

kére, a pedagógus hatása tanítványaira is *kölcsönhatás*. Makarenko erre mondta, hogy tanítva tanulunk, nevelve neveljük magunkat is. Nevelés közben értjük meg, hogy azok hallgatnak meg minket szívesen, akiket mi is mindig meghallgatunk. Azok értenek meg legjobban, akiket mi is meg tudunk érteni. Azok ismerik el értékeinket, akiknek az értékeit mi is elismerjük. „Hatásában – írja Simone de Beauvoir Egy jóházból való úrilány emlékei c. regényében édesapjáról – nagy szerepe volt bensőséges viszonyunknak. Apám úgy bánt velem, mint egy *kész emberrel*, anyám törődött azzal *a gyerekekkel*, aki valójában voltam.” Ez a kölcsönhatás *a pedagógiai hatékonyság alapfeltétele*. Stefan Zweig egyik remek elbeszélésében mutatja be, hogy a gyerekre az tud legjobban hatni, aki nem gyereknek, hanem teljes értékű, egyenrangú embernek tartja.

Nehéz lenne összefoglalni, vajon a másik emberben milyen cselekvéseink váltják ki a legerősebb hatást. Néhány jellegzetességre mégis rámutatunk:

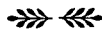
- intenzív hatást gyakorol ránk minden, ami *szunnyadó vágyainkat éleszti*, aminek segítségével legalább közvetve átélhetjük megvalósulásukat (a népmesék, filmek, regények, romantikus iskolai élmények hatása),

- ami *érzelmi rezonanciát* vált ki bennünk,

- ami feloldja *szorongásainkat*, konfliktusainkat, Ernest Dichter (USA) szavaival: ami a lélek zugaiban megbúvó érzelmeket érinti,

- ami *védelmet nyújt* hétköznapijaink támadásai ellen (pl. felvázolja a rossz, diktatorikus főnököt, s ezzel megkönnyíti saját hasonló főnökünk elviselését),

- ami ténylegesen gyarapítja tudásunkat, emberségünket, tehát *növeli személyes értékünket* (ezért viszolyognak az emberek minden nagyképű, tudálékos pedagógiai írástól, előadástól, de ugyanezért fogadják nyitott füllel és szívvel mindazokat, amelyek valóban az ő gondjaikról szólnak, azok megoldásához igyekeznek segítséget nyújtani). Ez magyarázza, hogy *a kisgyerekek* néha tetszik az a pedagógus, aki nem követel semmit, aki lazítja a munkafegyelmet, később *az emlékező felnőtt* azokat a tanárokat értékeli, akik emberségesen követelményeket állítottak eléjük. Akiknél megtanulták a sikerek és a kudarcok elviselését, akiknél munkájuk szerint egyaránt lehetett jelesre, de elégtelenre is felelni.



JÓSA ZOLTÁN

Juhász Gyula Tanárképző Főiskola, Szeged

A fotoszintézis tanítása

Napjainkban, amikor az oktatási kísérletezés homlokterében a tantárgyak közötti integráció megvalósítása áll, különösen jelentősek az olyan oktatási témák, amelyek tartalmuknál fogva magukban hordják az integrált oktatás feltételeit. Ilyen téma az általános iskolai biológiai oktatásban a fotoszintézis tanítása. A téma éppen komplex jellege következtében sok problémát vet fel. A gyakorlatban is sok nehézséget jelent mind tartalmi, mind módszertani szempontból ennek az igen jelentős biológiai jelenségnek a tanítása. Mindezek alapján nem éreztelen a fotoszintézis tanításának elvi és módszertani kérdéseit tisztázni, természetesen a jelen tantervi adottságok szempontjából.

A fotoszintézis tanítását elemezve megállapíthatjuk, hogy az a biológiai tudomány századforduló álláspontján történik még ma is. Ez azt jelenti, hogy a fotoszintézis tanítása a „black box” elven alapszik. (Black box = fekete kocka.) A „black box” elv azt fejezi ki, hogy oly ismeretnyújtási rendszert alkalmazunk, amely a folyamatnak csak a kiindulási anyagait és végtermékeit, valamint feltételeit ismerteti, de eltekint a folyamat tartalmától. Ezért „fekete kocka”, azaz beláthatatlan, megismerhetetlen valami maga a folyamat. A „black box” elv tehát azt jelenti, hogy nem ismertetjük a tanítás során a folyamat lényegét, menetét, a folyamat fizikai és kémiai alapjait. Nem végzünk kísérleteket. Nem méltatjuk azt a szerepet, amelyet a fotoszintézis az élő természet és az ember szempontjából betölt.

Az természetes, hogy a fotoszintézis bonyolult folyamatát a kellő előismeretek hiánya és az értelmi felfogóképesség adott szintje alapján tudományosan nem lehet tanítani. Így elemi szinten nem ismertethetjük a fotoszintézis teljes folyamatát, a fény foszforilálását, vagyis a fényenergia kémiai energiává alakulását, az ATP képződését, a szén-dioxid megkötését, a szén asszimilációjának bonyolult folyamatát, valamint a folyamatban lényeges szerepet játszó multienzim-rendszert. Mivel a gimnázium 1. osztályában sem jutnak újabb fizikai és kémiai ismeretekhez a tanulók, középfokon sem lehet a fotoszintézis tanítását magasabb szinten megvalósítani. Így a gimnázium első osztályában a fotoszintézis elemi szinten való újratanításának semmi értelme sincs. Ez a probléma is felhívja a figyelmet a gimnáziumi biológiatanítás reformjának szükségességére. A Német Demokratikus Köztársaságban az oktatási színvonal korszerűsítése érdekében a fotoszintézis tanítását a 9. osztályba tették azzal az indokkal, hogy ekkorra a 6., 7., 8. és 9. osztályban nyújtott fizikai, kémiai és biológiai előismeretek birtokában korszerűen lehet tanítani a fotoszintézis folyamatát.

A folyamat tanításánál a fő probléma elsősorban a koncentrációs lehetőségek elhanyagolásában keresendő. Ez azt jelenti, hogy a tanítás során nem veszik számításba a fizika és a kémia tantárgyak oktatásánál előzetesen nyújtott ismereteket.

Az általános iskolai módosított biológiai tanterv nem ad tartalmi meghatározást arra vonatkozóan, hogy a fotoszintézis folyamatát milyen mélységben kell tanítani. Csak megnevezi a folyamatot mint a levél egyik működését.

Az Élővilág 7. tankönyv ismerteti a kiindulási anyagokat, nevezetesen: a fényt, a zöld színtestet, a szén-dioxidgázt és a vizet, mint feltételeket. Továbbiakban pedig közli a végtermékeket. Ennek keretében ismerteti, hogy a zöld növények a fotoszintézis során szőlőcukrot, majd ebből keményítőt és fehérjét készítenek, illetőleg építenek fel. A lényeg tehát az, hogy magáról a folyamatról semmit nem tanulnak a tanulók. Így valóban csak a „black box” modell alapján történik a tanítás.

Ahhoz, hogy oktatásunk korszerűbb legyen, vannak már feltételek. Ilyenek például a kémiai előismeretek. Ezek felhasználásával bepillantást nyújthatunk a folyamatba is, illetőleg a folyamat egyes szakaszait megismerhetik a tanulók. A folyamat megértésére polemizáló módszerrel kombinált magyarázatra van szükség, amelynek során az összefüggések és a lényeg megértetése a feladat.

A fotoszintézis tanításánál abból a tényből ajánlatos kiindulni, hogy a növényeknek, mint élőlényeknek a teste szerves anyagokból épül fel. Az a folyamat, amelynek során a zöld növények saját testüket felépítik, életműködés. Az a tény ismeretes a tanulók előtt, hogy minden életműködéshez energiára van szükség. A zöld növények a szervesanyag-termeléshez szükséges energiát a Nap sugárzási energiájából nyerik. A fényenergia megkötésének megértetése érdekében szükséges felidézni a tanulók fizikai előismereteit, sőt azt el is kell mélyíteni. A 6. osztályban a fénytán c. témában a tanulók megismerik a fényvisszaverődés és a fényelnyelés fizikai alapelveit. Így megtanulták, hogy a zöld növények miért éppen a zöld színű sugarakat

verik vissza. A zöld növények fényabszorpcióját (fényelnyelését) a zöld színtestekben levő klorofill határozza meg. A fény abszorpciója a klorofillban legnagyobb mértékű a vörös hullámtartományban. A fizikai tanulmányaikból az is ismeretes a tanulók előtt, hogy a napfény színekében legnagyobb a hőszugárzás a vörös színénél. A legnagyobb mértékű a hőszugárzás a láthatatlan infravörös sugarak tartományában. A zöld színanyag, azaz a klorofill szerepének, működésének tehát az a magyarázata, hogy a fotoszintézishez szükséges vörös hullámtartományba tartozó napfényenergiát elnyeli, absorbeálja. Ezáltal a klorofill energiában gazdag, reakcióképes, gerjesztett állapotba kerül. Így válnak a zöld színtestek a fotoszintézis reakciócentrumaivá. Ha a tanulók megértik azt az összefüggést, amely a fotoszintézishez szükséges napfényenergia és a klorofill vörös fénysugarakat elnyelő képessége között megnyilvánul, nem lesz számukra üres tényanyag a klorofill és a napfény a fotoszintézis tanulásánál.

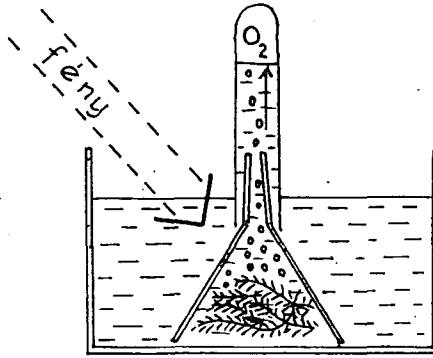
A fényenergia felvétele a fotoszintézis első szakaszát jelenti. Ily módon ennek a jelenségnek elemi szinten való megismerésével már a folyamat lényegébe is bepillantást nyernek a tanulók.

A következőkben – bár részletekbe nem bocsátkozhatunk – a folyamatnak szintén egy lényeges mozzanatát, szakaszát elemezhetjük közösen a tanulókkal. A folyamat lényegéből adódik, hogy jelentős szerepet játszik a fotoszintézis folyamatában az aktív hidrogén képződése, mely mint redukálószer szerepel a szénnek a széndioxidból történő asszimilálása során. Itt tudni kell azt, hogy a 7. osztályos kémiai ismereteik alapján a redukció fogalmával, lényegével a tanulók tisztában vannak, sőt megismerték a szén-dioxid redukcióját is. A szén-dioxidredukció megismerésénél a C szerepelt redukálószerként a szén-monoxid képződéséhez. A szén-dioxid redukciójához szükséges hidrogént a gyökerek útján felvett víz fényenergiával történő hasítása, azaz az ún. fotolízis szolgáltatja. Ezt a jelenséget könnyen szemléltetéssé és érthetővé lehet tenni, ha felelevenítjük a 7. osztály I. félévében a kémiában tanult előismereteket. Ennek során ugyanis a tanulók kísérlettel igazolva ismerik meg a víznek felbontását elektromos árammal. Meggyőződnek arról, hogy a felbontás során a víz, mint vegyület, alkotórészeire: hidrogén- és oxigénatomokra bomlik. A keletkezett hidrogén- és oxigénatomok hidrogén-, illetőleg oxigénmolekulákká egyesülnek. Lényegében ez a folyamat játszódik le a fotolízis során is. Ennek igazolására kívánatos kísérletet is bemutatni. Az óra elején az osztály előtt üvegdámba vizet és vízi növényt (Cabomba-t, Ceratophyllum-ot, vagy Vallisneria-t) teszünk. A vízi növényt borítsuk le üvegtölcsérrel, amelyre kémcsövet helyezünk. Ajánlatos 500 Watt-os égővel megvilágítani a kísérleti anyagot. Ily módon, mire a tényanyag igazolására szükség van, a tanulók a valóságban észlelhetik fény hatására az oxigénnek gázbuborékok alakjában való távozását. Sőt a kémcsőben felgyülemlt oxigéngázt ki is mutathatjuk, ha parázsló hurkapálcát nyomunk a leemelt, de meg nem fordított kémcsőbe, amikor is az lángra lobban. (Lásd: 1. ábra.)

Ily módon a tanulók megismerik a fotoszintézis folyamatának több szakaszát. Nevezetesen: a fényenergia felvételének lényegét, azt, hogy a szénhidrátok szintéziséhez szükséges szént a szén-dioxid redukciójának eredményeképpen nyeri a növény, a redukcióhoz szükséges redukáló szert, az aktív hidrogént pedig a víz napfényenergia segítségével való hasítása révén biztosítja. Továbbá azt is megismerik, hogy a folyamat során oxigén szabadul fel. Mivel a fényenergia az élő sejtekben csak kémiai energiává való átalakulás után lehet hatásos, szükséges ezt a tényt közölni a tanulókkal is.

További részletek ismertetésébe nem mehetünk be. Fontos annak megértetése, hogy a fotoszintézis során a vízből és a szén-dioxidból, vagyis lényegében a C, H, O₂:

elemekből energia felhasználásával épülnek fel, azaz szintetizálódnak a szénhidrátok. A lényeg tehát annak megértetése, hogy a fotoszintézis során energiaszegény, szervesetlen, élettelen anyagokból energiadús szerves anyagot, azaz élő anyagot építenek fel



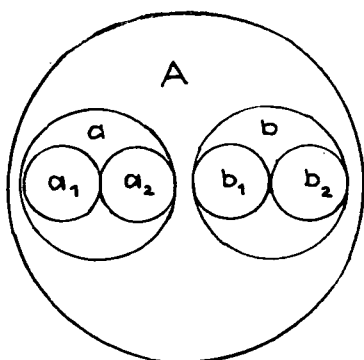
1. ábra. Az asszimilációs oxigén kimutatása

a zöld növények. Ez azt jelenti, hogy a fotoszintézis lényegében: szervesanyag-termelés.

Ezen ismeretek birtokában juthatnak el a névmagyarózathoz. A szerves anyag keletkezése a kiindulási szervesetlen anyagokból építő folyamat (vagyis asszimiláció). A szervesetlen anyagok egybefoglalása, „összetevése” jelenti a folyamat megnevezésében a „szintézis”-t. A görög szóösszetételek előtagjaként a fényvel való kapcsolatot jelölő „foto” kifejezést pedig a szintézishez szükséges napfényenergia alapján kapcsolták a szintézis megnevezéshez. Így nevezték el a folyamatot még a múlt században: „fotoszintézis”-nek.

A tisztánlátás érdekében utalok arra, hogy a régebbi Élővilág tankönyvben (pl.: 1966-os kiadás) és kémiai tankönyvben (1965) a folyamatot mint „asszimiláció”-t tanították, és nem szerepelt a fotoszintézis megnevezés. A korrekcióra azért volt szükség, mert az asszimiláció fogalmát azonosították a fotoszintézis fogalmával, illetőleg a tágabb terjedelmű fogalmat leszűkítették az e nemfogalomba tartozó fajfogalom terjedelmévé. Ezt az azonosítást határozottan ki is fejezték a tankönyvek megfogalmazásai: „Az asszimilációhoz tehát fény, zöld színtest, víz és szén-dioxid kell.” (Élővilág 7., 1966.) „Asszimilációra csak a klorofill tartalmú növényi szervezet képes.” (Kémia 7., 1965.) Az „asszimiláció” fogalmába ugyanis nemcsak a „fotoszintézis”, hanem a „kemoszintézis” is beletartozik. Helytelen tehát azonosítani az asszimiláció és a fotoszintézis fogalmak terjedelmét. A fotoszintézis fogalmi meghatározása érdekében viszont feltétlenül szükség volna a nemfogalomra, vagyis annak megértetésére, hogy a fotoszintézis: asszimiláció. Így a kifejezések cseréje, vagyis az „asszimiláció” fogalmának elhagyása nem oldotta meg a régi tankönyvek tartalmi problémáját. Következőkben szintén a tisztánlátás érdekében ismertetem a fogalomrendszer fogalmainak egymáshoz való viszonyát a 2. ábrában.

Mivel az új tankönyvekben csak a „fotoszintézis” meghatározás szerepel és elmarad az „asszimiláció” fogalma, a két fogalom egymáshoz való viszonyát nem tisztázhatjuk. Annyit azonban – amint arra a fentiekben már utaltam –, szükséges megértetni, hogy a fotoszintézis építő folyamat. Az építő folyamat során szénhidrát képződik, a továbbiakban pedig mindenféle szervesanyagot készít, illetőleg használ fel a

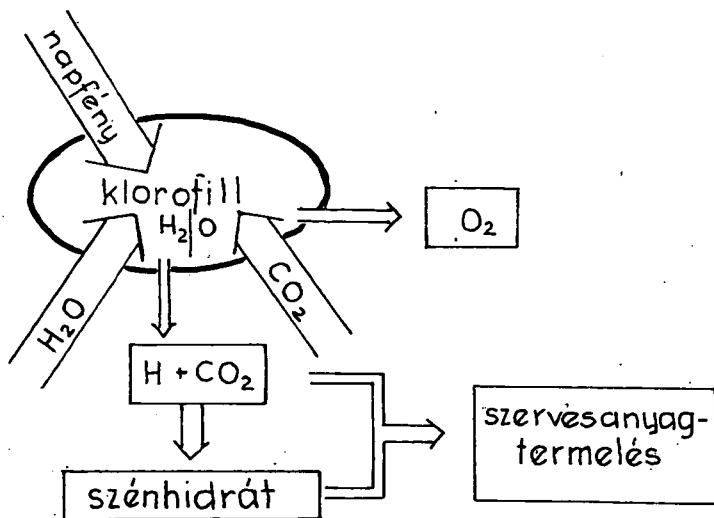


2. ábra. Az „anyagcsere” fogalomrendszere

A = anyagcsere-folyamat;	a ₁ = fotoszintézis;
a = asszimiláció;	a ₂ = kemoszintézis;
b = disszimiláció;	b ₁ = oxidatív légzés;
	b ₂ = erjedés.

növény. A vízben oldott ásványi só hozzáadásával a szerves anyagok bonyolultabb szerves anyagokká, mint pl. olajjá, vagy a N hozzáadásával fehérjévé alakulnak. A keményítő keletkezését a fotoszintézis során tartós kísérlet megfigyeltetésével is igazolhatjuk, amelyet a szakkönyvekben leírt módon a szaktanteremben könnyen beállíthatunk.

Jól szemléletesé lehet tenni a fotoszintézis megértetett mozzanatait applikációs táblán is:



3. ábra. A fotoszintézis applikációs ábrázolása

Természetesen az applikációs táblán az egyes jelzéseket megfelelő színezéssel (pl.: a fényenergiát vörös, a klorofillt zöld, a vizet kék stb. színnel) és a megfelelő sorrendben alkalmazzuk.

Gyakorlati tapasztalatom, hogy a logikus gondolkodásra nevelés eredményeképpen a tanulók felismerik azt a tényt, hogy a fotoszintézis során gázcsere is történik. Ez azért lényeges, mert a légzés tanításánál általában leszűkítik a légzés fogalmát arra, hogy az gázcsere. Ez a meghatározás önmagában elégtelen. Lényegében a légzés és a fotoszintézis során is ugyanazon gázok cseréje történik, csak éppen ellentétes irányban. A légzéskor oxigént vesz fel a szervezet és szén-dioxidot ad le. A fotoszintézis folyamata során pedig a szárazföldi zöld növények CO_2 -t használnak el és O_2 -t szabadítanak fel. A fotoszintézis és a légzés tehát nemcsak az építés és a lebontás, nemcsak az energiaelhasználás és energiatermelés terén, hanem a gázok cseréjének sorrendjében is ellentétes folyamatok.

A fotoszintézisnek mint jelenségfogalomnak kialakításánál a nemfogalmat csak a tanítás végén tudjuk megismertetni. A 2. ábrából kitűnik, hogy a fotoszintézis nemfogalma az asszimiláció, vagyis az oktatásunk jelen szituációjában az, hogy építő folyamat. Az, hogy a fotoszintézis építő folyamat csak azután állapítható meg, miután meggyőztük tanítványainkat arról, hogy a folyamat során a zöld növények szerves anyagokból építik fel testüket, vagyis a különböző szerves anyagokat. A fotoszintézis fogalmát a tanítás alapján a következőképpen határozhatjuk meg: A fotoszintézis az az építő folyamat, amelynek során a zöld növények a napfény energiájával a klorofill segítségével szerves anyagokból (H_2O -ból és CO_2 -ból) szerves anyagot termelnek.

A fotoszintézis tanítása során az oktatási feladatok megvalósításán kívül fontos a nevelési feladatok felismerése és teljesítése. A következőkben be kívánom mutatni a legfontosabb nevelési feladatokat.

Egyik leglényegesebb nevelési feladat a materialista világnézetre nevelés és ezzel kapcsolatosan az 'anyagi világ egységéről való meggyőzés. Amikor meggyőzzük tanítványainkat arról, hogy a fotoszintézis során a környezetből felvett élettelen, szerves anyagokból szerves anyagot készítenek, rá kell mutatni arra, hogy ez a folyamat csak akkor lehetséges, ha az élettelen és az élő anyag között származástani kapcsolat van. Az anyagi világ evolúciójának megértésére a legkedvezőbb téma éppen a fotoszintézis tanítása. A zöld növények szervesanyag-termelésükkel nap mint nap igazolják, hogy az élő, szerves világ az élettelen, szerves világból fejlődött ki.

A másik jelentős nevelési feladat a szén-dioxid-elhasználás és az oxigénleadás: jelentőségének megértése. Napjainkban amikor a környezetvédelem egyik legfontosabb problémája a levegő szennyeződésének kérdése, különösen fontos annak megértése, hogy egyedül a zöld növények biztosítják a levegő 1/5 részét alkotó oxigénmeglétét, ami egyben az élet nélkülözhetetlen feltétele. A települések fásítása és parkosítása ily módon a környezetvédelem egyik legfontosabb feladata. Az erdők ózondús levegőjükkel nyújtanak lehetőséget a szanatóriumok létesítéséhez. A levegő szén-dioxid-tartalmának csökkentésével a zöld növények jelentősen járulnak hozzá a levegőtisztításához.

A fotoszintézis jelentőségére továbbá azzal is fel kell a tanulók figyelmét hívni, hogy a szervesanyag-termelés eredménye az építő- és a bútortipar számára nélkülözhetetlen faanyag létrehozása. A cellulóze a papírgyártás szempontjából jelentős. Az emberi és állati élet, az élelmiszeripar és a takarmányozás szempontjából szintén nélkülözhetetlen fontosságú a fotoszintézis. Így elsődleges jelentőségű tényező a szántóföldi növénytermesztésben és a kertészetben is. Nemcsak a szénhidrátok és a fehérjék termelésében játszanak a zöld növények létfontosságú szerepet az ember és az állatok táplálkozásában, hanem a textilipar szempontjából fontos rostok, az egészség szempontjából nélkülözhetetlen vitaminok, továbbá az olaj, a fűszerek, a gyógyászati alapanyagok stb. termelésében is.

Akár a szervesanyag-termelést, akár a levegő CO₂-jének elhasználását és a levegő oxigéntartalmának pótlását vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a fotoszintézis jelensége az egész földi élet alapja és feltétele.

A fotoszintézis tanításának elemzéséből kitűnik, hogy nemcsak energiaszegény szervetlen elemek energiadús szerves vegyületekké való szintéziséről van szó ebben a témában, hanem a tanítás során a fizikai, kémiai és biológiai ismeretek integrálása valósul meg, vagyis a fotoszintézis tanítása egyben didaktikai szintézis is.

IRODALOM:

1. Tanterv az általános iskolák számára. Élővilág 5–8. osztály, 1974. Életbe lépett a 162/1962. (M. K. 23.), módosítva a 114/1973. (M. K. 9.) MM. sz. utasítás alapján.
2. Tanterv az általános iskolák számára. Fizika 6–8. osztály, 1974. Életbe lépett a 162/1962. (M. K. 23.), módosítva a 114/1973. (M. K. 9.) MM. sz. utasítás alapján.
3. Tanterv az általános iskolák számára. Kémia 7–8. osztály, 1974. Életbe lépett a 162/1962. (M. K. 23.), módosítva a 114/1973. (M. K. 9.) MM. sz. utasítás alapján.
4. Élővilág 7. tankönyv az általános iskolák számára, 1966.
5. Élővilág 7., általános iskolai tankönyv. Tankönyvkiadó, 1972.
6. Kémia 7., általános iskolai tankönyv. Tankönyvkiadó, 1965.
7. Ervin Zabel (Güstrow): A fotoszintézis tanítása az NDK általánosan képző iskolái felső tagozatán. Az élővilág tanításának tapasztalatai, OPI kiadvány, Budapest, 1972.
8. Haraszty A.–Kiss I.–Hortobágyi T.–Suba J.: Növénytan I. Tanárképző Főiskolai Tankönyv, Tankönyvkiadó, 1970.



BÍRÓ ISTVÁN

Eger

A földrajzi fogalomalkotás logikai műveletei

(BEFEJEZŐ RÉSZ)

Az összehasonlítás és az absztrakciót előkészítő művelet. Célja szerint lehet azonosítás és megkülönböztetés. Összehasonlíthatjuk a tulajdonságokat, tárgyakat, jelenségeket, részeket. A fogalomalkotáshoz a tulajdonságok lényegi hasonlítását végezzük.

Az összehasonlítás együtt történik az absztrahálással. Tulajdonképpen az elvonás részművelete, mert amikor az azonosítást végezzük, vagy megkülönböztetünk, tulajdonképpen logikai jegyeket válogatunk.

Az első összehasonlításnál szétválasztjuk a tárgy vagy jelenség egyedi, és a közös logikai jegyeit. Pl.: a magyar középhegységek esetében így járunk el: (a dőlt betűs ítéletek a közös jegyeket jelentik).

I. Bakony

1. hegység;
2. lejtői lankásak;
3. széles hegybátak, lejtők;
4. árkok választják el a Vértestől;
5. fennsík van rajta;