



TANTÁRGYKAPCSOLÁS A BIOLÓGIA KÖZÉP- ISKOLAI TANÍTÁSÁBAN.

A természetnek csak az tud igazán örülni és csak az tud benne igazán gyönyörködni, aki nemcsak ismeri a természeti tárgyakat és jelenségeket, hanem meg is tudja érteni a közöttük levő összefüggéseket. Az ilyen nyitott szemű és eszű ember nemcsak nézi a csodálatosan változó természetet, hanem meg is látja a benne megnyilatkozó törvényszerűségeket. Mai értelemben vett jó természetvizsgáló és egyben biológus tanár tehát csak az lehet, aki ezt az egyetemes érvényű gondolatot mindig szem előtt tartja és egész tanításában ehhez igazodik. A sok és száraz adathalmaz, a régi rendszertani és morfológiai nevek betanulása még korántsem léleknevelő tudomány. Ilyenné csak akkor tehetjük, ha tanításunk középpontjába az *életet* helyezzük, ha a megfigyelt természeti jelenségek között okozati összefüggéseket és kapcsolatokat keresünk, ha keressük és kerestetjük a törvényt, az igazságot, vagyis ha segítünk megláttatni a legszebbet: *a természet egységes életét*. Amelyik biológus tanár ilyen szempontból vizsgálja az egész természetet és a tanítás mellett nevelni is akar, annak tanítványai inkább bepillantást nyernek majd a természet csodálatos rejtélyébe, azok lelke feltétlen nemesebb lesz, azok igazi barátaivá szegődnek a természetnek, amelyben bármily csapás közepette is biztos vigasztalást és enyhülést találnak. Az ilyen tanárt áldani fogják a tanítványai.

Ezt a nagyszerű célt azonban a biológus tanár csakis tudatos, tervszerű és sokoldalú munkával érheti el. Mindenekelőtt tisztában kell lennie önmagával abból a szempontból, hogy a törvényesen megállapított tananyagot milyen filozófiai alapgondolatok szerint fogja feldolgozni, mert sohase felejtse, hogy *a biológiai oktatás filozófiai alapgondolat nélkül elveszíti óriási nevelő értékét*. Magyar biológus tanár munkáját pedig csakis a keresztény világnézet, a magyar föld és a magyarság rajongó szeretete és a természet szeretetétől tudatosan áthatott, harmonikus lelkű embertípus kitermelésének a vágya irányíthatja. Vezérlő gondolata mindig az legyen, hogy az ezerarcú természet egy csodálatos nagy egység, amelyet egy felettünk létező és mindent átfogó istenség kormányoz, amelyben csakis egyetemes érvényű örök törvények uralkodnak és amely törvények minden élöre és élettelenre, tehát minden növényre, állatra és emberre egyaránt érvényesek.

Ha pedig ezt az *egységes világhépet* lélekben egyszer már magáévá tette és önmagában átélte, csakis azután kísérelheti meg, hogy most már a tanítványai világhépet az övéhez hasonlóra formálja. Ezt azonban csak akkor érheti el, ha magát nemcsak szaktárgyaiban műveli állandóan, hanem ha az egyetemen szerzett szakműveltség helyett általános műveltségre is törekszik és minden szép, nemes és a tanításában értékesíthető hasznos ismeret iránt is érdeklődik. Tudnia kell azonban azt is, hogy minden ismeret csak akkor válik igazán tanítványainak lelki kincsévé, ha a tudatban mélyen gyökerezik és a mindennapi élet mindenféle vonatkozásában bármikor és készségesen rendelkezésre áll. Minél több oldalról világít meg valamely új ismeretet és minél inkább kapcsolatba hozza a régi és a más tudományág területén levő ismeretekkel, annál biztosabb alapokon nyugszik az új ismeret és annál értékesebb. Ez az elmélyítő és az ismereteket összhangosító módszer pedig csakis a tudatosan és következetesen keresztülvitt *koncentráció* lehet.

A koncentráció következetes megvalósítása azonban a biológia tanárától igen sokoldalú és alapos munkát kíván. A nehézségeket főleg az okozza, hogy a biológus tanár csakis szaktárgyainak tanítására van képesítve, tehát érdeklődése is inkább ezekre irányul. Ha azonban nemcsak a saját szaktárgyai és a rokon tárgykörök, hanem a humán tárgyak tananyagának a feldolgozását, de általában az egész középiskolai tantervet is figyelemmel kíséri, ha a meglátogatott órák anyagát mindig a koncentráció érdekében szemléli és ha az összes középiskolai tankönyveket ilyen szempontból csak átlapozza, akkor munkája máris sokkal könnyebbé válik. Ezekből a tankönyvekből és a hospitálási órákon látja csak igazán, hogy a biológiának mint tudományagnak a számai nemcsak a rokon tudományokat, hanem az ú. n. szellemtudományi tárgyakat is, tehát az irodalmat, művészetet, de az ember mindennapi életét is keresztül-kasul behálózzák. Nagyon természetes, a rokon természettudományi tárgyakkal sokkal föbb az érintkezéspont, tehát közöttük a koncentráció könnyebben is megvalósítható.

Hogy a biológia tanárának mennyire sikerül a különböző tudományágakkal hatékony kapcsolatokat találni, az mindig a tanár általános műveltségétől, tárgyszeretetétől és egyéniségétől függ. Azt azonban már most meg kell állapítanunk, hogy a koncentráció korántsem életelixír, csupán olyan, mint az orvosság. Ha kellő mértékkel adagoljuk, akkor erősít és örömet szerez, mértéktelenül alkalmazva pedig ellenkező hatást érünk el vele. Ha folytonosan csak kapcsolatokra *vadászunk*, még a legjobb szándék mellett is kisiklik kezünkben a biológia vezérlő gondolatának fonala, és a tanulók a sokféle fától nem látják az erdőt. *Sohasem az ismeret*

reték mennyisége, hanem sokkal inkább a minősége lebegjen lelki szemünk előtt. A biológiai koncentrációban tehát szigorú mértéket és rendszert kell tartanunk.

A biológiával kapcsolatban a *koncentráció módszerére*, illetőleg keresztülvitelére vonatkozólag általános irányelveket megállapítani nem lehet. Az alsó két osztályban, amikor a gyermek még kevés ismerettel rendelkezik és szellemi befogadóképessége sem annyira fejlett, a koncentráció módszere is egyszerű. Ezen a fokon főleg a gyermek romantikus és mesét szerető természetének megfelelően csak egyszerű ismereteket gyűjtögetünk és azokat elraktározzuk. Az ötödik osztályos biológiai anyaggal kapcsolatban a koncentráció alkalmazására már jóval nagyobb lehetőség nyílik, mivel a tanuló addigra elég fizikai, kémiai, ásványtani, földrajzi, néprajzi, mennyiségtani, nyelvészeti, irodalmi stb. ismeretet gyűjtögetett és természete is inkább a technikai problémák és a csodálatosságok felé hajlik. Akár az alsó, akár a felső fokon tanítunk, egyetlen óránk se múljon el anélkül, hogy az új ismeretet a régiakkal természetesen módon össze ne kapcsoljuk. Ez annyiival inkább megvalósítható, mert nincs a természetben egyetlen olyan természeti tárgy vagy jelenség, amely teljesen elkülönült lenne és másokkal kapcsolatban ne állana.

A *koncentráció anyaga* a tárgy természetétől függ. Más ismeretkör kapcsolódik pl. a magyar búzához, más a kutyához, a házi méhhez vagy a dzsungel ismertetéséhez. Hogy egy-egy természeti tárgy tanításakor a tanár milyen kapcsolatokra hívja fel a figyelmet, az főleg az ő leleményességétől, sokoldalúságától és tárgyszeretetétől is függ. Amikor a tanár azt látja, hogy ez vagy az a jelenség etikai, vallási, néprajzi, történelmi, földrajzi stb. vonatkozások kidomborítására alkalmas, akkor ezt emeli ki jobban. Más jelenséggel kapcsolatban még inkább a fizikai, kémiai, matematikai vagy technikai kapcsolatok megláttatására törekszik. Néha elég egy-két odavetett szóval vagy mondattal megvilágítanunk a kapcsolatot, és a tanulóban mindjárt egész gondolatlánc ébred fel és kapcsolódik az új ismerethez. Amikor pl. a halak úszásáról, a madarak és termések repüléséről vagy a planktonszervezetek lebegéséről beszélek, csupán egy-két szóval utalok Archimedes fizikai törvényére, amely fizikai törvény koncentrációja alapján az a bizonyos élettani jelenség a tanuló lelkében azonnal megvilágosodik és azonnal kapcsolja a már meglévő ismeretekhez.

Egy-egy ilyen koncentráció felvetésekor nem szabad elhanyagolnunk tanítványaink eddig szerzett kapcsolatait sem. Hiszen némelyiknek már családi körülményeinél fogva olyan ismeretei lehetnek, melyeket a koncentráció érdekében eredményesen felhasználhatunk. Pl. a déligyümölcsök, baromfiak stb. tárgyalásakor maguk

a tanulók gyümölcs- vagy baromfikereskedelmi kapcsolatokat említenek meg, mert különösen városban akad egy-két gyermek, akinek ezzel vagy azzal a tárgykörrel kapcsolatos ismeretei vannak. Általában mindig arra az álláspontra kell helyezkednünk, hogy minden tanítási anyagunk egy-egy központi ismerethalmaz, amelyhez centripetálisan és sugárirányban kell megkeresnünk a kapcsolatokat. A középponton kívül levő ismeretek pedig mindmennyi centripetálisan ható reflektorok, a központi tárgyat segítenek megvilágítani. Minél több régi ismeret kapcsolódik az új ismerethez, a tudás annál biztosabb lesz, az egyes tudományszakok között a mesterségesen emelt válaszfalak lassankint elhomályosodnak és fokozatosan felébrednek a tanulóban a nagy szintetikus egység meglátását, amelyre a középiskolai lélektanítás is általában törekszik.

Emez általános szempontok után nézzük, hogyan valósítható meg a koncentráció a gimnáziumi tárgyakkal kapcsolatban. Hangsúlyozni kívánom azonban már most, hogy itt csupán egyes kiragadott példákról, illetőleg irányelvekről lehet szó; nem pedig mindenkire kötelező formulákról. Az alábbiakból főként az a *szellem* tükröződik ki, miként valósítható meg a koncentráció a középiskolai biológia tanításában.

A természetrajzi tárgyak közül legtöbb és legközvetlenebb kapcsolat a *növénytan* és az *állattan* között van. A sokféle és azonos életjelenség (táplálkozás, növekedés, mozgás, szaporodás) mindmennyi alkalom a koncentrációra és az összehasonlításra. A létfeltétel és az egymásrautaltság a természetnek ezt a két világát szorosán egymáshoz kapcsolja és ezt a kapcsolatot lépten-nyomon ki is kell használnunk. Ezek a kapcsolatok olyan erők, hogy pl. az V. osztály biológiai anyagát csakis ilyen kölcsönös vonatkozásokban, illetőleg teljesen azonos módon és egymással összehasonlítva tárgyalhatjuk eredményesen.

Kettőjükhöz csatlakozik a »természetrajznak« harmadik tárgya, az *ásványtan*. Amikor pl. a növények tápláló oldatairól vagy az egyetemes anyagforgalomról beszélünk, ugyanakkor a talajról és fontosabb ásványi sóiról is megemlékezünk. A különböző vidékeken élő növények tárgyalásakor az illető terület talajviszonyait is megemlítjük. Ez pedig már bizonyos tekintetben közettani és geológiai ismeretekkel kapcsolatos. Az egysejtűek, tüskébőrűek vagy a puhatestűek mészvázainak ismertetésekor a mészképződést és a kréta-hegyeket, a páfrányokkal kapcsolatban az őskori szénképződést említjük meg, viszont a föld különböző helyein levő széntelepek ismertetése már a földrajz területére visz át bennünket.

A *földrajz* és biológia szoros kapcsolata mindnyájunk előtt ismeretes. Hiszen a tárgyalandó állat vagy növény földrajzi előfordulásának vagy származásának pontos helyét csakis az előzetes földrajzi ismeretek alkalmazásával rögzíthetjük igazán. Ilyen-

kor nemcsak a tanulók pusztá földrajzi és topográfiai ismereteit idézzük föl, hanem ugyanakkor azt a *földrajzi tájegységet* biológiai szempontból is a *való étellel, tehát egész sereg növényvel, állattal emberrel és kultúrával népesítjük be*. Amikor pl. az indiai elefántról beszélünk, ugyanakkor az indiai őserdők buja növényzetét és egyéb természeti jelenségeit, esetleg a lakosok könnyű megélhetését is megemlíthetjük. A főka tárgyalásakor a sarkvidékek sivárságát vagy az eszkimók egyhangú életét tárjuk a tanulók elé, viszont a teve ismertetésekor a sivatagok elterjedését és jellemző sajátosságait vitatjuk meg, amely környezetbe a teve tökéletesen beleillik. Minthogy ezeknek az állatoknak az emberre vonatkozó jelenségeit is tárgyaljuk, így akaratlanul is a *néprajz*, illetőleg az *ipari és kereskedelmi földrajz* területére is áttérünk (karavánok, elefántcsont stb.).

A tanulókat a távoli vidékek sajátosságos állat- és növényvilága már csak azért is érdekli, mert tele van romantikával. A hozzájuk kapcsolódó utazások, vadászatok és kalandok mind olyan tárgyak, melyek a gyermek lelkét megkapják. Amikor pedig a különböző állat- és növényvilág változásairól beszélünk, nemcsak a geológiai viszonyok, hanem a paleontológiai vonatkozások is előtérbe kerülnek. Itt is különösen a hazai rög természetvilágának történetével kapcsolatos ismeretek felújítása a fontos (az alföldi löszképződés és a benne levő növényi és állati maradványok stb.). A hasonló állatoknak és növényeknek a különböző földrészekben való előfordulása egyes földrajzi elméletek megemlítésére ad alkalmat (Dél-Amerika és Dél-Afrika hasonló életvilága, Madagaszkár és India hasonló életvilága, Wegener elmélete stb.).

Az *állat- és növényföldrajz* tárgyalása különösen alkalmas tárgykör az emberi vonatkozások kidomborítására és a hazafias érzés kifejlesztésére. Amikor pl. az állatok és növények földrajzi elterjedéséről beszélünk és amikor maguk a tanulók állapítják meg, hogy pl. a vadmacskának, hiúznak, oroszlánnak, tigrisnek, párducnak, pumának, jaguárnak és a többi macskaféle ragadozónak, bár ugyanabba a családba, a macskafélék családjába tartoznak, mégis a föld különböző pontjain van a megélhetési területük, vagyis a hazájuk, ebből a megállapított és belátott igazságból egész nyugodtan azt a következtetést is levonhatjuk tanítványainkkal, hogy ehhez hasonlóan minden öntudatos népnek, tehát a magyarnak, a németnek vagy az olasznak is kell ilyen megélhetési területének, vagyis hazájának lenni. A haza fogalmát tehát úgy állítom tanítványaim szeme elé, hogy az korántsem emberi találmány, hanem az Úristentől alkotott természetes terület. Az endemikus alakok tárgyalása viszont alkalmat ad a lokálpatriotizmusnak, a szülőföld szeretete érzésének kifejtésére.

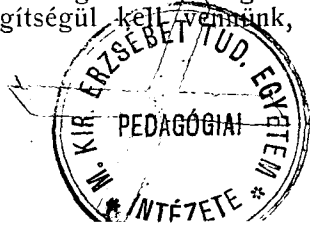
A *kémia*. Ha a biológus tanár egyszersmind kémiaszakos is, akkor a kémia és biológia kapcsolata könnyen megvalósít-

ható és értékesíthető. Sokkal nehezebb azonban, ha nem így van, mert akkor annak a tanárnak még a legegyszerűbb kémiai kísérlet is látszólagos nehézségeket okoz, ami okvetlenül a koncentráció-eredményének hátrányára van. Pedig egy-két igen egyszerű kísérlet rendkívül megkönnyítheti az élettani jelenségek megértését. Különben annak igazolására, hogy pl. a szájban megrágott kenyér keményítőanyaga a nyál hatására cukorrá változik (édes íz), vagy a keményítőnek jóddal való kimutatásához igazán nem kell kémiai képesítés. Márpedig a biológiai oktatásban mind az alsó, mind a felső fokon csakis ilyen egyszerű kapcsolatokról és kísérletekről lehet szó.

A kémiai vonatkozás különben egész természetrajzi oktatásunkon végigkísér bennünket. A táplálkozás, az anyag körforgalmának kérdése már a tanítás legelején felvetődik, mielőtt a tanuló rendszeres kémiát tanult volna. Már az első osztályban, amikor a lélekzészről beszélünk, meg kell emlékeznünk a levegőről és alkotórészeiről. Egyszerű kísérlettel igazoljuk, hogy lélekzészkor széndioxidot lehelünk ki, mely a meszes vizet megzavarosítja. Ugyancsak egyszerű kísérlettel igazolom, hogy a vízi növények megélhetéséhez szükséges széndioxid a vízben is megtalálható (meszes víz a kútvizet is megzavarosítja). Amikor a keményítő jelenlétét a burgonyában vagy a babszembén jóddal kimutatom, amikor a meszes talajra ecetet öntök és az pezség, kémiai ismereteket is közlök a tanulókkal. Ha a csírázásakor melegejlődést mutatok ki, akkor meg a lélekzéshez szükséges oxigén felhasználását, illetőleg a széndioxid keletkezését igazolom. Asszimilálásakor viszont az oxigén keletkezését mutatom ki. Amikor pedig a levelet próbacsőben hevítem, annak víztartalmáról győzőm meg a tanulót. Ha még tovább hevítem, akkor megszenesedik, ezzel meg a szén jelenlétét igazolom. A kémiai kapcsolatok alkalmazására különben is az V. osztályos biológiai anyag nyújtja a legtöbb kapcsolatot, itt mind az állatok, mind a növények egész anyagforgalmának tanítása: kémiai vonatkozások nélkül vajmi keveset érne.

A fizika. A fizika és a biológia között igen sok érintkezőpont van. A biológia keretében tudunk igazán rámutatni arra, hogy az egyetemes fizikai törvényszerűségeket nemcsak a fizikai szertár eszközein szemléltethetjük, hanem az élő szervezetekben is. Mindezeknek tudatos és következetes meglátása igen nagy élmény a tanulóknak, de ugyanakkor a régebben szerzett ismeretek még maradandóbbakká válnak. Egy-egy biológiai ismeret önmagában esetleg teljesen elhomályosodott volna, fizikai vonatkozással azonban új erőre kap és már érdekességénél fogva is maradandóbbá válik. Így ébred a tanuló tudatára annak, hogy a természetben aránylag csak kevés alapvető természeti törvény van, ezek azonban egyetemlegesen érvényesek minden élő szervezetre, élettelen tárgyra, valamint arra.

is, hogy a természet ugyanazzal az eljárással a legkülönbözőbb feladatokat is képes megoldani. Pl. a légüres tér elmélete alkalmazásával — melyet legegyszerűbben úgy szemléltetünk, ha egy kisebb üvegcsőből a levegőt szájunkkal kiszívjuk, amire az az ajkunkhoz vagy a nyelvünkhöz tapad — számos élettani jelenség könnyen megmagyarázható. Ezen egyszerű fizikai kísérlet alapján meg tudjuk értetni pl. a pióca tapadását és vérszívását, az emlős-állatok szopását vagy a lepkék mézszívását. Az egy- és kétkarú emelőszerkezettel nemcsak az állkapcsok működését tudom mara-dandóan és értékesen megvilágítani, hanem ugyanezt a fizikai elvét alkalmazhatom a zsálya megporzásának, a giliszta földben má-szásának, a madár és a rovarok szárnyának vagy az emberi kar működésének megértetésekor is. Az ember járásakor vagy a kacsza vízalábukásakor a különböző egyensúlyi helyzetekről emlékezem meg. A víz és a levegő rugalmassági elvének alkalmazását az úszással és a repüléssel kapcsolatban említettem meg, Archimedes elvét, illetőleg a víz felhajtó erejét minden egyes úszó szervezet úszásának megmagyarázásakor. Fizikai alapismerettel tudom meg-magyarázni pl. az izzadás biológiai jelentőségét is, mert kísérlettel igazolhatom, hogy a párolgás mindig lehüléssel kapcsolatos. A vakondok vagy a foka jó hallását azzal tudom igazán megmagya-rázni, hogy a szilárd és folyékony közeg a hangot jobban vezeti, mint a levegő (óraketyégtetési kísérlet). A túlűtött folya-dékok elve alapján könnyű megértetnem azt is, miért nem fagynak meg télen egyes magvak vagy a rovarpeték. Ugyan-akkor a tanulók matematikai ismeretét is felhasználhatom, amikor megértetem velük, miért célszerű a legtöbb mag vagy pete aránylag kicsiny gömbalakja, miért gömbölyödik téli álma alatt gömbalakúra a sündisznó stb. Maguk a tanulók fogják megállapítani ennek a berendezkedésnek célszerű voltát, mivel maguk számítják ki, hogy a gömbalakú testeknek van aránylag a legnagyobb köbtartalmuk, de ugyanakkor a legkisebb felületük, a kisebb felületről pedig kevesebb meleg sugárzik ki. Ugyancsak nem nélkülözhetem a fizikai alapismereteket akkor, amikor a gyö-kérszörök táplálékfelvételét (osmoszisos nyomás), vagy amikor a levelek párolgását a párolgás (szívó) fizikai folyamatával próbá-lom megértetni. A havasi növények szőrös bundáját a levegő rossz hővezetésével hozom kapcsolatba. De egyszerű fizikai kísérletekhez vagy pedig ilyen ismeretek kapcsolatához kell folyamodnunk akkor is, amikor a planktonszervezetek lebegését értetjük meg a tanulókkal. Előbb okvetlen meg kell velük értetnünk, mi a fajsúly, miben áll a víz felhajtó ereje, milyen szerepe van a nagy felületnek az úszás-ban stb. Vagyis ha nemcsak puszta ismereteket akarunk tanít-ványainkkal közölni, hanem az életjelenségeket is meg akarjuk értetni, akkor más ismeretkör is segítségül kell vevnünk, mert



csakis így biztosíthatunk tanítványainkban maradandó, biztos és örömet keltő ismereteket.

Mindezek a fizikai kísérletek és kapcsolatok azonban a lehető legegyszerűbbek legyenek és bemutatásuk sem tarthat tovább egy-két percnél. De ezek a fizikai kapcsolatok és kísérletek korántsem jelentik azt, hogy most már a biológia keretében fizikát tanítsunk. Ez különben is teljesen lehetetlen és nagyon is elhibázott dolog lenne. Mi a fizikai ismeretekből, de a többi kapcsolatos szakárgyból is mindig csak annyit közlünk, amennyi a központi téma megvilágításához és maradandóvá tételéhez okvetlenül szükséges és a gyermek értelmi színvonalának is megfelel. Ilyenkor *sohasem a részletek érdekelnek bennünket, hanem csakis a végső eredmény, a törvény, mégpedig a lehető legegyszerűbb formában.* Amikor pl. azt akarom megértetni, hogy a vízi állatok a lélekzésükhöz szükséges levegőt a vízben elnyelt levegőből szerzik, akkor korántsem a folyadékok gázelnyelési elméletéről tartok előadást, hanem csupán félperccig tartó egyszerű kísérletet mutatok be. Ilyenkor a vízfelületig megöltött próbacsőben a víz felett lévő levegőt egyszerű szívással megritkítom vagy egy tanulóval megritkíttatom, s erre a vízben elnyelt levegő apró buborékok alakjában azonnal jelentkeznek. Ugyanilyen egyszerű módon igazolom azt is, hogy a vízben széndioxid van. Ennek igazolására csupán kevés meszes vizet öntök a vízbe, amire az azonnal megzavarosodik. És ezek a kísérletek legfeljebb egy-két percig tartanak, hatásukra azonban a kémiának és a fizikának egy-egy törvénye, valamint a vízi állatok lélekzése és a vízi növények asszimilációja azonnal maradandó és harmonikus ismeretté vált a tanulóban.

Máskor elegendő csupán egy-két odavetett szó vagy mondat és a koncentráció azonnal világossá válik. Ezt a tanár különösen akkor alkalmazza, ha tudja, hogy a kapcsolandó ismeretről a tanulók már előzőleg hallottak. Amikor pl. a pióca odatapadásáról, vérszívásáról van szó, elég csak a légritkítás elve kifejezést megemlítenem, erre a szerv és működése között az összefüggést azonnal megértik, mert előzőleg már a tengeri sünök helyzetváltoztatásával kapcsolatban erről szó volt. Amikor pl. a szem szerkezetét ismertetjük és esetleg egy felbontott marhaszemen szemléltetjük, lehetetlen meg nem emlékeznünk a fénytörésről vagy a kétszerdomború lencsék működéséről. Ugyanakkor azonban a fényerősség és az emberi pupilla működése közötti összefüggést az ú. n. pupillakísérlettel is szemléltetjük, amely abban áll, hogy a tanuló tenyerével befedett szemének pupillája azonnal kisebbedik, a másik pedig megnagyobbodik. Egy-egy ilyen egyszerű kísérlet és koncentráció meggyőzi a tanulót arról, hogy az élő szervezetek mennyire a fizikai törvények hatása alatt vannak.

Az élő szervezetekben megnyilatkozó fizikai törvényszerűségek megértését rendkívül megkönnyítik és felette értékesé teszik azok

a koncentrációk, melyekkel kapcsolatban az élőlények szerkezetét, életműködését az emberi alkotásokkal, szerszámokkal, gépekkel, technikai berendezésekkel hasonlítjuk össze. Erre tanításunkban igen sok alkalom kínálkozik. A túlzástól azonban itt is óvakodnunk kell. Pl. a vízben úszó halak, bálnák és egyéb állatok alakja a mai közlekedési eszközök alakjával, a termések alakja és működése pedig a repülőtechnikával könnyen kapcsolatba hozható. Ugyanakkor azonban a technika hőseit, szerkesztő mérnökeit is megemlíthetjük, akik tudásukkal iparkodnak ellesni a természeti tárgyakban megvalósult építészeti remekműveket. Amikor az emberi vérkeringés szervét és az egész véredényrendszert, valamint a növények táplálékvezető nyalábjait és levélerezetét tárgyaljuk, ugyanakkor a vízvezeték technikai berendezéseivel is összehasonlítjuk. Mindezek a technikai kapcsolatok pedig jelentősen hozzájárulnak ahhoz, hogy az élő szervezet működéséről a tanulóban a valóságnak megfelelő fogalom alakuljon ki. Még maradandóbb az a mozzanat, amikor azt az élettani jelenséget a tanulók bevonásával a maguk végezte igen egyszerű kísérletekkel vagy eszközökkel utánozzuk. Ilyen utánpótlás lehet pl. egy-egy virág megporzási mechanizmusa (zsálya) vagy valamely állat életjelensége (kígyó harapása stb.). Némelyik kapcsolatot a technikai vagy fizikai koncentráció mellett az etikai vonatkozások kidomborítására is felhasználhatjuk. Amikor pl. a gabonaszár szilárdságát az emberi építéssel alapelveivel és eredményeivel összehasonlítom, ez a koncentráció arra is alkalmas, hogy az isteni tökéletességre is rámutassunk és kiemeljük azt, mennyivel tökéletesebb az isteni alkotás, mint az emberi.¹

Számtan. A biológia és a számtan kapcsolata már kisebb jelentőségű, bár itt is alkalom nyílik egyes természeti jelenségek számtani értelmezésére. A különféle mérések (a fa magassága, kerülete), statisztika (csírázási százalék), grafikus ábrázolás (variációs görbe), különféle szimmetriaviszonyok mindmegannyi haszonnal járó koncentráció. Az ilyesféle számtani kapcsolatok azonban csakis igen egyszerű formájúak lehetnek. Minden bonyolultabb számolási kapcsolatot (pl. a levélállás számtani sorozata stb.) okvetlenül mellőzünk. Az egyszerű kapcsolatoknak azonban igen nagy jelentőségük van. Mennyivel érdekesebb, értékeesebb és maradandóbb pl. az az ismeret, mikor nem elégszem meg azzal, hogy pl. a méhek hatszegletes sejteket építenek, hanem matematikailag és mértanilag is bebizonyítom, hogy a hatszegletes sejthez kell aránylag a legkevesebb anyag, ugyanakkor azonban a belső tartalom a legnagyobb, s hogy az összes lehetőségek között a térkihasználást is figyelembe véve a hatszegletes sejtekben van a legtöbb férőhely (bábok, méz elhe-

¹ A növénytanallal kapcsolatban a koncentráció elvét valósítja meg a következő munka: *Dr. Greguss Pál, A növények csodálatos élete.*

lyezése). Ha a tanuló maga győződik meg arról, hogy a szabályos sokszögek közül ugyanabban a síkban csak a háromszögek, a négy- és a hatszögek illeszthetők egymás mellé úgy, hogy közöttük hézag nem marad, és ha a gyermek maga látja be, hogy a három sokszög egyenlő kerülete mellett a szabályos hatszögnek van a legnagyobb területe, illetőleg belső köbtartalma ($3 \times 1 \frac{1}{3} = 4$ cm, $4 \times 1 = 4$ cm, $6 \times \frac{2}{3} = 4$ cm; egy háromszög területe = 0.77 cm², egy négyzet = 1 cm², egy hatszög = 1.15 cm²), akkor önkénytelenül valami meghatódottság fogja el, mert be kell látnia, hogy a természetben minden nagyon bölcsen és nagyszerűen van elrendezve. De ugyanilyen tanulságos annak a geometriai alapelvnek a felismerése is, mely szerint minél kisebb a test, a felülete annál nagyobb. Ezt legegyszerűbben a kocka felületével igazolom. A kocka felülete ugyanis $6 a^2$. Ha pontosan megfelezem, akkor a két félkocka felülete már $8 a^2$, tehát a felület tetemesen megnagyobbodik. Emez egyszerű matematikai és geometriai tételt azután számos élettani jelenség értelmezésében is felhasználhatom. Így pl. az emberi bélsatornában a bélsatorna felszívó felülete a bélbolyhokkal igen nagy mértékben növekedik. Ugyanezt az elvet használom fel pl. a gyökérszörök óriási táplálékfelszívó felületére, vagy a parányi tüdőhólyagocskák gázfelvő és gázkibocsátó hatalmas felületére is. De ugyanez az elv vonatkozik arra a jelenségre is, miért nagyobbak általában a hideg sarkvidék állatai, pl. a bálna, rozmár és miért kisebbek általában a trópusi, illetőleg az egyenlítő-tájékan élő állatok, pl. a kolibrik (Bergmann-szabály). Matematikai elvet, nevezetesen az egyenlőszárú derékszögű háromszöggel való kapcsolatot használom fel pl. a fák magasságának megállapításakor, melyet a cserkészek kirándulásaik alkalmával minduntalan felhasználnak.

Sajnos, a biológia oktatása csak az V. osztályig terjed, tehát nem igen van alkalom arra, hogy a matematika magasabb törvényeire is hivatkozzunk. Pedig nagyon sok természeti jelenség valójában csakis e magasabb törvények ismerete alapján válna igazán értékkessé. Így nem alkalmazhatjuk pl. a Newton-féle binomiális-tételt, sem pedig a kombinációt, melynek alapelemeit pl. az örökléstan tanításában alig nélkülözhetjük.

A történelem. Tanításunkban a történeti vonatkozásokat sem mellőzhetjük. Erre különösen az egyes tudományágak fejlődésének megvilágításában van szükségünk. A vérkeringéssel kapcsolatban pl. *Leonardo da Vinci*, *Harvey*, az örökléttannal kapcsolatban *Mendel* páter, a mikroszkóppal kapcsolatosan *Hook* nevét említjük meg, de a hazai vonatkozásokról sem feledkezünk meg. Pl. a selyemhernyó tenyésztésével kapcsolatban *Széchenyi* nevét és korát ökvétlenül megemlítjük. A sok történelmi adattól azonban óvakodjunk. Tanításaink során inkább a művelődéstörténeti vonatkozásokat keressük és próbáljuk általuk az illető kor természettudományi ismereteit megérteni. A burgonyával kapcsolatosan megemlítjük,

milyen nehezen tudott elterjedni Európában a burgonya, hiszen kétszáz évvel ezelőtt is katonai, illetőleg rendőri felügyelet alatt kellett elültetni. Házi állataink, hasznos növényeink története mind alkalmas arra, hogy az ember és a természet közötti kapcsolatokat megvilágítsa.

Néha azonban egészen távoli fogalmak között is lehet történeti összefüggéseket megállapítani, csupán a tanárnak kell értenie hozzá. A méh tanítása és Dugovics Titusz között pl. az első pillanatra semmi összefüggés nincs. Ha azonban a szűrő méhet úgy tüntetem fel a gyermek előtt, mint önfeláldozó hőst, amely életét is feláldozza akkor, amikor a méhállamot veszély fenyegeti, akkor ezt a halálmegvető bátorságot és cselekedetet egészen nyugodtan alkalmazhatom az önfeláldozó hős Dugovics Tituszra is. Ezzel a kapcsolattal az önfeláldozó hazaszeretet érzését s a közöségért való bátorságot és áldozatkészséget loptam be tanítványaim lelkébe, de ugyanakkor a méhállam berendezését még vonzóbbá és csodálatosabbá tudom tenni. Az ilyen kapcsolatok meglátásából tűnik ki azután, hogy a tanár igazán művész-e tárgya tanításában.

Egészségtan. Az egészségtan és a biológia között szintén szoros kapcsolat van. Hiszen az emberi testnek és életműködéseinek ismertetésekor az egészségtani vonatkozásokat is meg kell említeni. A két tárgy egymástól szinte el sem választható. A baktériumok tanulásával kapcsolatban a különböző fertőző betegségekről, járványokról, esetleg a járványok történetéről, a kuruzslásról, a védőoltásokról, a szérumokról és azok nyereséről, a mosakodásról, fürdésről, edzésről stb. emlékezhethünk meg. A különféle emberi élősködő állatokkal kapcsolatban a tisztálkodás és az öltözködés, a lakás egészségügyének kérdése szintén kapcsolatba hozható. A patkánnyal együtt a pestis terjedését is megemlíthetjük. A megporzással és megtermékenyítéssel kapcsolatban, de különösen az örökléstani alapismeretek tárgyalásakor az egyes sajátságok, betegségek, rendellenességek és képességek átöröklődését ismertetjük. Ugyancsak itt nyílik alkalom a családi törzsfa megemlézésére és megszerkesztésére. Sajnos, az V. osztály még nem elég érett arra, hogy az örökléstani alapismeretek tárgyalásakor az eugenika területére is áttérjünk, pedig ez lenne biológiai oktatásunknak legértékesebb és legérdekesebb része.

A mérges növényekkel, valamint a mérges állatokkal együtt az elsősegélynyújtás különböző módjaira is utalhatunk. Az állati, növényi és ásványi táplálóanyagok eltartása, a gyümölcs- és húskonzerválás különböző módjai pedig már a háztartás területére visznek át bennünket.

A magyar nyelvvel és irodalommal szintén elég kapcsolatot találhatunk. Amikor pl. az Alföld fátlanságát, pusztaságait, királydinnyés homokos tájait, a rét és mocsár állatvilágát mint életegyiséget tárgyaljuk, lehetetlenség ugyanakkor Petőfi alföldi költészeté-

ről vagy Arany Toldijáról meg nem emlékeznünk. Egyes állatok vagy nevezetesebb növények tanulásakor a rájuk vonatkozó irodalmat vagy verseket idézzük fel tanítványaink emlékezetében. De csakis azokat, melyekről a tanulók eddigi ismereteik és olvasmányaik alapján tudhatnak. Pl. a kutyánál és a macskánál a Családi kört, a fülemülével kapcsolatban Arany Fülemiléjét, a tyúkkal kapcsolatban Petőfi Anyám tyúkját említjük meg. A gerlével kapcsolatban a Vadgalamb és a gerle meséjét elevenítjük fel. Koncentráció az is, mikor egyes állatokkal vagy növényekkel foglalkozó könyvre vagy valamilyen írásra hívjuk fel a tanuló figyelmét (Mikszáth: Szontágh Pál kutyái, Wagner: A kis kertész stb.). Az állatok és növények népies neveivel, a népszokásokkal kapcsolatban a magyar ember jó természetmegfigyelő képességére mutatunk rá (*folyóka*, fojtófű, galacsinhajtó stb.). Hasonlóképpen felhasználhatjuk azokat a példabeszédeket, közmondásokat, versikéket, szólásokat, ősi népszokásokat, népi eledeleket, babonákat, melyek arra a természeti tárgyra vonatkoznak (az egér és az oroszlán; szelífa, mint a galamb; csigabiga, gyere ki; hörcsögtermészet; szelencefa; májusfa; paprikás stb.).

A magyar nyelvvel való kapcsolatot szolgáljuk akkor is, amikor a tanulókat a helyes és magyaros kifejezésekre szoktatjuk, amikor házidolgozataikat vagy iskolai füzeteket a magyar nyelv törvényei szerint javítjuk ki.

Még az *idegen nyelvekkel* is találunk kapcsolatot. A latin és görög nevek, a különféle szakkifejezések értelmezései szintén alkalmat nyújtanak arra, hogy ezekkel a tárgyakkal, némi kapcsolatot találjunk. Ovidius vagy Phaedrus meséi szintén alkalmasak a koncentrációra, valamint egyes német és francia versek is. A túlzásoktól azonban óvakodnunk kell.

A biológiának a *művészeti és kézügyességi* tárgyakkal, tehát a *rajzzal, kézimunkával* és még az *énekekkel* is számos vonatkozása van. Ezeket az érintkezőpontokat inkább a neveléssel, az ízlés- és a kedély fejlesztésével kapcsolatban említjük meg. A mindig vázlatos rajzot a biológus tanár sohasem nélkülözheti, mivel a rajz a pontos megfigyelésre és a lényeg meglátására szoktatja a tanulót. De biológiai tanításunkban a vázlatos rajz sohasem cél, hanem csak alkalmi eszköz a megfigyelések rögzítésére, illetőleg pontos kifejezésére. A különböző színek alkalmazása és harmóniájának észrevése (pl. csokorkötés) nagy mértékben hozzájárul a tanulók esztétikai neveléséhez. A virág és állat mint dísz különösen a női kézimunkával hozható koncentrációba. A virág és az állat egyaránt alkalmas téma mind a magyar költészetben, mind a képzőművészetben lévő kapcsolatok észrevételére. És itt is inkább a népművészeti vagy az igazi nagy művészeti alkotások felé forduljunk (Budapest állatszobrai, tulipános láda stb.). Néha még a népdalok megemlézése vagy eléneklése is hasznos kapcsolatok

félidézésére lehet alkalmas, különösen az alsó fokon (Egy cica, két cica... ; Cserebogár, sárga cserebogár stb.). Egyes élettani jelenségek utánzása vagy az egyszerű tanulókísérletek összeállítása pedig a tanulók kezűgyességét fejleszti, s ez különösen a mai, ú. n. munkáltató módszer idejében igen nagyjelentőségű.

A természetrajzi oktatás még a *filozófiával* (*lélektannal, etikával*) is számos érintkezőpontot talál. A modern lélektan ma már az agyvelő és az érzékszervek szerkezetét és működésének ismeretét nem nélkülözheti. Az is bizonyos azonban, hogy a biológiai ismeretekhez lélektani elmélyülésre is szükség van. Amikor a növények és az állatok érzékszerveiről, mozgásáról, az érző és mozgó idegekről, agyvelőről, ingerelhetőségről beszélünk, ugyanakkor olyan alapfogalmakat is érintünk, amelyekre a tanulóknak majd csak a VIII. osztályban, a lélektan tanulásakor lesz szükségük.

A biológiának az összes gimnáziumi tárgyak közül — e tudományágak nevét talán sohasem mondjuk ki — a *vallástannal* és a *filozófiával* (*etikával*) van a legtöbb kapcsolata. Egyetlen óránk se múljék el anélkül, hogy a biológiai anyagot valami magasabb, emberibb szempontból ne néznők, vagy pedig valami filozófiai magasságból ne világitánók meg, vagy legalább is ilyesféle vonatkozást ne sejtetnénk. A lombhullással kapcsolatban pl. az elmulást, a tojással meg a feltámadás gondolatát érintjük. A madár- és természetvédelem is alkalmas az etikai és valláserkölcsi vonatkozások megfigyelésére. Az élőlények ivadékgondozásával és családi életével együtt az emberi társadalom megfelelő berendezkedéseit tárjuk a tanulók elé. Általában a biológus tanár sohasem felejtse, nem az a feladata, hogy rengeteg ismerethalmazt tömjön tanítványai fejébe. Ennél sokkal fontosabb a *nevelés*, mert hiszen egész tanításunk ennek az érdekében kell hogy történjék. Bár az órán filozófiával és etikával mint tudományággal egyáltalán nem foglalkozhatunk, mivel az V. osztályos gyermek értelmi foka pl. az élet, a fejlődés, a származás, az öröklés, a magasabb szociális, etikai és nemzetvédelmi problémák filozófiai fejtegetésére még nem igen alkalmas, mégis egész biológiai oktatásunk alatt szüntelenül a keresztény világnézetű filozófiát oltjuk bele a fogékony gyermeki lélekbe. Éppen ezért nekünk biológus tanároknak az V. osztály végén minden tanulót azzal a tudattal kell útra bocsátanunk, hogy biológiai óráinkon mindig szépet, igazat és jót hallottak. Az indukció és a dedukció módszereivel az öt év alatt lassanként megérezttük velük, hogy a természet harmonikus egység, amely nyugalmat nem ismer, mert minden él és fejlődik benne. De ugyanakkor ráeszmélttük őket arra is, hogy az örök titkot emberi értelemmel megfejtani nem sikerül sohasem. Ezt csak hinni lehet. Nekünk biológus tanároknak tehát az legyen a legfőbb célunk, hogy a sok természetrajzi ismeret mellett ezt a hitet minden tanítványunk egész életére magával vigye. *Greguss Pál.*