint való keletkezését is, melyet nem valami szándékosság irányított, megfoghatóvá tehesse.» Az ilyen belátás lehetőségét az embertől egyszerűen meg kell tagadni. Ha azonban még minden ma sarjadó fűszálhoz is valami szándékosságra van a filozófusnak elkerülhetetlen szüksége, akkor könnyen be lehetett érni Cuvier katasztrófa-elméletével, mely az ilyen «elrendező szándékosságból» a földnek minden állítólagos geologiai újjáélesztése végett fáradság nélkül megkonstruálhatta a «termelő isteni újjat». És mégis: ahol a múzeumi szellem és a filozofus hordójának szelleme egyszerre és egymást kölcsönösen negativ módon kiegészítve csütörtököt mondott, ott éppen akkor, a tizennyolczadik század utolsó évtizedében a *költői géniusz* megtalálta az élő természet szabad és harmonikus szemléletéből kiindulva a mégis csak meglévő lehetőség sejtését. Angolországban éppen annak az embernek költőül és kutatóul egyaránt tehetséges nagyapja szállott síkra mellette, aki később a fejlődési elméletet az organikus világra nézve tudományosan megalapította: *Eras-*

*mus Darwin* (1731—1802). Olyan nyugalommal hirdette a «logikailag lehetetlent», mintha valami magától értetődő dologról volna szó. Azt a feladatot tűzte ki maga elé, hogy a klasszikai Lucretius módja szerinti tanköltemények ben fűzi össze kora összes természettudományi tényeit és spekulációit egy egységes világképpé. Ebben nem ütközött meg azon, hogy az egyetemes fejlődési gondolatot kiterjessze az organikus lényekre is és a megváltozott külső életfeltételek befolyásának tulajdonítsa az állatok és növények alakjának meghatározására való hatalmat, ellentétben az istentől teremtett fajnak örök változhatatlanságáról szóló tanítással. Persze, csak egy éleselméjű természet-szemlélőnek magányos hangja volt ez és el is hangzott a pusztában.

Németországban azonban ugyanez az eszme a kor egy aránytalanul hatalmasabb szellemét ragadta meg és nem is eresztette el mindvégig, mint valami vizió, melyben a kételkedő részesült és amelynek emlékétől sohasem tud szabadulni. A *Faust* költője, aki az emberi kebel mennyét és poklát összekényszerítette harmonikus költői szellemének világszabadító mindenhatóságával, — az ő számára sem létezhetett egyetlen hely sem a természetes világ-épületben, melynek egységében hinni már Spinozától megtanult, ahol az okozati kapcsolat durván szét van szaggatva, ahol egy külön «teremtői szándék» vagy teremtői tevékenység nyilvánult, melyről az ég és föld dolgainak többi mechanikai létesülése semmit sem tud és amely mindig nyersen közbevág, hogy a mechanikai események által, özönvizekkel és vulkanikus kitörésekkel járó romboló

katasztrófák által megtisztított földfelületet újra bevonja a czélnak megfelelő élő réteg kárpítjával. A természet, melynek életét Goethe úgy élvezte és leste meg, mint bizonyára senki az ő korában és amely plasztikai gondolkodása előtt mindig mint szorosan összekapcsolt képek láncolata jelent meg, sohasem elvontan, minden körülmények közt *egész* kellett, hogy legyen — ismeretlen gyökerű, láthatatlan jövőbeli koronájú, de minden felismerhető darabjában mindig hézagtalan, mint egy helyes számsor, mely minden részében, akárhol ragadjuk is meg, szükségszerűen logikailag tagoltnak kell, hogy mutatkozzék — az egyre megy, hogy miképp szól aztán a kezdő-feladat és a végeredmény. Amilyen szívós munkás volt, Goethe nem érte be az általánosságban való nézettel, hanem megkísértette azt is, hogy a kutatásban tátongó látszólagos rést merészen kitöltse. Nem éppen szerencsésen járva azon a területen, mely Galilei óta vitathatlanul a természeti törvény, a mechanizmus tulajdonába tartozott, a fizikában, teljesen kétségbevonhatatlan és nagy sikereket aratott ott, ahonnan Kant a mechanikát száműzni akarta: az organikus világ birodalmában. A nagy előadó teljes mesteri erejével írt munkáinak hosszú sorában, melyek az «organikus természetek képződéséről és átalakulásáról» szólnak, az organikus formák átalakulásának és az állati és növényi fajok természetes fejlődésének gondolata a külvilágtól származó merőben mechanikai, a fizika törvényeinek alávetett hatások alatt a legteljesebb világossággal minduntalan visszatér.

Igazi hatásuk a kortársakra, sajnos, Goethe eszméinek sem volt. A költő tekintélye akadályozta a természetkutatóét és maguk a közlemények is, melyekben mégis annyi szellemi munka rejlett, túlságos aforisztikusan hatottak, semhogy a Linné hagyományának és Cuvier diktáturájának uralma alatt levő korabeli szakszerű vélekedés óriási arzenáljával szemben érvényesülhettek volna. Hiszen a harmadiknak, aki az angol Erasmus Darwintól talán, a német Goethétől bizonyosan függetlenül a század fordulóján megragadta a fejlődés eszméjét, a franczia Jean Lamarcknak épp oly kevéssé sikerült nézetét érvényre juttatni, pedig ez a férfiú igazi czéhbeli természetkutató volt. Erasmus Darwin és Goethe szerencsés természetek voltak, akiknek az új gondolat egyéb szerencsével együtt hullott az ölükbe, hogy élveztesse velük a prófétaság örömét is, Lamarck tragikai alak. Mint szigorúan empirikus természetkutató akkor akarta leszedni a gyümölcsöt, mikor még túlságosan korán volt. Mikor az állat- és növényformák birodalmában való fejlődés gondolatát geniálisan megtalálta, a részletekben is meg akarta okolni, igyekezett a fejlődés módszerét megragadni. Ehhez azonban az anyaga még nem volt elég és éppen az ő eljárásához fűződött az alapnélkül való spekuláczió vádja. A zsiraff hosszú nyaka — azt mondotta — azért keletkezett, mert egy eredetileg rövidnyakú állat folytonosan kénytelen volt fejét magas törzsü mimóza-fákra kimereszteni és ez a megszokás az állandó gyakorlat által végül hosszúra nyujtotta a nyakát. Ez felkeltette az ellenfelek nevető kedvét, akik a példa szélsőséges voltához tartották

magukat, anélkül, hogy fel tudtak volna emelkedni odáig, hogy mily termékeny maga az az elv, hogy a használat erősít valamely szervet, a használatlanság elcsökevényesíti és hogy számtalan kényszerű, bár parányi változások sommája generációk folyamán igazán kulcsa lehet a legbizarrabb jelenségeknek az organikus világban. A gúnyhoz társult az agyonhallgatás rég kipróbált, de mindig örökzöld prakszisa. A már több mint hatvan éves Lamarcknak érett főművét, az 1809-ben megjelent «Philosophie zoologique»-t Cuvier és hívei oly alaposan «figyelmen kívül hagyták», hogy a korabeli irodalomnak olyan, csaknem minden nyelven olvasó, személyesen érdekelt és kedvező helyzetben levő olvasója, mint Goethe sem szerzett róla semminemü tudomást. Pedig Lamarck jelentősége egyáltalán nem állott egyoldalúan a spekulációban. Mint reformátor a szisztematika terén az elsők között állott éppen Cuvier mellett és nagy munkái a gerincztelen állatokról (ezeknek a gerinczesekkel való szembeállítása éppen őtőle származik) ott szántotta fel a földet, ahol a legdöntőbb anyagot lehetett találni a «múzeum», az állatfajok merőben empirikus forma-ismerete számára. 1829-ben, tehát kevéssel Goethe kimulása előtt bezárult a geniális férfiú hosszú, de kivált utolsó éveiben nagyon szomorú élete. Már tiz évvel halála előtt megvakult s mint egy második Milton természetrajzi művének utolsó részét kénytelen volt emlékezetből diktálni két leányának, anyagi sanyarúságtól körülvéve. Igazi vándor volt az új kutatási nap napkelte előtti éles levegőben, aki mindenét koczkára tette — mint Häckel mondja róla egy-

helyt — azért a babérkoszoruért, melyet egykor a hálás utókor fog sírjára tenni. *

Ezek a példák, melyekhez Charles Darwin néhány kevésbbé fontos előfutójának nevét is hozzá lehetne még fűzni, nyilvánvalóan mutatják, hogy a fejlődés eszméje benne volt az új század bölcsőjében és forrott már a fejekben. A balszerencse azonban azt akarta, hogy e század első öt évtizedében éppen ott szerzett többféle barátokat, ahol gyönge lábon álló hitele alaposan fenyegetve kellett, hogy legyen.

* Lamarcknak a darwinizmus szempontjából érdekes munkája, «a zoológia filozófiája» új francia kiadásához Charles Martins rövid életrajzi bevezetést írt, mely a tudós tragikai végét néhány egyszerű, de mélyen megrázó szóval írja le: «Négyszer nősült és hét gyermek atyja volt; csekély örökségét és előbbi megtakarított pénzét is elvesztette néhány a spekulácció által a közönségre dicsőitésekkel rátukmált pénzintézetnél. Csak szerény tanári fizetése védte meg a nyomortól. A tudományok barátai, kiket zoologusi és botanikusi hírneve hozzávonzott, csodálkozva látták tehetetlen helyzetét; úgy tünt fel nekik, hogy egy felvilágosodott kormányzatnak kissé gondosabban kellene törődnie egy aggastyán helyzetével, aki hazáját híressé tette. Lamarck 1829 december 18-án halt meg nyolczvannyolcz éves korában, két leánya mindennemű segélyforrás nélkül maradt. Magam is láttam 1832-ben Cornelie de Lamarck kisasszonyt, a mint csekély díjazásért fehér papirlapokra raggatta ama muzeum herbáriumának növényeit, melynek az ő apja tanára volt. Bizonyára gyakran mentek keresztül a kezén olyan növényfajok, melyeknek apja adott nevet és melyeket apja írt le és ez az emlékezés bizonyára csak fokozta gyászának keserűségét. Ha miniszter vagy tábornok leányai lettek volna, a két testvér bizonyára kegydíjat kapott volna az államtól, de hát apjuk csak egy nagy, hazájának a jelenben és a jövőben dicsőségére váló természetkutató volt, róluk tehát meg kellett feledkezni. Meg is feledkeztek.»

Többé-kevésbbé furcsa filozófus-fejek, bátrabbak, mint az öreg Kant, de egyúttal nálánál logika dolgában sokkal gyöngébbek is, labdát játszottak vele. *Lorenz Oken* (Lamarck öreg korával egyidejűen) egész seregét eszelte ki a fantasztikus, részben sejtelmekben gazdag, mindenesetre azonban formálisan hajmeresztő és elriasztó hipothesiseknek az organizmusok természetes kialakulásáról. Az álmodozásnak és tudásnak az az összeelegyítése, mely a németek egész filozofiai irányához Hegel korában hozzá volt tapadva, a nagyon átlátszó kísérletek, hogy barbár stílussal és lehetőleg elvont titkos nyelvvel leplezzék el a megismerés hézagait, éppen abban az órában, mikor mindenekelőtt világosságra volt szükség a még ismeretlen területének terjedelmét illetőleg, annál jobban elriasztották a megfontolt, az igazi igazság kutatásért szívvel-lélekkel lelkesedő elméket a természetkutatók között a veszedelmes ügytől. Már magában a *fejlődés gondolatával* való játék is veszedelmesnek és tudománytalannak tünt fel az igazi biologusok előtt, habár nem is voltak sokan (mint Buch, a geologus, Scheider és Unger, a botanikusok s mások), akik néha-napján ne játszottak volna vele kissé és a saját dogmájuk ellenére ne bogoztatták volna a csomót.

A dolgok állására nézve rendkívül tanulságos nyomon kísérni azokat a nézeteket, melyeket 1845-ben nem kisebb ember, mint Humboldt Sándor «Kosmos»-ának első kötetében kifejtett. Humboldt akkor joggal számított az egész természet-ismeret legtökéletesebb, ítéletre leginkább képes képviselőjének. Mint ő maga mondotta, az

1769-iki üstökös-év szülöttje volt. Ha korát összehasonlító számokkal akarjuk mérni, akkor kiderül, hogy születésének dátuma szerint, nem egészen húsz évvel volt fiatalabb, mint Werner és pontosan egyidősek voltak vele Smith és Cuvier. 1793-ban egy botanikai értekezésben és 1795-ben egy novellisztikus vázlatban, amely még Schiller «Horák» című folyóiratában jelent meg, nyilatkozott Humboldt először biologiai folyamatokról. Később az exakt természetkutatás csaknem teljes területén úgy dolgozott, mint századában rajta kivül senki más. Az összes iskolákkal szemben, akár asztronómiai, akár fizikai, geologiai vagy biologiai iskolák voltak, állást foglalt. Az utolsó hatvan év jelentékenyebb elméinek többségével személyes érintkezésben volt. Két legnagyobb mértékben sajátszerű utazáson (Amerikában és Közép-Ázsiában) behatolt két kontinens szívébe és biztosította ítéletének egyéni függetlenségét, amely kora nemcsak legtudósabb, hanem egyúttal legszabadabb, mindenekfölött pedig mindennemű vallási befolyástól mentes gondolkodóinak egyikévé tette. És ez a férfiú 1845-ben annak a felelősségnek teljes tudatában, amelylyel vállalkozása jár, nekifogott a munkának, hogy a fizikai világleírás egy óriási tervrajzú kísérletének első kötetében tömör, de szemléletes természetképet rajzoljon, amely magába foglalja a látható világot, a világegyetem legtávolabbi ködfoltjától egész a gránitsziklán lévő parányi kis földi zúzmóig. Kénytelen lévén azonban az organikus területét is belesorolni a «Kosmos»-ba, a következő jellemző szavakkal szab önmagának határt: az objektiv érzéki szemlélet empirikus területébe, a lettnek, bolygónk jelenlegi

helyzetének ábrázolásába nem tartoznak bele az alakulás rejtelmes és megoldatlan problémái. A világleírás józanul a realitáshoz van lánczolva s nem félénkségből, hanem tartalmának és körülhatároltságának természete szerint távolmarad az organizmusok történetének sötét kezdeteitől, ha a történet szót itt leghasználatosabb értelmében vesszük. Ehhez aztán elég ügyesen hozzáteszi: a világleírásnak azonban szabad arra is figyelmeztetni, hogy az organikus földkéregben ugyanazok az alapanyagok vannak meg, melyek az állatok és növények szerkezetét teszik. Megtanít arra, hogy ebben úgy, mint amabban, ugyanazok az erők működnek, amelyek az anyagokat összekötik és elválasztják, amelyek alakot adnak és folyékonnyá lesznek az organikus szövetekben: de olyan föltételeknek alávetve, melyek egyelőre kiderítetlenül, az életerők hatásainak nagyon bizonytalan elnevezése alatt több-kevesebb szerencsével, megsejtett analogiák szerint szisztematikusan csoportosíttatnak. Egy más helyen pedig, egy még teljesen a Cuvier-féle katasztrófa elmélettől áthatott passzushoz, az előbbi korszakok messzire kiterjedő földi forradalmairól, melyek régi organizmusok elpusztulását, újaknak föllépését jelzik, ezt a nem kevésbbé finom czélzást fűzi: a fejlődésről való tudásunk korlátoltságában, abban a képletes nyelvben, melynek ezt a korlátoltságot el kellene rejtenie, új teremtéseknek nevezzük az organizmusokban végbemenő váltakozás történeti jelenségeit. Ez azonban aztán minden. Humboldt érzi, hogy sem az életerő, sem a teremtés nem nyujt valami megfoghatót. Távol van azonban Kantnak filozofiai

kotnyelességétől is, aki itt örökre be akarja zárni az ajtót az emberi szellem előtt. De a sejtésnek minden fajtája még túlságos merésznek tünt fel előtte: rövidesen konstatálja a tökéletes miszteriumot és érdekesebb dolgok felé fordul.

Hiába, az egész áramlat abba az irányba hajtott, bármily erősen akarták, akár óvatosságból, akár előítéletből a sebesen rohanó csónakban szemüket bekötni. Ha még oly szilárdan alapították is az állatok vagy növények rendszerét a fajok állandóságára és az örökös új teremtésre: az ide és oda hajlásoknak, a csoportról-csoportra való vonatkozásoknak és kapcsolatoknak minden új lelettel, a régiekbe való minden mélyebb anatomiai behatolással nem akart vége szakadni. A palaeontologia mind több és több furcsánál-furcsább keverék-tipust mutatott föl: a Jura korszak röpülő gyíkjaiban, (Pterodactylus és Rhanphorhynchus) a madárból és reptiliából való látszólagos torzkép, a tengeri sauriusokban (Ichthyosaurus és Plesiosaurus) egy másik torzkép a reptiliából és halból. Ma, mikor a leszármazási elmélet meglehetős szemléletes hypothesisekig jutott el e gerinczes állatok valóságos családfájára vonatkozólag, e groteszk formák némelyikének jóval kevesebb fontosságot tulajdonítunk és például egyáltalában nem hisszük, hogy a pterodaktylus a madaraknak igazi reptilia őse.

Mennél nyersebb, mennél kevésbbé kész volt az alapvető nézet, annál nagyobb volt éppen az ilyen analogiák súlya. Bizonyos oldalról profétikus tipusoknak nevezték őket a legrégibb metafizika lomtárából való szóval. A Jura-kor pterodaktylusa eszerint mintha prófétája lett volna a későbbi madár-tipusnak.

Az inkább megálmodott átmeneti formák mellé azonban valóságosak és részben még ma is élők léptek, a szigorúan elrendező szisztematikusok keserűségére és haragjára. Csaknem pontosan a század születési dátumával egyidejűleg terjedt el lassankint a híre az összes emlős állatok legsajátságosabbikának, az ujhollandi csőrös állatnak (Ornithorhynchus paradoxus). Egy négylábú vakondok-bundával födött állatról volt itt szó, melynek száraz, kemény csőre van, mint valami úszó madárnak, amely kulcs-csontjának szerkezete szerint, vese, bél és nemi váladékainak kivezető csatornája szerint a reptiliákkal (teknősbékákkal) egyezik meg és amely végül daczára Meckel által 1824-ben hosszú vita után kimutatott tejmirigyeinek, melyek révén mégis csak besorolható volt az emlős-állat fogalmába, nagy tojásokat tojik. Ha ez sem átmeneti forma, akkor mire kellene még várni?

Egészen sajátságos dolgokat vitt bele végül a vélemények harczába egy még fiatal tudomány, amelylyel ez alkalommal szintén foglalkozni kell egy pillanatra: a lassankint nyomatékos tényezővé fejlődő *embryologia*. Ez a szó az *embryon* (csira) és a *logos* (tanítás) görög szavakból van képezve, tehát az organizmusok csirájukban levő állapotával foglalkozó tudomány, pl. a tojásban levő csirkével, vagy az anyaméhben levő emberrel. Tulajdonképpen csak az anatomiának egy ága, de még fáradtságosabban és nehezebben kellett magát keresztülküzdenie, mint ennek, körül volt véve előítéletekkel és nem kevésbbé akadályozva kétségbeejtő megfigyelési nehézségekkel. A külső akadályok egész vonalát áttekinthetjük, ha elkép-

zeljük egyfelől az ú. n. művelt körökben még ma is általánosan uralkodó tudatlanságot az emberi csira történetének minket mégis csak legközelebbről érintő tények dolgában, olyan tudatlanság ez, amely mindenekelőtt a teljesen jogosulatlan szemérmeteskedő irtózatra vezethető viszsza, amely az ilyen dolgok megbeszélését az erkölcsökbe ütközőnek tartja. Mialatt minden iskolásgyermeknek hozzáférhető hirlapjainknak módjukban áll jóformán állandóan erkölcsileg igazán nem nagyon tanulságos eseményekkel szórakoztatni minket, az emberek azt hiszik, hogy csaknem babonás irtózással kell védekezniök ama dolgok elfogulatlan tárgyalása ellen. Pedig ebben nemcsak azokról a tényekről van szó, amelyeknek helyes és elfogulatlan méltatásán épül föl az alapja minden igazi természetszerű erkölcsnek, hanem olyan igazságoknak tömegéről is, melyek kikutatásuknak áldozatokban gazdag történetével épp úgy, mint a világot átfoglaló eszmekapcsolatokban való gazdagságuknál fogva, a legnagyszerűbb erkölcsi ösztönző szerek közé sorozandók. Másfelől arra kell emlékeznünk, mekkora sorompók állottak régebben a kényes kérdések kikutatásakor magának a természetkutatónak útjába is. A legönkényesebb és a maga nemében mindenesetre legkövetkezetesebb pápa VIII. Bonifácius 1300 körül még a nagy egyházi átokkal sújtotta az emberi holttestnek anatomiai tanulmányok czéljára való felnyitását és ilyen kezdetekből kellett az embryologiának is felküzdenie magát, annak a tudománynak, amely az anatomiailag szétdarabolt testen belül egy újonnan fejlődő test fejlődési fázisaihoz akart előreha-

tolni, amelyek csak a legritkább véletlenek folytán találhatók meg, olykor-olykor és még akkor is (legalább a tudományos eszközök régebbi stádiumában) kicsiségük miatt, a legnehezebb anatomiai tárgyak közé tartoznak. Az emberi és állati embryókról való első ismert rajzok Galilei idejéből származnak. A mikroszkóp, mint előbb említettük, segítségére volt a tudósnak a tyúktojásban és az átlátszó békatojásban lefolyó fejlődési folyamatok tanulmányozásában. A haladás azonban roppant lassú volt. Ahelyett tehát, hogy folytatták volna a megfigyelést, a későbbi időben inkább a legáltalánosabb természetű fejtegetésekre adták magukat. Az egész tizennyolczadik század egy ilyen értéktelen spekuláczió hatása alatt áll, amelynek homlokán a bélyeg, hogy egy misztikus filozofus-elméből fakadt, a középkori scholastika módszere szerint, amely nem kutatott, hanem bezárkózott sötét kamrájába és ott gondolkodott, vagyis jobban mondva játszott a gondolatokkal. Az organikus lények fejlődése (az emberé is) eszerint tulajdonképpen csak «szétgöngyölődés». A tyúktojásban kezdettől fogva egy teljes csirke van a lehető legszorosabbra összezsugorodva, mely amikor nő, csak kiegyenesedik és megnagyobbodik. A «magállatkát», amely a valóság szerint egyetlen szerv nélküli állati sejt, amelynek a tojás-sejttel való összeolvadása után keletkezik sejtoszlás útján az új lény, úgy tekintették, mint parányi emberkét, Homunculust és az első emberben, a teremtett Ádámban a dolgok kezdetétől fogva megteremtettek, a nemzett emberek minden következő milliói, mint az ilyen parányi egymásba skatulyázott

Homunculusok milliói. Egy másik iskola megfordítva, az asszonyi petét fogta fel úgy, mint valami kimeríthetetlen skatulyát, a mindig kisebbedő betétek megszámlálhatatlan mennyiségével: a mag mindig csak az indítást adta egy új kigöngyölődésre. Az efféle tanítások magukban véve bizonyára inkább akadályaivá válhattak volna a fejlődési gondolatnak, mint előmozdítóivá, ha bizonyítani lehetett volna őket. Csakhogy úgy eltüntek, mint valami kísértet, abban a pillanatban, mikor az embryologia megint rászánta magát a már Svammerdam és Malpighi által kezdeményezett megfigyelésre.

Már 1759-ben egy magányos hang szólalt meg a pusztában, ennek a beskatulyázási theoriának az esztelensége ellen. A berlini Wolff Gáspár Frigyes volt e felszólaló. Mártirja lett igazságainak, eretneknek nyilvánították és kiűzték hazájából s úgy tünt föl, mintha hiába végezte volna élete művét. A kevesek között, akik méltatni tudták, itt is ismét az egyedüli Goethe volt, aki még később is örömmel hirdette, hogy mennyit tanult több mint 25 év óta tőle és rajta, akit az uralkodó iskola, amelylyel nem tudott összeférni, már korán kiszorított hazájából. Wolff szemében kétségtelen volt, hogy a kotlott meleg tyúktojásban tényleg rendkívül sajátszerű alakulás megy végbe, nem kigöngyölődés, hanem fejlődés, melyben komplikált szervek kristályosodnak ki igen rövid idő alatt nagyon egyszerü törvények alapján.

Ötven évvel Wolff első publikácziója után az ügy megint folyamatba jött, ezúttal egészen az ő értelmében. A tizenkilenczedik század 20-as és

30-as éveiben végül sikerült az újabb idők legnagyobb gondolkodói és megfigyelői egyikének, *Karl Ernst von Baer*-nek egy összefoglaló munkában az egész embryologiát biztos alapra fektetni, úgy hogy ettől fogva eredményei alapvonalaiban egyáltalán nem voltak többé megtámadhatók. Ez eredmények között volt több olyan is, amely az organizmusok történeti fejlődésének egy általános teoriájára is nagy fontossággal kellett, hogy legyen. Ha már a fejlett anatomia és palaeontologia is figyelmeztetett az organizmusok mindenféle kapcsolataira és átmeneteire, akkor alig volt több oly sajátságosan kényszerítő erejű tény az összes élő lények homályos, de valamiképpen mégis csak meglévő kapcsolatának fölvételére, mint az embryonális fejlődésben, még a nagyon különböző fajok között is, a tojásban, vagy az anyaméhben mutatkozó hasonlóságok, melyeket az embryologia kimerített. Ha három oly alapjában véve különböző lénynek, mint az emlős állat (pl. ember vagy kutya), madár (pl. tyúk) és reptilia (pl. teknősbéka) embryonális kifejlődését kissé visszafelé megfigyeljük, akkor azzal a szószoros értelmében csattanós igazsággal kerülünk szembe, hogy egy bizonyos fokozaton az anyaméhben levő ember vagy kutya, a tojásban levő tyúkkal és teknősbékával az összetévesztésig menő hasonlóságot mutat fel. Ezen a fokozaton az ember nem hasonlít az emberhez, a madár nem hasonlít a madárhoz, a teknősbéka nem hasonlít a teknősbékához. Mind a három embryo azonban a legnagyobb mértékben hasonlít egymáshoz. «Van két embryóm borszeszben eltéve — beszéli Baer — melyeknek neveit el-

felejtettem az üvegre ráírni és most már teljesen képtelen vagyok megmondani, hogy melyik osztályhoz tartoznak. Lehetnek gyíkok, vagy kicsiny madarak, de lehetnek igen fiatal emlős állatok is, oly tökéletes a hasonlóság fejük és törzsük képződésének módjában. A végtagok még hiányzanak náluk. De még ha megvolnának is, fejlődésük első fokán nem bizonyítanának semmit, mert a gyikok és emlős állatok lábai, a madarak szárnyai és lábai, épp úgy, mint az ember kezei és lábai, valamennyien ugyanabból az alapformából származnak.» Ha most már még tovább haladtak, akkor az analogia kiterjedt egyáltalán az összes állatokra s a régi tétel: «minden élő a tojásból származik» ezt a fogalmazást kapta: minden élő ugyanabból az ősformából származik. Mert az összes organizmusok tulajdonképpeni «tojásai» (az állatokéi épp úgy mint a növényekéi), valamennyien ugyanezt ábrázolják: egy darabka eleven anyag szervek nélkül, mely csak az összes élő lények legalantasabbikához hasonlítható. A végső következtetés elég közel fekvő volt: ha minden magasabb rendű lénynek egyéni fejlődését a legalacsonyabb fokozaton kell kezdenie s azután kell más fokozatokon áthaladnia, amelyeken már a csalódásig hasonlít kissé magasabban álló lényekhez és csak ekkor lesz végre azzá, amit a rendszerben jelent, csak ekkor lesz «fajjá», — vajjon ez az individuális folyamat nem jelképe-e egy nagy történeti folyamatnak, vajjon nem fejlődtek-e épp úgy az összes fajok is az ú. n. alacsonyabb rendüekből, az ú. n. magasabb rendüekbe emelkedve, a földtörténet folyamán, egymástól külön, vagy részben közös gyökerekből,

egymással párhuzamosan és vajjon végeredményben nem a legegyszerübb őslénytől származnak-e, melynek formáját ma is minden «tojás» ismétli? Homályosan és zavarosan derengett csakugyan egyikben is, másikban is (sajnos, nem éppen a leghivatottakban) ez az eszme és mindenesetre itt is meg volt adva egy alapgondolat, amely sok más gondolattal együtt, lassan kiáshatta magát a napfényre. Ez a gondolat már azért is különösen értékes volt, mert azonnal beleragadta az embert is a nagy fejlődési vonalba, attól fogva, hogy ezt egyáltalán lehetségesnek elfogadták. Ha a madár egy bizonyos ponton a közös eredetben össze lehet kapcsolva a teknősbékával, akkor ugyanabban a hálóban benne volt az ember is. Hiszen ő is a megtermékenyített petéből ered, két sejt összeolvadásából, ő is hasonlít embryo korában a teknősbéka és tyúk embryójához, semmi sem jobb vagy rosszabb, semmi sem istenibb vagy állatibb benne, egyszerűen csak egy szeme a láncznak, attól a pillanattól fogva, amint ennek a láncznak meglétét az organizmusok terén bárhol fölfedezték és lehetségesnek elfogadták.

Mennél inkább közeledett a század kritikus fordulópontjához az ötvenes éveken túl, annál gazdagabb és tágasabb lett az arzenál a természetes fejlődés javára, habár nem akarta is senki ezt nyilvánvalóan megvallani. Schleiden (1838) és Schwann (1839) azonnal meggyőző módon megalapították az ú. n. sejtelméletet. Az állati és növényi test megszámlálhatatlan komplikált szövetéről, akár magasabb rendű, akár alsóbbrendű fajhoz tartozik ez a test, bebizonyult, hogy egyforma anyagú testecskékből van összetéve, me-

lyeket nem éppen a legszerencsésebb kifejezéssel sejteknek neveztek el. A növény zöld levele épp úgy ilyen sejtek mesteri építménye, mint az ember izomhúsa vagy agyveleje, sőt még a csontjai is. A tökéletesedett mikroszkóp mindenfelé ebbe az alapkőbe ütközött. És ezzel megint rájöttek valami közösre, egy összekötő kapocsra, amely túlment a rendszer minden forma-különbségén és összekötött fajt fajjal, sőt osztályt osztálylyal, országot országgal. Sőt még az organikus és anorganikus világ merev határai is, legalább bizonyos területekre nézve meglazultak: a fiziologia, az életjelenségek tudománya egyre jobban kényszerült fizikai és kémiai törvényeket is a maga területébe belevonni. Ha azonban ilyen törvények az organizmusok fennálló világán belül hatékonyaknak bizonyultak olyan helyeken, amelyeken eddig misztikus «életerőket» kerestek, ha elegendőknek látszottak még a legmagasabbrendű állatok idegrendszere legbonyolultabb problémáinak megfejtésére is (amit egyelőre több bátorsággal, mint pozitiv bizonyító erővel kezdtek vitatni), akkor kézügyben volt innen kiindulólag is a gyanítás, vajjon a növényi és állati fajok keletkezése az egyes Cuvier-féle földperiodusok kezdetén nem merőben kémiai-fizikai probléma-e, amelyben az emberi szellem Kant daczára is valamikor behatolhat. Éppen a század kezdete és a Darwin előtti év (1858) közé esik ezen a fiziológiai téren *Johannes Müller* hasonlíthatatlanul áldásos életműve, melynek ténybeli felfedező eredménye épp úgy, mint kombinatorius szellemének nagy vonala egészen arra volt teremtve, hogy a ta-

lajt egyengesse és érett tanítvány-sereget neveljen az *új vetés* eljövendő napjának, amikor végre föllobban a biologia számára a megvilágosító villám, amelybe alapjában véve minden reménység vetve volt, ha egyelőre mindenki hallgatott is róla.

Még egy nehéz súly esett, mialatt mindez mozgolódott és forrongott, a mérlegbe, először észrevétlenül, lassankint azonban biztos súlylyal válva érezhetővé a legelfogulatlanabbak számára is. Egészen függetlenül az égető fiziologiai kérdésektől Cuvier katasztrófa-elmélete tisztán geologiai oldalról olyan döfést kapott, amelytől nem tudott többé magához térni. *Charles Lyell* 1830-ban Angolországban egy a Cuvier-féle eszmemenetnek gyökeresen ellentmondó nagy munkával lépett fel. («Principles of Geology» a címe, mely emlékeztet Newton «Principia mathematica»-jára.) Cuvier alaptétele a föld történetéről ebben volt összefoglalható: mennél messzebbre megyünk visszafelé a föld történetében, annál nyilvánvalóbbakká lesznek a legszörnyübb, periodikusan visszatérő revolucziók nyomai. Egy lökésre hegyek tolulnak magasba, kontinensek tűnnek el, az élők világa elpusztul és megújul. Lyell ezzel szemben egészen más tételt állított fel: mennél messzebb megyünk visszafelé, mennél inkább rálépünk a roppant időközök terére, melyek évek milliói szerint számítanak, annál nyilvánvalóbban és meglepőbben nyilvánul a legkisebb egyes hatások egészen lassankint végbemenő summázódásának óriási eredménye. Minden, ami erőszakos tény szinében tűnik fel, a valóság szerint nem egyéb, mint mindig ugyanazon kicsiny, ma is

szemünk láttára továbbható okok évmilliók folytán való állandó megújulásának eredménye. Ha Cuvier azt mondja: egy földrészt hatalmas katasztrófával elnyelt a tenger, a katasztrófa okát nem tudjuk, akkor erre Lyell ezt feleli: nem is volt szükség semmiféle katasztrófára, hogy az a földrész eltünjék, hanem csak bizonyos időre; ma is szemünk láttára szüntelenül parányi részecskéket harapdál le a tenger a part kőzetéről; ha ez a tevékenység millió évig akadálytalanul folytatódik, akkor az egész földrész eltünik és mint sedimentum-réteg fekszik a tengerfeneken. A közmondás azt tartja: szüntelen esőcsepp kivájja a követ, ha a szüntelen szót kiterjesztjük néhány évezred fogalmává, az esőcsepp olyan mély szakadékot váj ki a kőből, mint a Colorado-folyam nagy Cañonja Észak-Amerikában, amely 2000 méter mélységig vágódik bele a körülfekvő plateauba. Lyellnek nem volt semmi másra szüksége, mint a föld tevékenységének ma is közismert nyilvánulásaira (lassankénti sülyedés és emelkedés, mely sommájában a legmagasabb alpesi hegycsúcsok felnövekedésére vezetett, az atmoszféra hatásai, hőmérsék-ingadozások, a parti hullámok eroziója stb.) és igen hosszú időkre, hogy a földi periodusok egész váltakozását mint tökéletesen törvényszerű, nagyon nyugodt folyamatot állítsa elő, mely legalább is nem tett szükségessé egyetlen nagy katasztrófát. Az utóbbi ponton valamiben túlzásba esett. Nagyon szerencsés gondolata, hogy a föld multjának képét egészen a föld változásainak ma is ható tényezőiből építse fel, nem zárja ki kicsiny *lokális* katasztrófák lehetőségét; ilyenek pl. vul-

kanikus jelenségek kíséretében történelmi időkben is ismételten előfordultak, tehát régibb időben is szerepet játszhattak mint alkalmi tényezők. Egészben véve azonban Lyell eszmemenete oly átlátszó és szép volt, hogy állandó ellenállás a Cuvier iskolája részéről, bármily hevesen és egyúttal gúnyosan és diadalmasan kezdték meg eleinte, lehetetlen volt. A föld történetébe visszatért a béke és a korszakok merev rétegszerinti elhatárolása Cuvier szerinti élességében épp oly mesterkélt rendszernek bizonyult, mint a porzó szerinti regiszter a nagy Linné rendszerében.

Abban a pillanatban, amikor Lyell tanítása érvényre jutott, a palaeontologiára egy eredménye kellett, hogy legyen: az erőszakos katasztrófákkal együtt elesett a növény és állatformák minden korszakban való elpusztulása mint erőszakos tény. És ismét mintegy tálczán hozták szíves használat czéljából a gondolatot — ha kimondatlanul is — hogy az organizmusok birodalmában is az átalakító egyes hatások sommázódása mutatható ki, mint a sziklánál és tengerhullámzásnál, a talaj emelkedésénél és sülyedésénél és ez az egyenkénti átváltozás a nemzedékek millióinak során olyan változást hozott létre, hogy a «fajok» teljesen megújultak, sőt részben új fajok, rendek és osztályok képződtek. A biologiai kérdés csak az volt: voltak-e egyáltalán az állati és növényi életben ilyen átalakító egyes hatások? Vajjon harapdált-e valami hullám a fajon is és letöredezett róla parányi darabkákat, mint az Oczeán hulláma a parti kőzetről? Ha ebben az irányban a legkevesebbet is bizonyítani lehetett, akkor úgyszólván önmagától adó-

dott a Lyell értelmében való általánosítás. Látnivaló: a *kérdés módszerének* kellett alapjában reformáltatni. Parányi figyelmeztetések, hosszantartó, de szívós statisztikából nyert részletek most meggörgethették a követ; részben olyan dolgok, melyeknek feljegyzésére eddigelé oly kevéssé gondoltak, mint Cuvier iskolája a kontinensek határainak lassankénti eroziójára a hullámzó tengervíz által. De voltak-e egyáltalán olyan részletek? A «szigorú tudomány» egyelőre tagadja őket, ez volt az általános vélemény. Olyan statisztikát, amilyenről szó volt, nem csinált senki. Ahol eddig a «fajok átalakulására» gondoltak, ebbe mindig beleelegyedett az ilyen változások hamarosan látható voltára való gondolat. Mit kell tenni, honnan venni az anyagot, ha e dolgok tanulmányozása kellett, hogy következzék Lyell kísérletére: a letöredezett szikla-atomok megszámlálása útján kellett megfejteni az «organikus» kontinensek eltünését?

Több mint huszonöt éven át a tudomány leghivatottabb képviselői Lyell daczára ölükbe tették a kezüket. A dolog nagyon is nehéznek tetszett. Lyell maga sem nyilatkozott a dologban, a későbbi időben persze azért, mert tudta, hogy jobb, minden tekintetben kompetensebb erő látott a munkához.

Valóban: egy a sokak közül mégis csak szüntelenül ment tovább e negyedszázad folyamán az adott nyomon. Csak a történeti igazságosság dolga, hogy annyi előfutár daczára, hogy annyi mások által nyert ösztönzés daczára az egész dicsőség, amely a «fejlődéstan» szóval egyáltalán kapcsolatba hozható, ennek az egynek a feje köré

fonódik, mikor hosszú, fáradságos munkájának leszűrődött eredményével a nyilvánosság elé lépett. A magányos úttörő *Charles Darwin* volt, Lyell honfitársa és barátja.

Darwin döntő fontosságú műve: «*A fajok keletkezése a természetes kiválasztás útján vagy a legkedvezőbb helyzetben lévő fajok megmaradása a létért való küzdelemben*» 1859 novemberében jelent meg, hat hónappal Humboldt Sándor halála után, kinek elhunyta ez év májusában «Kozmosz»-ának óriási munkáját éppen ott szakította félbe, ahol a geologiai-biologiai záró fejezetnek kezdődni kellett volna. E véletlen találkozás szimbolikájában van valami megragadó.

Darwin, kivel ily hosszú bevezetés után most magával kell foglalkoznunk, szellemileg megint egészen azon szerencsés természetek közé tartozik, melyeket bizonyos értelemben realistáknak lehet nevezni, a realista szót abban az értelemben véve, hogy olyan fej, mely be tudja érni a szeme előtt levő valósággal, nem mintha ez lenyügözné és tétlenné tenné, hanem éppen ellenkezőleg, mivel megbarátkozott vele és saját nyelvén tud vele társalkodni és jobb feleletet tud tőle kapni, mint amilyet a filozofus tudna adni neki. Már származásánál fogva nem a múzeum, ahol a rendszer, nem is az előadó terem, ahol egy iskola tekintélye uralkodik, volt az eleme, hanem a természet. Már fiatalkorában gyűjtő és vadász volt, anélkül, hogy nagyon törekedett volna a hivatalos szakember babérjaira. Aztán a sors egy komoly szeszélye egy nagy, évekre számított földkörüli expediczió természetkutatójává tette, me-

lyet a «Beagle» hajónak kellett Fitz Roy kapitány alatt megtennie. Kemény próbája volt ez a munkaképességének. Ő maga is nagyon felelősségteljesnek fogta fel feladatát. Nagy tömeg rendkívül fontos probléma elé állította a földi természetrajz mind a három birodalmából, amelyeken a legnehezebb viszonyok között kellett bebizonyítania, hogy meg tudja-e csinálni azt, ami minden esetre több, de nehezebb is, mint a könyv nélkül tanulás: t. i. a megfigyelést. Mikor az utazás megkezdődött, Darwin huszonkét éves volt (1831), tehát most volt csak igazi deákéveiben. Az erkölcsi energia azonban, amelylyel feladatára ráadta magát, azonnal férfiúnak tünteti fel és a dolgok kényszere megaczélozta jellemét, mely aztán soha többé nem tagadta meg magát egy hosszú, éppen utolsó harmadában nagyon viharos élet folyamán. Öt évig tart a világkörüli út. Olyan pontokat érint (Patagoniát, a Tűzföldet, Chilet, a Galapagos-szigetcsoportot), ahol minden lépés a kézzelfogható dolgok terén is felfedező út számba megy. Az eredmény valósággal lenyügöző. A gyűjtő, a tulajdonképpeni «felfedező» új területen óriási tömeg anyagot halmozott fel. Ami azonban még sokkal meglepőbben hat, az a magasabbfokú megfigyelések tömege: a legtermékenyebb eszmék egyelőre a geologiai viszonyok keletkezési módjáról. A leghiresebb eredmény, mely Darwin nevét csakhamar bejuttatta minden tankönyvbe, a korallszirtekről való teoria. Ez nem sokkal az utazás befejezése után jelent meg és a jelenkori és mult idők egyik legtitokzatosabb jelenségét a leggeniálisabb módszerrel próbálta megoldani. A biztos kézzel meg-

rajzolt tájképek barátait a kutató nem kevésbbé ragadta el utinaplója közzétételével (1845), melyet kompetens megítélők azonnal besoroltak a Forster és Humboldt óta oly gazdag utazási irodalom első és legünnepeltebb termékei közé. Csaknem tizenöt év mult el ezután. Darwin neve már ekkor a tudomány közkincse volt. E tizenöt év alatt azonban kevés újat hallottak róla. Az utazás megerőltetései által erősen megrendült egészsége miatt menekülnie kellett London zajából, egy órai vasutazásnyira lakott a szörnyeteg nagyváros fekete füstoszlopaitól, kedves zöld falusi lakban, boldog és anyagilag áldott házasság által gazdasági életküzdelemtől felmentve és egészen tanulmányainak élve. Mit tanulmányozott? A beavatottak kicsiny köre, melybe Lyell is beletartozott, kitartóan és türelmesen hallgatott róla, mint maga a mester is. Tekintélyek jöttek-mentek ebben az időben. Németországban a bibliahívők harczoltak a jámbor göttingai fiziologus Rudolf Wagner alatt Karl Vogttal, a fiatal materialistával a mózesi teremtési legenda bizonyító erejéről. Cuvier régi személyes iskolája kezdett lassankint kihalni. A szabad természetkutatás legnagyobb korifeusai egyik a másik után elköltöztek: Johannes Müller, Leopold von Buch, végül maga a halhatatlannak látszó Humboldt is. Uj nemzedék tolult ki az előadási termekből, mely Darwinra már, mint az öregek egyikére nézett vissza. Lyell tanítása azonban az egész vonalon gyökeret vert és kezdte a geologiát alapjaiban felforgatni.

Ekkor valami sajátságos dolog történt. Egy fiatal, merész elme, aki a Darwin-i útleírások

klasszikai képein nevelkedett és maga is messze trópusi vidékek felkeresésére lelkesült, Alfred Russel Wallace Borneóból, ahol hosszú és eredményekben gazdag zoologiai kirándulásán a maláji szigettengeren, az oráng-utáng és a paradicsom-madár hazáján át, éppen állomást tartott, egy kéziratot küld Lyellnek azzal a kéréssel, hogy terjessze egy londoni tudományos egyesület elé nyilvánosságra hozatal czéljából. Ez a kézirat egy hypothesist tartalmaz az új állat és növényfajok természetes keletkezéséről a legalkalmasabb varietásoknak a létért való küzdelemben végbemenő teljesen mechanikai kiválasztódása útján. Minden faj folyton elváltozik kissé, egyenlő létfeltételek mellett azonban egészben véve állandók maradnak. Amint azonban ezek a feltételek megváltoznak, akkor Wallace véleménye szerint csak a megfelelő varietás marad meg; csak ez szaporodik tovább és konzekvens következésképpen mindig megújuló kiválasztás utján «új fajjá» alakul át. Mikor aztán véletlenül így Lyell kapta először kezébe ezeket a fejtegetéseket, megvallotta magának, hogy itt szerfölött sajátságos végzet készül végbemenni. Lyell ugyanis tudta, hogy *Darwin több mint husz év óta hordja magában ugyanazt a gondolatot és messzemenő, közzétételre régen kész tanulmányok tárgyává tette.* Minden habozás, minden aggodalmaskodó szerénység, mely csak egészen leszűrődött művel akart a szaktársak elé lépni, el kellett, hogy háruljon e fordulat folytán. Lyell rávette barátját, hogy terjessze tanításának első tervezetét a távollevő Wallacetól beküldöttel egyidejűleg a londoni társaság elé. Kevéssel utóbb megje-

lent nyomtatásban a fajok keletkezéséről szóló könyv, melynek összehasonlíthatatlanul gazdagabb anyaga előtt maga Wallace is szerényen lemondott a prioritásra való minden igényéről.

Csodálkozva tudta meg a világ, milyen kemény dió előtt «hallgatott» Darwin oly sokáig. Az általános csüggedtség közepett neki megvolt az a bátorsága, hogy a korabeli biologia titkos problemájába beleférkőzzön és — legalább becsületes meggyőződése szerint — valóban meg is oldotta a problemát, leküzdötte a kísértetet, amely már több mint fél százada mint egy lidércznyomás feküdt az életről szóló tudományon.

A fejlődési elmélet kezdetei Darwinnak máskülönben is eredményekben oly igen gazdag utazására mennek vissza. Igazi valóságok képeihez kapcsolódnak és az ilyen valóságokból vett részletek hívek maradnak hozzá a jövőben is. Ez magyarázza meg azt a sajátságos varázst, melyet Darwin műve nemcsak végső eredményével, hanem módszerével is tesz az olvasóra. A hypothesisek fölépítése az egyes részletekben lehet még oly ingadozásoknak kitéve, egészben véve Darwin eljárása koronája az emberiség minden methodologiai kiképzésének, tipikus példája az újkornak kezdetében épp úgy, mint sikerében, amely mintegy gyujtópontban összegyűjt mindent, amit Galilei óta tudományos czéltudatosság és módszer dolgában nyert az emberiség és ami mint ilyen alkalmas lehet arra, hogy legalább relativ befejezésére juttassa a természetről való emberi ismeretnek időbeli határaiban korlátozott fejlődéstörténetét.

A pampasz-agyag felhalmozódásából a délame-

rikai Bajadában, amelyet a diluviumhoz, tehát időbelileg hozzánk még nagyon közelálló, már emberektől benépesített föld-történeti korszakhoz sorolnak, 1833 októberének közepén a gyüjtögető fiatal kutató kiássa egy az orrszarvúhoz hasonló nagyságú kihalt örvös állat üstszerűen ívelt, belül üres óriási pánczélját. És a tudatába szökken, hogy még ma is ugyanaz a földrész, Délamerika az egyedüli lakóhelye a földön a — mindenesetre sokkal kisebb — örvös állatoknak. Vajjon ezek a mai fajok nem utódai-e — kérdezte — megkisebbedett, megváltozott utódai a diluvium ama kolosszusainak?

A Galapagos-szigeteken egy bővitő gondolat járul ehhez. Egy sajátságos, magányos szigetcsoport, ötszázötven angol mérföldnyi távolságra a legközelebbi szárazföld-parthoz, Délamerikához. Tíz fősziget, átlyukgatva mint egy szita, egyetlen óriási csoportja legalább is kétezer többé-kevésbé beomladozott vulkánkráternek, sikföldjén terméketlen, magas pontjain azonban nedves klimájú és buja növényzetű, benépesítve óriási szárazföldi teknősökkel és egy titokzatos gyíkkal, amely a régi Jura-kori sauriusok módjára kiúszik a tengerre és tengeri növényt eszik. És hozzá még egy biologiai csoda: az összes szigetek egész állat- és növényvilága annak ismertetőjelét hordja homlokán, hogy Délamerikából vándorolt ide. A szigetvilág elkülönültségében azonban elkülönült fajokká fejlődött ki. És nemcsak ez. Az egyes merev kráter-szárazföldek egymás között valószínűleg ősidőktől fogva szigorúan el vannak egymástól választva; erős tengeráramlatok választják el a délieket az északiak-

tól és megint az északiakat egymás között; nincs semmi szélvihar, amely madarakat, rovarokat és növénymagvakat szigetről-szigetre hajthatna; az oczeán az elválasztó víz-ágakban mélységes mély. Igy lehetségessé vált az a csoda is, hogy a különböző, oly élesen elválasztott szárazföldeken azok a bevándorolt, alkalom adtán kényszerűen átkerült délamerikai állat- és növényfajok *egyénileg* alakultak át, itt így és ott úgy, még mindig közel az ősalakhoz, de bizonyos, minden szigetre jellemző egyes eltérésekkel. Ha a «teremtési elmélet»-nek igaza van, akkor ez a magatartás értelem nélkül való. Miért tartotta a teremtő a patagoniai és chilei tipust szeme előtt a Galapagos-szigetekre nézve, de a szigetkék mindegyikére nézve módosult formában? Nem nyilvánvaló-e, ezt a bevándorlást a kontinensről és a lokális egymástól való elkülönüléseket alaptényekül venni és megvallani magunknak, hogy itt tényleg kétértelműség nélküli bizonysága van a fajok egy természetes átalakulásának megváltozott létfeltételek alatt és azok következtében? Darwin éppen arra való ember volt, hogy a logikusat merészen végig gondolja. Már útinaplójában megvan az az állítás, hogy ezek a Galapagos-szigetek úgylátszik közelebb hoznak «ahhoz a nagy tényhez, a titkok ama titkához, új élő lények e földön való megjelenéséhez.» Őt mindenesetre közelebb hozták, ha még hosszú kerülő útra volt is szüksége.

Hogy a fajok változnak, hogy a körülmények megváltozott nyomása alatt átalakulnak, míg új, az új körülményekhez alkalmazkodó fajok keletkeznek belőlük, ez a hazatérő Darwin előtt már

szilárdan állott, mint általános tétel. De hogyan történt ez? Milyen utakon haladt az a külső nyomás, hogy újat, az újhoz szabottat hozzon létre? A merőben intuitiv szellem, a csupán poétai elme beérte volna ezzel a gondolat-villanással és kitárta volna az ajtót a szellős spekulácziónak. Ennek a vaselméjű munkásnak azonban húsává és vérévé vált az emberiségnek indukczióra és tényről-tényre, lépésenkinti haladásra való iskolázottsága, az ő útja tehát más kellett, hogy legyen.

Darwin mint igazi praktikus legelőször is megbarátkozott odahaza falusi birtokán azzal a minden falusi gazda és állattenyésztő előtt jól ismert, de a múzeumi bölcsek és a Diogenes-hordájában ülő filozofusok előtt mindaddig hallatlan ténnyel, hogy egészen határozott módszer szerint az ember már régóta mesterségesen elő tud állítani új formákat kertje díszvirágainál és istállója vagy galambducza állatainál s ezeket állandóvá is tudja tenni. A gazda vagy a sportkertész pontosan tudja, hogy egyfajtájú sok fiatal állat vagy növény között mindig van bizonyos száma a némely apróságokban eltérő varietásoknak. Hiszen már az emberről is tudjuk, hogy még ugyanazon szülőktől származó két gyermek sem hasonlít tökéletesen egymáshoz. Ha most már a varietások valamelyikét, mely valamely tulajdonságánál, szinénél, formájánál, sajátszerűségénél vagy szépségénél fogva (gondoljunk rózsákra, georginákra), különösen feltünővé válik és a tenyésztőnek sikert igér a műkedvelőknél, «fixirozni» és megerősíteni akarjuk, akkor a tenyésztő a leginkább arrahajló példányok közül kiválaszt két nemileg erőset, megtermékenyítteti vagy pá-

rosítja őket, az ebből származó, többnyire már erősebben a kivánt irányba hajló nemzedékből megint kiválasztja a «legjobbakat», vagyis a leginkább az ő czélja szerint elváltozott egyéneket stb. míg végül egy meghatározott fajú, tiszta, párosodás folytán mindig megújuló varietást nyerhet. Ebben az esetben, mint mondottuk, az ember az, aki a varietást állandóvá teszi. Darwin azonban, miután alaposan tanulmányozta ezt az emberi cselekvést, ebből azt az egyszerű következtetést vonta le, hogy amit az ember «akar», azt a természet meg «kell», hogy történtesse. Vagyis: hogy az előbb használt példánál maradjunk, a Galapagos-szigetekre bevándorol valami délamerikai állatfaj. Ebben számos varietás van, mint minden fajban. Közte olyanok is, melyek egy sziget megváltozott viszonyaihoz jobban illenek, mint mások. A kontinensen az ilyen varietások fontosság nélküliek voltak a létért való küzdelemre. A szigeten túlsúlyra jutnak a többiekkel szemben. Kedvezőbb eshetőségeik vannak, hogy nemileg érettekké válnak és utódokat nemzenek. Ezek az utódok már tisztábban képviselik a «hasznos» varietást. A természetes kiválasztás azonban köztük is mindig még tovább fog menni, míg végül a varietás fixirozódott, alkalmazkodott, új fajjá lett. A természet, azaz a létért való küzdelem és a létfeltételek tehát elvileg éppen úgy tenyésztenek fajokat, mint az ember, csak éppen hogy «vakon». Minden, ami nem alkalmazkodik, elpusztul. Ezer varietás közül az tartja fenn magát, amely a viszonyokhoz legjobban alkalmazkodik, amely a leggyőzedelmesebb. Hasznos és haszontalan állandóan tömegesen keletke-

zik. A haszontalan azonban azonnal kiírtódik. Igy az organikus világ végül csupa «czél szerint» fölépítettnek tűnik fel, holott igazában merőben mechanikai termék.

Nagy vonalaiban ez a darwini alapgondolat. Az eszmének hatása óriási volt. Nem mindjárt az első pillanatban, hanem csakhamar. Első ízben vezette vissza valaki a «czélt» az organizmusokban, a fajok alkalmazkodását létfeltételeikhez, egy mechanikai folyamatra. Hogy ez a kiválasztási folyamat az egyedül irányadó-e, a minden esetre érvényes-e, az nem jött annyira tekintetbe, mint inkább egyáltalán a *lehetőségének* bebizonyítása. Lassankint, Darwin könyveinek ismertté válásával a hatvanas évek kezdetén elterjedt a sejtelem, hogy a biologia nagy forduló pontja elérkezett. Nem egy öreg úr dühöngött ugyan és az egészet képtelen szédelgésnek nevezte. Ezeknek az öregeknek az ideje azonban már rég oda volt, mielőtt még Darwin megszólalt volna. * Egy fiatal várakozásteljes nemzedék állott helyükre. Ennek gondolkodásába pedig a leszármazási és kiválasztási elmélet úgy hullott, mint a termékenyítő harmat. A múzeum zavarba jött. Mert

* Az antidarwiniánusok zöme, mely ragaszkodott a fajok állandóságához és a «teremtés fogalmához», a Darwin fellépése óta lefolyt évtizedekben úgyszólván az utolsó emberig kihalt. Ha a mai, gyakran nagyon is személyileg czímezett vitákban a modern biologia terén itt-ott a darwinizmus elleni ellenzéknek bizonyos új neme válik észrevehetővé, mely a laikust megzavarhatja, akkor alapjában véve többé-kevésbbé önkényes definicziókról és fogalmi zavarokról van szó. A valóság szerint Darwin szelleme hatja át mindezeket a vitákat és ma is uralkodik rajtuk, akár akarják a szót, akár nem.

a fejlődéstan valóban tudományos indokolása az organikus terén itt nem jelentett egyebet, mint az egész rendszer újraépítését. Filozofiai elmék nem kevésbbé sejtették ennek a biologiai felfordulásnak óriási horderejét. Hiszen az utolsó darabkának meghódításáról volt szó a mechanikai világ zárt körforgásában egész az emberig. Fény fog hullani az emberiség eredetére és történetére, mondta maga Darwin könyve záró szavaiban és éppen ez a gondolat úgy tört át, mint a gyújtó villám a száraz bokron, melyet a végnélküli terméketlenség szárított ki.

Valóban ez a két sark, a szisztematikus-morfologiai és az általánosító filozofiai voltak azok, melyeknek egyelőre a legnagyobb hasznot kellett húzniok Darwin tanításából. Rájuk nézve a döntő az volt, hogy az alkalmazkodási elmélettel szemben, mely a faj-átalakulás mechanikai magyarázatát legalább mint lehetőséget végérvényesen megállapította, nem kellett többé a titokban már rég táplált, Lamarck óta tovább tenyésző, Lyellhez szükségszerűen hozzácsatlakozó gondolatot a természetes fejlődésről, az organizmusok egy «családfájáról» félénken elfojtani, sőt nyiltan prok-

Ahol pedig ezek a viták Darwin nézeteinek részleteibe bocsátkoznak, új igazságok tanításának ürügye alatt, ott vannak igazán tele Darwin szellemével. Mert épen a vakon elhitt dogma és a haladásellenes tekintély ellen küzdött Darwin, mint senki más. Ő tanította, hogy egyáltalán semmi sincs az igazság fölött és hogy az igazi természetkutató számára nem fájdalmas, hanem megtisztelő, ha a jobban indokolt tény előtt meghajol és személyre való tekintet nélkül az igazság mellé áll. Aki ebben kételkedni mer, az épen azt bizonyítja, hogy sohasem olvasta műveinek egyetlen sorát sem.

lamálni lehetett, mint az egyetlen értelmes és tudományosan megengedhető gondolatot. Csak meglehetős későn fogtak kritikailag hozzá a kiválasztási elmélet problemájához szűkebb értelemben és a mire különben maga Darwin szüntelenül intett, felismerték a nagy nehézségeket, melyek a varietások első felléptekor és az öröklési kérdésben még legyőzendők voltak, olyan nehézségek, melyek fontos pontokban ma is a legélénkebb harczok tárgyai, anélkül, hogy emiatt ma bármely említésreméltó és becsületes természetkutató az organizmusok természetes «fejlődésének» amaz alapelvét kétségbe merné vonni.

Viharok nélkül persze nem ment az új ügy diadala. Ahol csak a geologiai-biologiai téren még fennmaradtak a szigorú bibliai hit maradványai a tizenkilenczedik század második feléig, mindenütt harczoltak az organizmusok teremtési elmélete mint utolsó bástya körül, melynek lerombolása a mózesi legenda végérvényes összeomlását jelentette. De maga Darwin körül is szívós gárda sorakozott csakhamar és levette a csöndes tudós válláról a goromba munka egy részét, melyet növényházai és zöldelő parkja fái mögött szívesen ráhagyott az energikusabb és harczrakészebb elméknek. Angolországban első sorban *Thomas Huxley*, a zoologus, korának egy pompás tipikus alakja, egyformán rendíthetetlen a kedély melegsége és a szellem ereje dolgában, emlékezetes iratával «az ember helyzetéről a természetben» 1863-ban éppen a kozmosz-képre egészben véve legfontosabb pontot, az embernek majomhoz hasonló emlős állatoktól való származását ragadta ki fényes tárgyalásban. Félreérthetetlen világos-

sággal mutatta ki, hogy az «ember» anatomiailag az emlősök sorában kevésbbé különbözik a magasabbrendü majmoktól (gorilla, csimpánz), mint e magasabbrendű majmok bármelyike ismét az alacsonyabb rendű majmoktól és félmajmoktól.* A kontinensen Karl *Vogt*, a német természetkutatás egyik legtekintélyesebb és legelfogulatlanabb képviselője, kiben az önálló ítélet legnagyobb mértéke volt meg, korlátlan állásfoglalását hirdette Darwin mellett, ő is az összes organizmusok leszármazási gondolatát konzekvensen kiterjesztette az embernek a majomtól való származásáig. Két évvel Darwin főművének megjelenése után végül egy fiatalabb német zoologus, *Ernst Haeckel* «Az organizmusok generális morfologiájá»-ban (a leszármazási viszonyokra épített forma-tan) először adta átlátható alaprajzát az élő lények új, természetes rendszerének, melyben az elrendezés igyekezett tőle telhetőleg csatlakozni a földtörténet korszakain át követendő családfához. Ez a könyv a szisztematikának legnagyobb fordulópontját jelenti Cuvier és Baer óta és az egyes csoportok természetes családfáira vonatkozó nyers körvonalai minden változás daczára a dolog érdemében, valamint mindenek-

* Thomas Huxley (szül. 1825) számos elsőrendű szaktudományi munkán kívül különös érdemet szerzett a szabad és a természetnek megfelelő világnézet korunkban való kifejlődése ügyében kitünő népszerű irataival is. Ezekben mint hivatott népművelő jelenik meg, amilyen ez kell, hogy legyen: egyszerű és mégis előkelő tudása teljes tudatában, a legegyszerűbb elme megértéséig leszállni tudó és mégis tekintetet nem ismerő hirdetője a természetkutatás fenséges missiójának. Minden népszerű irata a legmelegebben ajánlható olvasmány.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

előtt a módszer dolgában alapjaivá lettek az egész mai szisztematikának. Az egész biologiának azonban nincs területe, melyben e mű egyes szerencsés eszméi ne adták volna a legtermékenyebb indításokat. Különös hangsúlyt vetett az összehasonlító embryologia föntebb említett sajátszerű tényeire, melyeket Haeckel (csatlakozva Fritz Müllerhez, de nálánál jóval messzebbre menve) azzá a tétellé általánosított, hogy minden organizmus individuális fejlődés története (csiratörténet, ontogenia), — tehát pl. az ember fejlődése az anyaméhben a petétől a megszületésre érett gyermekig — alapjában véve nem egyéb, mint rövidített és alkalmazkodások által sokféleképpen eltolódott és elnyomott ismétlődése az illető faj történeti fejlődésének (törzstörténet, phylogenia), az embernél pl. oly módon, hogy az embryonális fejlődés a petével, tehát az egyes sejttel kezdődik, melynek a legrégibb őslények eredetileg megfeleltek, aztán alsóbb állati stádiumok, féreg-alak, kopoltyús hal-alak, amphibia-alak, csőrös állatalak stb. következtek, míg végül valami majomalakig jutott, mint az ősök valódi fokozatainak leglényegesebbikéig. Haeckel nagy terjedelmű anyagot hozott össze ezekre a dolgokra vonatkozólag és igyekezett megmutatni, hogy a ma is még végbemenő embryonális fejlődésekből ezen «biogenetikus alaptörvény» erejénél fogva miképpen olvashatók le a fajoknak a palaeontologiai okiratokban csak nagyon töredékesen ránkmaradt családfájára vonatkozó legfontosabb támasztó pontok. Ennek a merész gondolatnak bővebb kifejlesztése aztán nagy és minden irányban rendkívül termékeny vitára vezetett, mely az embry-

ologiai tények kikutatását is minden előbbit messze felülmúló föllendüléshez segítette.

Darwin mind e viták és diadalok közben ment nyugodtan a maga útján, mint a bölcs Goethe Faustjában. A fajok keletkezéséről szóló könyv, miután egyáltalán elszánta magát kincseinek nyilvánosságra hozására, az ő szemében csak részletfizetés volt. Rákövetkezett egyelőre a kétkötetes nagy anyaggyüjtemény «Az állatok és növények variálódása a szelidítés állapotában» (1868). Erre jött csak 1871-ben a rég várva-várt, különböző híveitől a maguk módja szerint már önállóan kiegészített záró mű: «Az ember leszármazásáról» és ugyanebben a műben egy rendkívül értékes tanulmány a «nemi kiválásról». Nagyon óvatosan, de mégis egészben véve félreérthetetlen elszántsággal csatlakozott Darwin az emberiség kérdésében Huxley, Vogt és Haeckel nézeteihez és megtámogatta a maga módja szerint az anyag akkora tömegével, amely csakis ennek a példás munkásnak, akiben a gyűjtő genie és a kombinatorius elrendező genie egyensúlyban volt, állhatott rendelkezésére.

Ezzel nagyjában véve ki volt merítve, amit tanításáról maga a nagy mester mondani akart még. Tulajdonképpeni tudományos műve azonban még rendkívül sokkal messzebbre jutott. Nemcsak, hogy a «Fajok keletkezésé»-nek újabb kiadásait a leggondosabban átnézte és polemikájának sajátos módján kiválóbb ellenfelei ellen a legnagyobb ethikai hatású valódi példaképpé fejlesztette, amelyeken minden tanuló generáczió képezheti magát, a legkülönbözőbb területeken, melyek csak közvetve érintették a nagy theoriát,

még mindig nyomjelzőnek bizonyult. Mikor 1882 április 19-én meghalt, akkor úgy volt, mintha a legfiatalabbak és legfrissebbek egyike halt volna meg, akitől megszoktuk, hogy évről-évre mindig a legújabbat és legtöbb ösztönző erejűt nyujtja. És a halál mégis egy hetvenhárom éves aggastyánt ragadott el, akinek nem jutott mint Humboldtnak vagy Goethenek, a szívós egészség szerencséje, hanem aki csöndes szenvedő volt, akinek csak aszkesissel határos diétával vált lehetségessé, hogy sok évtized óta mélyen megrendült testét konzerválja a példátlan agymunka számára.

Darwin személyisége is minden vonásában, akárhol fogjuk meg, épp oly nagy, mint műve. Az igazi bölcs szellemi nyugalmával állott fölötte a tömeg durva csúfolkodásának, a tehetetlen látszat-tudomány gúnyjának, amely a «majom-elmélet» hirdetője ellen emelkedett, szerény volt a maga saját tettének értékelésében, de büszke, ahol az igazság kutatásának elvét kellett védelmezni. «Szükségét érzem annak a megjegyzésnek, mondja egy rövid önéletrajzban, melyet fia, Francis közöl atyja nagy szeretettel összeállított életrajzában, hogy kritikusaim csaknem mindig tisztességesen bántak velem, amivel azokat, akiknek nincsenek tudományos ismeretük, mint említésre nem méltókat mellőzöm. Nézeteimet igen gyakran durván elferdítették, keserűen megtámadták és nevetségessé tették, ezt azonban hitem szerint jóhiszeműen cselekedték. Egészben véve nem kételkedem, hogy munkáimat ismételten érdemükön felül dicsőítették. Örülök rajta, hogy elkerültem a czivódásokat és ezt Lyellnek

köszönhetem, aki sok év előtt tekintettel geologiai munkáimra, nyomatékosan tanácsolta nekem, hogy sohase bonyolódjam bele vitába, mert az ilyen ritkán vezet valami jóra és nyomorúságos idő és hangulat-vesztegetést szül. Valahányszor úgy találtam, hogy tévedtem valamiben, vagy hogy munkám tökéletlen volt és ha megvetően bíráltak, sőt ha érdemen felül dicsértek is, úgy hogy megalázottnak éreztem magamat, legnagyobb megnyugvásomra szolgált, hogy százszor is elmondhattam magamnak: «Annyira megerőltettem magamat és annyira jól dolgoztam, amennyire csak birtam és ennél többet ember nem tehet.» Emlékszem, hogy mikor a Jó-siker öblében voltam a Tűzföldön, azt gondoltam (és azt hiszem, ebben az értelemben irtam haza), hogy életemet nem fordíthatom jobbra, mint hogy hozzájárulok egy kevéssel a természettudományok előbbreviteléhez. Ezt legjobb erőm szerint megtettem és kritikusaim mondhatnak, amit akarnak, ezt a meggyőződésemet nem rombolhatják le.» Hasonló gondolat tér vissza Haeckelnek egy Darwinnál tett első látogatásáról szóló kis leírásában, melyet vonzó tartalmánál fogva itt egész terjedelmében közlünk.

«Darwin saját kocsijában, melyet gondoskodón előmbe küldött a vasúti állomásra — beszéli Haeckel (a történet 1886-ban játszik) — egy napos októberi reggelen Kent kedves, dombos tájékán át hajtattam, amely tarka lombos erdőivel, pirosló mezőivel és örökzöld tölgyeivel a legszebb őszi pompában ékeskedett. Amint a kocsi Darwin barátságos, örökzölddel befuttatott és nyárfákkal beárnyalt háza előtt megállott, az árnyas,

kúszó növényekkel környezett előcsarnokból a nagy kutató maga jött elém: magas, tiszteletreméltó alak, egy Atlasz széles vállaival, aki a gondolatok egész világát hordja magán; Jupiteri homlok, mint Goetheé, magasan és szélesen boltozott, az elme-munka ekéjével mélyen barázdált,— barátságos, szelid szemét az előugró szemöldök hatalmas eresze árnyalta, puha száját hatalmas ezüstfehér körszakáll keretezte be. Egész arczának megnyerő, szíves kifejezése, halk és szelid hangja, lassú és meggondolt beszédmódja, beszélgetésének természetes és naiv eszmemenete párbeszédünk első órájában teljesen rabul ejtette szívemet, mint ahogy nagy főműve mindjárt első olvasásakor egész értelmemet rohammal hódította meg. Azt hittem, a hellén ókor egy fenséges világbölcsét látom magam előtt, egy Szokrateszt vagy Arisztoteleszt. Beszélgetésünk természetesen első sorban akörül a tárgy körül forgott, mely mindkettőnknek leginkább szivünkön feküdt, a fejlődési tan haladása és kilátásai körül. Ezek a kilátások akkor éppen elég rosszúl állottak, mert a legnagyobbra tartott tekintélyek az új tanítás ellen nyilatkoztak. Megható szerénységgel jelentette ki Darwin, hogy egész munkája csak gyönge kísérlet az állati- és növényi fajoknak természetes módon való megmagyarázására és hogy kísérletének említésre érdemes sikerét nem fogja megérni, mert a vele szemben álló előítéletek hegye nagyon is magas. Én magam is — mondotta — túlságosan túlbecsültem csekély érdemét és az a magas dicséret, melylyel a «Generális morphologiá»-ban illettem őt, nagyon is túlzott. Ezután beszélgetésünk a munkája elleni nagy-

számú és heves támadásokra térült, melyek akkor még teljesen előtérben voltak. Soknál e hitvány férczművek közül igazán nem lehetett tudni, hogy az értelem és ítélet hiányán kell-e jobban panaszkodni, amely bennük lelepleződött, vagy inkább felháborodást kell-e érezni amiatt a fenhéjázás és önteltség miatt, melylyel azok a nyomorúságos firkálók Darwin eszméit kigúnyolták és bemocskolták. Én a magam részéről jogos haragomnak e megvetésre méltó társaság ellen már akkor, mint ismételten később is, megfelelő kifejezést adtam. Darwin mosolygott rajta és ezekkel a szavakkal próbált megnyugtatni: «Kedves fiatal barátom, higyje el nekem, az ilyen szegény emberek iránt szánalommal és elnézéssel kell lennünk; az igazság folyamát csak ideiglenesen tarthatják fel, de sohasem akadályozhatják tartósan.»

Darwin különben sohasem csinált titkot belőle, hogy milyen átalakítólag kell, hogy hasson a tanítása korunk egész világnézetére. Attól azonban írtózott, hogy erős és oly könnyen egyoldalúvá váló ítéleteket mondjon ki ebben az irányban. Az a kevés vallomás, ami tőle fennmaradt, annál nagyobb súlylyal jön tekintetbe. 1879-ben ezt írja egy levelében a világnézet kérdéséről: «Hogy mik az én saját nézeteim, az olyan kérdés, amelynek senkire nézve sem lehet fontossága, csak magamra. Mivel azonban megkérdeztek, megmondhatom, hogy ítéletem gyakran ingadozik. Az ingadozás legszélsőbb állapotaiban sem voltam soha atheista abban az értelemben, hogy isten létezését tagadtam volna. Általában véve azt hiszem, hogy lelkiállapotom megjelölésére az *ag-*

*nosztikus* szó a legalkalmasabb.» Egy fiatal diáknak, aki amiatt panaszkodott neki, hogy művei olvasása által súlyos kétségbe bonyolódott a kinyilatkoztatás értéke és a lélek halhatatlansága felől, épp ily egyszerűen válaszolt: «Kedves Uram! Nagyon el vagyok foglalva, öreg ember vagyok és gyenge egészségű s nem tudok időt találni, hogy kérdésére teljes választ adjak, föltéve, hogy egyáltalán lehet rá válaszolni. A tudománynak nincs Krisztushoz semmi köze, csak éppen annyiban, hogy a tudományos kutatáshoz való hozzászokás az embert óvatossá teszi bizonyítékok elismerésében. Ami engem magamat illet, én nem hiszem, hogy valaha bármiféle kinyilatkoztatás történt. A jövendő életre vonatkozólag mindenkinek magának kell választania az egymásnak ellentmondó bizonytalan valószínüségek között.» Nagyon kevéssel Darwin halála előtt Argyll herczeg megint személyesen intézte hozzá a kérdést, vajjon olyan csodálatos természeti jelenségekben, mint az orchideáknak éppen általa leírt megtermékenyítése, nem nyilvánul-e egy rejtett intellektus? «Sohasem fogom elfelejteni Mr. Darwin feleletét, — beszéli a herczeg. — Élesen rám nézett és így szólt: «Ez bizony gyakran lenyügöző erővel jön rám; máskor azonban» — itt kissé megrázta a fejét és hozzátette: «mintha elmúlna.»

Ez a néhány egyszerű mondás, melyek mögött egy olyan élet áll, talán többet ér, mint büszke könyvtárak, tele mélyelméjű filozofiai tanulmányokkal a természet «czéljáról». Mert Darwin, valahányszor valami dologban nyilatkozott, mindig egészen adta magát. Ártatlan beszélgetésben

fiainak egyikével és egy fiatal tisztelőjével, Romanesszel, egyszer szóba került a fenség érzése és ennek legerősebb izgalma. Darwin ekkor azt mondta, hogy a legmaradandóbb ilyen benyomást a Kordillerák egyik csúcsáról való kilátás nyújtotta neki. Ezzel véget ért a vita és az ősz tudós, elérkezvén pihenésének órája, visszavonult a társaságtól. A fiatal emberek még néhány óráig együtt maradtak a dohányzóban. Hirtelen, egy óra felé ismét megjelent köztük az öreg Darwin papucsban és hálókabátban. Azt mondta, nem tud nyugton maradni; hogy félreértés ne legyen belőle, előbbi kijelentését módosítania kell, mert most egész pontosan emlékszik, a fenségesnek az érzését még erősebben érezte Brazilia erdőiben. Ilyen fontos volt ennek a férfiúnak az igazság legparányibb porszeme is.

A Westminster-apátságban, nem messze Newton Izsák sírjától, helyezték el Charles Darwin holttestét ünnepélyes pompa közben. Szemfödelének csücskeit négy világszerte ismert természetkutató vitte: Huxley, Hooker, Lubbock és Wallace, rajtuk kívül a theologus Farrar, Argyll herczeg, a devonshirei herczeg és Lowell, az amerikai követ. A gyászkíséretben mentek Nagybritannia minden tudományos társaságának képviselői, a kormány és London város fejei, Németország, Francziaország és Olaszország követei.

Olyan kép ez, amelylyel a természettudomány fejlődéstörténetének ezt a vázlatát méltón be lehet zárni. Ez a szép zárókép különben nem fog minket vakokká tenni az iránt a nehéz harcz iránt, melylyel a nagy, végeredményben mégis csak leginkább boldogító igazságkutatásnak való szabad

és derült odaadásnak még mindig küzdenie kell. De szimbolumunk lehet, mely az eljövendő idők győzelmét hatalmas szóval hirdeti — szimboluma annak a mindeneken keresztül törő erőnek, amely az «igazság» szóban él. Minden tévedés, minden bilincs és máglya daczára mégis csak nagy áldás volt, amit az igazság szerzett. Ezen az áldáson alapszik az, ami mai kulturánkban magasztos és el nem múló, az, a mi a jövő minden szocziális átalakulását valószinüleg egyedül fogja túlélni: a soha el nem szakadó fonál az emberiség lassú fölfelé haladásának gombolyagján, melyből szellemünk igazi melegítő ruhája készül, melynek nem kell változnia semmiféle testi öltözékek divatával. Mint nagy erkölcsi tett tünik fel ebben a világításban az évezredes vívódás a *természet körül* és mintegy visszfénye esik mindama elhasznált emberi nagyságnak, mindama ráfordított erkölcsi energiának magukra a természet tényeire: a világűrön át, melynek csillagait mi alakulásukban akarjuk megragadni, egész az élettel tele földig, abban a térben, melyről azt mondják, hogy a természetkutató szemében hideg és isteneitől megfosztott, világítón és melegítőn terjed ki a legszebb, amit ennek a kicsiny, a világok forgatagában elvegyülő földnek lakója egyáltalán felfoghat: az emberi nagyság, emberi bátorság és emberi lemondás, a tudománynak az a nemes lemondása, amely egyúttal eljövendő, boldogabb nemzedékek reménysége is.

---

Magyar Tudományos Akadémia
Könyvtára 1781/1952. sz.

# TARTALOM.

*Lap.*

A modern világkép alapvetése.

II. Keplertől Newtonig ... 3

A világkép kitágulása a kozmosz-kép fejlődéstörténetévé a tudományos geologia kezdetétől Darwinig ... 31