

KÖNYVEKRŐL

TANKÖNYVEKRŐL:

A GIMNÁZIUMI BIOLÓGIAOKTATÁS VÁLSÁGA MAGYARORSZÁGON

Tízegynéhány éve, amikor túljutottam az írásbeli felvételi vizsgán biológiából, azt hittem, soha többé nem kell felsorolnom az agyidegeket „rómaiegy”-től „rómatizenkettő”-ig, és nem kell „relációanalízissel” megállapítanom, van-e összefüggés két kétes értékű állítás között. Tévedtem. Az idén újra elért a biológiai felvételi vizsga lázhulláma, de most már mint vizsgáztatót, a szóbeli vizsgák tanári asztalának túloldalán. Heteken át magoltam az éppen aktuális tankönyveket, a vizsgák során átnéztem az írásbeli felvételi dolgozatokat, és kérdeztem és kérdeztem. Noha egy évtized alatt sokat korszerűsödött a tananyag, mégis megdöbbentett, amit tapasztaltam.

Elsősorban a biológia egyes területeinek arányában történtek szembeutó változások. Diákságom idején etológiai, ökológiai vagy evolúciobiológiai ismeretek nem szerepeltek a tananyagban. Ezek elsősorban az anatómiai, élettani és különösen az ideglettani tananyag lexikális adathalmazai és latin szakkifejezései rovására kerültek terítésre, és ez a tananyag hasznára vált. Nem sikerült viszont az új anyagrészeket szervesen illeszteni a korábbiakhoz, így azok a diákok számára komolytalankodó maradtak. Más tekintetben pedig a tankönyvek megőrizték elavult, konzervatív szemléletüket. Dogmáikat nagyon is komolyan kell vennie annak, aki eredményesen akar felvételizni.

A fajismeret nélküli biológia mítosza

Az elmúlt évtizedek néha kimondott, néha eltitkolt, de mindig vezérlő erejű eszméje volt, hogy egy fajt megnevezni és azt fölismereni, életmódját, elterjedését tudni valami olyasmiről, ami az üttörők (cserkészek) hétprobájának méltó tananyaga, ámde a magasröptű tudományokhoz nincs sok köze. Így aztán a második tankönyv (elsőben nincs biológiaoktatás) első oldalain mindössze pár soros definíció szerepel a faj fogalmáról, két fajjal illusztrálva. Sajnos a példaként felhozott fajok, a házimacska (*Felis catus*) és a vadmacska (*Felis silvestris*) egyáltalán nem tartozik külön fajba. Ezután fajnevek már csak nagyon ritkán szerepelnek a tananyagban;

kizárólag akkor, ha azt egy etológiai vagy ökológiai jelenség szemléltetése nélkülözhetetlenné teszi, és olyankor is sokszor pontatlanul. Később komoly hátrányt szenvedhet az, aki nem szokik le a fajok ismeretéről.

Az ideji írásbeli felvételin például választ kellett adni arra a kérdésre: másodlagos fogyasztónak minősül-e a „fülesbagoly”. Tudnivaló, hogy ilyen faj, mint „fülesbagoly”, nincs, a kérdésnek tehát semmi értelme. Mivel azonban hazánkban erdei fülesbagoly és réti fülesbagoly is előfordul, a kérdés valahogy mégis megválaszolható, mégpedig mindjárt kétféle módon.

Akik a tankönyvi definíciót felhasználva másodlagos fogyasztónak a növényevő állatokkal (elsődleges fogyasztókkal) táplálkozó ragadozókat tekintették, és imerték a két hazai fülesbagolyfaj közös jellemzőjét, miszerint táplálékuk zömét rágcsálók képezik, nos, ők igennel választak, és ezért a felvételin pontot veszítettek. Akiknek viszont a második tankönyv kétes értékű 73. ábrája lebegett a szemük előtt, amely a „táplálkozási kapcsolatokat” van hivatva bemutatni, azok tudták, hogy a tankönyvi fülesbagoly harkállyal (!), feketerigóval és pocokkal táplálkozik, tehát inkább harmadlagos fogyasztónak minősítendő, mely válasz értékes pontot érdemel. Erre a kérdésre a felvételin nem kapott pontot olyan gyerek, aki valamelyest ismeri a baglyokat.

A fajismeret tünető elhanyagolása kérdésessé teszi az etológiai jelenségek bemutatásának hitelességét: ehhez – mint annyi máshoz is – konkrét példák volnának szükségesek. A második tankönyv (137–138. oldal) például ezt írja: „közismert, hogy a kakukk más énekesmadarak fészkebe helyezi tojását, és azok költik ki, majd nevelik fel a kakukkfiókat. Közben saját utódait nem táplálják.” Majd ezt azzal magyarázza, hogy a kakukkfiókának „az énekesmadarak fiókáihoz képest sokkal nagyobb kitartott szája szupernormális ingerként hat a madárszülőkre”. Az állatbarát középiskolások jól tudják, hogy a kakukkfióka előbb kel ki, mint mostoha-testvérei, és első dolga a fészekből minden tojást kihajítani, így az énekesmadarak fiókái rendszerint ki sem kelhetnek mellette. Másrészt ezek a gyerekek a kakukkot nem tartják énekesmadárnak, s végül a madarak száját csak csőrnek hívják.

A fajismeret nélküli biológiaoktatás tehát olyan, mintha Mengyelejev periódusos rendszerét az elemek nevének és tulaj-

donságainak oktatása nélkül próbálnánk tanítani és számonkérni.

Egy evolúciós dogma: a fejlettebbek uralkodása

A második tankönyv mintegy ötvenöt oldala hivatott az élővilág teljes rendszerének áttekintésére. Mindjárt az elején megtudjuk, hogy a mohák „az evolúciós törzsa egyik oldalágát képviselik, amely nem vezetett tovább a fejlettebb növények kialakulása felé”. Később szegény tüskésbőrűek is oldalági minősítést kapnak. Nem világos viszont, hogy például a zárvatermők vagy a gerincesek minek minősüljenek, hiszen mindeddig ők sem vezettek tovább fejlettebb törzsek kialakulása felé, a fenti megjegyzés szerint tehát ők is oldalágak. Mivel azonban később megtudjuk, hogy ők „uralkodóvá váltak”, sejtethető, hogy őket mégiscsak a törzsfajlódás főágainak illik tartanunk, noha a „főág” kifejezés a könyvben sehol nem szerepel. A fejlettebbek uralkodásának eszméje végigkíséri a tankönyvet, két dologra azonban nem derül fény:

1. Mi az, hogy „uralkodik”?

Magá a tankönyv is elismeri, hogy a „ma élő állatfajok több mint háromnegyed része az ízeltlábúakhoz tartozik”, ami egyébként erősen alábecsült adat. Tudjuk, hogy a rovarok biomasszájának aránya is túlsúlyban van az állati biomasszában. Akkor mégis mit jelent, hogy pont a gerincesek váltak uralkodóvá? Mit jelent, hogy a gerinceseken belül az emlősök váltak uralkodóvá, amikor ma is több hullófaj él a Földön, mint emlős?

2. Mi az, hogy „fejlettebb”?

A növényrendszer áttekintése az egyszikűek osztályával zárul. Elég részletesen tudni kell a kétszikűek és egyszikűek szervezeti különbségeit, így minden diák számára világos, hogy az utolsó csoportot alkotó egyszikűek jóval egyszerűbb testfelépítésűek, mint a kétszikűek. Igaz, a tankönyv nem nevezi az egyszikűeket „fejlettebbnek”, ám az egész áttekintésre mégis a „fejlettebbek” felé való haladás jellemző, és a sorban az egyszikűek az utolsók, a maguk leegyszerűsödött szervezetével. Megkérdeztem néhány felvételiző diák véleményét: úgy gondolták, a könyv talán kialakulásuk időrendi sorrendjében tekinti át a növények csoportjait. Csakhogy az állatrendszertani áttekintést az emlősök zárják, amelyek – a tankönyv szerint is – előbb alakultak ki, mint a rendszertanban őket megelőző madarak.

Legalább ilyen tanulságos az emlősök rendjeinek áttekintése. Az első, legősibb rendeket, a rovarevőket és a denevéreket talányos módon mindjárt a főemlősök követik; ezek „közé tartoznak az állatvilág legfejlettebb fajai a majmok és az ember

is.” (Vesszót a szövegbe az idézet szöveg-hűsége miatt nem tettünk). Csak utánuk következnek a kevésbé fejlett rágszálók, ragadozók, fókák, cetek, ormányosok és patások. De mi az, hogy „fejlettebb”, ha a rendszertani sorrend nem ezen alapul? Min alapul a rendszertani sorrend, ha nem a fejlettségen és nem is az időrendiségen? Van-e egyáltalán bármilyen objektív alapja?

Térjünk vissza az oldalágak kérdéséhez! Vajon oldalágak és főágak csak a rendszertani törzsek lehetnek, vagy lehetnek ágak az egyes fajok is? Ha a fajok is mind kicsinyke ágak a törzsfán, akkor a definíció szerint minden ma élő faj a törzsfaja egy-egy kicsiny oldalága, hiszen evidencia, hogy a ma élő fajnak nem ősei egyetlen létező fajnak sem.

Mi tehát a helyes válasz az idej írásbeli felvételi ama kérdésére, hogy az evolúciónak oldalágai-e a mohák és a harasztok, illetve csak a mohák, illetve csak a harasztok, illetve egyikük sem? Választ adni jómagam csak akkor tudnék, ha a kérdés a mohák törzsére és a harasztok törzsére, vagy pedig a ma élő mohafajokra és harasztfajokra vonatkoznék. Úgy általában a mohákra és harasztokra vonatkozóan ennek a kérdésnek nincs értelme.

A második könyv 47. oldalán ezt olvassuk: „a kétélűek evolúciós jelentősége abban áll, hogy átmenetet képeznek a halak és a valódi szárazföldi négy lábúak, a hüllők között”. Ez az oktatott evolúciós szemlélet kulcsa. A kétélűeknek önmagukban, saját jogon nincs jelentőségük, de mint egy útjelző tábla a pusztában, vezetnek a hüllők felé, amelyek már egy ideje nem uralkodnak, amióta ők is csak egy útjelző tábla az emlősök felé, melyeknek pedig legfejlettebb csoportja a főemlősöké. A többi nem tananyag, de sejthető. Ez a szemlélet megegyezik a közhiedelemmel – feltéve persze, hogy ezek után akad valaki, aki elhisi az evolúciót –, de van egy hibája: nem logikus.

A tananyag „komolytalan” részei

Nem sikerült a tananyagba úgy beilleszteni az ökológiai, etológiai és evolúciobiológiai ismereteket, hogy fajsúlyuk és szakmai színvonaluk megegyezék például az anatómiai vagy élettani anyagokéval. Az ökológiai tananyag túlságosan mesészerű lett, kevés konkrét információval, s ezek nem egy helyen egymásnak feltűnően ellentmondanak. A felvételi dolgozat ökológiai kérdését, melynek kifejtéséért öt pontot lehetett nyerni – vagy sokkal inkább veszíteni –, lényegében senki sem tudta helyesen megoldani. A fölvetett probléma és a megoldási kulcs szerinti helyes válasz túlnó azon a bagatelizáló szinten, amelyen az ökológiát a gimnázium oktatja.

Az etológiai rész színvonala hasonló, ellentmondások és mesék váltakoznak benne, ámde erre vonatkozó kérdés az idej írásbeli dolgozatban nem volt. Hasonlóképpen nem volt kérdés a „bioszféra evolúciója” cím alatt szereplő anyagból sem, pedig az – pontatlan címe ellenére – jó szakmai színvonalon és sok konkrét, számonkérhető információra alapozva tárgyalja az egész élővilág, majd az ember törzsejlődésének főbb lépéseit a földtörténeti korok során.

Az ellentmondások kétély nélküli elfogadtatása

Tapasztalatom szerint a diákokkal minden további nélkül el lehetett fogadtatni, meg lehetett velük taníttatni, és szemrebbenés nélkül számon lehetett tőlük kérni logikátlan, egymásnak ellentmondó állításokat.

Példaként egy látványos ellentmondást említhetünk az ökológiai részből. A második tankönyv 58. ábrája szerint, ha egy koordináta-rendszerben a függőleges tengely „a környezeti tényezők hatása az élőlényekre”, melyet az „egyedek leggyakoribb előfordulása jelez”, és a vízszintes tengelyen „a környezeti tényezők mértéke” van feltüntetve, akkor egy szimmetrikus, ránézésre harang alakú eloszlási görbét kapunk, melyet öt részre tagolhatunk (minimum, optimum, maximum, illetve a köztük levő két átmeneti sáv). Ugyanezen könyv 95. ábrája „egy atkapopuláció” egyedsűrűségét mutatja be az élőhely vízgőztartalmának függvényében. Sajátos módon itt az eloszlás nem haranggörbe alakú, nem szimmetrikus, ráadásul az optimum és a maximum egybeesik. Nincs rá semmilyen magyarázat, hogy miért.

A negyedik tankönyv 123. oldalán szerint „A sikeres szaporodást, az utódnemzedékben való genetikai megjelenést, összefoglalóan genetikai rátermettségnek nevezzük.” (A vessző hibás használata itt is a szöveg-hűséget szolgálja.) „A rátermettség 0–1-ig terjedő skálán mérhető. Ha a rátermettség 0, ez azt jelenti, hogy az adott állt (a következő generációban már) egyetlen egyed sem hordozza (...).” Ha viszont a rátermettség értéke 1, akkor „az adott genotípus ugyanolyan arányban lesz jelen a következő nemzedékben, mint a szülőiben volt.” Vajon mekkora lesz a rátermettség értéke, ha az adott genotípus aránya duplájára nő? Kifejezhető lesz-e a 0-tól 1-ig terjedő skálán? El lehet-e képzelni, hogy mit él át egy diák a szóbeli felvételi vizsgán, amikor e kérdésre kell válaszolnia? Tudja, hogy a logikus válasz: „kettő”, de lelki szemei előtt látja a tankönyv nyomtatott betűit: „0–1-ig terjedő skálán mérhető”.

Vajon hol az az etológus e kis hazában, aki meg tudná mondani, hogy az etológiai

tananyagban, a második könyv 132. ábráján mi az a talányos természeti jelenség, amely a nőstény és a hím gyapjaslepke közti 4560 méteres távolság felétől kezdődően, a hím felé haladva a feromonmolekulákat mindinkább összetételgeti a szélben, hogy azután a kibocsátott feromon egésze pontosan a hím egyedre koncentrálódjék?

Vagy annak a rejtélynek a kulcsa mi lehet, hogy ha a „fénykedvelő rovarok mozgásukat úgy próbálják módosítani, hogy mindkét szemüket egyformán érje a fény”, akkor azon az ábrán, amelyhez ezt az ábramagyarázatot mellékeltek (második könyv, 142. oldal), a rovar miért repül úgy, hogy szemeit éppenhogy eltérő mértékben érje a fény, s repülési pályáját miért úgy módosítja, hogy e különbség mértéke állandó maradjon?

Szintén a második könyv szerint „számos hazai lepkefajnál megfigyelhető, hogy a párzásukat a hím és a nőstény együttrepülése előzi meg”, de ugyanazon oldal (147.) ábráján, amely „egy tarkalepké faj” nászát mutatja be, éppen fordítva, a párzás előzi meg az együttrepülést.

Ezek apró hibák és elírások; sok közülük kimutathatóan nem a szerző hibájából született, hanem az elmúlt évek hazai ismeretterjesztő irodalmának bűne, ahonnan azt a szerző – sajnos kritika nélkül – átvette.

Előfordult azonban az is, hogy az irodalomból való átvétel során torzult az eredetileg szakszerű információ. Legalább tízezer hazai diák hobbija az amatőr madarászat; számukra bizonyosan nem hihető, hogy „vannak olyan populációk, amelyekben a halálózás valószínűsége minden életkorban közel azonos. Például az énekesmadaraknál minden korcsoport bizonyos hányadát rendszeresen eltávolítják a ragadozók.” E téveszme keletkezését úgy érthetjük meg, ha az eredeti ábrát és ábramagyarázatot (Wilson és Bossert: *Bevezetés a populációbiológiába*, Gondolat, Budapest, 1981, 145. oldal) összehasonlítjuk a fenti idézetre vonatkozó tankönyvi ábrával (második könyv, 114. oldal). Az ábra, amely a túlélési görbék három típusát mutatja be, az átvétel során fogyatékoskossá vált; elveszett a függőleges tengely logaritmikus skálája.

Vannak azonban logikai paradoxonok is az ismeretterjesztő irodalomból átvett dogmák között. Ha valóban igaz lenne, hogy az „egyed populációkat olyan genotípusú egyedek alkotják, amelyek maximálisan alkalmazkodtak a helyi környezeti viszonyokhoz”, mint azt a negyedik gimnazisták tanulják (129. oldal), akkor vajon miért folyik tovább az evolúció, miért nem zárult le véglegesen a mai, „maximális” alkalmazkodottság szintjén?

Máshol az ismeretterjesztő irodalomból átvett információk leegyszerűsítő magya-

rázata sikeredett olyanra, hogy a közölt információ már nem érdemel hitelt. Ugyan melyik diák fogja elhinni azt, hogy „egy kanadai élőhelyen” 1845-től „vizsgálták” egy ragadozó- és egy zsákmány-populáció egyedszámváltozásait, mégpedig úgy, hogy kilencven éven keresztül, évről évre megszámlálták nyulak és hiúzok egyedeinek tíz- és százazeit (másodikos könyv, 118–119. oldal)? Ugyan ki kezdett volna ilyen vizsgálatba nyolcvan évvel ezelőtt, hogy Alfred J. Lotka és Vito Volterra papírra vetette idevágó egyenleteit? Ki fizette volna a hiúzokat számláló kutatók ezreit a múlt század Kanadájában kilencven éven át? Nem lehetett volna megmondani a gyerekeknek, hogy ezek közönséges prémkereskedelmi adatok, amelyek változásait a populációk egyedszámváltozásai éppúgy befolyásolták, mint ahogyan befolyásolták még a párizsi divat szeszélyei, a gazdasági világválság, a világháború, és főleg az adóhatóságok kijátszásának az évi lehetőségei is?

Veszélyes következmények

A fenti – nyilván túl indulatos – sorokat olvasva bizonyára kevesen hiszik el, hogy őszinte véleményem szerint a szerző, dr. Lénárd Gábor értékes munkát végzett. Éppúgy a lektorok, akik persze egy kicsit figyelmesebbek is lehetnek volna néha. Nem az a baj, hogy a szerző kritika nélkül átvett néhány nagy baklövést a hazai irodalomból, hisz az tényleg hemzseg a tévedésektől; még az sem tragédia, hogy a tankönyvbe való beillesztés során torzult pár dolog. Engem az a tény döbentett meg, hogy a nyilvánvalóan hamis, vagy egymásnak feltűnően ellentmondó információk tömkelegét minden különösebb reakció nélkül el lehet fogadtatni az egész pedagógustársadalommal éppúgy, mint a diáksággal. Ebben én szociológiai értékű üzenetet látok: mind a pedagógusok, mind a diákok úgy tekintenek az Országos Pedagógiai Intézetre, az egész nagy oktatási apparátusra és a hivatalosan felkért szerzőre, lektorokra, mint akik elvi okokból tévedhetetlenek. Mintha csak a diákok szellemi teljesítménye lehetne kifogásolható, magukra vessenek tehát, ha nem értik, amit olvasnak. Nem értem néhol én magam sem.

Egy diák elmondta nekem, hogy bár a biológiát jobban szereti, mint a kémiát, felvételi vizsgát tenni kémiából mégiscsak jobb, mert a biológia *kevésbé objektív*. Ez a minősítés olyan tömör és elegáns, hogy mindaz, amit fentebb leírtam, pusztán szerény illusztráció ezen állításhoz.

De ez a minősítés – amely szelvében elterjedt a középiskolások között – egyúttal azt is jelzi, hogy a diákok nem buták; a maguk módján rendkívül gyorsan levonják a szükséges következtetéseket. Egy-

szerűen tudomásul veszik, hogy a biológia kevésbé objektív tudományág, s ezen belül is elsősorban az ökológia, az etológia és az evolúcióbiológia az, amely ellentmondásos, néhol infantilis és egészében komolytalan.

Lassan egy egész nemzedék nő fel ebben a tudatban. Ez az a generáció, amelyet a szabad, de sokszor felelőtlen sajtó és a „közszolgálati” médiumok elárasztanak „nulladik típusú” áltudományoskodással, kuruzslással, asztrológiával, ufológiával, grafológiával, föld-sugázmérő varázsingával, varázsvesszővel, szovjet parafenoménnel, meg ami kell. A profitábilis népművelés számára eljött a szabad rablás időszaka.

Nem szabad megengednünk, hogy egy olyan gimnáziumi oktatási gyakorlat éljen tovább, amelynek lényege a logikátlan és ellentmondásos tananyag szószerinti, mechanikus begabogtatása, mert ennél jobban semmi sem táplálhatja a ma amúgy is virágzó áltudományi üzletágat. (*Biológia II., III. és IV.;* írta: dr. Lénárd Gábor. *Második kiadás, Bp., 1989–90. Tankönyvkiadó.*)

RÓZSA LAJOS

Állatorvostudományi Egyetem,
Parazitológiai és Állattani Tanszék

AHÁNY BOLYGÓ, ANNYIFÉLE

A Naprendszer megismerésének története során, de különösen az elmúlt két évszázadban, folyamatosan gyarapodott a kozmikus környezetünkben felfedezett égitestek száma. Ezzel egyidejűleg felmerült az igény az égitestek valamiféle rendszerezésére.

Az ókortól a XVII. század elejéig, a távcső használatavételéig azonban még nem volt mit rendszerezni, hiszen a hat bolygón, a Napon és a Holdon kívül csak nagy ritkán vettek észre egy-egy üstököszt. Később sorra fedezték fel az égitesteket, új holdakat, néhány új bolygót, és ezerszámra a kisbolygókat. Most már lett volna mit rendszerezni, de az égitestek fizikai tulajdonságairól csak nagyon keveset tudunk; ismereteink szinte kizárólag a bolygók mozgására korlátozódtak, így azon sem csodálkozhatunk, hogy a rendszerezés is csupán ennek alapján történt. Bolygóknak hívták a Nap körül keringő égitesteket, illetve kisbolygónak a Naprendszer egy meghatározott térségében nagy számban fellelhető, de ugyancsak a Nap körül keringő testeket, míg a bolygók körül keringő égitesteket holdaknak nevezték.

A gyökeres fordulat az elmúlt évtizedekben szinte a szemünk láttára következett be. Az űrkutatás eredményeinek köszönhetően sorra ismerhettük meg a Naprendszer égitestjeinek fizikai felépíté-

sét. Néhány esetben lehetőség nyílt anyaguk közvetlen tanulmányozására is. A 60-as évek végén és a 70-es évek elején az Apollo-expedíciók űrhajósai hat helyről összesen mintegy 400 kilogramm kőzetmintát hoztak a Holdról, ami lehetővé tette égi kísérőnk részletes ásványtani feltérképezését. A szovjet automatikus Luna holdszondák három helyről hoztak kőzetmintát. Az együttesen 1 kg-nál kisebb tömegű minta további adatokkal szolgált. A 70-es években a szovjet Lunohod automatikus holdjárók a Hold, az amerikai Viking űrszondák leszállóegységei pedig a Mars talaját mára helyszínen vizsgálták.

A bolygók felszíni formáinak és légkörének megismerése szempontjából legalább ilyen fontos, hogy napjainkra már a Plutó kivételével valamennyi nagybolygót legalább egy űrszonda megközelítette. Ugyancsak több-kevésbé részletesen ismerjük a bolygók nagyobb holdjainak felszíni alakzatait. A fejlődés ezen a területen olyannyira a szemünk előtt játszódik le, hogy mire ezek a sorok megjelennek, a Jupiter felé tartó Galileo űrszonda már elrepült a Gaspra kisbolygó mellett. Két évvel később, 1993-ban az Ida nevű kisbolygót közelíti meg, miközben több űrkutató szervezet a kisbolygók közeli vizsgálatára indítandó speciális űrszondát tervez. Mindennek ellenére a kisbolygókról szerzett ismereteink zömét – ezen égitestek nagy száma miatt – a jövőben is a földi megfigyelések, elsősorban a radarszillagászati és szinképi vizsgálatok szolgáltatják majd.

Elérkeztünk tehát arra a pontra, ahol már megpróbálhatunk rendet teremteni, a Naprendszer égitestjeinek fizikai tulajdonságait rendszerezni. Erre a feladatra vállalkozik Bérczi Szaniszló a *Kristályoktól bolygóttestekig* című könyvében. A terjedelmes mű mai ismereteinket rögzíti. Természetesen a gyors és látványos fejlődés miatt nem tudhatjuk, hogy a következő évtizedek felfedezései megerősítik, esetleg kiegészítik-e a könyvben leírtakat, vagy éppen teljesen összekuszálják a kibontakozó rendszert.

A szerző rendszerének alapját a Naprendszer legkisebb és legnagyobb egységei képezik. A legkisebb kristályoktól a belőlük felépülő kőzeteken keresztül így jut el a bolygóttestekig; természetesen beleértve a nagy- és kisbolygók mellett ezek holdjait is.

A további tárgyalás alapjait tisztázó első, rövid fejezeteken kívül a könyv két nagy részből áll. Az egyik a bolygókkal mint égitestekkel foglalkozik, egységes képbe foglalva a Naprendszer égitestjeit. Szüntelenül gyarapodó ismereteink lehetővé tették, hogy szakítsunk a Naprendszer bemutatásának eddig szokásos gyakorlatával, amikor a Naptól való távolság sorrendjében elmondjuk a bolygókról